Journées techniques belgo-françaises.
L' après-mine
De la gestion passée et présente aux perspectives d'avenir.

Gestion des problèmes environnementaux : classements des sites (DDIE)

Mons, jeudi 22 février 2018

Plan de l'exposé

> Présentation de la méthodologie générale de l'inventaire et de la classification DDIE.

> Présentation des différentes études issues de l'inventaire et de la classification DDIE.

- Exemple d'étude d'orientation
- Exemple d'étude sanitaire ciblée sur habitation
- Exemple d'étude sanitaire et environnementale

Qui fait quoi

En matière d'inventaire et de classification

> **MTES**
- Pilotage et orientations,

> **GEODERIS**
- Pilotage de l'opération,
- Elaboration et mise au point de la méthodologie
- Mise en œuvre de la méthodologie pour la réalisation de l'inventaire et de la classification.

> **BRGM et INERIS**
- Appui aux investigations de terrain

Pour les études post inventaire

GEODERIS fait appel au cas par cas aux compétences de l'INERIS (aspect sanitaire) et/ou du BRGM (aspect hydrogéologie, appui aux mesures de terrain in situ).

> Directive du Parlement européen et du Conseil du 15/03 2006 gestion des déchets de l'industrie extractive (DDIE)

- « S'applique aux déchets résultants de l'extraction, du traitement et du stockage de ressources minérales […]. »

- Article 20 : « Les Etats membres veillent à ce qu'un inventaire des installations de gestion des déchets **fermées**, y compris les installations désaffectées, situées sur leur territoire et **ayant des incidences graves sur l'environnement** ou **risquant, à court ou moyen terme, de constituer une menace sérieuse pour la santé humaine ou pour l'environnement** soit réalisé et mis à jour régulièrement. Cet inventaire, qui doit être **mis à disposition du public**, est effectué avant le 1er mai 2012 […] »

Au niveau de la France métropolitaine ont été considérées :

> Les exploitations « métalliques».

- Souvent représentées par de petites à moyennes exploitations.
- Exploitations souvent responsables de teneurs élevées en métaux dans les sols, les eaux et les sédiments.

> Les exploitations de charbon.

- Généralement représentées par de grandes exploitations.
- Par rapport aux exploitations « métalliques », globalement moins génératrices de teneurs élevées en métaux/métalloïdes dans les sols, les eaux et les sédiments.

La présentation ne portera ici que sur les dépôts d'exploitations métalliques dont certains peuvent être particulièrement impactants d'un point de vue sanitaire et environnemental ; la problématique liée aux dépôts des mines de charbon étant plutôt d'ordre géotechnique et/ou relative aux phénomènes de combustion.

Méthodologie générale (exploitations « métalliques »)

Inventaire

❶ Présélection → Sont exclus : *permis de recherche, minières et petites exploitations, exploitations d'hydrocarbures liquides et gazeux, géothermie, exploitations d'uranium.*

❷ Recueil de donnée → Basée sur une revue documentaire et historique ainsi que sur des visites de terrain

