

N° d'ordre :

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

-----  
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE CHIMIE



DOMAINE : SCIENCES DE LA MATIERE  
FILIERE : CHIMIE

## MEMOIRE DE MASTER

SPECIALITE : CHIMIE ENVIRONNEMENT

### *THEME*

**Extraction de l'Europium par le charbon actif magnétique.**

Présenté par : *BOUHENNI* *Razika*  
*LACHELLI* *Nassima*

Soutenu publiquement, le *07 / 07 / 2019,* devant le Jury composé de :

<i>Oukacha</i>	<i>Djamila</i>	<i>MCA</i>	<i>UMMTO</i>	<i>PRESIDENTE</i>
<i>Mitiche</i>	<i>Lynda</i>	<i>MCA</i>	<i>UMMTO</i>	<i>EXAMINATRICE</i>
<i>Miraoui</i>	<i>Abdelkader</i>	<i>MCB</i>	<i>UMMTO</i>	<i>ENCADREUR</i>



# *Dédicaces*

*Dieu le tout puissant merci d'être toujours auprès de nous*

*Je dédie ce travail aux êtres les plus chers à mon cœur*

*A mes parents*

*Quoi que je fasse quoi que je dise, je ne saurai point vous remercier comme il se doit. Votre affection me couvre, votre bienveillance me guide et votre présence à mes cotés a toujours été ma source de force pour affronter tous les obstacles et difficultés.*

*A mes sœurs chéries imene et nardjes*

*Je vous dédie ce travail en témoignage des liens solides et intimes qui nous unissent et pour leurs soutiens, encouragements en vous souhaitant un avenir meilleur plein de succès et de bonheur.*

*Une pensée très particulière à ceux qui m'ont soutenu pour en arriver là et qui me soutiennent encore.*

*A toute ma famille*

*A mes chers amis et camarades de promotion avec lesquelles j'ai partagé mes années d'études.*

*A ma binôme nassima et toute sa famille*

*Que dieu nous garde tendrement, en aimant les uns et les autres.*



*Razika*



## Dédicaces

*Ce mémoire a été pour moi le fruit de tant d'années de travail et d'acharnement, et pour cela je tiens à le dédier d'une part, à mes parents qui ont été pour moi source de force et de soutien, sans eux je ne n'en serais jamais arrivée là, sans autant oublier mes frères « Ramdane, Chafa et Anis » à qui je souhaite un avenir brillant et meilleur.*

*D'autre part, je tiens profondément à le dédier à la mémoire de ma grand-mère « Fetta » et de ma tante « Fazia » disparues trop tôt.*

*Ma gratitude va également à ma belle-famille particulièrement à ma belle-sœur « Céline » et à mon cher mari pour son encouragement perpétuel.*

*Sans oublier ma cousine « Kenza » et ma binôme « Razika » qui sans elle ce travail aurait été incomplet.*



*Nassima*

# Remerciements

*Ce travail n'aurait pas pu être réalisé sans l'aide de Dieu le tout puissant, qui nous a donné la force et sans l'aide précieuse de nombreuses personnes. On tient chaleureusement à remercier celle et ceux qui nous ont accompagné tout au long de ce travail.*

*Ce mémoire a été réalisé au sein du laboratoire de chimie analytique de l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.*

*Nos remerciements les plus sincères s'adressent à notre encadreur Mr MIRAOUI Abdelkader, pour les efforts qu'il a consenti et pour avoir mis à notre disposition les moyens nécessaires afin de mener notre travail à bon point, ses encouragements, ses conseils et la confiance qu'il nous a toujours témoigné nous ont été d'une grande aide.*

*Nous tenons aussi à exprimer nos vifs remerciements envers madame Oukacha Djamila qui a accepté de présider le jury de la soutenance. Nos remerciements s'adressent aussi à madame Mitiche Lynda.*

*Nous tenons aussi à remercier l'ingénieur de laboratoire de chimie analytique M<sup>elle</sup> BOUABDALLAH Saliha pour sa sympathie et les autres ingénieurs pour leur aide.*

*Enfin, une pensée particulière est adressée aux enseignants qui nous ont bien guidé et orienté durant notre parcours universitaire, ainsi qu'au doyen et au Chef de Département.*

# Sommaire

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

## Chapitre 1: bibliographie

### Extraction liquide-solide

I. Introduction .....	3
II. Les techniques d'extraction .....	3
III. Extraction liquide-solide.....	3
III.1 principe de l'extraction liquide-solide .....	3
III.2 protocole de l'extraction liquide-solide .....	4
III.3 Facteurs influençant sur l'extraction liquide-solide .....	4
III.4 Avantages de l'extraction liquide-solide.....	4
III.5 Domaine d'application .....	4

### Adsorption

I. Introduction .....	5
II. Les types d'adsorption.....	5
II.1. L'adsorption physique (physisorption) .....	5
II.2. L'adsorption chimique (chimisorption) .....	5
II.3. Comparaison entre la chimisorption et la physisorption .....	5
III. Mécanisme d'adsorption.....	6
IV. Modèles et isothermes d'adsorption .....	6
V. La désorption.....	8

### Charbon actif magnétique

I. Introduction .....	9
II. Les particules magnétiques.....	9
II.1. Le Ferrofluide .....	9
II.2. Utilisation des particules magnétiques .....	9
II.3. Extraction par les particules magnétiques .....	10
III. Le charbon actif.....	10
III.1. Synthèse de charbon actif .....	11
III.2. Applications .....	11
III.3. Synthèse de charbon actif magnétique.....	12

## Revue sur les terres rares

I. Introduction .....	13
II. Revue sur les terres rares .....	13
III. Propriétés et utilisations .....	14
IV. Revue sur L'Europium .....	15
IV.1 Introduction .....	15
IV.2 Caractéristique .....	15
IV.3 Application .....	16
IV.4 Effet sur la santé des êtres vivants .....	16
IV.5 Impact sur l'environnement .....	17

## Chapitre 2 : matériel et méthodes

### Spectrophotomètre UV-visible

I. Introduction .....	18
II. Principe .....	18
III. Domaine spectrale de l'UV-visible .....	18
IV. Appareillage .....	19
V. Loi de Beer Lambert .....	19

### Protocole expérimental

I. Introduction .....	20
II. Réactifs et produits utilisés .....	20
III. Appareils et instruments de mesure .....	21
IV. Préparation des solutions .....	21
IV.1 la préparation des solutions mères chlorures d'europium $\text{EuCl}_3$ et des nitrates d'europium $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$ à $10^{-4}$ M .....	21
IV.2 préparation d'Arsenazo à $10^{-3}$ M .....	21
V. Procédé d'extraction .....	22
V.1 Dosage d'europium en phase aqueuse .....	22
V.2 étude de la cinétique d'extraction .....	22
VI. Etude paramétrique de l'extraction .....	23
VI.1 effet de pH .....	23
VI.2 effet de concentration .....	23
VI.3 effet de sel .....	23
VII. Etude de l'élution .....	24
VII.1 Saturation des extractants .....	24
VII.2 choix de l'éluant .....	24
VII.3 cinétique d'élution .....	24

### Chapitre 3: Résultats et discussions

I.	Introduction .....	25
II.	Extraction et procédure.....	25
III.	Extraction liquide-solide de l'euporium(III) par le charbon actif magnétique .....	27
	III.1. Détermination du temps de contact.....	27
	III.2 Etude cinétique de sorption des ions Eu(III).....	28
	III-3 Etude de la diffusion des ions Eu(III).....	30
IV.	Etude paramétrique.....	32
	IV.1 Effet de pH initial de la solution aqueuse sur l'adsorption .....	32
	IV.2 Effet de la concentration initiale en Eu(III) .....	33
	IV-2-1 Isotherme d'adsorption des ions Eu(III).....	34
	IV-3 Effet de la force ionique de la phase aqueuse.....	36
V.	Etude d'élution .....	36
	V-1 Nature de l'éluant.....	36
	V-2 Cinétique d'élution.....	37
	Conclusion générale .....	36
	Références bibliographiques .....	40

## Symboles & Abréviations

**Abs** : absorbance  
**C.A** : charbon actif  
**C.A.M** : charbon actif magnétique  
**C<sub>e</sub>** : la concentration de métal dans la phase aqueuse à l'équilibre  
**C<sub>élution</sub>** : concentration de l'Europium après traitement par les acides  
**C<sub>0</sub>** : la concentration du soluté de métal dans la phase aqueuse  
**°C** : degré Celsius  
**Eu** : Europium  
**F** : nombre unidimensionnel ( $q_t/q_e$ )  
**h** : heures  
**I<sub>0</sub>** : intensité initiale  
**I** : intensité transmise  
**°K** : degré kelvin  
**k<sub>F</sub>** et **n** : constante de Freundlich  
**k<sub>l</sub>** : constante d'équilibre de Langmuir  
**k** : constante de vitesse  
**l** : l'épaisseur de la cuve  
**M** : mol/l  
**min** : minute  
**nm** : nanomètre  
**m** : masse de l'extractant  
**pH** : potentiel hydrogène  
**q** : la capacité d'adsorption (mg/g)  
**q<sub>e</sub>** : la capacité d'adsorption à l'équilibre  
**q<sub>m</sub>** : quantité maximale de la substance adsorbée  
**q<sub>t</sub>** : la capacité d'adsorption à l'instant «t»  
**Ø** : vitesse d'agitation  
**R** : coefficient de corrélation  
**T** : température  
**t** : temps  
**Tpm** : tour par minute  
**UV** : ultra violet  
**v** : volume de la solution aqueuse  
**μ** : micro  
**λ** : longueur d'onde d'adsorption  
**%** : le pourcentage  
**ε** : le coefficient d'extinction molaire

# *Introduction Générale*

*Introduction Générale*

## Introduction générale

La protection de l'environnement est devenue un enjeu économique et politique majeur. La contamination des ressources en eau, principalement au niveau de la qualité, est un problème qui se pose avec acuité de nos jours. Elle est le résultat de l'utilisation massive de polluants organiques et minéraux d'origine agricole, urbaine et industrielle qui contiennent presque toujours des métaux toxiques.

Etant donné que la croissance industrielle augmente la quantité et la diversité des déchets rejetés dans les eaux, notamment les terres rares. La tâche actuelle des spécialistes (chercheurs, ingénieurs, technicien...) dans le cadre du traitement des eaux, consiste non seulement à la séparation des métaux toxiques mais aussi à la préconcentration de ces derniers dans une phase hétérogène (phase solide) pour une éventuelle valorisation là où le bilan économique devient rentable.

La récupération des terres rares tels que l'euporium, le samarium et le dysprosium est désormais indispensable à cause de leurs demandes croissantes dans divers domaines, alors il est nécessaire de développer des méthodes pour leur extraction à partir d'autres sources.

L'extraction liquide-solide est une méthode de séparation physico-chimique très performante et moins coûteuse que la méthode d'extraction par solvant. Cette méthode a retenu l'attention de plusieurs chercheurs, d'où vient l'idée de développer des matériaux à l'échelle nanométrique pour augmenter la surface de contact.

Les extractants développés dans ces derniers temps, sont à base de particules magnétiques avec une taille de particules très fines. Ils sont caractérisés par une cinétique rapide, un rendement meilleur, avec la possibilité de régénération et réutilisation. Les propriétés magnétiques des particules permettent une séparation facile d'un milieu aqueux par une simple application d'un aimant. Cette caractéristique permet d'abandonner les méthodes qui consomment le temps et l'énergie telle que la centrifugation.

L'objectif de notre travail se situe dans deux cadres :

Dans la première partie, on optimise les conditions de sorption d'Europium, à partir des solutions aqueuses. Les paramètres à étudier sont le temps d'agitation, la concentration initiale en métal, le pH initial de la phase aqueuse et la force ionique de la phase aqueuse.

Dans la deuxième partie, on optimise les conditions de l'élution d'Europium retenu sur l'extractant magnétique. Les paramètres : nature de l'éluant, la concentration de l'éluant et la cinétique d'élution seront étudiés.

Le manuscrit est divisé en trois parties. Une partie théorique qui porte sur le procédé d'extraction solide-liquide et l'adsorption, sur le charbon actif magnétique utilisé dans cette étude comme extractant, une revue sur les terres rares et l'Europium et leurs effets sur l'environnement et l'être humain, et la technique d'analyse utilisée dans ce travail.

