



Le sous-sol cévenol est naturellement riche en métaux et métalloïdes. Cette caractéristique géologique a de tout temps intéressé l'Homme, qui a cherché à les extraire pour des usages divers. L'exploitation minière a connu son apogée à la fin du 19<sup>e</sup> et début du 20<sup>e</sup> siècle : comme la Californie a eu sa ruée vers l'or, les Cévennes ont été l'eldorado européen pour les chercheurs de zinc, et de minerais en général. C'est dans ce contexte que la commune de Saint-Sébastien d'Aigrefeuille a vu se succéder de nombreux exploitants intéressés par son sous-sol. Aujourd'hui, comme les autres communes concernées par une ancienne activité minière et industrielle, Saint-Sébastien d'Aigrefeuille doit gérer cet héritage, et notamment les pollutions générées. Pour ce faire, la commune est accompagnée de nombreux partenaires institutionnels qui poursuivent tous le même objectif : valoriser ce territoire magnifique niché au pied des Cévennes, sans renier son passé mais en étant résolument tourné vers son avenir.

# GÉRER

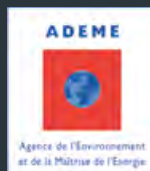
# L'HÉRITAGE MINIER

# DE SAINT-SÉBASTIEN D'AIGREFEUILLE

Juillet 2016

## VOUS TROUVEREZ DANS CETTE BROCHURE :

- DES SCHÉMAS POUR MIEUX COMPRENDRE
- UN AVIS D'EXPERT
- LE POINT SUR LES ACTIONS MISES EN OEUVRE ET ENGAGÉES PAR L'ADEME





# UN TERRITOIRE MARQUÉ PAR UNE ANCIENNE ACTIVITÉ MINIÈRE ET INDUSTRIELLE



**ZONE A :** ANCIENS BÂTIMENTS INDUSTRIELS ET D'HABITATION

**ZONE B :** ANCIENNE MINE À CIEL OUVERT ET SOUTERRAINE, AVEC NOMBREUX DÉPÔTS DE RÉSIDUS MINIERS



**ZONE C :** DÉPÔT DE RÉSIDUS INDUSTRIELS



**ZONE D :** AVAL HYDRAULIQUE DE L'ANCIEN SITE MINIER ET INDUSTRIEL



## GLOSSAIRE

**Minéral :** substance constituée de matière non vivante

**Minerai :** roche présentant une concentration anormalement élevée en minéraux utiles

**Métal :** élément chimique caractérisé par une forte conductivité électrique et thermique, un éclat particulier dit « éclat métallique » et une aptitude à la déformation. Exemples : le plomb, le zinc, l'aluminium, le fer, le cadmium, le manganèse.

**Métalloïde :** élément chimique qui ne peut être classé ni dans les métaux, ni dans les non-métaux, du fait de propriétés physiques intermédiaires. Exemple : l'arsenic.

**Précipitation des métaux :** réaction chimique au cours de laquelle les métaux se séparent de la solution dans laquelle ils sont dissous (ici, l'eau de la rivière) et se déposent au fond de cette dernière

## UN HÉRITAGE MINIER ET INDUSTRIEL

L'exploitation de la mine de Saint-Sébastien d'Aigrefeuille remonterait au 14<sup>e</sup> siècle. D'abord artisanale, l'extraction du minerai change d'échelle à partir du 19<sup>e</sup> siècle.

De 1833 à 1907, plusieurs entreprises se succèdent sur le site pour une exploitation uniquement souterraine : des galeries sont creusées et les premiers bâtiments sont construits.

L'extraction à ciel ouvert débute en 1907. Pendant plus de quarante ans, le site connaît des fermetures successives liées à des problèmes de rentabilité. De 1951 à 1963, la Société Minière et Métallurgique de la Penarroya (SMMP) reprend l'exploitation. Ce sera la dernière. Le 24 octobre 1963, la procédure d'abandon légal de la mine de Saint-Sébastien d'Aigrefeuille par la SMMP est entérinée par arrêté préfectoral.

