



## DOSSIER D'INFORMATION N° 7

# Chape de plomb sur le site minier de Saint-Félix-de-Pallières (Gard)



**André PICOT**, Président de l'ATC

*Toxicochimiste, Directeur de Recherche honoraire au CNRS, Expert français honoraire auprès de l'Union européenne pour les Produits chimiques en Milieu de travail (SCOEL, Luxembourg),*

**Jean-François NARBONNE**, ATC

*Professeur de Toxicologie honoraire à l'Université Bordeaux I.*

**Stéphane GARCIA**, ATC

*Ingénieur de l'Ecole des Mines de Saint Etienne.*

**ATC - Association Toxicologie-Chimie**  
Maison des Associations du Xème  
Arrondissement de Paris.  
206 Quai de Valmy, 75010 Paris.  
[atctoxicologie@free.fr](mailto:atctoxicologie@free.fr)

**André PICOT**  
GSM int'l +33 610 824 421  
[andre.picot@gmail.com](mailto:andre.picot@gmail.com)

**Jérôme TSAKIRIS**  
06 58 94 13 73  
[atctoxicologie@free.fr](mailto:atctoxicologie@free.fr)

*Paris 11 juin 2013*



## DOSSIER d'INFORMATION N° 7

# Chape de plomb sur le site minier de Saint-Félix-de-Pallières (Gard)

### Sommaire :

#### **1- Pollution des sols et risques sanitaires. Importance des pratiques sociales.**

*Hubert Seillan. Préventique<sup>1</sup>, n° 129 Mai-juin 2013, pages 25-32*

#### **2- Chape de plomb sur le site minier de Saint-Félix-de-Pallières (Gard)**

*André Picot, Jean François Narbonne et Stéphane Garcia (Association Toxicologie Chimie).<sup>2</sup>*

---

<sup>1</sup> [http://www.preventique.org/Preventique\\_Securite/pour-une-mémoire-vivante-du-risque-n°129](http://www.preventique.org/Preventique_Securite/pour-une-mémoire-vivante-du-risque-n°129)

<sup>2</sup> <http://atctoxicologie.free.fr>

# Pollution des sols et risques sanitaires

## Importance des pratiques sociales

par **Hubert Seillan**  
avec **André Picot, Jean-François Narbonne et Stéphane Garcia**

**Un sol pollué peut être diversement dangereux, en fonction de sa composition et du régime des eaux et des vents. Mais les pratiques sociales peuvent être particulièrement dangereuses lorsqu'elles modifient certaines de ces données. De sorte que les risques sanitaires pour les populations sont singulièrement accrus. C'est le cas de l'ancien site minier qui s'étend sur plusieurs communes du Gard, dont Saint-Félix-de-Pallières.**

*Danger, environnement, incendie, maire, mine, pollution des sols, préfet, risque, risque chimique, risque sanitaire, sécurité sanitaire, sol pollué, toxicologie*

**Au cœur des Cévennes**, à quelques kilomètres d'Alès, la petite commune de Saint-Félix-de-Pallières, 229 habitants, est l'objet de toutes les attentions des pouvoirs publics, des grands médias et des associations. Il est vrai que le sujet est grave et ne peut qu'inquiéter et étonner. Inquiéter parce qu'il met en cause la santé publique et étonner parce que s'il surgit aujourd'hui, il existe depuis plusieurs décennies.

La population du village et des environs, notamment de la commune voisine de Thoiras, est entrée en ébullition en 2008, après qu'un rapport scientifique de Géoderis<sup>1</sup> ait porté à sa connaissance l'existence d'une très forte pollution chimique qui ne devrait pas permettre sur une large partie du territoire, toute exploitation agricole et toute production potagère ou fruitière. Le risque pour la santé

humaine mérite donc être considéré avec le plus grand sérieux.

La source du danger se trouve dans une ancienne mine de plomb située sur les hauteurs des deux communes placées sur leurs deux versants. La société La Vieille Montagne a cessé de l'exploiter en 1971 en laissant le site en l'état. Les produits chimiques, plomb, arsenic, cyanure, cadmium, mercure, thallium, antimoine, chrome,

1. Géoderis est un groupement d'intérêt public (GIP) constitué entre le BRGM et l'Ineris. Cf. <http://www.geoderis.fr/>

nickel, zinc, phosphore affleurent aujourd'hui sur plusieurs hectares du site. Leurs odeurs sont pestilentielles et leur acidité attaque immédiatement et violemment les muqueuses et les yeux ainsi que nous l'avons vérifié. On ne peut être étonné que par temps sec, leurs poussières soient transportées par le vent sur les habitats voisins et que par temps de pluie, les eaux les transportent dans les ruisseaux et prairies. Mais on peut en revanche être étonné de l'usage qui est fait de ce territoire.



Photo Groupe Préventique

Un riverain avec les promeneurs rencontrés lors du reportage.

Il est en effet considéré ici comme une sorte de parc à usage touristique et de promenade. Il est envahi par les motos, les voitures 4X4 de randonnées et par les quads qui bouleversent les sols, ajoutent à leur friabilité, et déstabilisent les terrains ce qui favorise les transferts par le vent et par l'eau. Les promeneurs du dimanche y sont nombreux, tel ce jeune père de famille et son petit enfant que nous avons rencontrés sur les sables chimiques. Le père nous dira qu'il suit l'itinéraire que lui a conseillé le syndicat d'initiative d'Alès et il tombe des nues quand il apprend qu'il se trouve sur des sols pollués au niveau le plus extrême.<sup>2</sup>

Mais ce territoire des anciennes mines n'est pas qu'un parc de loisirs, ce qui complique singulièrement la situation. En effet, un propriétaire disposant d'une trentaine d'hectares, dont près de 5 achetés en 2000 à la société Union minière de France, qui succé-

dait à La Vieille Montagne, pour le prix dérisoire de 14 000 francs, a affecté ces derniers à de toutes autres activités, ayant pour point commun de ne pas être autorisées. Des véhicules servant d'habitats y sont installés à l'année ainsi qu'une petite entreprise de fabrication de jus de fruit et de bières installée dans un camion, et des animaux domestiques et des volailles parqués ici et là. Ponctuellement, le propriétaire des lieux organise, sous le couvert de l'association La Mine, des manifestations d'une autre ampleur du type *rave party*.



Photo Groupe Préventique

Mais d'autres enjeux d'ordre public apparaissent encore. Nous sommes dans une forêt où les résineux sont nombreux, le développement d'un incendie pourrait avoir des conséquences dramatiques pour les participants et les riverains les plus proches. On sait aussi qu'une *rave party* est source d'inconvénients multiples pour les riverains. Ceux de Saint-Félix se plaignent d'incivilités, de menaces, de dégradations et relations parfois violentes, ils soulignent que l'économie de la drogue est en déplacement chez eux et surtout qu'ils sont contraints de subir un enfer sonore pendant toutes ces manifestations.

Les données qui caractérisent le risque auquel sont soumis les habitants de Saint-Félix-de-Pallières sont, on le voit, de natures très différentes. C'est cependant sur le plan scientifique qu'elles nous paraissent être les plus simples, car il est avéré que le territoire de la mine constitue



Spectacle à La Mine en juin 2012, avec lance-flammes divers...

Capture d'écran de la vidéo en ligne : <http://www.youtube.com/watch?v=YzWsQxU7Huc&feature=youtu.be>

Celles-ci sont particulièrement importantes, le maire et les voisins parlent de milliers de personnes qui se réunissent pendant 5 jours, le temps des préparatifs et des démantèlements multipliant par trois cette durée. La Mine publie quelques vidéos sur YouTube<sup>3</sup> qui permettent de prendre la mesure de ces réunions. Les enjeux sanitaires changent d'échelle à la fois en raison du nombre des personnes exposés et du bouleversement des sols qui en résultent.

un danger à forte potentialité. En revanche, les pratiques sociales s'apparentent à un écheveau qu'il sera difficile de dénouer sans une volonté forte des pouvoirs publics, soutenue par des objectifs concrets. □

2. Son témoignage est visible sur YouTube : <http://www.youtube.com/watch?v=MJhmJF8bgOU>

3. Par exemple : <http://www.youtube.com/watch?v=YzWsQxU7Huc&feature=youtu.be>

# Les risques sanitaires

par **Jean-François Narbonne**  
avec **Stéphane Garcia**  
et **André Picot**

**Les analyses** qui suivent sont présentées en forme de synthèse d'une étude plus approfondie qui n'a pas sa place dans un reportage de ce type mais qui peut être communiquée aux lecteurs soucieux d'approfondir leurs connaissances sur le sujet<sup>4</sup>.

La **pollution résiduelle** est liée aux métaux du fait de la richesse naturelle du sol et de la présence de déchets résultant de la recherche et de l'exploitation minière et du traitement du minerai. Ces résidus peuvent être des produits naturels (stériles francs, produits minéralisés non exploitables) ou des produits artificiels, issus des phases de traitement et d'enrichissement du minerai (rejets de laverie) contenant d'éventuels additifs chimiques, minéraux ou organiques, ou générés lors d'une étape de fusion métallurgique

(scories). Le terme de « haldes » est souvent utilisé pour désigner l'ensemble des déblais pierreux, minéralisés ou non, qui résultent de l'exploitation minière.

La voie principale d'exposition touchant une large fraction de la population passe par **la lixiviation des sols** et la contamination des eaux souterraines en conditions habituelles et des eaux de surface (ruisseaux, rivières) en cas de pluies abondantes. Il s'agit des captages pour eau d'adduction (eaux souterraines) et de l'inondation des zones de captage et des stations de traitement en épisodes météorologiques. De plus, le transfert par les eaux se fait aussi via l'arrosage des champs et des potagers. Les habitants de plusieurs communes sont concernés par ces transferts.

en suspension de particules fines (particulièrement importante en cas d'activités festives type rave parties, activités auto/moto). Les niveaux d'exposition sont évidemment liés au temps de résidence sur le site, le plus long concernant les résidents sur le site et leurs enfants, le plus court concernant les randonneurs.

Enfin une exposition indirecte doit être également retenue : celle liée à **la consommation de végétaux**, aussi bien ceux cultivés sur les sols pollués (champs, vignes, potagers) et arrosés avec les eaux superficielles ou souterraines locales, que les champignons et baies sauvages ramassés par les promeneurs.