La partie expérimentale commence par une présentation des appareils utilisés, avec une description de l'ensemble des expériences menées, les produits utilisés, la préparation des différentes solutions de cation métallique.

Dans la partie résultats et discussions de cette étude, on a abouti à des résultats permettant de déterminer les différents paramètres influents sur l'extraction liquide-solide, et les conditions optimales pour avoir une bonne extraction.

Enfin, on termine notre travail par une conclusion générale et perspective.

*bibliographie*

ბიბლიოგრაფია

## **Extraction liquide-solide**

### **I. Introduction**

Les anciens procédés d'élimination des métaux d'un sol consistaient à faire des lavages avec des détergents. Ils sont des méthodes simples et faciles à réaliser mais présentaient de très faibles sélectivités, la stabilisation et la fixation des contaminants en les convertissant vers des formes insolubles et très stables telles que les métaux lourds en sulfure, le chrome en oxyde avec le développement de la chimie dans tous les domaines (métallurgies, agroalimentaire,...etc.).

Et la diversification de polluants en quantité et qualité, le développement de nouvelles méthodes plus sélectives et plus efficaces est devenue donc nécessaire. Plusieurs procédés se sont développés. Parmi les procédés les plus utilisés, on cite : les séparations par précipitation, par distillation, par échangeur d'ions, par chromatographie, par partage ou par adsorption, par électrolyse, par électrophorèse, par membrane ...etc. [1]

### **II. Les techniques d'extraction**

Les méthodes d'extraction correspondent au transfert sélectif d'un soluté dans un milieu initial vers un autre dans lequel il est soluble en vue de son isolement. Lorsque le transfert a lieu entre deux phases liquides non miscibles on parle d'extraction liquide-liquide, le passage d'un milieu liquide vers un milieu solide suivi d'une élution ou inversement est appelé extraction liquide-solide. [2]

### **III. Extraction liquide-solide**

L'extraction liquide-solide est une opération de transfert de matières destinées à séparer les principes solubles d'un substrat solide par leur diffusion dans un solvant. Son but est d'extraire, de séparer ou de dissoudre par immersion dans un liquide, un ou plusieurs composants mélangés à un solide. [3]

#### **III.1 principe de l'extraction liquide-solide**

L'extraction solide-liquide est un procédé de transfert de matière d'une ou de plusieurs espèces d'une phase liquide en générale aqueuse vers une phase solide.

Son principe est similaire à celui de l'extraction liquide-liquide, sauf que au lieu des deux phases non miscibles, il y'a une phase liquide (dans laquelle se trouve l'échantillon) et l'autre solide (adsorbant et/ou support pour extractants) [1,2]

### **III.2 protocole de l'extraction liquide-solide**

L'opération de l'extraction peut se faire en 4 étapes [2]

- ❖ Première étape : le conditionnement de la phase solide
- ❖ Deuxième étape : la rétention (fixation de l'analyte sur la phase solide)
- ❖ Troisième étape : lavage/rinçage de la phase solide
- ❖ Quatrième étape : élution

### **III.3 Facteurs influençant sur l'extraction liquide-solide**

L'extraction liquide solide dépend de certains facteurs, qui sont :

- Le choix de la phase solide ; on prend en considération le nombre de sites disponibles pour la fixation des solutés.
- Le temps de contact ; c'est le temps nécessaire pour que la phase solide sorbe le maximum de composés d'intérêt présent dans la phase aqueuse

### **III.4 Avantages de l'extraction liquide-solide**

- ✓ Rapidité de l'opération d'extraction (pas de longue agitation et la séparation des phases s'effectuent par simple filtration)
- ✓ Plus de sélectivité par le large choix des phases solides et d'extractants
- ✓ Plus économique (faible consommation de solvants)
- ✓ Régénération de la phase solide par un simple lavage adéquat. [1,2]

### **III.5 Domaine d'application**

L'extraction se trouve dans différents domaines [2]

- Biologie : séparation des protéines par des silices greffées
- Industrie pharmaceutique : extraction de principes actifs à partir de plantes médicinales et purification des composés médicamenteux
- Environnement : le traitement des effluents très acides et extraction de composés toxiques

## Adsorption

### I. Introduction

L'adsorption est définie comme le passage d'espèces chimiques d'une phase liquide ou gazeuse (adsorbat) vers une surface solide (adsorbant).

L'adsorption est généralement utilisée pour la rétention des polluants organiques et minéraux présents dans l'environnement.

Un bon pouvoir d'extraction est obtenu avec des matériaux présentant une grande surface spécifique. Les plus utilisés sont le charbon actif, le charbon actif magnétique, l'alumine, l'argile, et le gel de silice ou la résine spécifique [4].

### II. Les types d'adsorption

On a deux types d'adsorption : la physisorption et la chimisorption, sont parvenus à cause des forces de nature physique ou chimique [4].

#### II.1. L'adsorption physique (physisorption)

C'est un phénomène réversible qui met en jeu de très faible interaction et il ne conduit pas à une modification de l'identité chimique de la molécule adsorbée et il se déroule à basse température [5].

#### II.2. L'adsorption chimique (chimisorption)

Phénomène irréversible qui conduit à une formation de liaison chimique de type covalente ou ionique. Ce type d'adsorption a lieu en général à haute température [5].

#### II.3. Comparaison entre la chimisorption et la physisorption

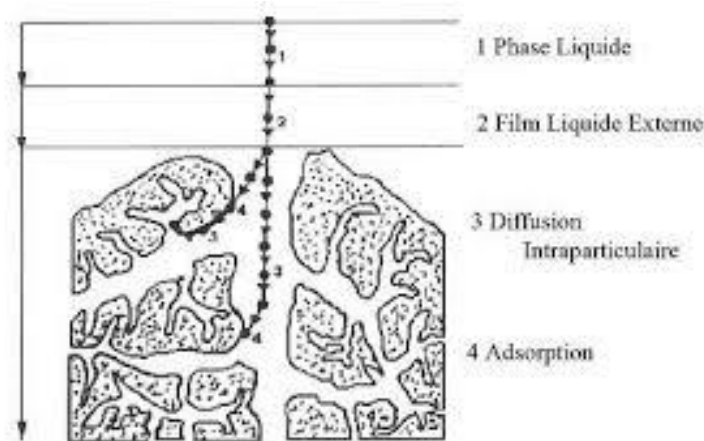
**Tableau 1:** différence entre la chimisorption et la physisorption

Propriétés	Chimisorption	Physisorption
Température de processus	Elevée	Relativement basse
Chaleur	Plus de 20 Kcal	2 et 6 Kcal
Cinétique	Lente, irréversible	Rapide, réversible
Désorption	Difficile	Facile
Couches formées	Monocouche	Mono ou multicouches

### III. Mécanisme d'adsorption

Le processus d'adsorption d'un soluté à la surface d'un adsorbant peut être décomposé en 4 étapes élémentaires successives :

- 1- Transfert du soluté du sein de la solution à la surface externe des particules (diffusion externe).
- 2- Transfert de masse interne : dans les pores (diffusion interne).
- 3- Diffusion de surface : ce processus est une migration d'espèces concentrées vers les moins concentrées. On peut le comparer à un mécanisme de diffusion.
- 4- Adsorption proprement dite : c'est-à-dire sa fixation à la surface de l'adsorbant [6].



**Figure 1** : les différentes étapes du mécanisme d'adsorption

### IV. Modèles et isothermes d'adsorption

#### ➤ Modèle de la cinétique du pseudo premier ordre

Cette équation est basée sur la quantité de métal adsorbée à la surface de l'adsorbant. Elle est exprimée par la relation suivante :

$$\frac{dq_t}{dt} = K_1 (q_e - q_t)$$

$K_1$  : Constante de la vitesse

$q_t$  : Capacité d'adsorption à l'équilibre.

➤ **Modèle de la cinétique du pseudo second ordre**

Il suggère l'existence d'électrons entre l'adsorbat et l'adsorbant sa formule est donnée comme suit :

$$\frac{dq_t}{dt} = K_2 (q_e - q_t)^2$$

➤ **Isotherme de Langmuir**

C'est le modèle le plus utilisé, son objectif est de décrire de façon simple la formation d'une monocouche d'un adsorbat sur une surface métallique.

Il se repose sur plusieurs hypothèses, on peut citer [6].

- L'adsorption se produit uniquement en monocouche ;
- Il y'a pas d'interactions entre les molécules adsorbées ;
- Tous les sites sont équivalents et la surface est uniforme.

L'isotherme est représentée par l'équation suivante :

$$\frac{q_e}{q_m} = \frac{K_L C_e}{1 + K_L C_e}$$

$q_e$  : Quantité de substance adsorbée à l'équilibre.

$q_m$  : Quantité maximum de substance adsorbée.

$C_e$  : Concentration de l'adsorbat à l'équilibre.

$K_L$  : Constante d'équilibre de Langmuir.

La linéarisation de cette équation donne :

$$\frac{c_e}{q_e} = \frac{1}{q_m K_L} + C_e \frac{1}{q_m}$$

➤ **Isotherme de Freundlich**

Cette équation est parmi les isothermes les plus largement répondues pour la description de l'équilibre d'adsorption. Elle est capable de décrire l'adsorption des composés organiques et inorganiques sur une large variété d'adsorbants. Elle est décrite par l'équation suivante : [10].

$$q_e = K_F C_e^n$$

Avec :

$K_F$  et  $n$  sont des constantes de Freundlich.

$q_e$  et  $C_e$  étant la capacité d'adsorption et la concentration du substrat en phase liquide à l'équilibre respectivement.

L'équation de Freundlich est cependant utile sous sa forme logarithmique, soit [7].

$$\mathbf{Log\ } q_e = \mathbf{log\ } K_F + \mathbf{n\ log\ } C_e$$

## **V. La désorption**

Le phénomène inverse de l'adsorption est appelé la désorption. Il correspond à la libération des molécules préalablement absorbées sur la phase solide. L'étude de la désorption permet de renseigner sur la réversibilité de l'adsorption, de fournir des informations sur la nature des interactions adsorbat- adsorbant. La désorption peut ne pas être complètement réversible [4].

## Charbon actif magnétique

### I. Introduction

L'élimination des métaux lourds polluants dans les écosystèmes est d'un intérêt primordial en raison de leur toxicité. En effet, il ne se dégrade pas en substances moins nocives et peuvent s'accumuler dans le sol et les réservoirs d'eau, ce qui entraîne des effets nocifs sur les espèces vivantes s'ils entrent dans la chaîne alimentaire. Ainsi, les communautés scientifiques exercent des pressions pour mettre au point de nouvelles méthodes de détection et d'élimination des contaminants toxiques dans les eaux usées de manière efficace et économique. Les techniques de séparation magnétique visent à fournir un moyen plus efficace, moins coûteux et plus facile d'éliminer les métaux dangereux des déchets [8].

### II. Les particules magnétiques

Les nanoparticules magnétiques considérées sont le plus souvent des oxydes de fer, constituées de nanoparticules magnétiques dispersées dans un solvant nonomagnétique, aqueux ou organique formant un Ferrofluide magnétique [4].

#### II.1. Ferrofluide

Les fluides magnétiques, encore appelés Ferrofluide, sont des suspensions colloïdales très stable de nanoparticules magnétiques dans un liquide porteur. La réponse magnétique d'un Ferrofluide est due à l'interaction des particules magnétiques vers les molécules de solvant qui les entourent [4].

Les premiers Ferrofluides synthétisés étaient des particules de magnétite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) et de maghémite ( $\gamma - \text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Depuis, le savoir-faire des chercheurs s'est entendu à la synthèse des différents types de Ferrites mixtes obtenus en remplaçant les cations  $\text{Fe}^{2+}$  par d'autres cations divalents comme  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  ou  $\text{Ni}^{2+}$  [4].

#### II.2. Utilisation des particules magnétiques

Les particules magnétiques peuvent accélérer la coagulation de purins, les polymères fonctionnalisés par un revêtement magnétique servent à éliminer les radionucléides du lait,

l'extraction des colorants, des métaux lourds et l'assainissement de déversement du pétrole. Ces dernières années, la demande des matériaux adsorbants magnétiques pour éliminer les polluants a reçu une attention considérable en raison de leur séparation facile après utilisation. [4].

