

Colloque Vulnérabilités sociétales, risques et environnement
Toulouse, 14-16 mai 2008

Résumés des communications

Vulnérabilité des populations locales face aux risques de contaminations par les métaux lourds à proximité d'anciens sites miniers. Conception d'une carte de risque « post-mine » à partir de l'analyse des mécanismes de dispersion des déchets miniers. Cas de la mine (Pb, Zn, Cd) de Jebel Ressas (Tunisie Nord Orientale).

M. Ghorbel¹, P. Courjault-Radé², M. Munoz², C. Destrigneville², E. Maire², Radhia Souissi³, Fouad Souissi¹

¹ Laboratoire de Ressources Minérales et Environnement, Département de Géologie Faculté des Sciences de Tunis – Tunisie

² Laboratoire des Mécanismes et Transferts en Géologie, UMR 5563 CNRS Université Paul Sabatier IRD, Toulouse – France

³ Institut National de Recherche et d'Analyse Physico-chimique, Pôle technologique Sidi Thabet, Tunis – Tunisie

L'activité minière génère systématiquement de grandes quantités de déchets riches en éléments traces métalliques (ETM). Les déchets de laverie, en raison de leur granulométrie fine et de leur mode de stockage en terrils, et en l'absence d'aménagements spécifiques, sont davantage soumis aux agents de l'érosion chimique et physique que les déchets d'exploitation. Ainsi, les ETM peuvent être dispersés dans les différents compartiments de l'environnement (eau, sol, atmosphère) par le biais de différents mécanismes de transfert. En contexte carbonaté et évaporitique, l'importance relative des divers mécanismes peut être très différente de celle observée en milieu acide pour lequel de nombreuses études ont déjà été effectuées.

Le nord de la Tunisie, a fait l'objet de nombreuses exploitations minières pour le Plomb et le Zinc. Chacune a laissé sur place des déchets de laverie. Ces métaux sont généralement associés au Cadmium, ce qui procure à ces déchets miniers un potentiel contaminant qu'il est nécessaire de caractériser. Les risques pour les populations installées sur ces sites dans les anciens villages de mineurs méritent d'être évalués pour une prise de décision adaptée à la gestion de ces sites.

Approche proposée

Une carte de risque post-mine sera réalisée sur le site de l'ancienne mine Pb-Zn de Jebel Ressas située à 30 km au sud de Tunis, site représentatif du nord-est de la Tunisie. Elle se présentera sous la forme d'un Système d'Information Géographique (SIG) ayant pour but d'identifier les zones susceptibles d'être d'une part les plus contaminées et d'autre part soumises à des enjeux pour la santé humaine les plus prégnants. Elle pourra servir de modèle transposable pour de nombreux sites miniers tunisiens et aussi de base pour des études d'impact sur la biosphère.

A Jebel Ressas, l'extraction a été arrêtée en 1951 laissant sur place les déchets d'exploitation et de traitement. Ces derniers, étant donnée leur granulométrie fine, leur concentration élevée

en métaux, et leur exposition aux conditions atmosphériques, possèdent un potentiel contaminant vis-à-vis des ressources en eau et des sols.

Dans une étape préliminaire (Ghorbel, 2007), l'étude a été focalisée sur une caractérisation géochimique et minéralogique de la source de pollution représentée par les déchets de laverie pour évaluer le potentiel de mobilisation des métaux (Pb, Zn, Cd) par voie chimique. L'étude a abouti à la distinction entre deux types de déchets. Le premier type est caractérisé par la dominance des minéraux métallifères sulfurés (sphalérite, galène et pyrite). Le deuxième type est constitué par des minéraux d'oxydation des sulfures (smithsonite, cérusite, hydrozincite et hémimorphite) et c'est dans ce dernier que les concentrations en Pb, Zn et Cd sont les plus importantes et qu'elles atteignent respectivement 3.9, 10.5 et 0.044 L'environnement est carbonaté et la calcite exerce un effet tampon dans les eaux de drainage et contribue au piégeage des métaux sous forme de minéraux métallifères stables en conditions atmosphériques (carbonates métallifères essentiellement).

La modélisation géochimique de l'altération dans les terrils réduite au système des sulfures et des carbonates, confirme en partie les observations minéralogiques. De plus, en l'absence d'analyses chimiques des eaux de drainage, la modélisation a permis de calculer des concentrations maximales de Pb et Zn qui seraient contrôlées par l'équilibre thermodynamique avec les minéraux carbonatés réellement observés (calcite, cérusite, hydrozincite, smithsonite). Les concentrations obtenues varient entre 40 et 114 µg/L pour Pb et entre 124 et 7600 µg/l pour Zn, indiquant un faible impact potentiel de l'altération chimique sur la qualité des eaux mais néanmoins une contribution supplémentaire à l'exposition des populations à la contamination.

Dans une deuxième étape, seront évalués les mécanismes de transfert physique. En particulier, à l'occasion de pluies torrentielles, les déchets sont soumis à l'érosion hydrique qui peut favoriser la migration de la contamination vers le réseau hydrique et les zones agricoles. Le rôle du transport éolien sous ce climat semi-aride doit également être pris en compte. Des cartes prévisionnelles des zones impactées par la dispersion de la contamination seront réalisées en considérant un panel de données collectées pour produire des objets cartographiques au 1/10 000 et mettre en évidence notamment :

- les chemins préférentiels de ruissellement et d'accumulation des déchets érodés par les pluies par construction d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) à partir de la carte topographique associée aux photographies aériennes.
- les zones de dépôt des aérosols à partir d'images satellites du type NOAA et des données météorologiques sur la direction, la fréquence et l'amplitude des phénomènes météorologiques à l'origine des aérosols.

Un SIG sera constitué à partir des différentes cartes et informations permettant la prédiction des chemins de transfert et les lieux d'accumulation préférentiels des ETM. La validation sera réalisée grâce à un échantillonnage raisonné des points d'eau et des sols dans les directions déterminées par le SIG.

Sur cette base établissant la répartition spatiale de la contamination, il s'agira de préciser la chaîne de transfert vers l'homme. Ainsi, en caractérisant l'aléa et en évaluant les risques d'absorption de particules contaminées (inhalation, ingestion), la vulnérabilité des populations exposées pourra être déterminée.

Dans le SIG seront insérées des cartes représentant l'occupation des sols et de la répartition de la population, les points d'alimentation en eau (puits, pompes...) afin de montrer les relations entre les différents compartiments potentiellement contaminés et la pression

anthropique. Des prélèvements d'aérosols seront effectués près des habitations et si possible des collectes de poussières seront réalisées dans les habitations pour y mesurer les concentrations en métaux.

Il sera possible dès lors de cerner les zones contaminées pouvant présenter un risque potentiel sur la santé humaine. A partir de cette approche couplant les aspects techniques et sociétaux, on s'appuiera sur les résultats de requêtes pertinentes formulées par l'intermédiaire des logiciels SIG.

La méthodologie adoptée servira d'outil lors de la prise de décision pour une réhabilitation des milieux pollués et une gestion des déchets miniers.

Référence Bibliographique :

Manel GHORBEL (2007) - Etude et évolution minéralogique et géochimique des déchets miniers de la mine Pb-Zn de Jebel Ressay (Tunisie nord-orientale). *Mémoire de Master en Ressources Minérales : Exploration et Valorisation. Université de Tunis el Manar.*