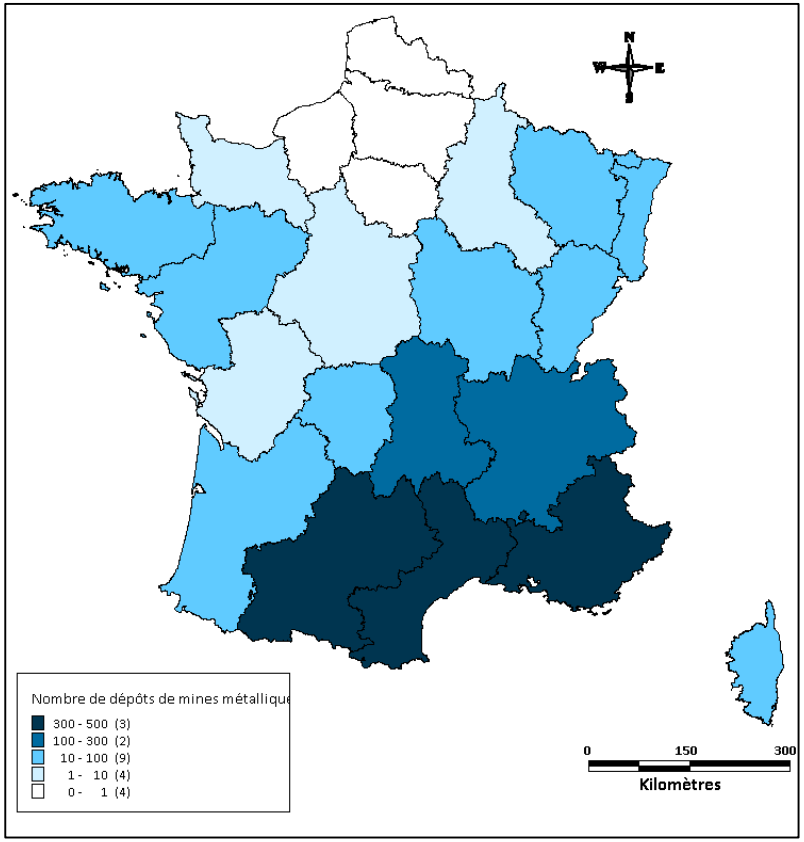
↓

Classification → Application de la méthodologie de classification aux données acquises en phase 2

Pour les exploitations « métalliques » : réalisation d' un inventaire et d'une classification

Pour les exploitations de charbon : réalisation d'un simple inventaire

Résultats obtenus pour la phase d'inventaire des exploitations « métalliques »

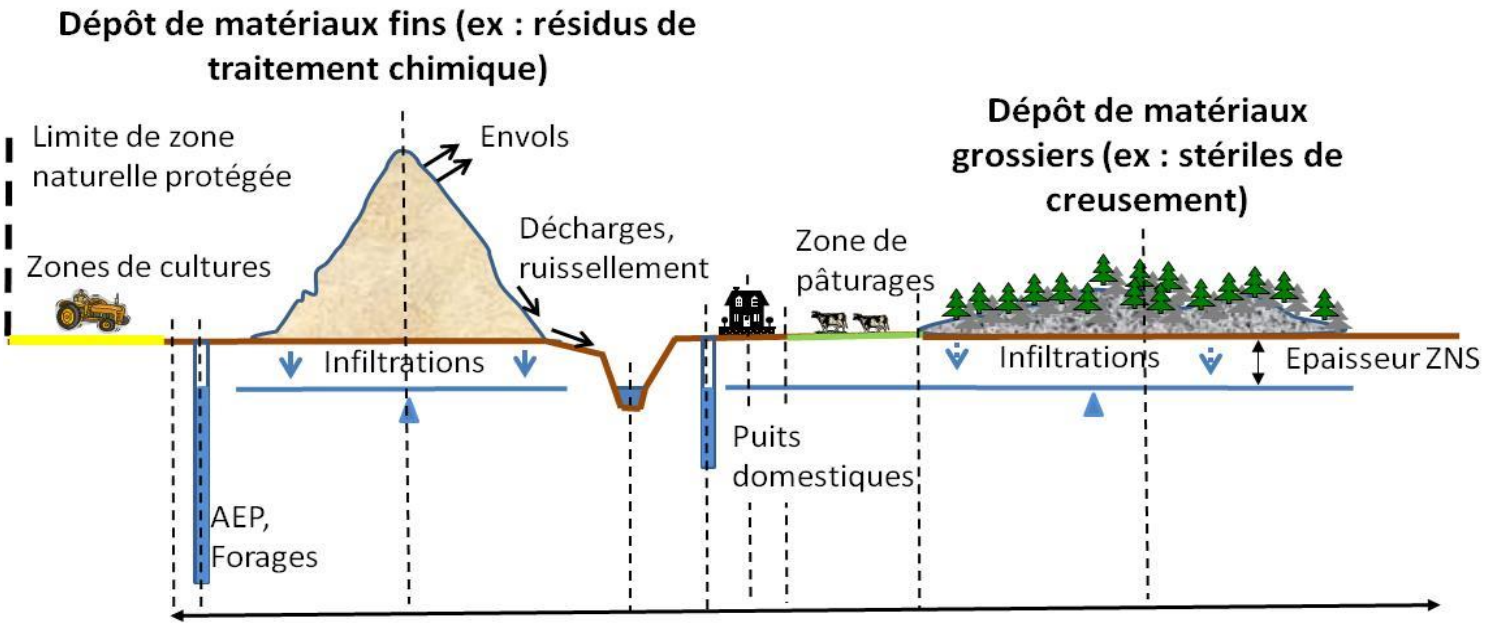


2109 dépôts recensés sur l'ensemble du territoire national.