En 1986, le domaine minier est vendu au département puis concédé à la commune. En 2003, le préfet prescrit à la SMMP, devenue Metaleurop puis Recylex, la mise en sécurité du site et la surveillance des effluents et des eaux.

Après des premiers travaux de mise en sécurité et à l'issue de plusieurs années de procédures judiciaires, le préfet du Gard confie à l'ADEME en 2010, puis en 2014, la conduite d'études et de travaux sur le stockage de résidus industriels, notamment pour vérifier l'état du mur de soutènement.

## STIGMATES DU PASSÉ

Ces exploitations successives du site laissent derrière elles de nombreux bâtiments (zone A) ; des galeries souterraines aujourd'hui interdites d'accès ; une zone de 55 hectares (zone B), dont une partie mise à nu par l'extraction à ciel ouvert et présentant un horizon de sol décapé et appauvri, et comptant de nombreux dépôts de résidus de l'activité minière ; et enfin, un important dépôt de résidus industriels (zone C), composé de sables issus du broyage et du traitement des roches pour en extraire les métaux. Plusieurs épisodes pluvieux intenses (notamment en 1961, 1976, 2002) ont dégradé les ouvrages retenant ces sables encore chargés de métaux, entraînant un dépôt de sédiments tout au long de l'aval hydraulique (zone D), c'est-à-dire dans le lit du Reigous et de l'Amous.

## LE DRAINAGE MINIER ACIDE, PROBLÈME ENVIRONNEMENTAL MAJEUR DE L'ACTIVITÉ MINIÈRE

Dans les sous-sols riches en métaux et métalloïdes comme à Saint-Sébastien d'Aigrefeuille, on trouve notamment des gisements de sulfures métalliques. Mis au contact de l'air et de l'eau, ces derniers réagissent naturellement et créent des écoulements acides, appelés drainages miniers acides (DMA).

Cette réaction est largement accentuée par les travaux miniers qui, en excavant la roche, créent les conditions favorables à cette oxydation. L'acidification ainsi générée favorise à son tour la solubilisation dans l'eau des métaux présents dans la roche, un phénomène encore accentué par les travaux miniers qui ont broyé cette dernière. On se retrouve alors avec des effluents chargés en métaux, parfois toxiques.

Ce phénomène constitue l'un des problèmes environnementaux majeurs de l'industrie extractive mondiale. Dans les cas les plus sévères, la vie aquatique dans les cours d'eau récepteurs des DMA disparaît durablement sur de longues distances.

## « Le Reigous reçoit les effluents acides du dépôt »

AVIS D'EXPERT

Jean-Régis Degorce-Dumas, enseignant-chercheur à l'école des Mines d'Alès, spécialiste du traitement des eaux

Un dépôt de résidus issus du traitement industriel du minerai est encore présent sur le site de Saint-Sébastien d'Aigrefeuille et génère un « drainage minier acide » (lire encadré ci-dessus). Sa spécificité ? Une forte concentration en soufre, fer et arsenic, éléments résiduels après traitement. L'oxydation du premier conduit à l'acidification du milieu et favorise la solubilisation des deux autres. Suite à l'épisode cévenol de septembre 1976, responsable de la rupture de la digue retenant le dépôt, des travaux ont été réalisés pour sécuriser la digue et limiter les eaux de ruissellement (l'eau étant, avec l'oxygène, le facteur principal de l'oxydation). L'eau de pluie continue néanmoins de percoler et il y aurait, de plus, une source sous ce dépôt qui le drainerait partiellement. En aval, le ruisseau du Reigous reçoit ces effluents acides. Il est à son tour le siège de réactions chimiques d'oxydation, conduisant à la formation d'un précipité d'oxydes ferriques (et arsénisés) se déposant dans le lit du ruisseau et lui donnant cette couleur rouille si caractéristique. Entre le dépôt de résidus et la confluence avec l'Amous, soit environ 2 km, entre 95 et 99 % de l'arsenic initialement soluble précipite, ainsi qu'environ la moitié du fer soluble. Ce processus naturel permet de « fixer » la pollution métallique dans le lit du Reigous. Mais problème : à chaque crue, ces précipités métalliques (qui peuvent contenir jusqu'à 20 % d'arsenic) sont déplacés et emportés vers l'aval, où l'on soupçonne une resolubilisation possible.