## Une étude de 2004

Une étude a été réalisée en 2004 par Geoderis, dans le cadre d'un inventaire des risques miniers environnementaux. Des prélèvements ont été effectués dans une grande variété de points, allant de zones non polluées à des zones de dépôts de haldes. Les résultats sont résumés dans le tableau 1. Pour ce qui concerne les dosages dans les eaux souterraines et de surface du site, ils n'ont pas été systématiquement effectués. Seuls quelques dosages de contaminants métalliques ont été effectués sur des échantillons prélevés dans le ruisseau de Paleyrolles, dont le tableau 2 présente les résultats.

4. L'étude complète est disponible sur simple demande à [edition@preventique.org](mailto:edition@preventique.org)

L'autre voie majeure d'exposition susceptible d'atteindre une population plus limitée vivant sur le site ou à proximité (riverains permanents ou saisonniers) est celle de **l'ingestion** (en particulier aires de jeux pour enfants) et de **l'inhalation** en fonction de l'intensité de la mise

Tableau 1. Résultats des dosages effectués dans les sols sur différents sites de la zone étudiée (mg/kg ps).

	Plomb <b>Pb</b>	Zinc <b>Zn</b>	Antimoine <b>Sb</b>	Cadmium <b>Cd</b>	Fer <b>Fe</b>	Manganèse <b>Mn</b>	Arsenic <b>As</b>
Nombre	64	64	64	64	64	64	44
Moyenne	12 247	7 407	254	44	121 276	885	1 187
Dév. stand.	25 649	19 091	263	68	205 889	824	1 255
Minimum	109	49	84	0	6 975	0	200
Maximum	136 083	77 177	1 174	262	1 377 764	2 769	5 000

Tableau 2. Résultats des dosages effectués dans l'eau du ruisseau Paleyrolles.

Fer <b>Fe</b>	Cuivre <b>Cu</b>	Manganèse <b>Mn</b>	Plomb <b>Pb</b>	Cadmium <b>Cd</b>
172 mg/l	577 µg/l	3885 µg/l	94 µg/l	41 µg/l

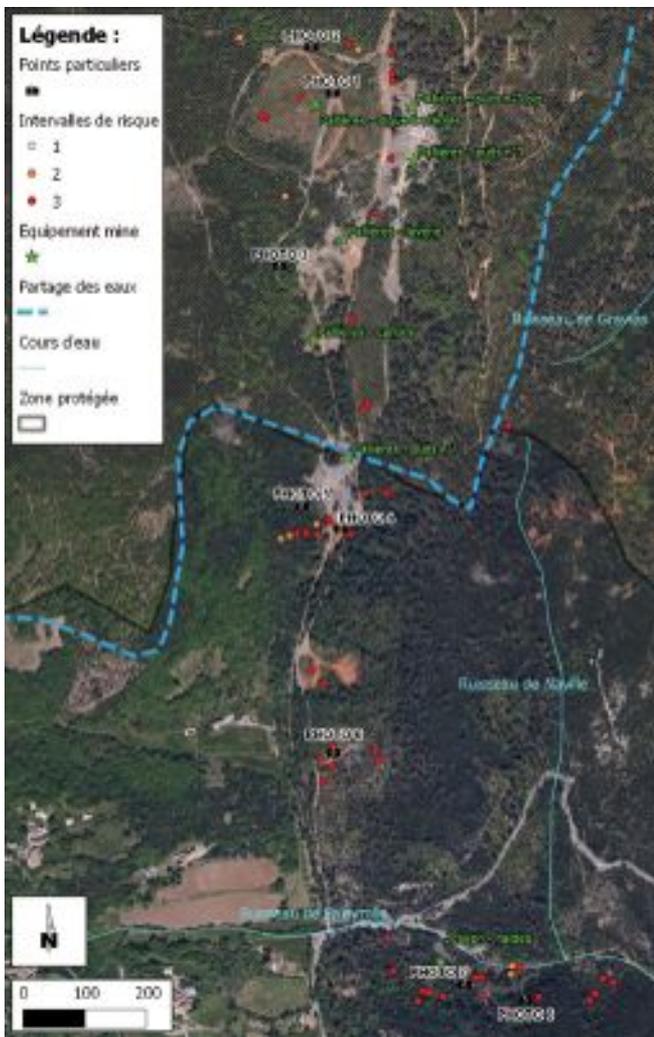




Photo S. Garcia

Une zone fréquentée par les engins tout-terrain.



Photo S. Garcia

Des restes de l'exploitation des mines.

Ainsi on peut comparer les niveaux de pollution mesurés sur le terrain avec ces valeurs repaires (tableau 4). On observe que toutes les valeurs moyennes sont très supérieures aux niveaux maximum des terrains présentant de fortes anomalies (niveau C). De même, toutes les valeurs moyennes à l'exception du manganèse, sont supérieures aux valeurs indicatives à partir desquelles une action curative est nécessaire. On voit que les dépassements les plus forts (de l'ordre de 20 fois) sont notés pour le plomb et l'arsenic. Pour ces deux métaux, les valeurs maximales dépassent les niveaux naturels maximum de plus de 10 fois et dépassent les seuils pour les opérations curatives de 100 fois pour l'arsenic et de plus de 200 fois pour le plomb.

Si on s'intéresse aux quelques teneurs en métaux mesurées dans le ruisseau et qu'on les compare aux valeurs indicatives qui ont fait référence en France, on note que les teneurs en cadmium, cuivre et manganèse sont respectivement 4 fois, 3 fois et 2 fois supérieures au seuil nécessitant une action curative et sont supérieures à la teneur maximale permise en usage agricole.

Il est donc indiscutable que le site étudié présente des points très élevés de contamination des sols qui impliquent des opérations lourdes de gestion pour la protection des hommes, des animaux et de l'environnement.

## Les risques pour l'Homme et l'environnement

Le terme *risque* concerne la probabilité pour un organisme exposé d'avoir des atteintes à sa santé du fait de l'exposition à une ou plusieurs substances toxiques. Pratiquement il s'agit d'établir un rapport entre une dose d'exposition et le seuil toxicologique à partir duquel les effets sanitaires peuvent se manifester (valeur toxicologique de référence ou VTR).

Trois vecteurs d'exposition principaux sont pris en compte : ingestion de sols, inhalation de poussières, consommation d'aliments produits sur les sols incriminés. D'autres vecteurs peuvent aussi être impliqués comme la consommation d'eau contaminée et le contact cutané sont pris en compte dans des modèles plus complets comme celui utilisé au Canada. À partir de ce modèle et malgré le nombre limité de données, nous avons réalisé une estimation des risques :

- pour les enfants, l'exposition moyenne est 20 fois supérieure aux VTR pour le plomb et l'arsenic et jusqu'à 200 fois supérieure pour les valeurs maximales en plomb ;
- pour les adultes, les VTR sont dépassées aussi pour le plomb et l'arsenic et jusqu'à 10 fois pour les valeurs maximum en plomb.

En conclusion sur les études des dangers et des risques, on peut dire que, du fait de la forte contamination des sols en métaux, de très nombreux sites sont incompatibles avec tous les usages envisageables, qu'ils soient agricoles, résidentiels, touristiques ou industriels. Les risques sont très élevés pour les enfants susceptibles de résider dans ces zones, mais sont aussi élevés pour les adultes. Ces risques sont en particulier liés à la présence de plomb, d'arsenic et d'antimoine. Les effets possibles sur la santé concernent plusieurs tissus (peau, foie, rein, sang, système nerveux...) et diverses pathologies cancéreuses, reprotoxiques et perturbatrices endocriniennes. Les risques pour l'environnement sont aussi élevés, y compris ceux liés à la contamination des systèmes aquatiques. Des mesures urgentes et lourdes de gestion s'imposent donc de façon évidente. □

En France, les sols ont été classés en 3 niveaux :

- le niveau A concerne les sols « ordinaires » ayant des valeurs couramment observées ;
- le niveau B concerne les sols présentant des anomalies modérées ;
- le niveau C concerne les sols présentant de fortes anomalies naturelles.

Le tableau 3 regroupe les valeurs maximales retenues pour les sols naturels de niveau C, ainsi que les seuils retenus pour les opérations curatives (remédiation).

Tableau 3. Teneurs en métaux maximales retenues pour les sols naturels en France et valeurs guides pour les actions curatives proposées dans différents pays (mg/kg ps).

	Plomb <b>Pb</b>	Zinc <b>Zn</b>	Antimoine <b>Sb</b>	Cadmium <b>Cd</b>	Manganèse <b>Mn</b>	Arsenic <b>As</b>
Max niveau C	10 180	11 426	53	44	485	284
Valeurs pour opérations curatives (pays)	600 (France)	3 000 (France)	40 (Japon)	20 (France)	3 000 (Australie)	50 (France)

Tableau 4. Écarts entre les valeurs mesurées sur site (maximum et moyenne) et les teneurs maximales observées pour des sols naturels (niveau C) et les seuils impliquant des opérations de rémédiation.

	Plomb <b>Pb</b>	Zinc <b>Zn</b>	Antimoine <b>Sb</b>	Cadmium <b>Cd</b>	Manganèse <b>Mn</b>	Arsenic <b>As</b>
[C] Max/max nat	X 13	X 6	X 5	X 6	X 5,7	X 17
[C] Max/remed	X 226	X 25	X 6,5	X 13	X 1	X 100
[C] Moy/remed	X 20	X 2,5	X 1,3	X 2,3	X 0,29	X 23,7

# Regards croisés des autorités publiques et du propriétaire



Hubert Seillan avec les maires de Saint-Félix, Gérard Rossignol à gauche, et de Thoiras, Lionel André à droite.

**La société Umicor** qui a succédé aux droits des anciens exploitants de l'ancienne mine a vendu près de 5 hectares à **Christian Sunt**, en l'informant clairement de leur état de pollution avancée et de leur dangerosité. Bien que directement concernée, puisqu'elle gère la majeure partie des terrains pollués situés sur chacune des deux communes de Thoiras et de Saint-Félix-de-Pallières, elle est aujourd'hui étrangement silencieuse. Il est vrai qu'elle n'y a aucune activité, contrairement à Christian Sunt qui est l'associé majoritaire d'un GFA et qui a pris l'initiative de la création d'une association qui organise sur le site des activités professionnelles à caractère de loisir.

Les risques sanitaires liés aux pollutions chimiques n'ont dès lors plus la même intensité en raison de la présence de nombreuses personnes sur les lieux et des désordres multiples qui affectent les terrains, favorisant notamment le transport de poussières toxiques dans le voisinage. N'ayant bénéficié d'aucune autorisation administrative, celles-ci heurtent de front les pouvoirs municipaux et préfectoraux et sont dénoncées avec fermeté par **le député de la circonscription William Dumas**.