### II.3. Extraction par les particules magnétiques

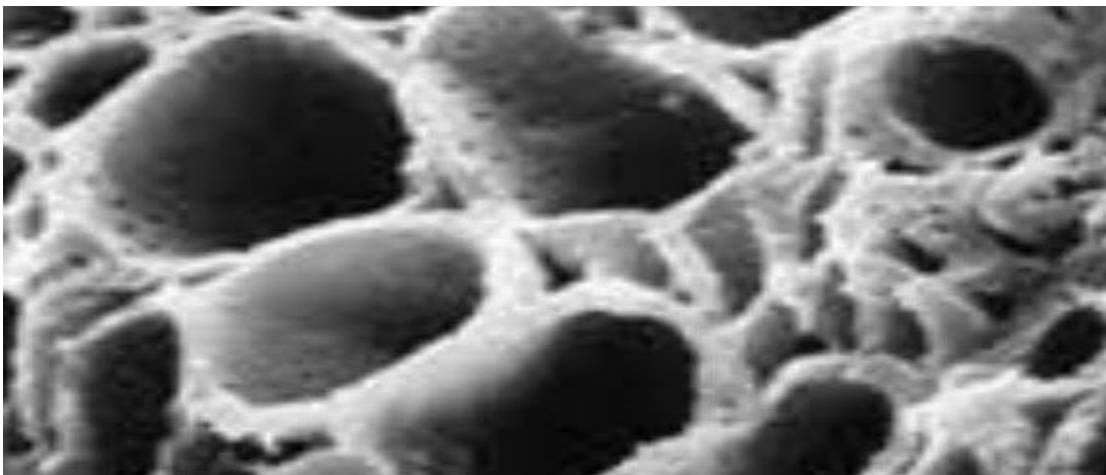
L'utilisation de matériaux magnétiques pour la séparation des polluants dans les effluents est une technologie innovante qui gagne l'attention. La technique de séparation magnétique a un objectif de fournir une efficacité optimale, moins coûteux, simplicité, pour des éliminations rapides des polluants des déchets dangereux [4].

## III. Le charbon actif

Le charbon actif dit « CA » est un matériau utilisé depuis longtemps dans l'industrie pour l'épuration de fluides ou dans l'industrie chimique pour ses capacités de catalyse. Il est connu pour ses propriétés adsorbantes. Sa surface spécifique est largement supérieure aux supports solides classiques (de 400 à 2500 m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>).

Le charbon actif est le résultat d'un traitement thermique en atmosphère contrôlé de divers matériaux naturels.

Il est généralement produit à partir des ressources naturelles (bois, écorces, pâtes de bois, coques de noix de coco, noyaux d'olives), des matériaux fossiles (houille, tourbe, lignite) ou encore des résidus pétroliers, de pneumatiques... [9].

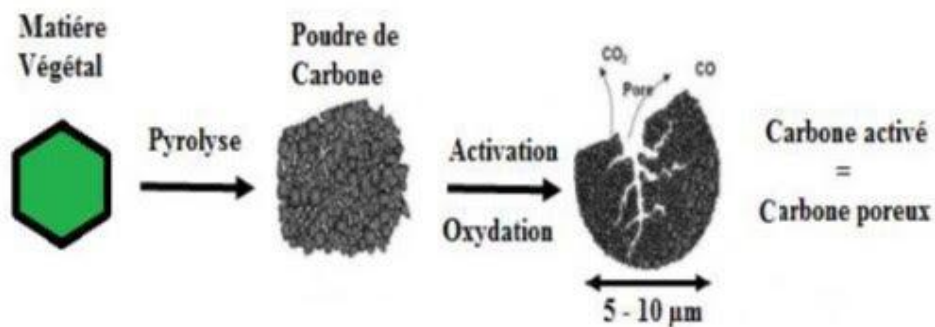


**Figure 2:** vue microscopique du charbon actif

### III.1. Synthèse de charbon actif

Les matières premières sont transformées en charbon actif en deux étapes: la carbonisation et l'activation [4].

Les charbons actifs sont préparés par pyrolyse d'une matière contenant du carbone, charbon ou matériau végétal, pour conduire à un charbon de bois qui est ensuite oxydé dans des conditions contrôlées pour créer une structure microporeuse [9].



**Figure 3:** schéma de préparation du charbon actif

### III.2. Applications

L'utilisation des charbons actifs est connue depuis des siècles par un ancien papyrus égyptien et plus tard par Hippocrate et Plin l'Ancien, utilisé principalement pour des fins médicales. Aujourd'hui, ils sont utilisés dans de nombreuses applications domestiques et industrielles. Ils jouent un rôle important dans différents secteurs économiques comme l'industrie alimentaire, pharmaceutique, chimique, pétrolière, métallique et automobile. Ils sont également de plus en plus utilisés dans le domaine de la catalyse [9].

Le charbon actif est employé comme absorbant dans le traitement des gaz toxiques (composés organiques volatils, composés soufrés provenant d'activités industrielle ou de métaux lourds tels que le mercure, le plomb, l'arsenic, le cadmium et le cuivre) [9].

### III.3. Synthèse de charbon actif magnétique

Le charbon actif magnétique montre des excellentes propriétés d'adsorption, on peut le préparer par la méthode suivante : dissoudre  $F_eCl_3$  (7.8g, 28mmol) et  $F_eSO_4$  (3.9 g, 14mmol) dans 400 mL de solution à 70°C. Ajouter le charbon à 3.3, 6.6 ou 9.9 dans cet ordre pour obtenir les adsorbants suivants : rapports en poids d'oxydes de Fer 1 :1, 1.5 :1 et 2 :1.

A cette suspension, on ajoute une solution de NaOH (100mL, 5mol/L) goutte à goutte pour précipiter les oxydes de Fer. Laver les matières solides obtenues avec l'eau distillées et les sécher dans le four à 100°C pendant 2h. Après la préparation, un simple test avec un aimant peut être réalisé montrant que toute la matière est complètement attirée par l'aimant [10].



**Figure 4:** utilisation d'un aimant pour une séparation efficace

## Revue sur les terres rares

### I. Introduction

Pour de nombreuses personnes ce terme n'évoque rien, pourtant, elles font partie de notre quotidien, présentes dans de nombreuses applications telles que les téléphones portables, les ordinateurs les téléviseurs à écran plat, les voitures hybrides ou les ampoules à basse consommation elles sont parfois indispensables à leur existence même.

### II. Revue sur les terres rares

Les terres rares sont un groupe de 17 éléments chimiques métalliques repris dans le tableau périodique de Mendeleïev. Elles rassemblent 15 lanthanides (le lanthane, le cérium, le praséodyme, le néodyme, le prométhéum, le samarium, l'euporium, le gadolinium, le terbium, le dysprosium, l'holmium, l'herbium, le thulium, l'ytterbium et le lutétium) auxquels s'ajoutent deux autres éléments, le scandium et l'yttrium, en raison de leurs propriétés chimiques voisines car ils se situent dans la même colonne de classification périodique [11].

Le tableau périodique de Mendeleïev est présenté ci-dessous, avec les terres rares (Scandium, Yttrium, Lanthanides et Actinides) mises en évidence en vert. Les terres rares sont les éléments suivants : Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu.

1	Symbol																18																																																																																		
1	2											10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																															
H	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne																																																																																	
3	4											5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																										
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar																																																																																		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																																																																																		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																																																																																		
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																																																																																		
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn																																																																																								
LANTHANIDES		57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71																																																																																			
ACTINIDES		89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103																																																																																			
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu																																																																																			
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr																																																																																			

Figure 5 : les éléments terres rares (en vert) dans le tableau de Mendeleïev

### III. Propriétés et utilisations

Les terres rares, bien que peu connues du grand public, sont utilisées dans une multitude applications. En effet, elles sont utilisées dans bon nombre d'objet de notre quotidien, comme les téléphones portables, les téléviseurs à écran plat ou même dans les billets de banque on les retrouve également dans les matériaux militaires, pour certains procédés de fabrication industriels et dans les technologies vertes à titre d'exemple, la fabrication du moteur et de la batterie du modèle de voitures Prius de Toyota nécessite 10 à 15kg de terres rares, du lanthane en particulier ; les ampoules à basse consommation n'existeraient pas sans terbium et une turbine d'éolienne de 5 mégawatts utilise près de 800kg de néodyme et 200kg de dysprosium. Sans elles notre mode de vie serait donc probablement très différent de ce à quoi il ressemble actuellement [11].

**Tableau 2** : principales utilisations des différents ETR

Eléments	Principales utilisations
Lanthane (La)	Catalyseurs pour automobiles et avions, moteurs hybrides, alliages métalliques, verres optiques, luminophores.
Cérium (Ce)	Catalyseurs automobiles, raffinage du pétrole, alliages métalliques, polissage du verre.
Praséodyme (Pr)	Aimants, alliages métalliques pour les moteurs d'avion
Néodyme (Nd)	Aimants, lasers, catalyseurs automobiles, raffinage du pétrole, disques durs pour les ordinateurs portables, écouteurs, moteurs hybrides.
Prométhéum (Pr)	Batteries nucléaires, sources de rayons X portables, lasers.
Samarium (Sm)	Aimants
Europium (Eu)	Luminophores, couleur rouge et bleue pour la télévision et les écrans d'ordinateurs.
Gadolinium (Gd)	Imagerie par résonance magnétique (IRM),

	alliages métalliques.
Terbium (Tb)	Luminophores, aimants permanents, alliages métalliques.
Dysprosium (Dy)	Aimants permanents, moteurs hybrides, lasers.
Holmium (Ho)	Coloration du verre, lasers
Erbium (Er)	Luminophores, fibres optiques, lasers.
Thulium (Tm)	Appareils médicaux émettant des rayons X.
Ytterbium (Yb)	Lasers, alliages à base d'acier.
Lutétium (Lu)	Catalyseurs pour l'industrie pétrolière.
Scandium (Sc)	Alliages métalliques, éclairage, lasers.
Yttrium (Y)	Efficacité du carburant, lasers, appareils de communication à micro-ondes, alliages métalliques.

## IV. Revue sur L'Europium

### IV.1 Introduction

L'euporium fut découvert par Paul-Émile Lecoq en 1890, qui a obtenu une fraction concentrée de Samarium-Gadolinium possédant des lignes spectrales n'appartenant ni au samarium ni au gadolinium. Toutefois, la découverte est généralement attribuée au chimiste français Eugène Anatole Demarçay, qui a montré en 1896 que des échantillons de samarium récemment découverts étaient contaminés par un élément inconnu. Après l'euporium fut isolé à état pur en 1901 [12]. Quelles que soient les teneurs en euporium des milieux, les abondances entre les deux isotopes formant l'euporium naturel sont approximativement les mêmes:  $^{151}\text{Eu}$  (47,8%) et  $^{153}\text{Eu}$  (52,2%). Il existe aussi deux autres isotopes mais artificiels,  $^{150}\text{Eu}$  et  $^{152}\text{Eu}$ .

### IV.2 Caractéristique

L'euporium, qui tire son nom du continent européen, est un métal argenté de dureté semblable au plomb et assez ductile, élément relativement mou. Les travaux de recherche ont mis en évidence la très forte réactivité de l'euporium, le plus réactif et le plus rare des lanthanides. Cet élément s'enflamme spontanément à une température allant de 150 à 180 °C et réagit très

violemment au contact de l'oxygène et de l'eau. Refroidit à 1,8 K à une pression de 80 GPa, l'euporium devient supraconducteur [12].