En résumé, les premières réactions d'oxydation dans le dépôt sont responsables de la solubilisation des polluants métalliques, les rendant plus facilement « biodisponibles ». Puis l'oxydation se poursuit dans le Reigous et conduit à la précipitation des métaux, diminuant ainsi la toxicité de l'eau. Dans les deux cas, des bactéries caractéristiques de ces milieux extrêmes (très acides, chargés en métaux) accélèrent les processus d'oxydation.



# LES ACTIONS MISES EN ŒUVRE SUR LE TERRITOIRE

## ACTIONS MISES EN ŒUVRE SUR L'ENSEMBLE DES ZONES DE L'AVAL

- Mesures de la concentration en métaux dans les sols, l'eau (des puits et des rivières), l'air, les fruits et légumes\*\*
- Complément d'études sur les sols à Générargues\*

## DÉPÔTS DE SÉDIMENTS LE LONG DU REIGOUS ET DE L'AMOUS SUITE AUX INONDATIONS (ZONE D)

- PROBLÈMES :
- Sédiments chargés en métaux
- ACTIONS MISES EN ŒUVRE :
- pas d'action prioritaire décidée, car il n'y a pas d'usage de l'eau de la rivière
  - les travaux sur le dépôt de résidus industriels devraient induire une réduction du transfert de métaux. Un suivi sera réalisé pendant deux ans après les travaux.

### CALENDRIER DES ACTIONS EN COURS

	2016													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Travaux sur le dépôt de résidus (sous maîtrise d'œuvre Burgeap)														fin 2017
Diagnostic du bâti (ICF Environnement)														juin 2017
Suivi de la qualité de l'air (ICF Environnement)														juin 2017
Etude sur le réaménagement de l'ancienne mine à ciel ouvert et la faisabilité du phytomanagement (Tesora, Biotec, Eaugeo, Inra)														fin 2018
Complément d'études sur les sols à Générargues (ICF Environnement)														

## ANCIENNE MINE À CIEL OUVERT ET SOUTERRAINE (ZONE DE 55 HA) (ZONE B)

- PROBLÈMES :
- Sols chargés en métaux, dont une grande partie à nu
  - Nombreux dépôts de résidus
  - Drainage minier acide
- ACTIONS MISES EN ŒUVRE :
- Etude sur le réaménagement de cette zone\*
  - Etude de faisabilité du phytomanagement\*

## ACTIONS MISES EN ŒUVRE AUPRÈS DES HABITANTS :

- Dépistage et mesure d'imprégnation biologique, assortis d'une enquête sur les habitudes de vie auprès des riverains, réalisés par l'ARS.

Direction générale des vents

## ANCIENNE USINE (ZONE A)

- PROBLÈMES :
- Aménagement progressif en habitation et locaux divers
- ACTIONS MISES EN ŒUVRE :
- Diagnostic du bâti pour analyser les risques\*
  - Suivi de la qualité de l'air\*

## IMPORTANT DÉPÔT DE RÉSIDUS INDUSTRIELS (5,5 HA ; 6 À 20 M DE HAUTEUR) (ZONE C)

- PROBLÈMES :
- Ouvrages non entretenus pendant des années
  - Drainage minier acide
  - Arrivée d'eau souterraine
- ACTIONS MISES EN ŒUVRE :
- Réhabilitation du réseau de collecte des eaux de ruissellement (pour qu'elles ne pénètrent pas dans le dépôt)\*
  - Pose de clôtures et d'un portail\*
  - Création de pistes d'entretien\*
  - Mise en place d'une télésurveillance\*
  - Confortement du mur de soutènement (mur de 30 mètres de long, jusqu'à 7 m de haut)\*

\* Actions lancées en 2016 sous l'égide de l'ADEME (suite à l'arrêté préfectoral de 2014) par ICF Environnement, Tesora, Biotec, Eaugeo, l'Inra, Burgeap et une entreprise de travaux.  
 \*\* Actions réalisées sous l'égide de l'ADEME entre 2011 et 2013 (suite à l'arrêté préfectoral de 2010) par ICF Environnement, Burgeap et Buesa

# QUESTIONS RÉPONSES

## POURQUOI N'A-T-ON RIEN FAIT AVANT ?

La prise de conscience de cette problématique des sols pollués est relativement récente. Elle a émergé dans les pays riches confrontés aux conséquences environnementales d'une activité industrielle passée importante et bien moins encadrée et réglementée qu'aujourd'hui.