Dépôts regroupés en secteurs : 233 secteurs identifiés sur la France métropolitaine

Méthodologie de classification

Basée sur une approche qualitative établie à partir d'un schéma conceptuel général, de tables de notation (notes : 1, 3, 5, 8, 10) et de matrices croisées

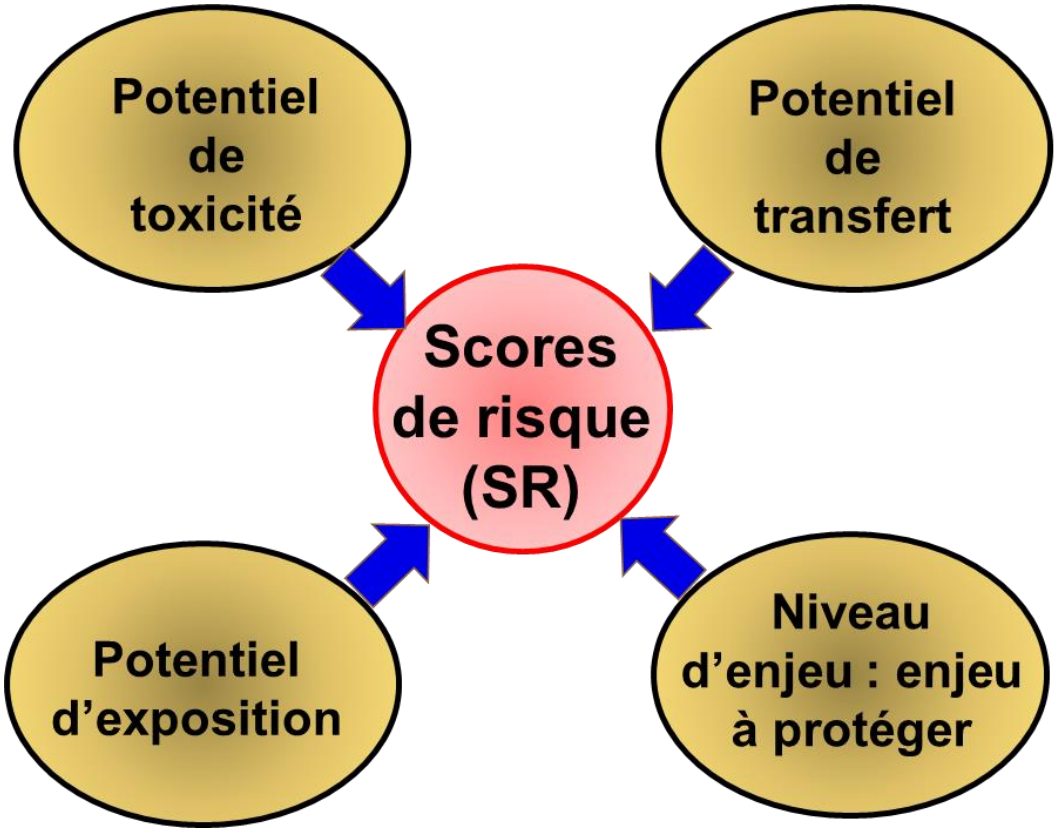


Pour chaque dépôt, une évaluation :

- **d'un potentiel de toxicité**
- **d'un potentiel de transfert**
- **d'un potentiel d'exposition**
- **d'un niveau d'enjeu**

Méthodologie de classification

>Evaluation de scores de risque pour les enjeux considérés (populations, eaux souterraines, eaux superficielles, compartiment faune/flore)