Pour le député, l'affaire est grave à plusieurs égards. Elle l'est tout d'abord par les risques sanitaires que courent non seulement ses électeurs, mais également toutes les personnes qui vivent, travaillent et font la fête sur le site. Elle l'est également parce qu'elle nie les principes de la démocratie. Il attend une réaction ferme des pouvoirs politiques locaux.

Pour faire face à la situation le préfet de région a confié la communication de la préfecture du Gard à **la Dreal**, l'administration de l'État compétente en matière de sols pollués. Son responsable, monsieur Dupray, connaît parfaitement le dossier et ses enjeux divers qu'il qualifie d'entrée de complexes. Il en énumère quelques dimensions essentielles : Il y a d'une part les dimensions sol et sous-sol de l'ancien site minier qui sont sources de risques chimiques et de mouvements de terrain. Il y a d'autre part toutes celles qui relèvent des pratiques sociales, des différents types d'habitat, autorisés et non autorisés, de l'usage du territoire comme d'un parc de loisirs et de l'organisation de manifestations festives. Mais il souligne que la Dreal n'ayant pas de compétences a du mal à s'exprimer sur ces pratiques.

Il nous dit cependant que, si jusqu'à ces dernières années, le site de Saint-Félix n'était qu'un site minier parmi d'autres et n'occupait pas spécialement l'attention des pouvoirs publics, l'organisation des *rave parties* et l'installation d'habitats précaires permanents à partir des années 2000, ont conduit l'administration à placer le site dans ses priorités. Ces activités font apparaître des problèmes de sécurité sanitaire pour les modes de vie des occupants des lieux mais aussi d'incendie car le site forestier comporte un nombre important de résineux. En outre la construction d'habitations riveraines disposant d'un permis de construire a modifié l'échelle du risque. L'administration a fait effectuer des études en 2004 et une nouvelle dont les résultats

sont attendus. Les « *décisions utiles viendront dès que nous en aurons pris connaissance* » nous dit-il à plusieurs reprises. Nous interrogeant sur la nature de l'encadrement juridique susceptible d'être retenu, il évoque un arrêté de servitude d'utilité publique et des interdictions. Mais il indique immédiatement que la démarche est délicate en raison de la sensibilité sociale très vive qui risque de s'exprimer. lors de ces décisions.

Afin de prévenir des désordres possibles, Il en appelle à une certaine cohésion des décisions des maires et du préfet ainsi que du procureur et des juges. Il souligne, que compétent pour les permis de construire, le maire qui dispose d'un pouvoir de police générale, a mission de saisir le préfet s'il pense ne pas disposer de la capacité nécessaire à son observation.

Ces maires, nous les avons rencontrés. Gérard Rossignol, **le maire de Saint-Félix-de-Pallières**, nous a reçu en présence de son collègue de la commune de Thoiras, située sur l'autre versant de la montagne. Le site minier était principalement à Thoiras mais c'est Saint-Félix qui en subit les effets principaux. Les deux maires sont particulièrement remontés contre l'administration, à laquelle ils reprochent d'avoir laissé se développer une situation qu'ils jugent impossible au plan sanitaire et social.

Le 3 août 2012, le maire de Saint-Félix, a adressé au préfet du Gard un long courrier de 7 pages qui donne une belle illustration de son désarroi et de sa solitude face à des enjeux qui ne sont pas à l'échelle d'une commune de

229 habitants. Au souci de coopération exprimé par le porte-parole du préfet, il oppose l'absence totale d'information dans laquelle il se trouve aussi bien au plan des analyses scientifiques que des intentions préfectorales. « *N'ayant pas le pouvoir d'agir, j'ai opté pour une action auprès des médias* » nous dit-il et il observe qu'une enquête publiée par le magazine *Le Nouvel Observateur* en mai 2012, a poussé le ministère de l'écologie à se renseigner pour la première fois. Solution approuvée par son collègue Lionel André, **maire de la commune de Thoiras**, 449 habitants, qui souligne que les nombreux procès verbaux établis par la gendarmerie ne sont jamais l'objet de poursuites et que le procureur de la République n'assiste à aucune des réunions consacrées à cette affaire. Il dénonce les activités des résidents du site, et notamment une petite fabrique de jus de fruits et de bière ainsi que la vente de boissons qu'il n'a jamais voulu autoriser. Tous deux se désolent de leur impuissance : les panneaux d'information installés sur le site ont tous été enlevés et l'arrêté interdisant la circulation des véhicules de plus de 3,5 tonnes sur le chemin qui traverse le site entre les deux communes a fait l'objet d'un recours par le propriétaire exploitant et vient d'être annulé (21 mars 2013) pour insuffisance de motifs.

Ils demandent l'interdiction des activités du propriétaire et des associations qu'il a inspirées et en appellent au procureur et au préfet. Ils se sentent aban-

donnés par l'État et considèrent que la responsabilité de celui-ci sera nécessairement engagée en cas de catastrophe. Ils pensent que toutes les données sont au rouge au plan de la santé publique comme pour l'incendie.

Quand nous rapportons ces positions à Christian Sunt, le père, et à Wilhem, son fils, nous sommes opposés à un tout autre discours. Leur **groupe agricole (GFA)** est propriétaire de 35 hectares de terrain dont près de 5, très pollués, achetés en décembre 2000 à la S<sup>te</sup> Union minière de France, pour la modique somme de 14 000 francs. Christian en est le gérant. En 2003 il a créé **l'association La Mine** qui développe les activités de loisirs sur le site. Elle comporte trois catégories de membres, les propriétaires, les accueillis et les riverains. Son président est Léo Rochefort, du collège des accueillis. Cette association apparaît comme une

sorte d'intermédiaire entre la famille Sunt et les organisateurs de manifestations festives estivales. À la question de savoir quelles conditions juridiques et financières les encadrent, Christian et Wilhem nous disent qu'il s'agit d'une simple mise à disposition des terrains et qu'ils n'en tirent aucun avantage. Ces manifestations ne dureraient que 3 jours par an et ne concerneraient pas plus de 500 personnes, ce qu'ont cependant contredit tous nos autres interlocuteurs.

Ils ne se sentent pas spécialement responsables des questions de pollution, car les terrains dont ils disposent ne représentent que le quart du site pollué, les plus pollués n'étant pas les leurs. Ils ajoutent qu'ils ne voient pas en quoi leurs activités ont un lien avec les risques sanitaires. Ils font valoir que de nombreux dépôts sauvages, totalement incontrôlés, sont autant



Wilhem et Christian Sunt (à droite) avec des membres de l'association La Mine, dont son président Léo Rochefort (au milieu).

Photo Groupe Préventique

## Quelques témoignages de riverains

**Johnny Bowie**, riverain immédiat du site, est le grand témoin qui a la vision la plus complète du dossier. C'est lui qui, en 2008, a lancé les premières alertes après qu'un premier rapport scientifique eut montré la dangerosité des pollutions chimiques du site. Intarissable, il en connaît tous les détails. C'est lui qui a contacté les scientifiques André Picot et Jean-François Narbonne et les a invités à venir analyser *de visu* les données des risques. De même a-t-il facilité grandement nos investigations en nous apportant les informations les plus complètes tant sur le plan scientifique que sur celui des pratiques sociales.<sup>5</sup>

**Le docteur François Simons**, qui habite à Saint-Félix, bien que parfaitement conscient de la gravité



du risque sanitaire et de la gravité des dangers qui relèvent des « festivités », regrette que nous n'ayons cependant pas d'études d'épidémiologie suffisantes. Il pense que la priorité doit être donnée à la réhabilitation du site.

**Pauline Bouzige**, la mère d'un jeune enfant sur lequel a été diagnostiqué des traces de plomb, est inquiète. Sa propriété jouxte immédiatement les sols pollués, ce qui ajoute à son inquiétude. Mais elle pense que la responsabilité des organisateurs de « festivités » estivales n'est pas aussi grande que le disent les habitants du cru. Elle croit en la concertation, à l'échange et à la médiation.



Source photos: Groupe Préventique

5. Il témoigne en ligne dans une vidéo : <http://www.youtube.com/watch?v=2UlwjZw1sMA>

de sources de pollution des cours d'eau et ils renvoient à la responsabilité des pouvoirs publics. Ils soulignent que ceux-ci ne font aucune information sur les risques, ce qui leur paraît particulièrement grave. Ils nous disent avoir demandé un contrôle de surface, mais sans succès.

À la question du risque incendie, ils répondent qu'ils jouent un rôle actif pour la réhabilitation du site et pour la prévention incendie: «*Nous sommes au premières loges, nous savons ce qu'il ne faut pas faire, nous appliquons d'ailleurs toutes les recommandations du Sdis, notamment en matière de débroussaillage et en cas de départ de feu nous sommes en mesure d'intervenir très tôt, dans les premières minutes*». Mais après ce discours très structuré et complet, à notre autre question sur certains jeux de feux lors des «*festivités*», nous n'aurons d'autre réponse que «*c'était le passé et que ce n'est plus d'actualité*».

Envisageant l'avenir avec une certaine confiance, ils s'affirment prêts à coopérer avec l'État sur un projet de mise en valeur du site et vont jusqu'à proposer une ferme énergétique avec du solaire et des éoliennes et même un projet de phyto-management permettant de bloquer et de contrôler les pollutions.

Ces arguments ne convainquent cependant pas le député Dumas. «*Christian Sunt se moque du monde; il a acheté les terrains pour une bouchée de pain et il en tire profit au détriment des populations; s'il a le droit de se pol-*

*luer il n'a pas celui de polluer les autres*». Il pense aussi que vu l'état d'esprit des occupants, seules des contraintes administratives et judiciaires sont de nature à faire cesser ces activités.

À la question du risque incendie, l'avis du **Sdis** doit être sollicité. Après autorisation de la préfecture, le capitaine Jérôme Tallaron, prévisionniste à l'état-major pour le secteur des Cévennes, nous a déclaré que «*les festivals du mois d'août sont un facteur aggravant du risque. Mais le site n'est pas un établissement recevant du public (ERP) et nos moyens sont faibles*». Il considère qu'en cas d'incendie du massif en période estivale, durant une manifestation réunissant plusieurs centaines de personnes, le Sdis serait dépassé. Il serait incapable de maîtriser un incendie en raison de la concentration des véhicules et des personnes, de l'étroitesse du chemin d'accès et du manque de points d'eau. En terminant notre entretien, il évoque la cinétique du risque, «*le contexte général veut que l'incendie se développe très rapidement, nous n'interviendrons que trop tard*».