En France, la première circulaire sur les sites et sols pollués date de 1993. Elle définit les modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués.

## ET SI ON NE FAIT RIEN, QUE SE PASSERA-T-IL ?

Le principal problème concerne l'érosion des sols et la dégradation des ouvrages qui retiennent le dépôt de résidus. En cas d'épisode cévenol, les risques seraient aggravés si ces derniers ne sont pas entretenus.

# DES MILIEUX CHARGÉS EN MÉTAUX LOURDS

Une campagne de mesures a été réalisée en 2012 pour évaluer le niveau de pollution en métaux lourds de différents milieux, et voir si ce dernier était compatible avec les usages.

Dans le cadre de ses missions confiées par l'arrêté préfectoral de 2010, l'ADEME a fait réaliser en 2012, par le bureau d'études ICF Environnement, une campagne de mesures sur les secteurs de l'ancienne usine (zone A), de l'ancienne mine à ciel ouvert (zone B) et de l'aval hydraulique (zone D). La concentration en dix métaux et métalloïdes (antimoine, arsenic, baryum, chrome, cadmium, cuivre, plomb, fer, manganèse et zinc) a ainsi été analysée dans les sols (zones B et D), l'eau

(aux points d'usage et dans les cours d'eau du Reigous et de l'Amous), les dépôts de poussières (zones B et D), à la surface des bâtiments (zone A) et enfin, dans les fruits et légumes des potagers (zone D). Les niveaux de matières en suspension (MES) et sulfures ont également été mesurés dans les prélèvements d'eau. Les résultats ont été comparés au bruit de fond régional, car de nombreux éléments métalliques sont naturellement présents dans le bassin versant des Gardons.

**Eaux superficielles et sols contaminés**  
 Résultat de cette étude : les sols se révèlent particulièrement chargés en plomb et arsenic, et dans une moindre mesure en cadmium et zinc, avec une diminution des concentrations de l'ancien site minier vers l'aval hydraulique. Même constat concernant le bâti de l'ancienne usine (bâtiments, murets, escaliers...) : il présente des concentrations très élevées en plomb et arsenic. Et si aucun usage n'est recensé pour les eaux du Reigous et de l'Amous, ces

dernières se révèlent néanmoins chargées en MES, sulfates, cadmium, manganèse, arsenic et plomb. Les prélèvements d'eau aux points d'usage (puits et forages) montrent quant à eux des concentrations compatibles avec les valeurs réglementaires et/ou les usages associés. De même, les prélèvements d'air ambiant ne permettent pas de montrer un impact significatif lié aux retombées de poussières. Toutefois, ces résultats restent à confirmer par la nouvelle campagne d'analyses de 2016.

## Des dépassements ponctuels dans les légumes feuilles

Du côté des potagers, des dépassements ponctuels sont enregistrés dans les légumes feuilles par rapport aux valeurs limites pour la mise sur le marché (il n'existe pas de valeurs de référence liées aux denrées cultivées par les particuliers dans leur potager). D'une manière générale, il est recommandé de prendre des mesures de précaution pour limiter l'exposition.

## QUI FAIT QUOI ?

**La préfecture du Gard** applique et contrôle les décisions gouvernementales par arrêté préfectoral.

**LA DREAL** conseille la Préfecture sur les opérations à réaliser et en contrôle la conformité.

**L'ARS** pilote la politique de santé publique en région, et notamment les actions de prévention et de gestion.

**L'ADEME** assure la maîtrise d'ouvrage des études et travaux décidés par arrêté préfectoral (financement et réalisation).