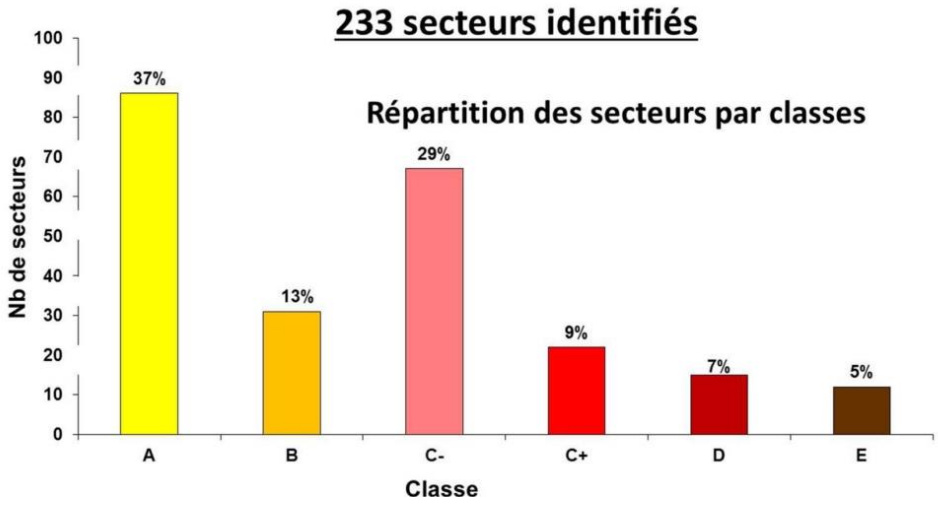
Méthodologie de classification

> Regroupement des dépôts en secteurs

> Classification établie pour chaque secteur à partir des scores de risque (SR) relatifs aux dépôts contenus dans ces secteurs

Impact sanitaire et environnemental potentiel des dépôts contenus dans les secteurs →

A	B	C+, C-	D	E



Le classement DDIE aboutit à la réalisation de plusieurs types d'études d'importances croissantes en terme de mise en œuvre :

- **Etude d'orientation** : s'applique aux secteurs pour lesquels les données acquises dans le cadre de l'inventaire DDIE n'ont pas permis d'établir un classement définitif (secteurs classés en C+ ou C-). Etude simple destinée à acquérir les données complémentaires nécessaires à une meilleure évaluation du risque sanitaire potentiel et de l'impact environnemental.

- **Etude sanitaire ciblée sur habitation** : s'applique aux secteurs présentant une (ou plusieurs) habitation(s) située(s) sur un dépôt minier. Etude basée sur la méthodologie « Interprétation de l'état des milieux » (IEM ; MEDD 2007).

- **Etude sanitaire et environnementale** : s'applique aux secteurs classés en E ou en D. Etude également basée sur la méthodologie IEM mais dont l'emprise géographique est plus importante que la précédente.

Spécificités méthodologiques liées au contexte minier :

> Contexte d'anomalie géochimique : teneurs en éléments potentiellement polluants qui peuvent être naturellement élevées

> Teneurs en éléments potentiellement polluants qui peuvent être très élevées à l'aplomb ou à proximité des dépôts (souvent supérieures à 10 g/kg pour des éléments tels que le plomb).

> Sources de pollution qui peuvent être nombreuses et éparses

> Gros volumes de résidus miniers souvent étalés sur de grandes superficies

> Problématique des eaux souterraines : aquifères miniers souvent mal connus.