Mais l'incendie ne doit pas occulter les questions sanitaires. Celles-ci sont en effet en première ligne des préoccupations des pouvoirs publics. C'est le docteur Carole Salvio qui est en charge de ce dossier pour le compte de **l'agence régionale de santé**. À l'instar de la Dreal, elle développe un regard panoramique sur la situation. Elle observe à regret que pendant

longtemps la mise en sécurité du site a été vue exclusivement sous l'angle du bouchage des trous de mine. Elle constate qu'aujourd'hui plus personne n'accepte d'en rester là et que d'autres enjeux environnementaux et sanitaires occupent les esprits. Cependant, la situation a du mal à être maîtrisée en raison de la contradiction de plusieurs logiques. «*Si nous informons les populations, nous créons de l'angoisse, nous mettons en cause l'image du territoire et par voie de conséquence la valeur des biens*», dit-elle avant de souligner que c'est ce qui explique la focalisation des riverains sur les festivals et manifestations de l'été. «*On assiste à un transfert*» insiste-t-elle, laissant entendre qu'il est plus facile de s'en prendre à ces nuisances qu'aux véritables questions de santé publique. Mais elle ne nie pas que ces pratiques sociales soient sans effets sur la santé publique. Ce sont pour elles des facteurs aggravants certains et sérieux, en même temps que des phénomènes initiant des pratiques dangereuses pour la santé publique.

Craignant l'extension des pollutions chimiques hors des limites historiques de la mine, elle nous dit que la mesure du risque est difficile car les riverains sont hostiles aux contrôles, notamment de la qualité de l'eau de leurs puits. Comment dès lors engager les populations locales à retenir des usages permettant de confiner les pollutions dans leur territoire actuel? Pour le docteur Salvio, la meilleure démarche sera dans l'éducation dans la durée. □

**Jacqueline Nicollet et Michel Bourgeat**, deux autres voisins, nous ont fait part avec une grande émotion des difficultés qu'ils doivent affronter durant l'été, en raison du bruit infernal qui nuit et jour empêche toute vie sociale et familiale mais aussi et surtout des très pénibles incivilités qui leur sont faites, sans que la gendarmerie n'intervienne. «*Après les événements il nous faut vivre au contact des déchets dangereux comme des seringues que l'on*



*trouve partout et nous avons un sentiment d'abandon complet*» nous disent-ils encore. Propriétaire d'un pré jouxtant un ruisseau descendant de la mine, Michel Bourgeat précise qu'une de ses ânesses est, selon le vétérinaire, morte récemment avec les symptômes de la leucémie.

**Zsuzsy Lipsky**, enfin, qui occupe un mas proche, affronte avec détermination et beaucoup d'élégance les perturbations venant de cet environnement. «*Quand mon père a acheté au cours des années 50, il y avait la mine, mais il nous semblait que tout était sous contrôle, alors que désormais nous pensons que c'est le contraire*». Elle admet cependant que la question première de la pollution du site et de la santé publique est dominée par celle de l'enfer que devient le terroir pendant la période estivale. ■



# Quelles solutions possibles ?



Photo George Peventique  
*Pourra-t-on sortir de ces pratiques ?*

par  
**Jean-François Narbonne**

**Ainsi que nous l'avons observé** au fil des lignes qui précèdent, les pratiques sociales développées sur le site aggravent dans des proportions considérables les risques sanitaires pour les populations vivant sur le site et à sa périphérie. On comprend dès lors que les solutions doivent être envisagées dans deux directions principales. Celle de la dépollution du territoire et celle de l'usage qui en sera fait à l'avenir.

### Gestion des sols pollués

Dans le cas général, il s'agit d'entreprendre des opérations de dépollution consistant à rendre le sol et le sous-sol d'une zone apte à un nouvel usage industriel, résidentiel ou agricole, voire à un retour à une zone naturelle ou de loisir. Il existe différentes méthodes permettant d'extraire les polluants présents dans le sol et parfois de les y détruire (quand il s'agit de polluants dégradables). Elles dépendent du type de polluant (hydrocarbures, métaux lourds, produits chimiques divers, etc.) et de la nature du terrain (perméable ou non, granuleux, présence d'eau, pH, etc.). Elle peut être réalisée sur place ou après décaissement du sol pollué et traitement dans une installation spécifique. Des techniques physiques et biologiques peuvent être utilisées. La dépollution des sols est étroitement associée à une épuration des eaux qui circulent sur le site en surface ou en sous-sol (nappes phréatiques).

### Coût-avantages

Dans le cas des sites miniers qui ont été exploités pendant des dizaines d'années, l'importance des niveaux de contamination des surfaces concernées excluent en fait le recours à des techniques de dépollution, dont les coûts seraient rédhibitoires. Il s'agit donc en priorité d'éviter l'exposition, en interdisant d'abord toute présence humaine prolongée sur les zones

les plus contaminées, puis d'entreprendre des travaux permettant une séquestration de la pollution, évitant toute dissémination des contaminants par la diffusion des poussières et par l'eau.

Les techniques de séquestration strictes ou de confinement font appel à des géomembranes (comme dans les décharges) avec ou sans excavation des sols pour les zones les plus pollués. Les techniques moins extrêmes font appel à des procédures de phytostabilisation des sols permettant la reconquête de la surface par un couvert dense de végétaux adaptés. Le couvert végétal limite en effet l'infiltration de la pollution ainsi que l'érosion du sol pollué par l'eau et le vent. La phytostabilisation peut être complétée par le recouvrement du sol à traiter par une toile de jute, la meilleure technique étant l'apport d'une couverture de terre végétale non contaminée. Pour ce qui concerne le traitement des eaux de ruissellement contaminées il s'agit de les collecter ou de les recueillir (par exemple en creusant des bassins de rétention étanchéifiés) et de les décontaminer par des processus physicochimiques.

### Ce qui peut être fait à Saint-Félix

Devant une situation à risque aussi flagrante, le rôle régalién de l'État, qui est d'assurer la sécurité des citoyens vis-à-vis des risques civils mais aussi des risques environnementaux (charte de l'environnement inscrite dans la constitution), n'a pas été assuré. Comment autoriser la présence permanente d'une population comprenant adultes (hommes et femmes) et surtout d'enfants ? Comment tolérer une production maraîchère sur un terrain dont la contamination dépasse toute les limites en matière de réglementation agricole ? Quels ont été les contrôles permettant de s'assurer la

conformité des végétaux produits avec les normes européennes en matière de teneurs en métaux lourds, surtout si ces produits sont commercialisés ? Dans le cas d'une population à risque identifiée, des opérations de biosurveillance doivent être effectuées par le suivi de marqueurs de contamination dans le sang ou des milieux biologiques adéquats (phanères, urine). Ceci est évidemment de la responsabilité de l'ARS, en particulier vis-à-vis des enfants identifiés comme partie de la population la plus à risque. Un suivi analytique environnemental (sols poussières, eau, végétaux, animaux sauvages et d'élevage...) et humain aurait du être entrepris, à la fois dans la zone de l'ancienne mine mais aussi sur les zones adjacentes.

### Quelles pratiques sociales pour demain ?

La gestion actuelle du site paraît aberrante. Comment peut-on autoriser des activités fréquentes favorisant fortement la diffusion de la contamination (loisirs tout-terrain, *rave parties...*), alors que l'accès d'un tel site hautement pollué devrait être strictement limité ? Un épisode est d'ailleurs révélateur de la dispersion des poussières toxiques : un apiculteur a essayé d'implanter des ruches sur le site à proximité de la piste fréquentée par les engins motorisés tout-terrain, toutes les abeilles sont mortes !

Devant l'ensemble des manquements graves de l'État et de ses administrations décentralisées, on ne peut que s'interroger sur les raisons de cette situation, les réponses ne devant pas concerner un manque de compétences, mais devant relever de pressions politiques et/ou économiques, sujet de choix pour un journalisme d'enquête. ■

# Chape de plomb sur le site minier de Saint-Félix-de-Pallières (Gard)

Par André Picot, Jean-François Narbonne et Stéphane Garcia



Photo S Garcia

Ruisseau de Paleyrolles, photo prise en contrebas de la mine Joseph

## Sommaire

1. Contexte .....	2
1.1. De l'Antiquité romaine aux années 1970, une exploitation minière Plomb, Zinc, Argent, dans le sud des Cévennes .....	2
1.2. Originalité de l'étude.....	3
1.3. Un paysage défiguré, une pollution qui menace.....	4
2. Evaluation des risques .....	5
2.1. Généralités .....	5
2.2. Cas particulier des sites miniers .....	6
2.3. Impacts sur la santé des principaux polluants présents sur le site.....	7
2.4. Solutions pour la gestion des sols pollués .....	9
3. Cas des anciennes mines de La Croix de Paillères et de Joseph .....	10
3.1. Mise en évidence de niveaux élevés de pollution .....	10
3.2. Estimation des risques pour l'Homme et l'environnement.....	11
3.3. Solution pour la gestion des sols pollués : cas du site de Saint-Félix .....	13
4. Conclusion.....	14
Références .....	14
Compléments au dossier .....	14

# 1. Contexte

## 1.1. De l'Antiquité romaine aux années 1970, une exploitation minière Plomb, Zinc, Argent, dans le sud des Cévennes

Comme l'ont décrit Frédéric Ogé et Pierre Simon dans l'avant-propos de leur ouvrage « Sites pollués en France » [1] - notre beau pays, l'un des plus visités du monde, offre une diversité sans pareil... mais présente aussi l'une des plus fortes densités de sites pollués du monde... le plus souvent à l'insu de ses propres habitants... [1]

En fait, entre 300 000 et 350 000 sites en France sont fortement suspectés de contenir des produits plus ou moins toxiques [1]... un immense chantier à réhabiliter !

Le touriste pressé ne retiendra des Cévennes que ses magnifiques collines peuplées de chênes et de châtaigniers, quelques vignes en terrasse et un immense bonheur d'être dans une nature si belle.

S'il est un peu plus curieux, parfois, il pourra être frappé dans ce monde si minéral, de découvrir des traces, maintenant discrètes, d'extraction de Plomb et de Zinc mélangés souvent avec de l'Argent.

Ainsi, le site minier de Saint-Félix-de-Pallières, situé dans le sud des Cévennes, à 7 km à l'est d'Anduze, avait une teneur moyenne en Plomb-Zinc de l'ordre de 30 %, avec une proportion élevée de Fer (14 %). La teneur en Argent était de l'ordre de 300g par tonne de galène (sulfure de plomb) [2].