### IV.3 Application

Les applications commerciales de l'euporium sont :

- ❖ Dans l'industrie, l'euporium sert surtout à activer le phosphore, qui donne la couleur rouge sur les écrans de télévision. On le retrouve aussi dans les écrans des appareils à rayons X dans les alliages super-conducteurs et dans les lasers, dont il est l'un des matériaux de fabrication.
- ❖ Il est utilisé pour doper certains plastiques afin de faire des lasers.
- ❖ Grâce à sa bonne capacité à absorber les neutrons, son utilisation dans les réacteurs nucléaires a été étudiée. Majoritairement les barres de contrôle des réacteurs nucléaires des sous-marins russes utilisent l'euporium.
- ❖ L'euporium est utilisé en géochimie: il se concentre préférentiellement dans les feldspaths plagioclases calciques (anorthites). Par exemple, les Highlands lunaires (anorthosites) présentent une anomalie positive en euporium par rapport aux autres terres rares, alors que les mers lunaires (coulées basaltiques) sont déprimées en cet élément [13].
- ❖ L'euporium et ses dérivés peuvent être utilisés pour modifier le déplacement chimique de certains noyaux en RMN (Résonance Magnétique Nucléaire), après fixation sélective sur des atomes de type bases de Lewis par exemple. Ceci permet de déterminer des structures moléculaires complexes de produits organiques naturels ou de synthèse [13].

### IV.4 Effet sur la santé des êtres vivants

L'euporium appartient à la famille des terres rares (lanthanides, scandium et yttrium). Les terres rares ont tous des propriétés comparables, sont essentiellement présents dans deux types de minerais: la monazite et la bastnaésite, sont utilisés en catalyse, métallurgie, dans les verres et les céramiques et aussi dans certaines lampes (fluorescente, ...). On trouve peu d'euporium dans la nature, car il est présent en petites quantités. L'euporium est principalement dangereux sur le lieu de travail, car on peut alors en respirer les vapeurs et les gaz avec l'air. Ce qui peut provoquer des embolies pulmonaires, surtout lors de longues expositions. L'euporium et les terres rares en général ont tendance à s'accumuler dans le foie lorsqu'ils sont absorbés [12,13].

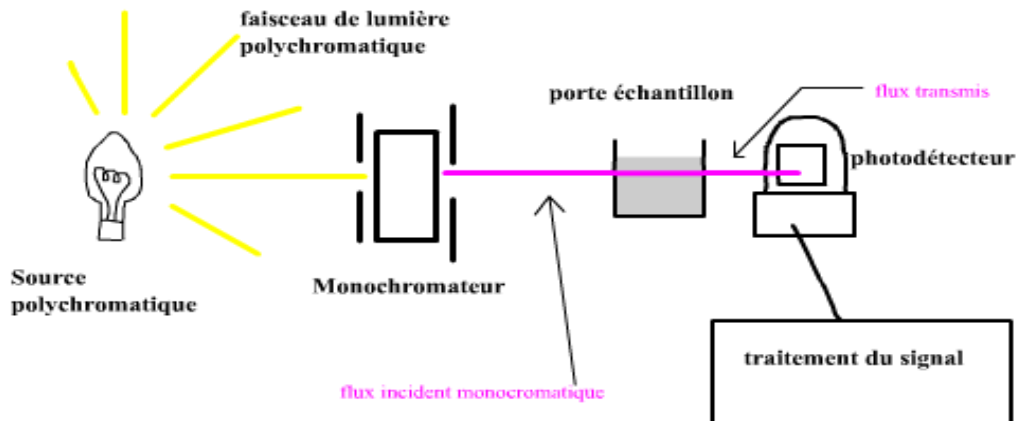
#### **IV.5 Impact sur l'environnement**

L'euporium et les terres rares en général sont rejetés dans l'environnement notamment par les industries productrices d'essence (catalyseur pour craquage, additifs). On rejette aussi des terres rares dans l'environnement lorsqu'on jette certains équipements ménagers (télévision par exemple). L'euporium s'accumule graduellement dans le sol et dans les eaux et, finalement, on va augmenter les concentrations en euporium et en terre rare chez l'homme, les animaux et dans le sol. Chez les animaux aquatiques, l'euporium provoque des dommages au niveau des membranes cellulaires, ce qui a des influences négatives sur la reproduction et sur le fonctionnement du système nerveux [14].

*matériel et méthodes*



## IV. Appareillage



**Figure 7:** schéma de principe d'un spectrophotomètre UV-visible mono-faisceau

- Source lumineuse
- Cellule de mesure (cuve)
- Détecteur qui mesure l'intensité lumineuse
- Photo-détecteur ou traitement du signal.

En général les appareils utilisés sont des appareils à double faisceaux ; la lumière blanche qui vient de la source lumineuse est séparée en deux faisceaux. L'un est dirigé vers la cuve de référence contenant le solvant et l'autre traverse l'échantillon à analyser [18].

## V. Loi de Beer Lambert

Le domaine spectral UV-visible est largement exploité en analyse quantitative. Loi de Beer Lambert sert à établir une relation entre l'absorbance, l'épaisseur de l'échantillon et la concentration des espèces absorbantes.

$$\text{Log } I_0 (I_0/I) = \epsilon Lc$$

Cette loi n'est vérifiée que si et seulement si les conditions suivantes sont vérifiées : lumières monochromatiques, des solutions très diluées et pas de réflexion, diffusion ou fluorescence du faisceau incident [17]

## Protocole expérimental

### I. Introduction

Ce chapitre décrit les expériences effectuées ainsi que la méthode d'analyse utilisée.

Pour cela, on s'intéresse à l'extraction liquide solide de l'euporium(III) à partir de deux différentes solutions d' $\text{EuCl}_3$  et  $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$  par le charbon actif magnétique.

Dans notre étude on a effectué quelques tests d'extraction pour étudier les effets des paramètres suivants :

- ❖ L'effet de cinétique
- ❖ L'effet de pH
- ❖ L'effet de concentration
- ❖ L'effet de sel

Ainsi que les paramètres suivant sur la désorption de l'euporium(III) retenu par l'extractant

- ❖ L'effet de la nature d'éluant
- ❖ Cinétique d'éluant

### II. Réactifs et produits utilisés

Les réactifs et solvants utilisés dans les différentes étapes

- ✓ Nitrate d'euporium  $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$
- ✓ Chlorure d'euporium  $\text{EuCl}_3$
- ✓ Charbon actif magnétique synthétisé
- ✓ Nitrate d'ammonium  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 98% (panreac)
- ✓ Thiosulfate de sodium  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- ✓ Acide acétique  $\text{CH}_3\text{COOH}$
- ✓ Chlorure de sodium
- ✓ Acide sulfurique  $\text{H}_2\text{SO}_4$  95-97% (sigma Aldrich)
- ✓ Acide chloridrique  $\text{HCl}$ , 36.8-38%, (sigma-Aldrich)
- ✓ Acide hydrochlorique, 36.5-38%.

### III. Appareils et instruments de mesure

- ❖ Verrerie ordinaire (béchers, erlenmeyers, tubes à essais,...)
- ❖ Aimant magnétique
- ❖ Micropipette de volume entre (50 à 1000 $\mu$ l)
- ❖ Agitateur va et vient
- ❖ Balance analytique
- ❖ pH mètre
- ❖ Agitateur magnétique
- ❖ Vortex
- ❖ Spectrophotomètre UV-visible.

### IV. Préparation des solutions

#### IV.1 la préparation des solutions mères chlorures d'euporium $\text{EuCl}_3$ et des nitrates d'euporium $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$ à $10^{-4}$ M

- $\text{EuCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  : dans une fiole de 500 mL, on introduit une quantité de 0.0183g d' $\text{EuCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . on dissout le sel avec un peu d'eau distillée puis on complète jusqu'au trait de jauge.
- $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  : dans une fiole de 500 mL, on introduit une quantité de 0.021g d' $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$ . On dissout le sel avec de l'eau distillée puis on complète jusqu'au trait de jauge.

#### IV.2 préparation d'Arsenazo à $10^{-3}$ M

Dans une fiole de 100ml, on introduit une quantité de 0.082g d'arsenazo et on met un peu d'éthanol avec une petite agitation a la main il se dissout après on complète jusqu'au trait de jauge.

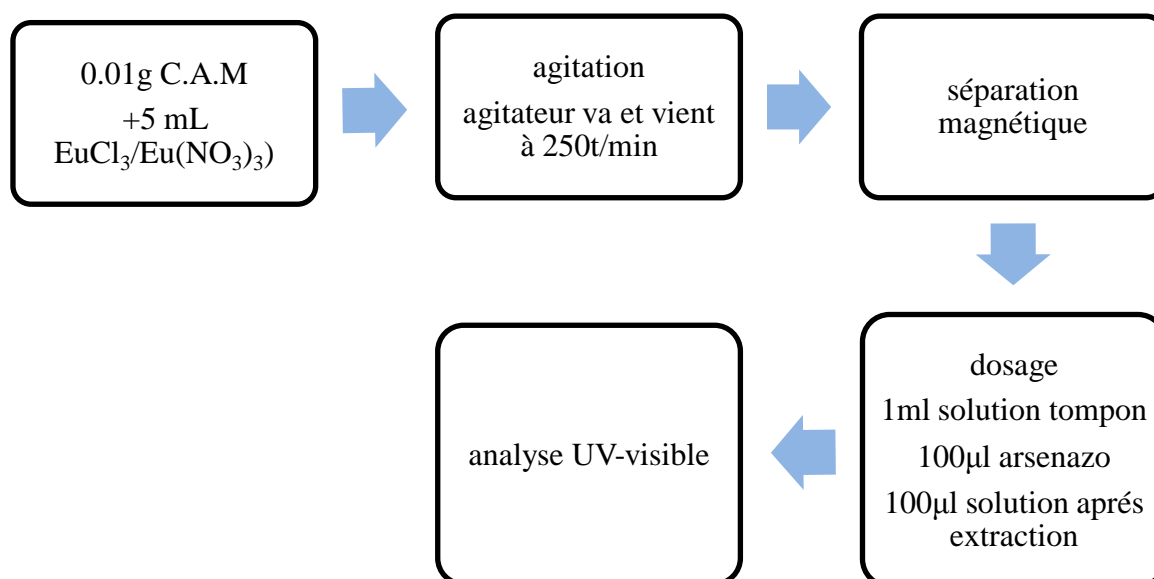
#### IV.3 préparation de la solution tampon à pH=2,8

La solution tampon a été préparée à partir d'une solution acide méthanoïque ( $\text{HCOOH}$ ) à 0,1M et de son sel hydroxyde de sodium ( $\text{HCOONa}$ ) à 0,1M.

## V. Procédé d'extraction

L'extraction du Eu(III) est réalisée dans des erlenmeyers par un mélange de 0.01g de l'extractant (C.A.M) avec 5ml de la solution chlorure d'euporium et dans d'autres 5ml de nitrate d'euporium et sous une agitation mécanique dans l'agitateur va et vient de 250t/min pendant le temps nécessaire à l'équilibre.

A la fin de l'extraction, on sépare les deux phases liquides solides à l'aide d'un aimant qui sert à capter les éléments magnétique pour une bonne séparation. Des prélèvements ont été fait après extraction pour quantifier la concentration des  $\text{EuCl}_3$  et des  $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$  par spectroscopie UV-visible.



**Figure 8:** Procédé d'extraction d'euporium par charbon actif magnétique

### V.1 Dosage d'euporium en phase aqueuse

Le dosage des  $\text{EuCl}_3/\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$  est effectué par spectrophotomètre UV-visible à une longueur d'onde entre 400 et 800nm, qui correspond à  $\lambda_{\text{max}}$  pour cela on met dans des tubes à essais 1ml de la solution tampon (ph=2,8), 100µl de colorant arsenazo plus 100µl de la solution  $\text{EuCl}_3/\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$  après séparation.

### V.2 Etude de la cinétique d'extraction

L'étude de la cinétique correspond à la détermination du temps nécessaire pour atteindre l'équilibre ou le maximum d'extraction.

Pour cela, on met en contact 0.01g de C.A.M (l'extractant) +5ml des  $\text{EuCl}_3/\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$   
Sous une agitation de 250t/min pendant des temps bien déterminés (1min, 5min, 10min, 20min, 30min, 45min, 1h, 2h et 3h)

A la fin de chaque temps on sépare les deux phases et on dose par spectrophotométrie UV-visible, puis on calcule le rendement d'extraction pour chaque intervalle de temps et on trace la courbe qui donne le rendement d'extraction en fonction de temps.

## VI. Etude paramétrique de l'extraction

### VI.1 effet de pH

L'extraction est réalisée à partir de plusieurs solutions à différents pH initiaux, allant de 1 à 7,5.