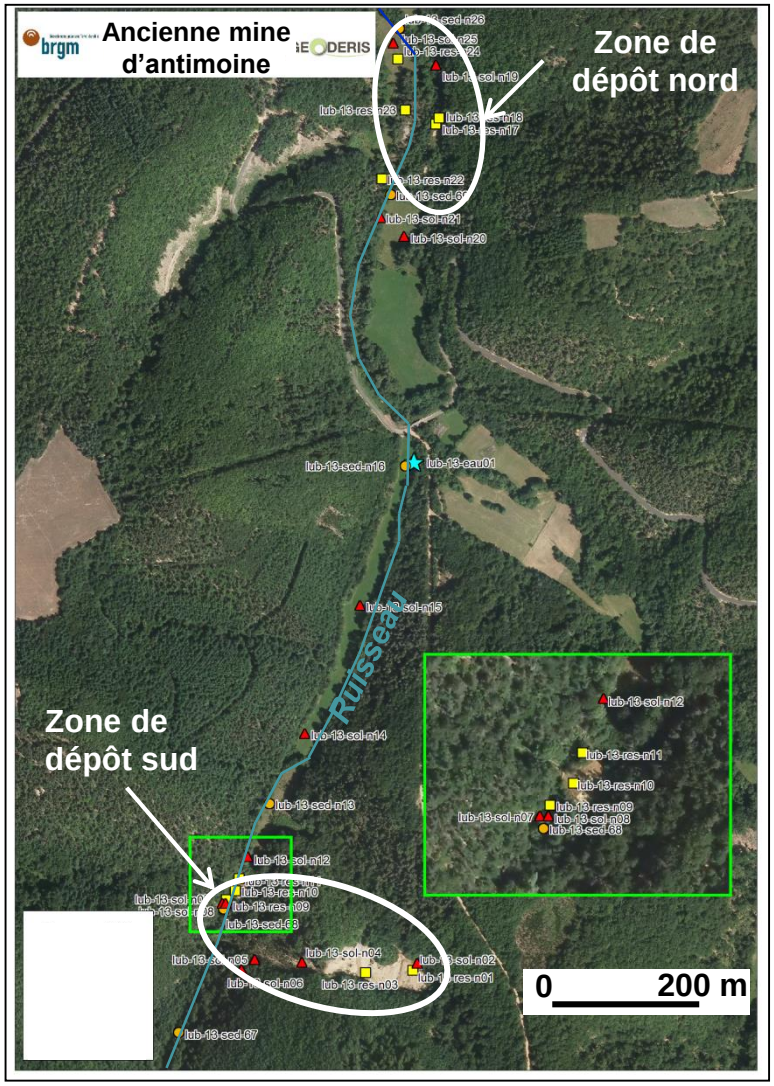
> Délimitation de la zone d'étude :

- *Zones impactées par l'ancienne activité minières qui peuvent être très étendues, notamment en aval du site minier.*
- *Sédiments souvent impactés sur de grandes distances en aval du site minier (dépôts de résidus non confinés et fréquemment situés en bordure de cours d'eau).*

Etude d'orientation

Exemple d'une étude réalisée sur une ancienne exploitation d'antimoine.

Etude ciblée sur deux zones de dépôt (nord et sud)



Positionnement des points de prélèvement et de mesures in situ

Mesures in situ

- Sols
- Résidus miniers
- Sédiments

Prélèvements d'eaux

Il est constaté :

> Des teneurs élevées en antimoine et en arsenic (pour la zone de dépôt sud respectivement 1,8 g/kg et 6 g/kg; pour la zone de dépôt nord peuvent atteindre respectivement 20 g/kg et 7 g/kg).