Depuis l'Antiquité romaine, la richesse métallifère des Cévennes était connue et exploitée. Ainsi, la Mine Joseph fut exploitée à cette époque pour sa galène argentifère, galène qui servait à fabriquer des vernis pour des poteries renommées.

Mais c'est surtout au Moyen-âge que cette région méridionale de la France va développer l'extraction minière, qui concurrencera celle d'Espagne ou d'Italie.

Cette prospection minière va surtout s'épanouir à partir du XVIIe siècle et va se poursuivre, selon les besoins de la guerre, sous l'Empire, relayée jusqu'à la fin du XIXe siècle, grâce à l'industrialisation de la France.

Après la guerre de 1914-1918, selon les régions, l'activité minière va devenir très irrégulière, ce qui va entraîner des périodes difficiles pour les Cévenoles.

Heureusement pour la population cévenole, à partir de 1947, l'exploitation va reprendre à la mine de La-Croix-de-Pallières et ceci jusqu'à épuisement total des réserves, en 1971.

Globalement, ce site, aura conduit, de 1845 à 1971, à l'extraction de 80 000 tonnes de Zinc et 34 000 tonnes de Plomb, permettant ainsi à la population locale de se développer.

En effet, à l'époque de l'exploitation maximale à Saint-Félix (entre 1967 et 1971), 130 600 tonnes de minerais seront traitées.

Un mineur gagnait trois fois plus qu'un ouvrier agricole [2] mais, bien entendu, c'était sans prendre en compte les effets à long terme sur la santé de la population locale... une omerta acceptée, car vitale pour les Cévennes. Tout suivi sanitaire étant inexistant, bien difficile, dans ces conditions, d'envisager ultérieurement des études épidémiologiques sérieuses.

Pratique courante, la Société Union Minière, en charge de l'exploitation de la mine de La-Croix-de-Pallières, laissera, en 1971, ses structures à l'abandon... ce qui va entraîner un pillage systématique des bâtiments. Un enfouissement sauvage des produits chimiques inutilisés, comme des fûts de Cyanure de sodium, a été évoqué, sans que cela ait été confirmé.



Dépôt de fûts abandonnés

Une réhabilitation très partielle de la digue à stériles (qui contiendrait 900 000 tonnes de résidus) sera entreprise de 1995 à 1998. En fait, sur une mince couche de terre (polluée !) recouvrant une BioJute biodégradable, seront plantés quelques végétaux dont divers arbres...

Considérant ce site « réhabilité », cette Société de Mines va revendre ses terrains à la Mairie ou à des riverains... le tout avec l'accord bienveillant des autorités... là encore sans qu'aucune analyse chimique de ces terrains ne soit entreprise, pour connaître l'état de contamination des sols.

Néanmoins, dans le cadre d'un inventaire des risques environnementaux, le Groupe Géodéris a, dès 2004 [3] entrepris des analyses de sol et d'eau, qui ont été interprétées par la suite, données qui sont malheureusement trop insuffisantes pour permettre une réelle évaluation des risques sanitaires et environnementaux mais que, malgré tout, nous allons tenter d'analyser.

## 1.2. Originalité de l'étude

Notre étude se fonde sur l'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM), méthode qui succède à l'ESR (Evaluation Simplifiée des Risques) pour l'analyse de la pollution des sites et sols pollués et qui repose sur des outils développés par le ministère en charge de l'environnement et datant de 2007 [4]. Comme le rappelle une note envoyée aux préfets par la ministre en charge de l'environnement de l'époque, Nelly Ollin, ces outils peuvent s'appliquer à tout site, dès lors qu'une pollution des sols est suspectée [5].

Or, aux vues de l'importance de l'exploitation en terme de tonnes de minerais traités, et compte-tenu des risques pour l'environnement posés par ce type d'installation (pollution des nappes phréatiques, des rivières, et des terrains alentours), risques qui étaient alors bien connus depuis la fin des années 90 [6], on pouvait suspecter que le site était durablement pollué, ce que confirmera l'étude de Géodéris... On peut également ajouter que le site de La-Croix-de-Pallières figure dans la base de données des anciens sites industriels et activités de service (BASIAS) depuis 1999, dans la catégorie 1 du SEI (Service de l'Environnement Industriel), à savoir, la catégorie la plus élevée, qui regroupe les sites qui doivent être surveillés et si nécessaire traités...

Les pouvoirs publics auraient donc pu, s'ils avaient bien assuré professionnellement leur travail, réaliser dès 2008\*, comme nous l'avons fait, une IEM à partir de l'étude Géodéris. Ceci aurait permis d'évaluer l'ampleur de la pollution et de déterminer si des mesures étaient nécessaires afin de rendre le site compatible avec les activités qui y sont pratiquées. Or, quand nous avons commencé notre étude, en 2011 (voir chapitre : Compléments au dossier), rien n'avait été entrepris dans ce sens. Le secret a bien été gardé : l'étude de Géodéris que nous avons pu nous procurer et dont nous

---

\* Date de réception de l'étude Géodéris en mairie

repreons les résultats dans notre étude, a tardé à être rendue publique. Les habitants de Saint-Flix-de-Pallières, Thoiras, Anduze ou Tornac sont restés des années dans l'ignorance, ce qui a entraîné des situations dangereuses : personnes vivant sur les vestiges de la mine ou à portée des nuages toxiques soulevés par le vent, ou sur des terrains pollués par la mine, consommant des légumes et des fruits ou cueillant des champignons qui poussent sur des sols contaminés, festivals tenus à même les stériles miniers entraînant des risques pour les participant mais aussi pour les proches riverains, directement victimes des retombées de poussières toxiques.



Gardon cévenole

### 1.3. Un paysage défiguré, une pollution qui menace

A l'approche du site de La-Croix-de-Pallières, nous sommes éblouis par la beauté du paysage. Situé à cheval sur le Parc Naturel des Cévennes et sur la Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique des Hautes Vallées des Gardons, le site est au cœur d'un patrimoine naturel d'exception : les Causses et Cévennes, inscrit sur la liste du patrimoine mondiale de l'UNESCO pour ses vestiges de l'agro-pastoralisme [7] et les Gardons, ces rivières cévenoles réputées pour leur pureté, sans parler des nombreuses espèces endémiques de la région.

Lorsque l'on arrive sur le site, ce sont d'autres vestiges qui s'offrent à nous : ceux laissés par la Société des Mines et Usines de Pallières et la Société Vieille Montagne, qui ont tour à tour exploité les mines de La-Croix-de-Pallières, sans aucune considération pour l'environnement.

Ce qui saute aux yeux, ce sont tout d'abord les montagnes de résidus miniers de La-Croix-de-Pallières et de la mine Joseph qui surplombent le site. Ces montagnes, aussi appelées stériles ou haldes, contiennent respectivement 900 000 t et 600 000 t (selon notre estimation). Mélange de roches broyées, de composition proche de celle du gisement exploité, et de produits chimiques utilisés dans le traitement du minerai, ces terres contiennent des quantités importantes de d'éléments trace toxiques (Plomb : 2,3%, Cadmium : 120 ppm\*), d'Arsenic (entre 1 000 et 2 000 ppm) et d'Antimoine (969 ppm)... Mais aussi des éléments uniquement biologiquement essentiels comme le Zinc (2,47%).

D'autres haldes sont présentes sur le site formant des dunes de résidus miniers très fortement pollués et dont l'érosion fait apparaître par endroit des couches de terre grisâtre contenant, entre autres, d'importantes quantités d'Antimoine (350 ppm), dont la réelle toxicité est certainement sous-estimée.

Autre témoin de l'exploitation "sauvage" qui était pratiquée à l'époque, des fûts entreposés à même le sol et qui auraient pu contenir du Cyanure de sodium, produit éminemment toxique utilisé dans la laverie à partir des années cinquante pour séparer certains éléments et dont l'utilisation a augmenté considérablement les risques sur l'environnement [4].

---

\* ppm : parties par million

On constate également sur le site une forte contamination des eaux de surface provenant du ruissellement des eaux de pluies ou d'émergences d'eau souterraine qui se traduit par des eaux rougeâtres (coloration liée à la présence d'oxydes de Fer), au pH acide (2,78) et aux teneurs en éléments trace élevées (Zinc : 14 320  $\mu\text{g.l}^{-1}$ , Plomb : 655  $\mu\text{g.l}^{-1}$ , Cadmium : 61  $\mu\text{g.l}^{-1}$ ). La contamination atteint également le ruisseau de Paleyrolles, situé en contrebas des haldes de la mine Joseph (teneurs en Fer : 172  $\text{mg.l}^{-1}$ , en Manganèse : 3 885  $\mu\text{g.l}^{-1}$ , en Plomb : 94  $\mu\text{g.l}^{-1}$ , en Cadmium : 41  $\mu\text{g.l}^{-1}$  et en Sulfates : 2 195  $\text{mg.l}^{-1}$ ) provenant de l'oxydation des sulfures [3].

*Les valeurs maximales autorisées sont, pour le pH : entre 6,5 et 9, pour le Zinc : 5  $\text{mg.l}^{-1}$ , pour le Plomb : 10  $\mu\text{g.l}^{-1}$ , pour le Cadmium : 5  $\mu\text{g.l}^{-1}$ , pour le Fer : 200  $\mu\text{g.l}^{-1}$ , pour le Manganèse : 50  $\mu\text{g.l}^{-1}$ , et pour les Sulfates : 250  $\text{mg.l}^{-1}$ , selon l'arrêté du 11/01/07 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine*

Les mesures qui ont été prises lors de la réhabilitation du site pour minimiser les impacts sur l'environnement semblent dérisoires, comparées à ces montagnes de stériles. En permanence, ces dernières continuent à dresser leur ombre lourde en impact néfaste sur l'environnement, menaçant gravement les riverains à chaque forte pluie ou rafale de vent, lesquelles disséminent un peu plus la pollution dans le milieu naturel.

## 2. Evaluation des risques

### 2.1. Généralités

La pollution des sols est due à la présence d'éléments métalliques du fait d'une exploitation minière depuis 1845 jusqu'à 1971. La question se pose donc sur les dangers et les risques éventuels pour les personnes susceptibles d'être exposées (travailleurs, résidents, usagers temporaires...) à la masse des résidus de cette activité humaine.