L'ajustement du pH se fait par l'ajout de l'acide nitrique à la solution nitrate d'euporium ou l'acide chlorhydrique à la solution chlorure d'euporium (pour obtention des solutions acides) ou l'ajout de la base d'hydroxyde de sodium aux deux solutions (pour l'obtention des solutions basiques).

### VI.2 effet de concentration

Dans des erlenmeyers on a pesé 0,01g d'extractant C.A.M auxquels on a ajouté les solutions un volume de 5ml de  $\text{EuCl}_3$  et de  $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$  qui ont été préparées à différentes concentrations entre  $10^{-6}$  et  $7.10^{-3}$  M et mis sous agitation. Après séparation, on effectue le dosage et on analyse les solutions par UV-visible.

### VI.3 effet de sel

A chaque mélange de solution  $\text{EuCl}_3$  et  $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$  de même concentration initiale  $10^{-4}$  M, de même volume 5ml et de même quantité d'extractant 0,01g C.A.M, on ajoute des quantités bien déterminées de sels  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  et  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  à différentes concentrations et porter le mélange sous agitation à 250t/min. après séparation on dose notre solution et on effectue une analyse dans l'UV-visible.

## **VII. Etude de l'éluion**

### **VII.1 Saturation des extractants**

Dans différents erlenmeyers, on introduit 50ml de la solution d' $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$  et dans le deuxième 50ml de  $\text{EuCl}_3$ .

On ajoute une masse de 0.5g d'extractant C.A.M. on met sous agitation pendant 3h, après extraction on sépare les deux phases par filtration et à l'aide d'un aimant on laisse sécher la phase solide qui se trouve dans le papier filtre.

Après séchage, l'extractant saturé est prêt pour l'étude de l'éluion

### **VII.2 choix de l'éluant**

Dans des erlenmeyers, on introduit 0.01g de chaque extractant saturé et on ajoute 5ml de différents éluant :  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$  et  $\text{CH}_3\text{COOH}$  de concentration de 0.5M. Le mélange est mis sous agitation à 250t/min pendant 3h.

Puis après extraction les deux phases sont séparées et puis dosées par UV-visible.

### **VII.3 cinétique d'éluion**

Cette étude nous donne le temps nécessaire pour avoir le rendement optimal d'éluion. Pour cela, on introduit dans des erlenmeyers 0.01g d'extractant saturé et 5ml de l'acide adéquat à une concentration bien déterminée, des prélèvements sont effectués à différents instants de temps allant de 5min jusqu'à 3h. a la fin de chaque temps fixé on sépare les deux phases et on dose la quantité de métal restante en solution par l'UV-visible.

# *Résultats & Discussions*

Résultats & Discussions

## Résultats et discussions

### I. Introduction

Cette partie décrit l'ensemble des résultats ainsi que les interprétations.

Notre Travail porte sur l'extraction de l'euprium (Eu) à partir de deux solutions qui sont  $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$  et  $\text{EuCl}_3$  par l'extractant charbon actif magnétique. L'analyse est effectuée avec la technique spectrophotométrie UV-visible en utilisant l'Arsenazo comme agent complexant.

### II. Extraction et procédure

Les courbes d'étalonnage sont obtenues par la mesure de l'absorbance des différentes solutions en variant leurs concentrations. On met dans des tubes à essais : 1ml de la solution tampon à pH=2,8, 100 $\mu\text{l}$  Arsenazo et 100 $\mu\text{l}$  solution aqueuse à analyser de  $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$  ou  $\text{EuCl}_3$  [19, 20].

Les résultats obtenus sont représentés dans la figure 9.

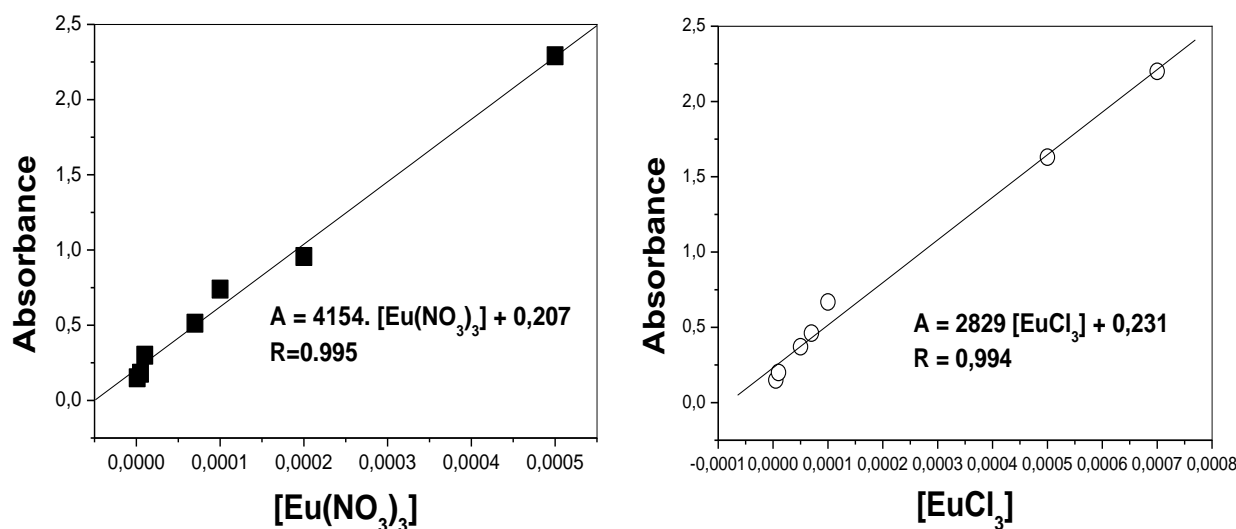


Figure 9 : Courbe d'étalonnage du dosage des ions  $\text{Eu}^{3+}$  par spectrophotométrie UV-Visible.

Tableau 3: les équations de régressions et les coefficients de corrélation

Métal	$\lambda_{\text{max}}$	Equation de régression	R
$\text{EuCl}_3$	654	$\text{Abs} = 2829 [\text{EuCl}_3] + 0,231$	<b>0,994</b>
$\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$	654	$\text{Abs} = 4154 [\text{Eu}(\text{NO}_3)_3] + 0,207$	<b>0,995</b>

Dans cet intervalle de concentration, en appliquant la loi de Beer Lambert.  $A = \epsilon \cdot l \cdot C$ , on peut tirer l'expression qui donne la concentration du Eu(III) pour n'importe quelle solution

$$[\text{Eu}^{3+}]_{\text{EuCl}_3} = \text{Abs}-231/2829 ; \quad \text{en mol.L}^{-1}$$

$$[\text{Eu}^{3+}]_{\text{Eu}(\text{NO}_3)_3} = \text{Abs}-0,207/4154 ; \quad \text{en mol.L}^{-1}$$

Le procédé d'extraction liquide-solide utilisé pour cette étude est effectué par un mélange de 5 mL de la solution aqueuse contenant l'élément à extraire avec une concentration connue, et 0,01 de l'extractant C.A.M, sous une agitation de (250 tpm). Les deux phases sont séparées, la phase solide est régénérée pour d'autres applications et la phase liquide est analysée par le spectrophotomètre UV-visible.

Le rendement et la capacité d'extraction pour l'extractant sont donnés par les équations suivantes

$$\text{Rendement d'extraction \%} = \frac{C_0 - C_e}{C_0} * 100$$

$$q \text{ (mg /g)} = (C_0 - C_e) * V * \frac{M}{m}$$

Où

$C_0$  : la concentration initiale de l'euprium en solution aqueuse (mol/L)

$C_e$  : la concentration de l'euprium dans la phase aqueuse à l'équilibre (mol/L)

$V$  : le volume de la solution aqueuse (5ml)

$M$  : masse molaire de l'euprium

$m$  : masse de l'extractant solide (g)

Le rendement d'élution est calculé par l'équation

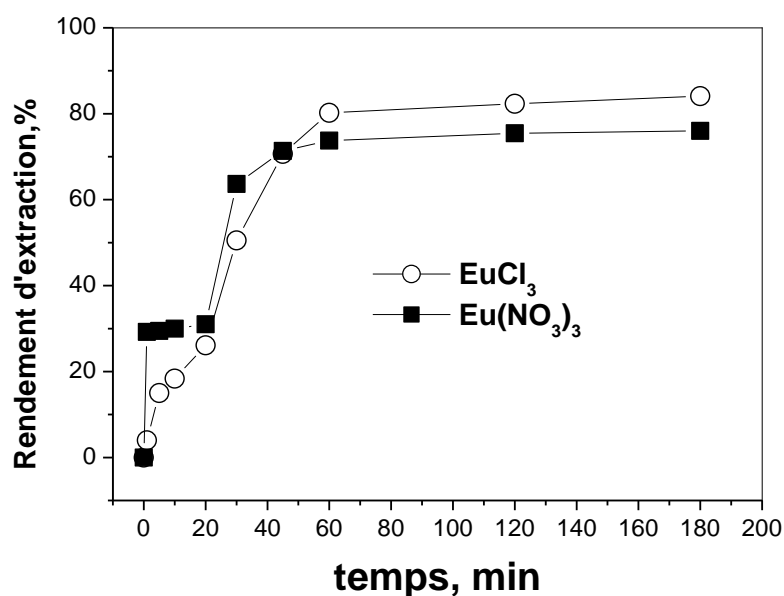
$$\text{Rendement d'extraction \%} = \frac{C_{\text{élution}}}{C_i - C_e} * 100$$

$C_{\text{élution}}$  est la concentration de l'Eu après traitement par les acides

### III. Extraction liquide-solide de l'euporium(III) par le charbon actif magnétique

#### III.1. Détermination du temps de contact

Le temps de contact est le temps nécessaire et suffisant pour atteindre l'équilibre d'échange d'Eu (III) entre la phase aqueuse et la phase solide. C'est l'un des paramètres les plus importants dans une extraction, en suivant le même procédé d'extraction, des extractions d'euporium sont réalisées pendant différents instants (t) de 1 min jusqu'à 180 min. Après séparation des deux phases, la quantité d'euporium(III) restante en phase aqueuse est analysée par spectrophotométrie UV-visible. Après calcul, On obtient la courbe qui donne le rendement d'extraction en fonction du temps. **Figure 10**



**Figure 10** : Extraction d'Eu (III) par le charbon actif magnétique en fonction du temps

$[\text{Eu(III)}]_0 = 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ ,  $m = 0,01 \text{ g}$ ,  $\text{pH}_i \text{Eu(NO}_3)_3 = 5,95$ ,  $\text{pH}_i \text{EuCl}_3 = 4,71$ ,  $V = 5 \text{ mL}$ ,  $\varnothing = 250 \text{ }\mu\text{m}$ .

On constate que la cinétique d'extraction est rapide. Il a fallu 60 min pour que le charbon actif magnétique absorbe le maximum d'euporium (III) 75% et 82% d'Eu(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> et d'EuCl<sub>3</sub> respectivement. Les courbes peuvent être divisées en trois étapes :

**1<sup>ère</sup> étape** : la rapidité de la vitesse de sorption qui peut être expliquée par la disponibilité d'un grand nombre de sites actifs sur les extractants et la présence d'une phase aqueuse en euporium(III)

**2<sup>ème</sup> étape** : diminution de la vitesse d'extraction car la majorité de sites actifs deviennent occupés (phénomène de saturation) et la phase aqueuse s'appauvrit en europium(III)

**3<sup>ème</sup> étape** : le processus de sorption atteint l'équilibre (palier)

### III.2 Etude cinétique de sorption des ions Eu(III)

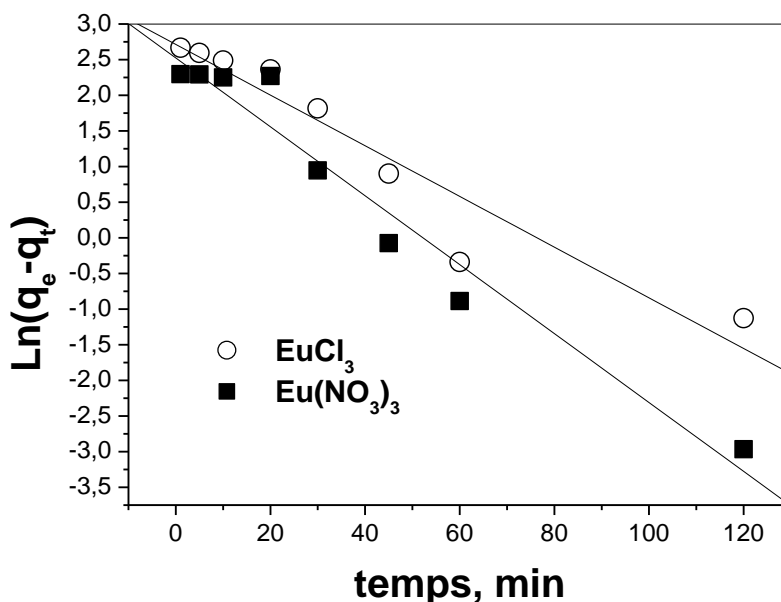
Les capacités maximales d'adsorption sont déterminées en ajustant les données expérimentales des modèles cinétiques de sorption. Deux modèles cinétiques sont utilisés au cours de cette étude.

