

## **Introduction**

Le bismuth est utilisé dans les produits cosmétiques (préparation des crèmes et teintures de cheveux), dans la fabrication de médicaments (nitrate de bismuth est utilisé pour traiter les troubles intestinaux) et dans d'autres applications **[1-3]**. Les réserves mondiales de bismuth sont généralement obtenues en tant que sous-produit avec les minerais de plomb, de cuivre, de tungstène et d'or **[4-6]**. Au cours du procédé industriel métallurgique, des étapes de lixiviations avec les acides :  $H_2SO_4$ ,  $HCl$  et  $HNO_3$  auront lieu d'où des solutions métalliques fortement acide à base de bismuth(III) sont générées **[7,8]**. Le bismuth est un métal lourd qui peut être toxique sous certaine forme **[4,9]**. Malgré que pour certains industriels, le bismuth n'est pas considéré comme un métal dangereux pour l'environnement. L'extraction et la récupération des métaux en respectant les restrictions environnementales, est un défi majeur tant pour la communauté scientifique qu'industrielle **[8,9]**.

Les techniques conventionnelles d'extraction des ions métalliques à partir de matrices environnementales renferment généralement les procédés suivants : La précipitation, l'extraction par solvant, l'échange d'ioniques, l'adsorption, la récupération électrochimique, la séparation membranaire. Ces derniers qui sont actuellement les plus utilisés dans les techniques de traitement **[10-12]** peuvent être inefficaces pour des raisons d'ordre économique, technique ou environnemental **[13,14]**.

La technique de résines imprégnées par solvant (RIS) peut constituée une alternative efficace pour la séparation et la pré-concentration des espèces chimiques organiques ou inorganiques à partir des solutions diluées. L'utilisation de support de polymères organiques macroporeux, présentant une grande surface spécifique et une bonne stabilité mécanique et contenant des réactifs d'extraction sélective, offre de nombreux avantages par rapport à l'extraction liquide-liquide qui est largement utilisé à l'échelle industrielle **[15,16]**. Plusieurs types de résines ont été développés pour la récupération des métaux, essentiellement à des fins d'analyse, plus rarement pour la récupération du Bi(III). Ces résines ont été testées dans le cas des solutions du Bi(III) neutre ou légèrement acide **[9]**. Ceci signifie que la comparaison des données

expérimentales avec celles de la littérature sera difficile. D'autres résines Amberlite telles que : XAD-2, XAD-16, XAD-2000,...etc.), ont été synthétisées en vue d'obtenir des supports de grande surface d'imprégnation **[9,17]**.

L'optimisation de l'extraction du métal dépendra de l'extractant et de support utilisé, et ce pour une préparation efficace et sélective de la résine imprégné par extractant (RIE). La combinaison extractant-résine. Les extractants les plus utilisés sont: les composés organophosphoriques neutres ou acides tels que: L'acide di-(2-éthylhexyl)phosphorique (D2EHPA)**[6,18]**. Ce dernier est très stable à des températures inférieures ou égales à 60 ° C. Il peut être utilisé dans plusieurs cycles de processus d'extraction sans risque de décomposition.

Dans les procédés d'extraction par solvant, D2EHPA interagit avec les ions métalliques par échange cationique en formant le complexe D2EHPA-métal **[19]**. De nombreuses études portent sur l'extraction et la sorption des métaux avec la technique de RIE. Ces recherches ont été consacrées à expliquer le processus d'imprégnation, d'étudier la structure physique des billes de la résine imprégnées, élucider les réactions d'équilibre concernées ainsi que la cinétique **[14,20]**. Les approches utilisées dans l'étude de l'équilibre chimique d'extraction sont ceux développés pour l'extraction liquide-liquide. Au travers de la littérature, peu de travaux ont été portés sur l'extraction du bismuth (III) à partir des solutions nitré par la technique de RIE en utilisant la résine Amberlite XAD-1180 comme support poreux à grande surface spécifique.

Le but de ce travail est d'étudier l'influence des paramètres opératoires sur la cinétique d'extraction du Bi(III) et du Cu(II), chacun pris séparément, à partir de solutions nitrées par le D2EHPA/XAD-1180. Puis l'extraction sélective du Bi(III) à partir du mélange synthétique ( $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ). Et ce en utilisant la résine Amberlite XAD-1180 imprégnée par le D2EHPA comme extractant. Une étude thermodynamique, diffusionnelle et isotherme de sorption des deux métaux a eu lieu. Les données expérimentales ont été utilisées pour déterminer les constantes du modèle polynomial qui décrira bien les données de sorption des deux métaux.

Le présent mémoire est divisé en trois grandes parties :

- Partie théorique englobant cinq chapitres : *Techniques de séparation ; Techniques d'extraction ; Résines & fonctionnalisation ; Extractants organophosphorés et Aspects théoriques sur les métaux.*
- Partie expérimentale renfermant *les protocoles de dosage et les procédures d'extraction*
- Partie résultats et discussion dévoilant *les interprétations les études de la cinétique d'extraction, la thermodynamique de l'équilibre de sorption ; la diffusion et la modélisation par les plans d'expériences*