Par risque on entend la probabilité d'avoir des effets santé via différents vecteurs d'exposition (air, eau, ingestion directe de sol ou indirecte via la contamination des plantes et des animaux produits sur place). Pratiquement il s'agit d'inventorier les contaminants présents dans le sol du site étudié, d'analyser leur toxicologie, d'estimer leurs risques toxicologiques, le but final étant de formuler des suggestions pour la gestion des risques.

Pour chaque contaminant, une revue de littérature technique et scientifique doit être réalisée permettant de tracer un profil toxicologique tenant compte en particulier des points suivants :

- leur transport à travers les différents compartiments environnementaux, leurs principales transformations ayant un impact sur ce transport et leur devenir dans l'environnement;
- leurs principales voies d'exposition ainsi qu'un aperçu de leurs transformations par le métabolisme;
- leur toxicité générale, c'est-à-dire leurs modes d'action toxique;
- leur potentiel cancérigène éventuel.

Les risques toxicologiques pour la santé humaine doivent être ensuite calculés. Les scénarios doivent tenir compte des différentes voies d'exposition et permettre d'identifier les populations sensibles en fonction des usages prévus (terrains industriels, agricoles, résidentiels, récréatifs...).

## 2.2. Cas particulier des sites miniers

Un des cas les plus fréquents engendrant des risques pour la santé humaine est lié aux sites miniers ayant cessé leurs activités depuis un temps plus ou moins long. Au contraire, les mines en activité doivent répondre à une législation actualisée dans le sens de la prévention des risques pour les travailleurs, les riverains et l'environnement. Certains sites historiques ont même eu des phases successives d'activité et d'abandon. Dans le cas d'anciennes mines de zinc et de plomb la pollution résiduelle est donc liée aux métaux et aux non-métaux (métalloïdes) d'une part du fait de la richesse naturelle du sol et d'autre part du fait de la présence de déchets résultant de la recherche et de l'exploitation minière ou du traitement du minerai. Ces résidus peuvent être des produits naturels (stériles francs, produits minéralisés non exploitables) ou des produits artificiels, issus des phases de traitement et d'enrichissement du minerai (rejets de laverie) contenant d'éventuels additifs chimiques, minéraux ou organiques, ou générés lors d'une étape de fusion métallurgique (scories). Le terme de « haldes » est souvent utilisé pour désigner l'ensemble des déblais pierreux, minéralisés ou non, qui résultent de l'exploitation minière.



Dépôt de haldes de la mine de la-Croix-de-Pallières

A partir de ces sites contaminés la voie principale d'exposition touchant une large fraction de la population est celle passant par la lixiviation des sols et la contamination des eaux souterraines en conditions habituelles et les eaux de surface (ruisseaux, rivières) en cas de pluies abondantes. Il s'agit des captages pour eau d'adduction (eaux souterraines) et de l'inondation des zones de captage et des stations de traitement en épisodes météorologiques. De plus le transfert par les eaux se fait aussi via l'arrosage des champs et des potagers. Les habitants de plusieurs communes sont concernés par ces transferts.

L'autre voie majeure d'exposition susceptible d'atteindre une population plus limitée vivant sur le site ou à proximité (riverains permanents ou saisonniers) est celle due à la contamination des sols pouvant être ingérés directement (en particulier aires de jeux pour enfants) ou inhalés en fonction de l'intensité de la mise en suspension de particules fines (particulièrement importante en cas d'activités festives type rave parties, activités auto/moto). Les niveaux d'exposition sont évidemment liés au temps de résidence sur le site, le plus long concernant les résidents sur le site et leurs enfants, le plus court concernant les randonneurs.

Enfin une exposition indirecte concerne la consommation de végétaux cultivés sur les sols pollués (champs, vignes, potagers) et arrosés avec les eaux superficielles ou souterraines locales, mais aussi la consommation de champignons et de baies sauvages par les randonneurs.

### 2.3. Impacts sur la santé des principaux polluants présents sur le site

Parmi les très nombreux produits chimiques présentant, sur le site de Saint-Félix-de-Pallières, des risques toxiques pour les êtres vivants et des effets néfastes sur l'environnement, seulement quatre éléments chimiques ont été retenus : deux métaux : le Plomb et le Cadmium et deux éléments mixtes : l'Arsenic et l'Antimoine.

#### a) Le plomb (Pb)

C'est un métal brillant, facilement oxydable à l'air, assez abondant dans la croûte terrestre (10 à 20 mg.kg<sup>-1</sup>) surtout sous forme de sulfure (Galène), plus rarement à l'état de carbonate (Cérosite) de sulfate (Anglésite) de chromate (Crocoïse)... Les jeunes enfants qui jouent sur un sol pollué par du plomb (anciens sites miniers...), du fait de leur facilité à porter leur main à la bouche, peuvent facilement s'intoxiquer, d'autant plus que chez eux l'absorption orale peut atteindre jusqu'à 50 %, qui sont de plus majorés par la respiration de poussières en provenance du sol. L'alimentation contribue aussi à l'apport en plomb (produits de la mer, eaux, boissons alcoolisées, champignons...). Il est très important de considérer que le taux de plomb dans le sang (plombémie) est le meilleur indicateur de l'exposition et est en moyenne, pour la population française, de 25,7 µg.l<sup>-1</sup>. L'exposition moyenne de la pollution française chez l'adulte est de 0,20 µg.kg<sup>-1</sup> de poids corporel/jour (0,27 µg chez l'enfant). Une fois passé dans le sang, le plomb, sous sa forme cationique divalente (Pb<sup>2+</sup>), se répartit dans les tissus mous (foie, reins, rate, poumons, système nerveux, ...) et comme c'est un métal cumulatif, il va se stocker dans les os (70% de la charge corporelle chez les enfants) et les dents, d'où son élimination très lente (demi-vie allant jusqu'à 20 ans). Par ailleurs le plomb franchit facilement la barrière placentaire et l'embryon puis le fœtus peuvent être des cibles de ce métal toxique.

L'excrétion du plomb (Pb<sup>2+</sup>) est surtout urinaire (supérieure à 75 %) et secondairement fécale (15 à 20%). La sueur, les phanères... sont des voies d'élimination plus faibles.

Les cibles principales du plomb sont :

- le système nerveux central (surtout chez l'enfant), dont une exposition modérée peut entraîner une détérioration intellectuelle, alors qu'à forte dose, elle peut aboutir à une encéphalopathie mortelle.
- Les reins, dont l'atteinte peut entraîner une néphropathie tubulaire, avec possibilité d'hypertension.

Par ailleurs, le plomb inhibe la synthèse de l'hème, entraînant une anémie, souvent liée à une carence en fer.

Chez le jeune enfant une évaluation de 100 µg.l<sup>-1</sup> de la plombémie, entraîne une diminution d'un à cinq point du QI.

L'Union européenne, considère que chez le fœtus et le jeune enfant, **les effets neurotoxiques sont sans seuil**. En expérimentation animale (Rat, Souris) le plomb entraîne des tumeurs cérébrales (glioblastomes) et rénales. En 2006 le CIRC a classé les composés inorganiques du plomb, cancérigènes probables chez l'Homme (Groupe 2A). Toutes ces données sont suffisamment inquiétantes pour que les moindres contaminations liées au plomb, surtout chez le jeune enfant et la femme enceinte, soient considérées à hauts risques.

## b) L'Arsenic (As)

Élément dit mixte, entre les métaux et les non-métaux (métalloïdes), l'arsenic (As) est abondant dans la croûte terrestre (en moyenne  $2 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), en particulier sous forme d'arsénopyrites ( $\text{FeAsS}$ ) et se retrouve dans de nombreux sites miniers français (Salsigne, Cévennes...).

De ce fait, sur d'anciens sites miniers, l'arsenic du sol peut être une importante source de contamination des jeunes enfants, par suite de leur activité « main-bouche » et de la forte assimilation de l'arsenic par la voie orale (supérieure à 75%).

L'alimentation, surtout sous forme de produits de la mer (poissons, mollusques, crustacés...) peut être une source d'exposition non négligeable, même si l'arsenic sous forme organique (arsénobétaïne...) est peu toxique.

Une fois absorbé par l'organisme (voie orale ou pulmonaire), l'arsenic sous ses formes cationiques ( $\text{As}^{3+}$  et  $\text{As}^{5+}$ ) est transformé dans le foie en dérivés méthylés de l'arsenic trivalent (formes peu toxiques) qui sont éliminées principalement par les urines en particulier à l'état d'acide diméthylarsinique (DMA).

Le principal risque de l'exposition répétée à de faibles doses d'arsenic est le cancer pulmonaire. La peau est aussi une cible privilégiée (coloration, mélanodermie, hyperkératose...). Des atteintes neuronales ou cardiovasculaires sont possibles ainsi que des effets endocriniens et reprotoxiques. Comme l'Union européenne considère les effets cancérogènes de l'arsenic sans seuil, toutes augmentations de la concentration urinaire de l'arsenic ( $\text{As}^{3+}$  et  $\text{As}^{5+}$  et dérivés méthylés) va augmenter le risque d'autant.

## c) Le Cadmium (Cd)

Le cadmium est un métal peu répandu dans la croûte terrestre ( $0,1 \text{ mg.kg}$ ) et qui se retrouve surtout en petite quantité dans les minerais de plomb ou de zinc ( $0,01$  à  $0,05 \%$  de Cd, selon les minerais). En plus de l'apport lié aux industries métallurgiques, il ne faut pas négliger dans l'apport journalier celui de la cigarette ( $0,05$  à  $0,15 \mu\text{g}$  par cigarette), ni celui de l'alimentation, apport non négligeable en particulier par les céréales (pains, gâteaux...), les produits de la mer (crustacés, mollusques, poissons), les abats (rognons...), les champignons...

Ainsi l'exposition moyenne de la pollution française est chez l'adulte de  $0,16 \mu\text{g.kg}^{-1}$  de poids corporel/jour ( $0,24 \mu\text{g}$  chez l'enfant), la contribution majoritaire étant apportée par le pain (22%). Il est important de signaler que les enfants sont des populations à risque, par rapport au cadmium.

En milieu professionnel la voie d'exposition majoritaire est la voie respiratoire, mais cette voie peut aussi concerner les enfants jouant sur des sols pollués. Une fois dans le sang, le cadmium ( $\text{Cd}^{2+}$ ) est véhiculé par le transporteur du zinc : la métallothionéine.

Étant cumulatif, il va se stocker dans le foie et surtout dans les reins... sa concentration augmentera ainsi avec le temps ( $50 \mu\text{g}$  chez l'adulte de plus de 50 ans). Il faut remarquer que la demi-vie du cadmium dans l'organisme est particulièrement longue : entre 10 et 30 ans. La cible principale du cadmium est le rein, entraînant une dégénérescence des tubules proximaux, aboutissant à des néphrites irréversibles.