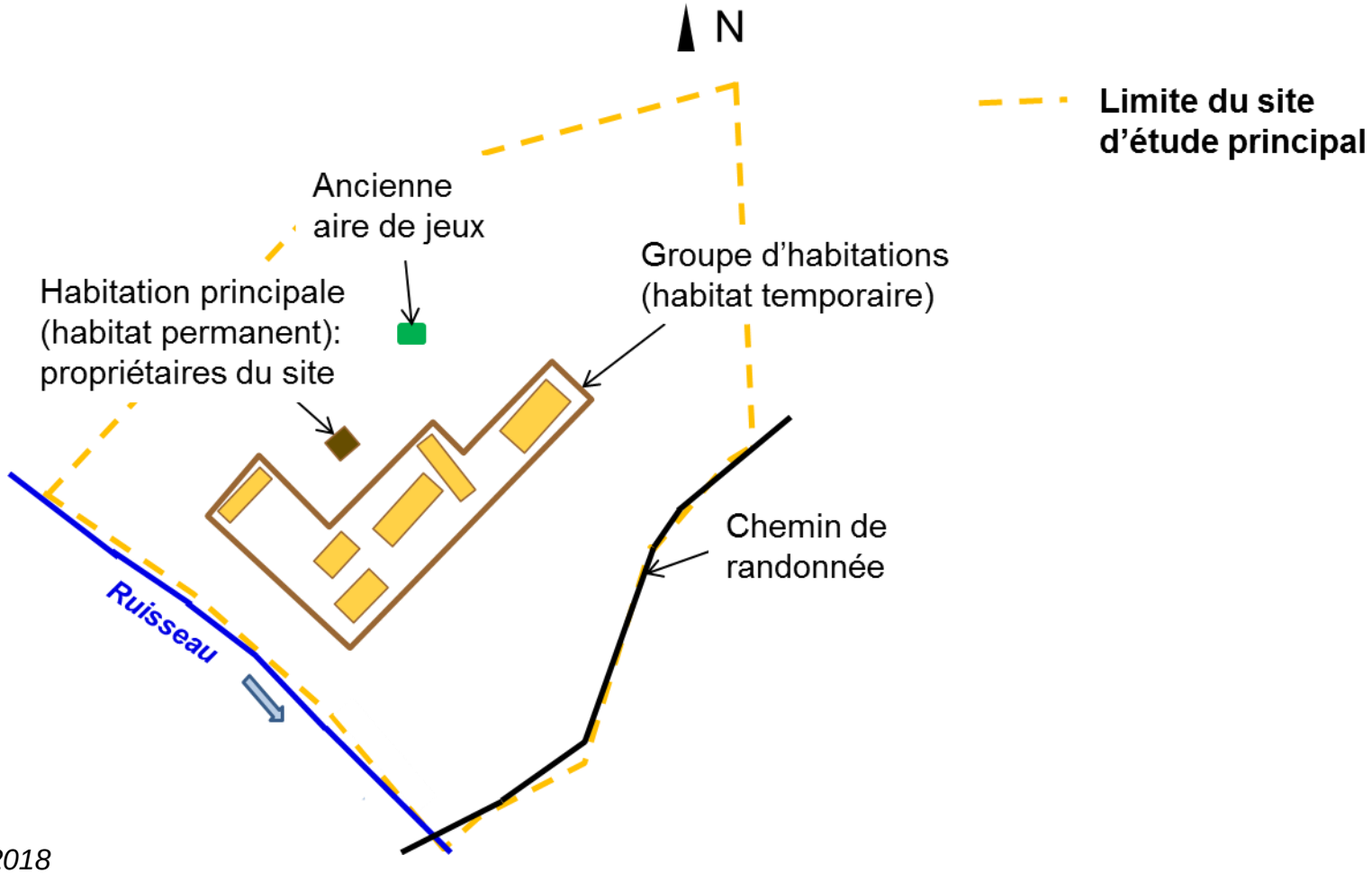
> L'existence de dépôts satellites au dépôt principal

> Des départs de matériel issu des dépôts vers le cours d'eau : 3,6 g/kg de plomb et 1,7 g/kg d'antimoine mesurés dans un sédiment prélevé en aval immédiat du dépôt principal de la zone sud.

> Une accessibilité au bétail sur l'un des dépôts de la zone nord

Etude sanitaire ciblée sur habitation

Exemple d'une étude réalisée sur une ancienne mine de Pb/Zn.
Groupe d'habitations installées dans la zone d'emprise d'un ancien dépôt minier



Il est constaté :

> Pour les « sols » (horizons de surface)

Des teneurs en métaux hétérogènes avec des anomalies ponctuellement importantes dues à la présence du dépôt (teneurs mesurées près des bâtiments : *de l'ordre de 50 g/kg pour le plomb et de 30 g/kg pour le zinc).*

> Pour les eaux souterraines

Un captage qui alimente l'ensemble du site et notamment l'habitation principale avec les caractéristiques chimiques suivantes:

- *Eau très acide (pH : 3.7)*
- *Teneurs en nickel et en cadmium (respectivement 760 µg/l et 25 µg/l) qui dépassent largement les limites de qualité pour les substances chimiques dans les eaux destinées à la consommation humaine (respectivement 20 µg/l et 5 µg/l ; annexe I de l'arrêté du 11-01-2007) : eau impropre à la consommation*

Evaluation des risques sanitaires

Prise en compte de divers scénarios (entretien du site par les propriétaires, occupation du site par des enfants, randonnées et activités de loisirs,..).