❖ **Modèle du pseudo premier ordre** : le modèle est défini par l'équation suivante

$$\ln(q_e - q_t) = \ln(q_e) - k.t$$

K : la constante de vitesse de sorption

Le résultat obtenu est représenté dans la figure 11 ci-dessous



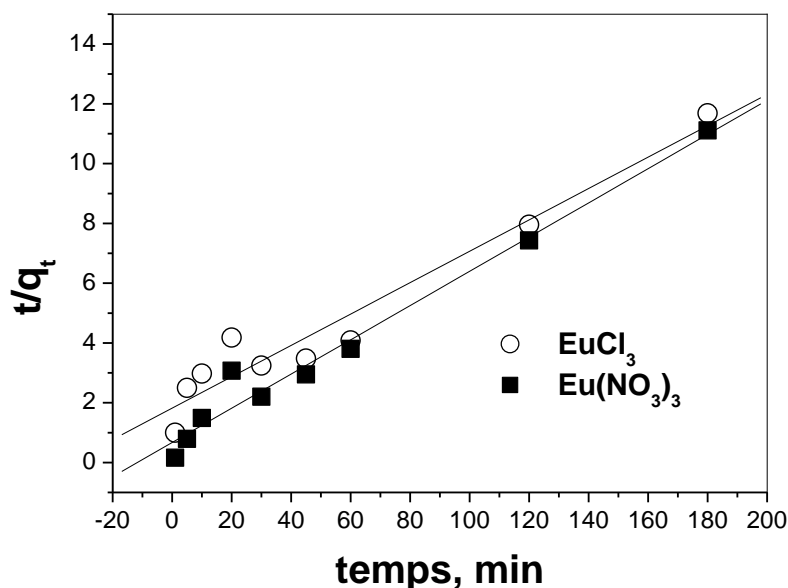
**Figure 11** : Modèle cinétique pseudo premier ordre pour l'extraction d'Eu (III) par le CAM  
 $[Eu(III)]_0 = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$  ;  $m = 0.01 \text{ g}$  ;  $pH_1 Eu(NO_3)_3 = 5,95$ ,  $pH_1 EuCl_3 = 4.71$  ;  $V = 5 \text{ ml}$  ;  $\Phi = 250 \text{ t/min}$

❖ **Modèle du pseudo second ordre** : le modèle est défini par l'équation mathématique suivante

$$\frac{t}{qt} = \left( \frac{1}{q_e 2.k} \right) + \frac{t}{q_e}$$

K : constante de vitesse de sorption

Les résultats obtenus sont représentés dans la figure ci-dessous



**Figure 12 :** Modèle cinétique pseudo second ordre de l'extraction du Eu (III) par le CAM  
 $[\text{Eu (III)}]_0 = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$  ;  $m = 0.01\text{g}$  ;  $\text{pH}_i \text{Eu(NO}_3)_3 = 5,95$ ,  $\text{pH}_i \text{EuCl}_3 = 4.71$  ;  $V = 5\text{ml}$  ;  $\Phi = 250\text{t/min}$ .

**Tableau 4 :** paramètres cinétiques de sorption d'Eu (III) selon les deux modèles cinétiques.

	$q_e \text{ (exp.)}, \text{mg.g}^{-1}$	Pseudo-premier ordre	Pseudo-second ordre
<b>Eu(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub></b>	16,2	R = 0,978 $q_e(\text{calc.}) = 12.42 \text{ mg.g}^{-1}$ $K_1 = 0,0483$	R = 0,988 $q_e(\text{calc.}) = 19.05 \text{ mg.g}^{-1}$ $K_2 = 0,0027$
<b>EuCl<sub>3</sub></b>	15,4	R = 0,957 $q_e(\text{calc.}) = 17.03 \text{ mg.g}^{-1}$ $K_1 = 0,0355$	R = 0,972 $q_e(\text{calc.}) = 15.46 \text{ mg.g}^{-1}$ $K_2 = 0,0032$

D'après les résultats trouvés, on constate que le modèle cinétique de sorption de pseudo-second ordre est le modèle qui décrit mieux la cinétique d'extraction de  $\text{Eu}^{3+}$  par C.A.M, car les valeurs de la capacité d'extraction expérimentale et théorique sont proche, avec un coefficient de corrélation  $R = 0,988$  dans le cas de  $\text{Eu(NO}_3)_3$  et  $0,972$  pour le  $\text{EuCl}_3$ , ce qui indique que le deuxième modèle est le plus applicable et qui décrit convenablement la cinétique d'extraction de  $\text{Eu(III)}$  par le C.A.M.

### III-3 Etude de la diffusion des ions Eu(III)

La sorption dépend de la vitesse de diffusion des ions métalliques sur la phase solide, la vitesse du processus de diffusion se fait selon les trois étapes suivantes :

- Transfert des ions de la phase aqueuse vers la surface de l'extractant par l'intermédiaire d'une diffusion à travers le film liquide, si le processus de sorption est contrôlé par ce mode de diffusion, la relation suivante est vérifiée

$$-\ln (1-F)=k.t$$

**F** : nombre unidimensionnel, calculé par la relation suivante

$$F = \frac{qt}{qe}$$

- Transfert des ions de la surface externe de l'extractant vers les micropores par l'intermédiaire d'une diffusion intraparticule, la relation appliquée pour ce mode de diffusion est la suivante

$$-\ln (1-F^2)=k.t$$

- Interaction des ions avec les sites actifs de l'extractant (réaction chimique), si la réaction chimique avec les groupements fonctionnels des extractants contrôle le processus, la relation suivante est utilisée

$$3-3(1-F)^{2/3}-2F=k.t$$

**t** : le temps ;

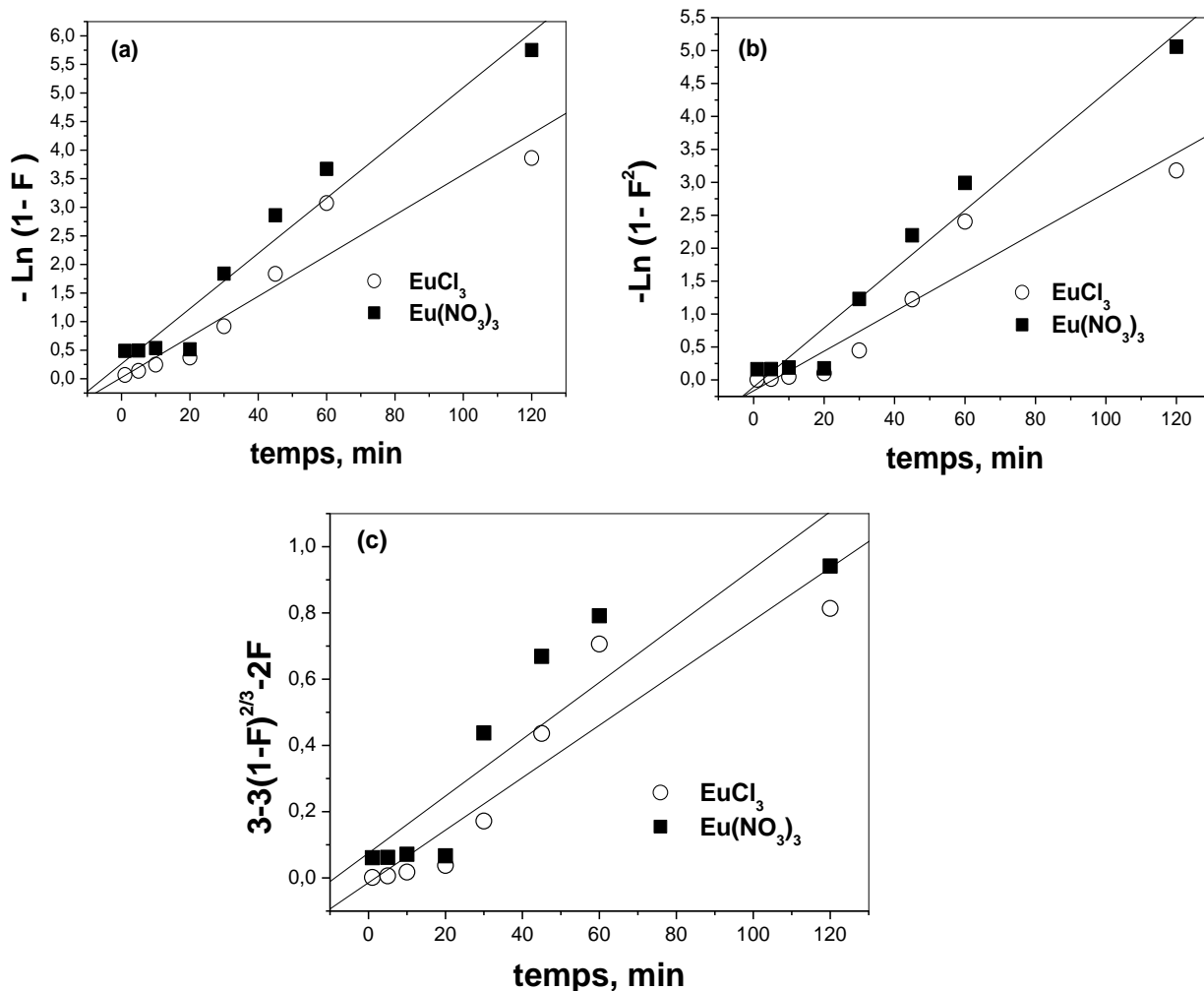
**k** : la constante de vitesse

Les résultats de l'étude de diffusion des ions  $\text{Eu}^{3+}$  obtenus sont représentés dans le tableau 5 et la figure 13 ci-dessous.

**Tableau5** : paramètres du modèle diffusionnel appliqué à l'extraction de l'Eu (III) par le charbon actif magnétique.

$[\text{Eu}^{3+}] = 10^{-4} \text{ M}$	diffusion à travers le film	diffusion intraparticule	réaction chimique
<b>Eu(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub></b>	K = 0,0488 min <sup>-1</sup> R = 0,978	K= 0,0447 min <sup>-1</sup> R = 0,983	K=0,0086min <sup>-1</sup> R = 0,9104

<b>EuCl<sub>3</sub></b>	$K = 0,0355 \text{ min}^{-1}$ $R = 0,957$	$K = 0,0301 \text{ min}^{-1}$ $R = 0,958$	$K = 0,0079 \text{ min}^{-1}$ $R = 0,933$
-------------------------	--	--	--



**Figure 13 :** Le tracé linéaire de la diffusion d'Eu (III) par le CAM (a) diffusion à travers le film liquide, (b) diffusion intraparticulaire, (c) réaction chimique

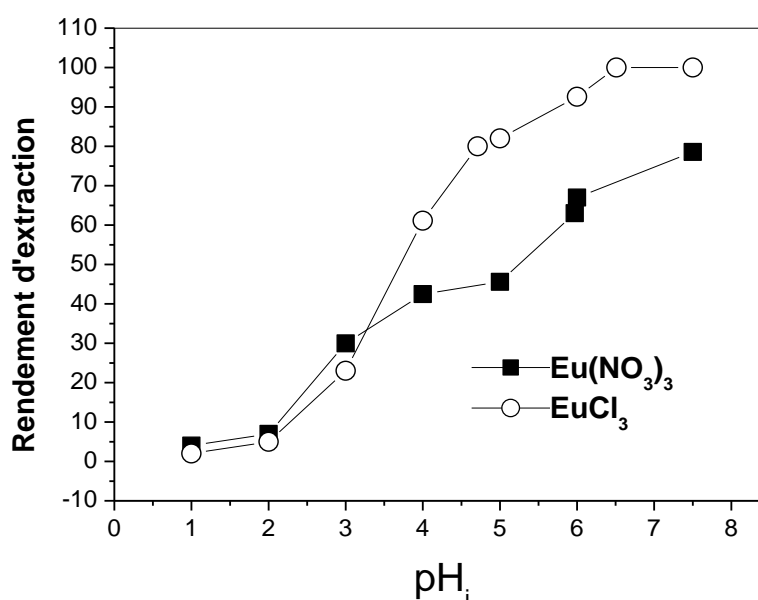
Les résultats obtenus montrent que le modèle diffusionnel intraparticule s'adapte convenablement pour les deux solutions aqueuses EuCl<sub>3</sub> et Eu(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> avec des coefficients de corrélation les plus élevés  $R=0,958$  et  $R=0,983$  respectivement pour les deux solutions aqueuses.