L'atteinte osseuse se caractérise par un ramollissement des os (ostéomalacie) particulièrement douloureuse (maladie d'Itai au Japon).

Classé cancérigène chez l'Homme le cadmium peut entraîner des cancers des poumons, de la prostate, de la vessie et des testicules...

Le cadmium, dont les impacts sur la santé semblent avoir été négligés par rapport à ceux du plomb et du mercure (actuellement beaucoup plus médiatisés), ne doivent pas être sous-estimés, car leurs effets sur les systèmes endocriniens et reproducteurs peuvent ne pas être négligeables.

#### **d) L'Antimoine (Sb)**

Élément dit mixte, tout comme l'arsenic, l'antimoine (Sb) est peu abondant sur Terre (0,7% dans l'écorce terrestre) mais sa concentration est très variable selon la nature du terrain (entre 0,1 et 10 mg.kg<sup>-1</sup> en poids sec). En France, on trouve l'antimoine surtout dans le Massif Central (Cévennes...). Son minerai principal est le trisulfure d'antimoine ou stibine (Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>), qui est souvent mélangé avec d'autres minerais contenant du plomb, de l'argent...

Contrairement à l'arsenic, son absorption orale est faible (1 à 10 % selon les composés), mais sa pénétration sous forme de poussières par la voie pulmonaire, peut ne pas être négligeable.

La cible principale de l'antimoine est le tractus pulmonaire (pneumoconiose stibiée), mais le système cardiovasculaire peut également être touché (myocardite, hypertension...).

Si en général l'imprégnation de la population française est modérée (élimination urinaire de l'ordre de 0,30 µg par gramme de créatinine), elle peut être fortement augmentée dans les régions riches en antimoine (Allemagne, Chine, Ouzbékistan...).

## **2.4. Solutions pour la gestion des sols pollués**

Quand des situations impliquant des risques pour l'homme et pour l'environnement ont été identifiées il s'agit de prendre des mesures de gestion de façon à revenir à une situation d'innocuité, c'est-à-dire à une exposition inférieure à la VTR.

Dans le cas général il s'agit d'entreprendre des opérations de dépollution consistant à rendre le sol et le sous-sol d'une zone apte à un nouvel usage industriel, résidentiel ou agricole, voire à un retour à une zone naturelle ou de loisir. Il existe différentes méthodes permettant d'extraire les polluants présents dans le sol et parfois de les y éliminer (quand il s'agit de polluants dégradables). Elles dépendent du type de polluants (hydrocarbures, métaux traces toxiques, produits chimiques divers, etc.) et de la nature du terrain (perméable ou non, granuleux, présence d'eau, pH, etc.). Elle peut être réalisée sur place ou après décaissement du sol pollué et traitement dans une installation spécifique. Des techniques physiques et biologiques peuvent être utilisées. La dépollution des sols est étroitement associée à une épuration des eaux qui circulent sur le site en surface ou en sous-sol (nappes phréatiques).

Dans le cas des sites miniers qui ont été exploités pendant des dizaines d'années, l'importance des niveaux de contamination des surfaces concernées excluent en fait le recours à des techniques de dépollution dont les coûts seraient rétroactifs. Il s'agit donc en priorité d'éviter l'exposition en interdisant en priorité toute présence humaine prolongée sur les zones les plus contaminées et d'entreprendre des travaux permettant une séquestration de la pollution, évitant toute dissémination des contaminants par la diffusion des poussières et par l'eau. Les techniques de séquestration stricte ou de confinement font appel à des géo-membranes (comme dans les décharges) avec ou sans excavation des sols pour les zones les plus polluées. Les techniques moins élaborées font appel à des procédures de phytostabilisation des sols permettant la reconquête de la

surface par un couvert dense de végétaux adaptés. Le couvert végétal limite en effet l'infiltration de la pollution ainsi que l'érosion du sol pollué par l'eau et le vent. La phytostabilisation peut être complétée par le recouvrement du sol à traiter par une toile de jute, la meilleure technique étant l'apport d'une couverture de terre végétale non contaminée. Pour ce qui concerne le traitement des eaux de ruissellement contaminées, il s'agit de les collecter ou de les recueillir (par exemple en creusant des bassins de rétention étanchéifiés) et de les décontaminer par des techniques physicochimiques.

### 3. Cas des anciennes mines de La Croix de Paillères et de Joseph

#### 3.1. Mise en évidence de niveaux élevés de pollution

A l'occasion d'une étude réalisée en 2004 par Géodéris dans le cadre d'un inventaire des risques miniers environnementaux, des prélèvements ont été effectués à la fois dans une grande variété de points allant de zones non polluées à des zones de dépôts de haldes. Les résultats sont résumés dans le tableau 1. Pour ce qui concerne les dosages dans les eaux souterraines et de surface du site, ils n'ont pas été systématiquement effectués. Seuls quelques dosages de contaminants métalliques ont été effectués sur des échantillons prélevés dans le ruisseau de Paleyrolles comme rapporté dans le tableau 2.

**Tableau 1 :** Résultats des dosages effectués dans les sols sur différents sites de la zone étudiée (mg/kg ps\*)

	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>Sb</b>	<b>Cd</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>As</b>
<b>Nb</b>	64	64	64	64	64	64	44
<b>Moyenne</b>	12247	7407	254	44	121276	885	1187
<b>SD</b>	25649	19091	263	68	205889	824	1255
<b>Min</b>	109	49	84	0	6975	0	200
<b>Max</b>	136083	77177	1174	262	1377764	2769	5000

**Tableau 2 :** Résultats des dosages effectués dans l'eau du ruisseau Paleyrolles

<b>Fe</b>	<b>Cu</b>	<b>Mn</b>	<b>Pb</b>	<b>Cd</b>
172 mg.l <sup>-1</sup>	577 µg.l <sup>-1</sup>	3885 µg.l <sup>-1</sup>	94 µg.l <sup>-1</sup>	41 µg.l <sup>-1</sup>

Pour évaluer le niveau de pollution, on peut comparer les concentrations observées à celles notées dans les sols en France ou à l'étranger. Cependant il n'existe pas de référence unique puisque les teneurs en métaux peuvent fortement varier en fonction de la nature du fond géologique. En France les sols ont été classés en 3 niveaux : Le niveau A concerne les sols « ordinaires » ayant des valeurs couramment observées, le niveau B concerne les sols présentant des anomalies modérées, le niveau C concerne les sols présentant de fortes anomalies naturelles. Par ailleurs plusieurs réglementations internationales fixent des valeurs guides à partir desquelles des opérations de rémediation ou curatives doivent être effectuées. Il faut signaler que cette approche n'est plus celle utilisée en France par les services de l'état mais elle permet une estimation rapide des niveaux de pollution. Les valeurs guides hollandaises servaient de valeurs indicatives en France jusqu'en 2007. Le tableau 3 regroupe ces valeurs ainsi que les valeurs maximales retenues pour les sols naturels de niveau C.

Ainsi on peut comparer les niveaux de pollution mesurés sur le terrain avec ces valeurs repères (tableau 4). Ainsi toutes les valeurs moyennes sont très supérieures aux niveaux supérieurs des terrains présentant de fortes anomalies (niveaux C).

\* ps : poids sec

**Tableau 3** : Teneurs en métaux maximales retenues pour les sols naturels en France et valeurs guides pour les actions curatives proposées dans différents pays (mg/kg ps).

	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>Sb</b>	<b>Cd</b>	<b>Mn</b>	<b>As</b>
Max niveau C	10180	11426	53	44	485	284
Valeurs guides pour remédiation (Pays)	600 (F)	3000 (F)	40 (Japon)	20 (F)	3000 (Aust)	50 (F)

De même toutes les valeurs moyennes à l'exception du manganèse sont supérieures aux valeurs indicatives à partir desquelles une action curative est nécessaire. On voit que les dépassements les plus forts (de l'ordre de 20 fois) sont notés pour le Plomb et l'Arsenic. Pour ces deux éléments minéraux les valeurs maximales dépassent les seuils naturels maximum de plus de 10 fois et dépassent les seuils de remédiation de 100 fois pour l'arsenic et de plus de 200 fois pour le Plomb.

**Tableau 4** : Ecart entre les valeurs mesurées sur site (Max et moyenne) et les teneurs maximales observées pour des sols naturels (niveau C) et les seuils impliquant des opérations de remédiation.

	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>Sb</b>	<b>Cd</b>	<b>Mn</b>	<b>As</b>
[C] Max/max nat	X 13	X 6	X 5	X 6	X 5,7	X 17
[C] Max/remed	X 226	X 25	X 6,5	X 13	X 1	X 100
[C] Moy/remed	X 20	X 2,5	X 1,3	X 2,3	X 0,29	X 23,7

Si on s'intéresse aux quelques teneurs en métaux mesurées dans le ruisseau et qu'on les compare aux valeurs indicatives qui ont longtemps fait référence en France on note que les teneurs en Cd, en Cu et en Mn sont respectivement 4 fois, 3 fois et 2 fois supérieures au seuil nécessitant une action curative ou à la teneur maximale permise en usage agricole. .

Il est donc indiscutable que le site étudié présente des points très élevés de contamination des sols qui impliquent des opérations lourdes de gestion pour la protection des hommes, des animaux et de l'environnement.

### 3.2. Estimation des risques pour l'Homme et l'environnement

Le terme risque concerne la probabilité pour un organisme exposé d'avoir des atteintes à sa santé du fait de l'exposition à une ou plusieurs substances toxiques. Pratiquement il s'agit d'établir un rapport entre une dose d'exposition et le seuil toxicologique à partir duquel les effets sanitaires peuvent se manifester (valeur toxicologique de référence ou VTR). La méthodologie proposée par le Ministère en charge de l'environnement est basée sur le calcul d'un coefficient de danger (QD) permettant de définir un intervalle de risque à 3 niveaux. Le niveau 1 correspond à un QD <0,2 soit à un milieu compatible avec tous les usages. Le niveau 2 correspond à une gamme de QD compris entre 0,2 et 5, les milieux nécessitant une réflexion approfondie avant de préciser un plan de gestion. Le niveau 3 correspond à des QD supérieurs à 5, les milieux n'étant dans ce cas non compatibles avec l'ensemble des usages envisageables nécessitant donc d'importants travaux curatifs.