Voies d'exposition retenues :

- Ingestion de sols
- Ingestion d'eaux

$$72 < QD_{plomb} < 291$$

Scénarios incompatibles compte tenu des fortes teneurs en plomb mesurées sur l'ensemble du site.

Etudes sanitaires et environnementales

Quelques exemples de dépôts de résidus miniers rencontrés dans le cadre des études sanitaires et environnementales déjà réalisées :

Résidus de traitement du minerai constitués de matériaux de faible granulométrie

Teneurs en plomb très élevées, pouvant atteindre jusqu'à 70 à 80 g/kg

Teneurs en plomb et arsenic très élevées, pouvant atteindre jusqu'à 40 g/kg de plomb et 1,5 g/kg d'arsenic

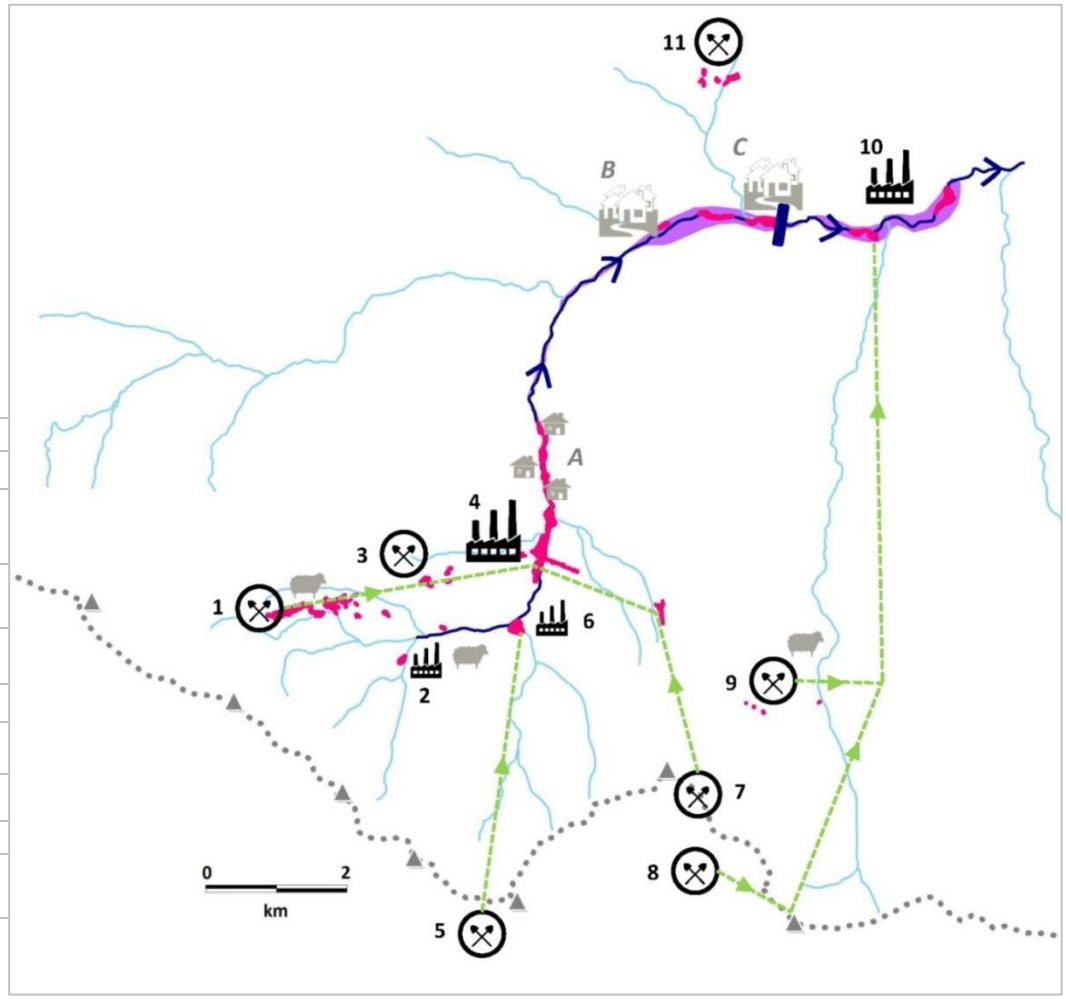
Teneurs en plomb très élevées, pouvant atteindre jusqu'à 28 g/kg