## IV. Etude paramétrique

### IV.1 Effet de pH initial de la solution aqueuse sur l'adsorption

L'étude de cet effet sur la rétention d'Eu (III) a été réalisée en variant le pH de 1 à 7,5 par l'ajout soit de l'acide nitrique HNO<sub>3</sub>, l'acide chlorhydrique HCl ou la soude NaOH. Le pH de la solution aqueuse est un paramètre très important pour contrôler l'évolution de l'adsorption parce que la formation des liaisons entre les cations et les groupes fonctionnels de surface dépend fortement du pH [21].

La figure 14 montre l'évolution du rendement d'extraction d'Eu(III) en fonction du pH.



**Figure14** : Rendement d'extraction de l'Eu (III) par CAM en fonction du pH<sub>i</sub>

[Eu (III)]<sub>0</sub> = 10<sup>-4</sup> mol.L<sup>-1</sup> ; m= 0.01g ; V=5ml ; Φ =250tpm.

Selon les résultats obtenus on remarque que les deux solutions se comportent de la même manière, l'efficacité de l'extraction augmente avec l'augmentation du pH initial.

Pour les chlorures d'euporium la meilleure extraction a été observée à un pH entre 6,5 et 7,5 avec un rendement de 100% et pour les nitrates d'euporium à 7,5 avec un rendement de 87%.

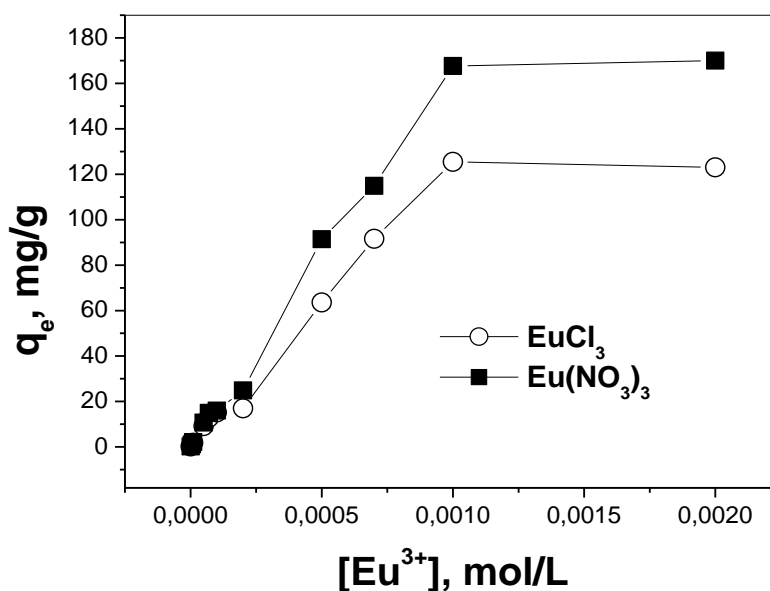
La diminution progressive de la rétention des ions Eu(III) à pH acide est due à ;

- ❖ La concurrence entre l'excès des protons H<sup>+</sup> dans le milieu et les espèces cationiques chargées positivement présentes dans la solution.

- ❖ Pour une concentration d'acide plus élevée, les ions d'euporium (III) s'hydrolysent.
- ❖ La formation d'hydroxyde d'Euporium soluble ( $\text{Eu}(\text{OH})_3$ ) et sa stabilité dans des solutions aqueuses. [22]

#### IV.2 Effet de la concentration initiale en Eu(III)

L'étude de la capacité de sorption du Eu(III) est effectuée par la variation de la concentration initiale en Euporium de  $10^{-6}$  à  $7.10^{-3}$  M. Sur une masse constante de C.A.M. la sorption des ions Eu(III) est estimée en  $q_e$  ( $\text{mg.g}^{-1}$ ). Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 15.



**Figure15:** La capacité de sorption d'Euporium par le charbon actif magnétique en fonction de  $[\text{Eu}^{3+}]$ ,  $m = 0,01$  g,  $\text{pH}_i \text{Eu}(\text{NO}_3)_3 = 5,95$ ,  $\text{pH}_i \text{EuCl}_3 = 4,71$ ;  $V = 5$  mL,  $\varnothing = 250$  tpm.

Cette figure montre que la capacité de sorption augmente avec l'augmentation de la concentration initiale en Eu(III). Cette augmentation est due à l'évolution du nombre de moles des ions  $\text{Eu}^{3+}$  ce qui pousse l'équilibre d'extraction vers la formation de plus d'Eu dans la phase solide (principe de chatelier).

La capacité maximale de sorption des nitrates d'euporium est de 170 mg/g, et de 125 mg/g pour les chlorures d'euporium.

#### IV-2-1 Isotherme d'adsorption des ions Eu(III)

Dans notre travail, nous avons testé deux modèles d'adsorption le modèle de Langmuir et le modèle de Freundlich ;

a. **Isotherme de Langmuir**, le modèle de Langmuir est basé sur l'hypothèse suivante ;

- ❖ L'adsorption maximale correspond à la monocouche saturée des molécules d'adsorbant sur la surface adsorbante.
- ❖ L'énergie d'adsorption est constante et y'aura pas de transmigration d'adsorbant dans le plan sur la surface.

L'expression linéaire de ce modèle est donnée par la relation suivante

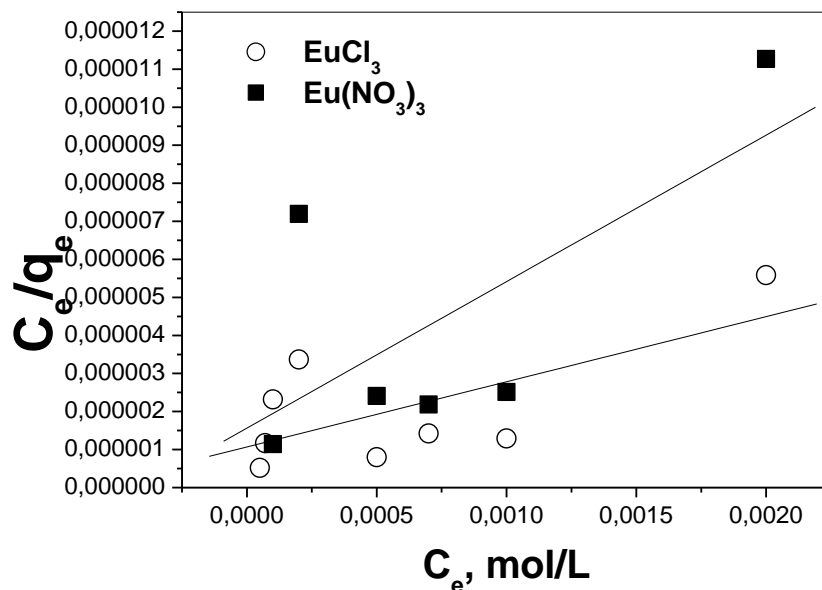
$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{C_e}{q_m} + \frac{1}{q_m \cdot k_L}$$

$C_e$  : concentration d'équilibre en  $\text{mg.L}^{-1}$

$Q_e$  : quantité adsorbée à l'équilibre

$Q_m$  et  $k_L$  : les constante des Langmuir

L'application de l'équation aux résultats trouvés au cours de notre travail a permis d'obtenir la figure suivante :



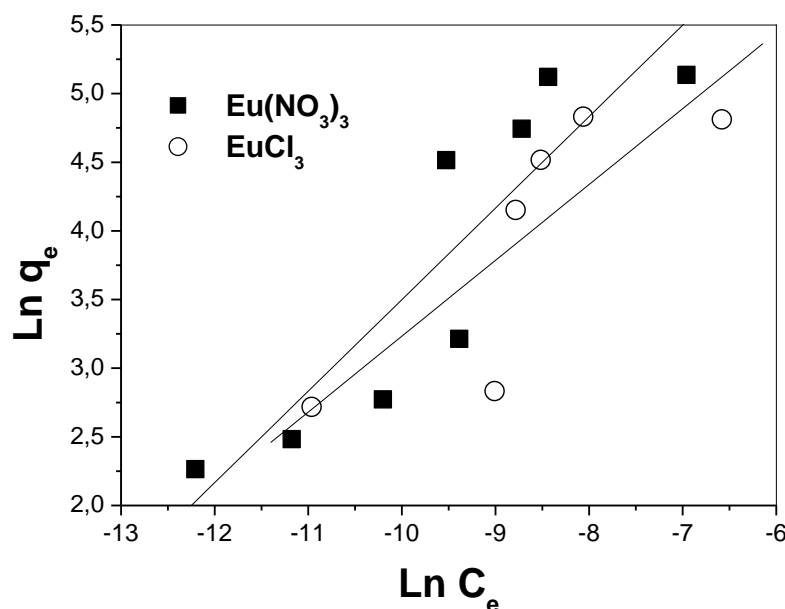
**Figure 16** : Isotherme de Langmuir pour l'extraction de l'Eu (III) sur le charbon actif magnétique,

$V = 5 \text{ mL}$ ,  $\text{pH}_i \text{Eu}(\text{NO}_3)_3 = 5,95$ ,  $\text{pH}_i \text{EuCl}_3 = 4,71$ ;  $\emptyset = 250 \text{ tpm}$ .

**b. Isotherme de Freundlich**, l'équation de Freundlich est fondamentalement empirique mais souvent utile comme moyen de description des données, l'isotherme de Freundlich est représenté par l'équation linéaire suivante :

$$\text{Log } q_e = \text{log } k_F + \frac{1}{n} \text{log } C_e$$

Les résultats expérimentaux obtenus sont représentés dans la **figure 17**.



**Figure 17:** Isotherme de Freundlich pour l'extraction de l'Eu (III) sur le charbon actif magnétique,  $V = 5 \text{ mL}$  ;  $\text{pH}_i \text{Eu}(\text{NO}_3)_3 = 5,95$ ,  $\text{pH}_i \text{EuCl}_3 = 4.71$ ;  $\emptyset = 250 \text{ tpm}$ .

**Tableau 6:** Paramètres calculés de Langmuir et Freundlich

	isotherme Langmuir	isotherme Freundlich
<b>Eu(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub></b>	R = 0,678 $q_m = 588.23 \text{ mg.g}^{-1}$ $K_L = 1593.26$	R = 0,894 $K_F = 25988.25$ $n = 0,6666$
<b>EuCl<sub>3</sub></b>	R = 0,677 $q_m = 263.15 \text{ mg.g}^{-1}$ $K_L = 2431.12$	R = 0,8162 $K_F = 6355.65$ $n = 0,5523$

D'après les résultats du tableau 6 et en comparant les coefficients de corrélation des deux isothermes pour les deux solutions aqueuses, on constate que le modèle de Freundlich décrit

mieux l'adsorption de l'euporium par le C.A.M pour les nitrates d'Euporium et les chlorures d'Euporium.