Trois vecteurs d'exposition principaux sont pris en compte : ingestion de sols, inhalation de poussières, consommation d'aliments produits sur les sols incriminés. D'autres vecteurs peuvent aussi être impliqués comme la consommation d'eau contaminée et le contact cutané. Ceux-ci sont pris en compte dans des modèles plus complets comme celui utilisé au Canada. L'exposition dépend aussi des caractéristiques de l'individu exposé présentant des variables relatives aux paramètres corporels et d'exposition (enfants, adolescents, adultes). Dans le cadre de cet article nous ne disposons que d'une base de données limitée aux sols et à l'eau brute d'un ruisseau et nous n'avons

pas de données sur la contamination des aliments, de l'eau de boisson (puits, eau municipale) et des poussières atmosphériques. Nous retiendrons comme modèle d'exposition celui proposé par le Canada et comme population exposée les enfants et les adultes dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau 5.

**Tableau 5** : Caractéristiques retenues pour le calcul d'exposition chez les jeunes enfants et les adultes.

	Age	Poids corporel (kg)	Ingestion de sol (g/j)	Inhalation (m <sup>3</sup> /j)	Ingestion de légumes (g/j)
Jeunes Enfants	7 mois à 4 ans	15	0,08	10	100
Adultes	>20 ans	70	0,02	16	200

En absence de résultats analytiques, l'estimation de l'exposition par inhalation tiendra compte d'une teneur en poussières de 20µg.m-3 et d'un taux de transfert sol-plantes (BAF) de 0,005. On peut ainsi calculer les QD pour les différents métaux mesurés comme indiqué dans le tableau 6, d'une part pour les valeurs moyennes et d'autre part pour les valeurs maximales mesurées. Les VTR retenues sont aussi indiquées dans le tableau 6.

**Tableau 6** : Quotients de dangers pour les enfants et les adultes correspondant aux teneurs moyennes et maximales mesurées dans les sols. Entre parenthèse sont indiquées les VTR en µg/kg/j.

	Pb (3,5)	Zn (300)	Sb (0,4)	Cd (0,5)	Mn (50)	As (0,3)
Moyennes						
QD enfant	19	0,13	3,35	0,42	0,31	21
QD adultes	1,0	0,007	0,19	0,02	0,005	1,2
Max						
QD enfants	209	1,38	157	2,8	0,29	89
QD adultes	12	0,07	8,4	0,15	0,016	5

L'estimation des différents vecteurs d'exposition montre que le principal contributeur est constitué par l'ingestion de sol qui est de 99% chez l'enfant et de 94% chez l'adulte. Pour ce qui concerne les teneurs moyennes, les QD supérieurs à 5 (niveau de risque 3) pour les enfants sont obtenus pour l'As et le Pb. Le seul QD inférieur à 0,2 est noté pour le Zn. Pour les teneurs maximales on obtient des valeurs très élevées pour le Pb, le Sb et l'As. Les autres QD correspondent au niveau de risque 2. Pour valeurs moyennes, les QD pour les adultes supérieurs à 0,2 sont notés pour l'As et le Pb. Pour les teneurs maximales les QD supérieurs ou égaux à 5 sont notés pour le Pb, le Sb et l'As.

On peut ainsi voir que les risques sont très élevés pour les jeunes enfants, les éléments minéraux critiques sont le plomb, l'arsenic et l'antimoine, à la fois pour les zones les plus contaminées (expositions supérieures à plus de 100 fois aux VTR) mais aussi pour les zones à contamination moyenne (expositions 20 fois supérieures aux VTR). Pour les adultes les risques sont avérés pour les contaminations moyennes en Pb et As (expositions supérieures aux VTR) et surtout pour les fortes contaminations (expositions de 5 à 10 fois supérieures aux VTR).

Pour estimer certains risques environnementaux, il existe des valeurs écotoxicologiques de référence (VER) pour les métaux et les non-métaux, basées sur des tests à court et long terme en laboratoire sur des organismes appartenant à différents niveaux trophiques. Ici aussi les risques se calculent en effectuant le rapport entre les teneurs dans les sols et les VER. Le tableau 7 donne ces différents rapports pour le Cd le Pb et le Zn.

**Tableau 7** : Estimation de quelques risques écotoxicologiques pour différents organismes terrestres pour les sols moyennement et fortement contaminés.

	microorganismes du sol			Invertébrés du sol			Plantes terrestres		
	Cd	Pb	Zn	Cd	Pb	Zn	Cd	Pb	Zn
VER mg/g	487	3423	734	122	930	357	34	343	287
[C] Moy	X 0,1	X 3,5	X 10	X 0,4	X 13	X 20	X 1,3	X 35	X 25
[C] Max	X 0,5	X 39	X 105	X 2,1	X 146	X 216	X 7,7	X 396	X 268

On note que les rapports concernant les risques sont élevés ([C] > VER) pour l'ensemble des organismes terrestres pour le Pb et le Zn, y compris pour les contaminations moyennes. Pour les fortes contaminations de ces métaux on note des risques très élevés, en particulier pour les invertébrés et les plantes terrestres.

### 3.3. Solution pour la gestion des sols pollués : cas du site de Saint-Félix

On peut constater dans un premier temps, d'après les données recueillies et la visite rapide du site que nous avons effectuée, que l'évaluation des risques est restée très sommaire, car des données sur la contamination des eaux et sur les productions végétales issues du site ou de ses environs n'ont pas été effectuées ou n'ont pas été publiées. Devant une situation à risque aussi flagrante et inquiétante, le rôle régalien de l'état qui est d'assurer la sécurité des citoyens vis-à-vis des risques civils mais aussi des risques environnementaux (charte de l'environnement inscrite dans la constitution) n'a pas été assuré. Comment autoriser la présence permanente d'une population comprenant des adultes (hommes et femmes) et surtout des enfants, dont certains très jeunes ?

Comment tolérer une production maraîchère sur un terrain dont la contamination dépasse toute les limites en matière de réglementation agricole ! Quels ont été les contrôles permettant de s'assurer de la conformité des végétaux produits avec les normes européennes en matière de teneurs en métaux et non-métaux toxiques, surtout si ces produits sont commercialisés ? Dans le cas d'une population à risque identifiée, des opérations de biosurveillance doivent être effectuées grâce au suivi de marqueurs de contamination dans le sang ou dans des milieux biologiques adéquats (phanères, urine...). Ceci est évidemment de la responsabilité de l'ARS, en particulier vis-à-vis des enfants identifiés comme partie de la population la plus à risque. Un suivi analytique environnemental (sols, poussières, eau, végétaux, animaux sauvages et d'élevage...) et humain aurait du être entrepris à la fois dans la zone de l'ancienne mine mais aussi sur les zones adjacentes. En termes de rémédiation nous avons pu constater que des zones très limitées avaient subies un protocole de végétalisation après application de toile de jute. On s'interroge sur les relations entre le donneur d'ordre des travaux et la société ayant réalisé les opérations. Le donneur d'ordre avait-il l'intention d'apporter une solution au problème, ou s'agissait-il de faire semblant ? Les travaux exécutés étaient-ils conformes aux instructions données et au budget alloué ou est-on devant une exécution a minima, éventuellement associé à un détournement de fond d'argent public ? Autant de questions qui se posent à un observateur extérieur indépendant. De plus la gestion actuelle du site paraît totalement aberrante. Comment peut-on autoriser des activités fréquentes favorisant fortement la diffusion de la contamination (loisirs tous terrains, rave-



Photo S Garcia  
Traces de 2 roues sur un dépôt de haldes

parties...) alors que l'accès d'un tel site hautement pollué devrait être strictement limité. Un épisode est d'ailleurs révélateur de la dispersion de poussières toxiques : Un apiculteur a essayé d'implanter des ruches sur le site à proximité de la piste fréquentée par les engins motorisés tout terrain : toutes les abeilles sont mortes, les ruches restées sur le site sont vides !

## 4. Conclusion

Sur les études des dangers et des risques, on peut dire que les sols de la zone sont très fortement contaminés par plusieurs métaux et non métaux toxiques et que de très nombreux sites sont incompatibles avec tous les usages envisageables qu'ils soient agricoles, résidentiels, touristiques ou industriels. Les risques sont très élevés pour les enfants susceptibles de résider dans ces zones, mais sont aussi élevés pour les adultes. Ces risques sont en particulier liés à la présence de plomb, de cadmium, de thallium\*, d'arsenic et d'antimoine. Les effets possibles sur la santé concernent plusieurs tissus (peau, foie, rein, sang, système nerveux...) et diverses pathologies cancéreuses, reprotoxiques et perturbatrices endocriniennes. Les risques pour l'environnement sont aussi élevés y compris ceux liés à la contamination des systèmes aquatiques. Des mesures urgentes et lourdes de gestion s'imposent donc de façon évidente.

Devant l'ensemble des manquements graves de l'état et de ses administrations décentralisées on ne peut que s'interroger sur les raisons de cette situation, les réponses ne devant pas concerner un manque de compétences, mais devant relever de pressions politiques et/ou économiques, sujet de choix pour un journalisme d'enquête.

## Références

- [1] Frédéric Ogé et Pierre Simon. Sites pollués en France : Enquête sur un scandale sanitaire. Librio, Rezé, 2004.
- [2] Cévennes et filons métallifères : les mineurs de la vieille montagne. Deux plaquettes du Conseil général du Gard.
- [3] Etude GEODERIS du site de La-Croix-de-Pallières, 2008.
- [4] La démarche d'Interprétation de l'état des Milieux (Sites et sols pollués, 2007).
- [5] Nelly OLIN. Note aux préfets, sols pollués du 08/02/2007.
- [6] BRGM. Les résidus miniers français : typologie et principaux impacts environnementaux potentiels, 1997.
- [7] <http://www.cevennes-parcnational.fr>

## Compléments au dossier

**Reportage photo sur la pollution à St-Félix-de-Pallières** – photos prises sur le site et commentaires repris de l'étude Géodéris.

**Interprétation de l'Etat des Milieux du site de St-Félix** – étude de 2011 qui a mis en évidence pour la première fois l'existence de risques pour la santé des riverains.

**Perspective pour améliorer l'information au public** – Démarche allant vers des valeurs-repère pour informer la population sur l'état des sols.

*A télécharger sur le site de l'ATC : <http://atctoxicologie.free.fr>*

---

\* Il faut signaler que le thallium (Tl), est un métal trace toxique situé dans le tableau périodique entre le mercure et le plomb est 3 à 4 fois plus toxique en toxicité aiguë que le mercure et dont la toxicité à long terme chez l'Homme ne devrait pas être négligée.