**GÉODERIS**, G.I.P. entre l'INERIS et le BRGM, expert de l'Etat dans le domaine de l'après-mines, contribue aux études sanitaires et environnementales depuis 2016 sur le site de Carnoulès.

**Des organismes de recherche** interviennent par ailleurs sur le site pour mener des études (laboratoire HydroSciences de Montpellier, BRGM...)

**RETROUVEZ CETTE PLAQUETTE EN FORMAT NUMÉRIQUE SUR : [WWW.LANGUEDOC-ROUSSILLON.ADEME.FR](http://WWW.LANGUEDOC-ROUSSILLON.ADEME.FR)**

## ACTIONS ENGAGÉES PAR L'ADEME EN 2016

Suite à l'arrêté préfectoral du 2 juillet 2014, plusieurs actions sont lancées par l'ADEME en 2016, à commencer par des travaux de remise en état sur le dépôt de résidus d'octobre 2016 à mi 2017 (avec Burgeap comme maître d'oeuvre) :

- réhabilitation du réseau de collecte des eaux de ruissellement ;
- pose de clôtures et d'un portail ;
- création de pistes d'entretien ;
- mise en place d'une télésurveillance ;
- et enfin, confortement du mur de soutènement.

Plusieurs études sont par ailleurs réalisées par ICF Environnement. La première concerne les anciens bâtiments industriels et d'habitation de la mine. Après autorisation des propriétaires (54 sont concernés), ICF Environnement réalisera des échantillonnages et mesures *in situ* afin d'établir un diagnostic du bâti. Les rendez-vous sont pris à partir de mars et continueront jusqu'à l'été.

ICF Environnement installera par ailleurs un préleveur d'air près de l'ancienne

usine, pour suivre notamment la qualité de l'air pendant la durée des travaux sur le dépôt. Les résultats seront communiqués régulièrement. Enfin, ce prestataire est également missionné pour compléter l'étude sur la pollution des sols par une campagne de mesures sur les zones inondables de Générargues.

### PHYTOMANAGEMENT\* : ÉTUDE DE FAISABILITÉ

Sur le secteur de l'ancienne mine à ciel ouvert, l'ADEME lance une étude visant à trouver des solutions de réaménagement et évaluer notamment la faisabilité d'un phytomanagement. Les bureaux d'études Tesora, Eaugeo et Biotec travailleront conjointement sur ce programme. En parallèle, l'Inra étudiera la possibilité de reconstituer un sol adapté au contexte (capable par exemple de rendre le milieu moins acide, de fixer les polluants, de lutter contre l'érosion, etc.). Pendant un an, des essais seront réalisés en laboratoire, puis trois parcelles d'expérimentation de 100 m<sup>2</sup> seront créées sur place.

Enfin, l'ADEME est chargée de communiquer vers la population pour présenter les résultats des études et les actions engagées : la présente brochure est publiée à ce titre.

\*Phytomanagement : gestion d'un site pollué par les plantes ; utilisation de ces dernières pour immobiliser, extraire ou dégrader les polluants du sol.



Ingénieur d'ICF Environnement en train de réaliser une mesure de la concentration en métaux dans les sols.  
D.R.

## QUID DU PROJET DE CENTRALE PHOTO-VOLTAÏQUE ?

La commune de St Sébastien porte, avec Enercoop Languedoc-Roussillon, Vol-V et l'association Soleil de Plomb, un projet de centrale photovoltaïque sur une partie de la zone de l'ancienne mine. Ces terrains sont concernés par l'étude lancée pour 3 ans (2016-2019) par l'ADEME (lire ci-dessus). La réalisation d'un parc photovoltaïque pourrait donner une nouvelle vocation à ce site dégradé. L'ADEME y est favorable du fait qu'il s'agit de la production d'énergie renouvelable et collabore avec Vol-V pour trouver une synergie avec un futur projet de réaménagement de la mine. Il s'agit notamment de vérifier si la réalisation du parc est en adéquation avec la possibilité de réaliser des travaux sur les sols.