

Engagé dans la transition écologique

Valoriser les résidus de minerais de fer

Au Brésil, actuellement, l'un des plus grands problèmes des sociétés minières est la disposition des résidus de traitement, en particulier des fractions fines (slimes) générées avant le processus de flottation. Il n'existe, actuellement, aucun moyen économiquement viable de concentrer ces fractions fines de minerai de fer de la région du «Quadrilátero Ferrífero» à l'échelle industrielle qui rejoignent aujourd'hui les stériles des usines de traitement. Ces résidus stockés depuis plusieurs décennies ont subi des altérations et les transformations minérales qui ont rendu difficile leur valorisation. Les particules fines peuvent aussi changer les conditions géotechniques de stockage et influencer la stabilité des digues à stériles.

Le but de ce travail est de comprendre les caractéristiques minéralogiques et physiques des slimes, afin de développer un processus de concentration pour ce type de matériel. Fondamentalement, les difficultés de concentration des slimes de minerai de fer sont dues aux facteurs suivants : une granulométrie extrêmement fine, ce qui réduit la probabilité de flottation du quartz ultrafin et augmente la perte de fer dans les résidus (surtout par entraînement, piégeage et/ou hydrophobisation); une minéralogie complexe, avec une forte présence de kaolinite et d'autres minéraux tels que la goéthite, qui, en raison de ses caractéristiques physico-chimiques, altère les résultats du processus de concentration par flottation.

L'objectif principal est de valoriser les résidus de traitement des minerais de fer des gisements de Vargem Grande et de Brucutu (Vale, Brésil) à un niveau économique acceptable.

Les principales étapes :

- Comprendre et caractériser les échantillons de résidus en termes de minéralogie, de teneur en fer, de taille des particules et de libération
- Déterminer quelle méthode peut être utilisée pour la valorisation du fer et comment ajuster les variables pour optimiser le processus
- Déterminer si l'utilisation de micro-nanobulles est avantageuse pour la valorisation des échantillons de résidus
- Évaluer la faisabilité économique à l'échelle du pilote industriel.

Un nouveau réactif, encore non utilisé pour le minerai de fer, a permis d'obtenir de bons résultats, à l'échelle du laboratoire et à l'échelle pilote, pour la flottation du quartz dans les slimes (sans l'utilisation de déprimants, comme l'amidon). Des études sur d'autres aspects de la concentration des slimes sont également en cours d'évaluation, notamment en ce qui concerne l'utilisation de microbulles pour augmenter l'efficacité du procédé.



Projet : VALE
 Coordinatrice du projet : Inna FILIPPOVA - GeoRessources
 Financement : Cie VALE

Recycler les batteries

Les batteries lithium-ion ont bouleversé notre quotidien en favorisant l'émergence d'appareils électroniques portables grâce à la haute densité d'énergie de cette technologie et à son coût de production relativement modéré. Il est attendu qu'elles changent une nouvelle fois notre quotidien puisque les batteries lithium-ion sont au centre de la mobilité électrique. Leur production en masse depuis la première batterie en 1991 et l'évolution de la réglementation ont poussé les industriels à développer des procédés de recyclage des batteries lithium-ion comme celui développé par Umicore qui combine avantageusement une voie pyrométallurgique (traitement haute température dans des fours) et une voie hydrométallurgique (voie plus douce permettant de séparer les métaux de valeur). Cependant, la pyrométallurgie ne permet pas de récupérer tous les métaux contenus dans les batteries, contrairement à la voie hydrométallurgique.

Isoler des métaux valorisables

Un procédé de recyclage consiste à mettre en œuvre des opérations unitaires permettant d'extraire des matières/objets contenus dans les déchets de

façon à pouvoir les réutiliser ultérieurement. Après avoir collecté puis stocké les batteries, celles-ci doivent être démantelées dans le but de récupérer les éléments non endommagés pour une utilisation ultérieure (carcasses, câbles électriques, électronique, etc.). Ce démantèlement permet également d'isoler les matériaux d'électrodes qui contiennent des métaux valorisables mais dont la récupération nécessite un traitement chimique préalable afin de les séparer.

Avant de réaliser ce traitement chimique, il est souvent nécessaire de mettre en œuvre des procédés de séparation physique (broyage, tri optique, séparation magnétique, séparation gravimétrique, etc.) permettant de produire un concentré appelé «black mass» qui contient des métaux de valeur à séparer, tels que le cobalt, le lithium, le nickel et le manganèse, provenant principalement des électrodes positives. Pour cela, le concentré est mis en solution à l'aide d'un acide (solution de lixiviation), puis des opérations de séparation des espèces métalliques sont mises en œuvre (résines échangeuses d'ions, extraction liquide-liquide, précipitation, etc.).

De nombreux schémas de procédés agencant ces opérations dans des conditions opératoires variées ont été imaginés. L'objectif est de pouvoir trouver les schémas de procédé permettant de réduire l'impact environnemental du recyclage et son coût opératoire tout en préservant son efficacité.

Dans le cadre de ses activités dans le domaine de l'hydrométallurgie, GeoRessources travaille conjointement avec le LRGP au développement de nouveaux réactifs permettant de séparer efficacement les métaux contenus dans les solutions de lixiviation en jouant soit sur la chimie du procédé (développement de matériaux d'extraction solide-liquide et liquide-liquide), soit sur le procédé lui-même (adaptation de technologies membranaires au recyclage des batteries, optimisation des conditions opératoires du procédé à l'aide d'outils d'aide à la décision, etc.).

Projet : ElectroRecycling (ADEME-Labex Ressources21) ; MiRELIB (ANR)
 Porteur : Alexandre CHAGNES - GeoRessources
 Partenaires : LRGP et GeoRessources
 Financement : ANR - ADEME