

Vers une dissolution sélective du lithium des cathodes de batteries lithium-ion de type NMC par lixiviation en conditions oxydantes

Tanguy Dusson, Florent Bourgeois et Laurent Cassayre

Laboratoire de Génie Chimique, Université de Toulouse, CNRS, INPT, Toulouse France

Abstract [Style du sous-titre] : Calibri 12 pt., gras, aligné à gauche, interligne de 1,5

Ce travail s'inscrit dans le contexte de la recherche de solutions sobres de circularisation de la production de métaux critiques. La filière ciblée est celle des batteries lithium-ion (LIBs), dont le recyclage est aujourd'hui dominé par la voie pyrométallurgique. L'alternative étudiée est la récupération sélective du lithium par la voie hydrométallurgique à partir de Black Mass (BM), une poudre noire produite par broyage des cellules de batteries lithium-ion qui concentre les métaux d'intérêt (Li, Ni, Mn, Co).

Le travail se concentre sur l'étude de l'étape de lixiviation de la BM en milieu oxydant, dans le prolongement des travaux de Kong et al. (2023)¹ et de Masoumi (2020)². L'hypothèse des recherches en cours est que l'efficacité de la lixiviation du Li dépend à la fois du potentiel d'oxydation du milieu et de la concentration en oxydant.

La démarche a consisté dans un premier temps à caractériser 3 lots distincts de BM, produits par VEOLIA à partir de LIBs usagées, en composition élémentaire, minéralogie et morphologie. Des expériences de lixiviation ont ensuite été réalisées sur ces BM industrielles avec de l'acide sulfurique et deux oxydants (KMnO_4 , NaClO), en contrôlant le pH et/ou le Eh. Le principal résultat de ces recherches est la possibilité de dissoudre sélectivement le lithium dans l'eau à pH 7, le facteur limitant étant le potentiel imposé par l'oxydant. L'utilisation de NaClO comme oxydant fort a permis d'obtenir un taux de dissolution du Li de 44% après 8 h pour Eh = 1140 mV vs. ESH. Des rendements de ~50-60% ont été obtenus pour des temps plus longs et des concentrations de NaClO plus élevées. De plus, aucune concentration significative de Ni, Mn ou de Co n'a été mesurée dans l'ensemble des lixiviats obtenus, attestant d'une dissolution sélective du lithium. Les analyses DRX des résidus solides ont permis d'identifier une nouvelle phase caractéristique d'une augmentation du degré d'oxydation des métaux de transitions constituant la BM. La suite de ces recherches vise à une meilleure compréhension des phénomènes cinétiques limitant la dissolution du lithium, notamment en fonction de la quantité d'oxydant disponible, en s'appuyant sur la technique de l'attrition-lixivante qui permet d'évaluer l'importance des limitations cinétiques dues à la diffusion en phase solide.

- (1) Kong, Y.; Takaya, Y.; Córdova-Udaeta, M.; Tokoro, C. Simple and Efficient Selective Extraction of Lithium from Spent Ternary Lithium-Ion Batteries via Oxidation/de-Lithiation Using NaClO. *Separation and Purification Technology* **2023**, 322, 124280. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2023.124280>.
- (2) Masoumi, M. *Thermochemical and electrochemical investigations of Li(Ni,Mn,Co)O₂ (NMC) as positive electrode material for lithium-ion batteries.* <https://doi.org/10.5445/IR/1000126623>.