Etudes sanitaires et environnementales

Exemple d'une étude réalisée sur une ancienne mine de Pb/Zn

Secteur d'étude organisé en 17 zones

	Barrage
	Zone inondable
	Chaîne montagneuse et sommets
A	**Hameaux dispersés et habitations, installés en bordure de cours d'eau**
	Principaux villages
	Principales zones de pastoralisme étudiées
	Principaux sites d'exploitation minière
	Usines de traitement du minerai :
	Principales installations de transport du minerai
	Emprise en surface des dépôts miniers ou des mélanges de sols et de résidus



Il est constaté :

- La présence de sols contenant des teneurs parfois très élevées en métaux et métalloïdes. Des teneurs en plomb supérieures au pourcent sont par exemple observées.
- Une contamination liées à l'ancien site minier dans les sédiments et sols de berges situés en aval du site.
- La présence de végétaux contaminés.
- La présence d'eaux contaminées, notamment pour les eaux d'abreuvement au niveau de zones de pastoralisme

Evaluation des risques sanitaires

Prise en compte de divers scénarios (occupation de résidence permanente ou temporaire par des enfants, activité de jardinage, activités de loisirs, randonnées et bivouac,..).

Voies d'exposition retenues :

- Ingestion de sols
- Ingestion de végétaux
- Ingestion d'eaux

Sur l'ensemble des scénarios retenus (tous scénarios confondus), 43 % sont compatibles et 57 % incompatibles avec les usages considérés.

Principaux types de mesures de gestion proposés dans le cadre des études déjà réalisées (1)

Mesures proportionnées aux enjeux.

Ampleur des mesures de gestion ↓

Mesure de gestion
Information des pouvoirs publics et de la population sur la présence de zones contaminées ou d'eaux impropres à la consommation. Conservation de la mémoire des sources potentielles de pollution.
Rappel des mesures simples et de bon sens à adopter pour limiter l'exposition (lavage soigné des mains après des activités en extérieur, éviter l'accumulation de poussières sur le sol des habitations ,lavage des végétaux du potager et consommation variée de végétaux, etc...).
Installation de signalisation indiquant la présence de sols contaminés ou d'une eau impropre à la consommation humaine.
Restriction d'usage portant sur les eaux souterraines

Principaux types de mesures de gestion proposés dans le cadre des études déjà réalisées (2)

Ampleur des mesures de gestion ↓

Mesure de gestion
Entretien de réseaux drainants ou de zones d'écoulement.
Installation de clôtures empêchant l'accès aux zones contaminées.
Création d'aires de jeux dédiées*.
Excavation de terre, remplacement ou recouvrement de sols contaminés par de la terre saine (mesures ciblées sur les zones les plus contaminées et étudiées au cas par cas)*.
Réaménagement général du site (éviter les départs de matériel particulaire dans les cours d'eau et les envols de poussières, mise en sécurité géotechnique des dépôts,…). Dans certains cas, mesures qui peuvent avoisiner le million d'euros.

*** :** *Dans le cadre d'une approche coût-bénéfice, des restrictions d'usage ou de modification de pratique (par ex. pratiques culturales) pourront dans certains cas être préférées.*

Les recommandations doivent faire l'objet d'une confirmation de la part des autorités compétentes, en particulier des autorités sanitaires pour toutes les recommandations d'ordre sanitaire (consommation et utilisation des légumes et de l'eau, réduction des expositions…)