#### IV-3 Effet de la force ionique de la phase aqueuse

L'étude de l'effet de sel sur l'extraction d'Euporium par le charbon actif magnétique a été réalisée en variant la concentration des différents sels NaCl, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>Cl et NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>. Les résultats obtenus montrent un effet négatif sur le rendement d'extraction pour les deux solutions aqueuses et pour tous les sels testés.

Cet effet est attribué à la compétition entre les cations apportés par l'ajout des sels et l'Euporium dans la formation de liaisons avec les sites actifs du CAM [23].

### V. Etude d'élution

#### V-1 Nature de l'éluant

Une fois saturé en euporium, l'adsorbant peut être régénéré pour d'autres applications. La désorption de l'extractant C.A.M par les ions d'Eu<sup>3+</sup> a été réalisée en présence de différents agent éluant : CH<sub>3</sub>COOH, HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> et HNO<sub>3</sub> à une concentration de 0,5 mol/L. En suivant le mode opératoire cité précédemment et sous agitation pendant 3h. Le rendement d'élution de chaque acide est représenté dans la figure 18.

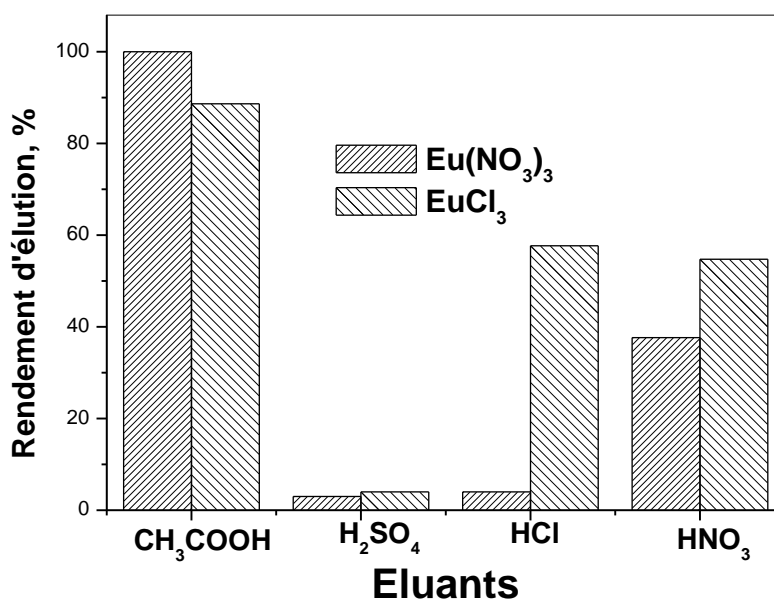
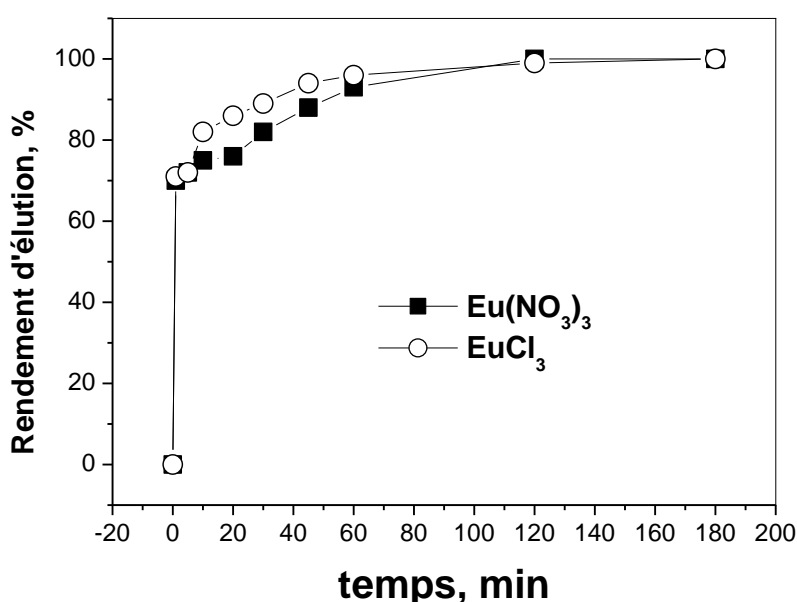


Figure 18 : Effet de la nature de l'éluant sur le rendement de l'élution

D'après le diagramme, on remarque que le meilleur rendement d'élution est donné par l'acide acétique  $\text{CH}_3\text{COOH}$  avec un rendement de 100% pour l' $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$  et de 88% pour l' $\text{EuCl}_3$ .

## V-2 Cinétique d'élution

L'étude précédente a montré que l'acide adéquat pour une meilleur élution est l'acide acétique pour les deux solutions aqueuses d'Europium. Le but de cette étude est de savoir le temps nécessaire pour avoir le rendement optimal d'élution. **La figure 19** représente la cinétique d'élution pour l'acide acétique.



**Figure 19:** Effet du temps de contact sur la désorption d'Eu (III).  
 $V=5\text{ mL}$ ,  $[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,5\text{ mol L}^{-1}$

D'après ces résultats, on constate que la désorption d'Eu(III) atteint un rendement de 100% au bout de 120 min pour les deux solutions. Donc 120min est le temps de contact nécessaire pour tendre vers un maximum de désorption.

*Conclusion Générale*

Conclusion Générale

## Conclusion générale

Bien que les terres rares soient considérées comme une ressource minérale précieuse, les terres rares présentent un potentiel de pollution. Pour la majorité de leurs usagers elles doivent être séparées au préalable en oxydes ou en métaux individuels purs

Les procédés de valorisation varient d'un minerai à un autre et peuvent être compliqués et coûteux, offrant de faibles rendements d'où il est également important de poursuivre les recherches afin d'approfondir les connaissances sur les impacts environnementaux de ce type d'exploitation, mais également dans le but de développer des solutions alternatives moins polluantes.

Ce modeste travail, est une contribution à l'étude d'extraction liquide-solide de l'euprotium à partir des solutions de chlorures d'euprotium et de nitrates d'euprotium par un extractant solide et magnétique qui est le charbon actif magnétique.

Une étude est menée à fin de déterminer les conditions optimales d'extraction, nous avons étudié plusieurs paramètres tels que : l'effet de pH, l'effet de concentration, l'effet de la vitesse d'agitation, l'effet de sel et la désorption par différents acides.

Cette étude montre que ces facteurs sont déterminants pour la capacité de sorption et le rendement d'extraction, Les résultats obtenus nous permettent de tirer les conclusions suivantes :

- ❖ L'extraction d'Euprotium par le charbon actif magnétique atteint un rendement maximal de 75% pour les nitrates d'Euprotium et de 82% pour les chlorures d'Euprotium au bout de 60 minutes.
- ❖ La variation en pH initial des deux solutions porte une augmentation de rendement d'extraction où on atteint un pourcentage de 87% pour les nitrates d'Euprotium et une extraction totale pour l' $\text{EuCl}_3$ .
- ❖ L'ajout des sels suivants :  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  et  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  montrent un effet négatif sur le rendement d'extraction pour les deux solutions aqueuses et pour tous les sels testés.
- ❖ La capacité de sorption augmente avec l'augmentation de la concentration initiale en euprotium et atteint un maximum de 170 mg/g pour l' $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$  et  $q_{\text{max}} = 125$  mg/g pour l' $\text{EuCl}_3$ .

- ❖ La modélisation de l'isotherme d'adsorption a montré que le modèle de Freundlich paraît le plus conforme aux données expérimentales de l'adsorption d'Eu (III) sur le charbon actif magnétique pour les deux solutions aqueuses. La cinétique d'adsorption peut être exprimée par la loi cinétique du pseudo second ordre pour le charbon actif magnétique

L'extraction d'Europium par le charbon actif magnétique a un avantage dans la séparation, il peut être rapidement séparé d'un milieu par un simple processus magnétique. Les grandes valeurs de capacité d'extraction mettent cet extractant parmi les meilleurs matériaux d'extraction rapportés dans la littérature.

En comparant les résultats d'extraction d'Eu (III) obtenus pour les deux milieux, on constate que, le rendement d'extraction est plus élevé dans le cas des chlorures d'europium que les nitrates d'europium. L'effet de l'ion commun peut affecter le rendement d'extraction, les ions chlorures favorisent l'extraction d'europium par le charbon actif magnétique.

# *Références Bibliographiques*

*Références Bibliographiques*

- [1] Abderrahim.o ; Thèse de doctorat ; Etude de l'extraction liquide-solide de différents métaux par des résines imprégnées de D<sub>2</sub>EHPA /TOPO et par l'acide polyéthyléniminemethylene phosphonique. Etude comparative, université de Tlemcen, (2006).
- [2] Brisset. J. L et al ; Chimie analytique en solution principes et applications. 2<sup>éd</sup>, Editions TECH&DOC. Lavoisier. (2011).
- [3] BENAÏSSIA A ; Thèse de doctorat ; Optimisation des conditions opératoires de l'extraction de La (III), Cd (II) et Pb (II) par les résines Lewatit TP 207, 214 et 260, université de Tlemcen. (2017).
- [4] MIRAOUÏ. A ; Thèse de doctorat ; Analyse et extraction liquide-solide de polluants inorganiques (Th (IV), Nd(III) et Sm(III)) par des extractants magnétiques.. Université de Tlemcen, (2016).
- [5] Chitour c e ; Physico-chimie des surfaces. 2<sup>ème</sup> édition. Alger, office des publications universitaires. (2004).
- [6] TATEMANTE F ; Mémoire de Master ; Adsorption du Cr (VI) sur la poudre des feuilles d'olivier De la région de Tazmelte, université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. (2014).
- [7] AL MARDINI F ; Thèse de Doctorat ; Etude de l'adsorption du pesticide Bromacil sur charbon actif en poudre en milieu aqueux : Effet compétiteur des matières organiques naturelles. Ecole Supérieure D'ingénieurs De Poitiers. (2008).
- [8] Mohamed F.hamza, Jean claude roux, ERIC Guibal. Uranium and europium sorption on amidoxime-functionalized magnetic chitosan micro-particules. (2018).
- [9] Belyouci.O ; Thèse de doctorat en chimie : charbon actif magnétique et la bentonite magnétique dans la rétention du praseodymium et le cadmium, université de Tlemcen (2017).
- [10] Kebbab.k, Kasdi.Z ; Mémoire de master chimie de l'environnement ; Extraction liquide-solide du plomb par le charbon actif et le C.A.M étude comparative, université de Tizi ouzou. (2018).
- [11] Ben Lahoucine.N. Mémoire de master en sciences et gestion d'environnement ; L'exploitation des terres rares au groenland :enjeux et risques pour l'environnement, université libre de bruxelles. (2013-2014).
- [12] Paulin R. "Radionucléides naturels" in: Toxiques Nucléaires, Galle P., 2<sup>e</sup> édition (Masson Ed.) (1997) pp 3-22.
- [13] C. H. Evans, Episodes from the History of the Rare Earth Elements, Kluwer, (1996).
- [14] A. Lévêque, P. Maestro, Terres rares, Génie des procédés, Techniques de l'ingénieur, (1992).

- [15] Yahiaoui N ; Mémoire de magister ; Etude de l'adsorption des composés phénoliques des margines d'olive sur carbonate de calcium, hydroxyapatite et charbon actif, université de Tizi ousou. (2012).
- [16] Ramdani S ; Soltana F ; Mémoire d'ingénieur ; Détermination simultanée de l'aluminium et du fer par spectrophotométrie dérivée à l'aide de la méthode Zero-Crossing, université de a.Mira Bejaïa. (2003).
- [17] BURGOT G et al chimie analytique.3<sup>ème</sup> édition. France : lavoisier (mai 2017)
- [18] : Ferrah. N ; Thèse de doctorat ; Fonctionnalisation de Matrices Polymériques et leurs Applications dans la Rétention de Cd(II), Cu(II), U(VI) et Eu(III), université abou bekr belkaid-tlemcen. (2013).
- [19] Yaftian MR, Hassanzadeh L, Eshraghi ME, Matt D Solvent extraction of thorium (IV) and europium (III) ions by diphenyl-N,N dimethylcarbamoylmethylphosphine oxide from aqueous nitrate media. Sep Purif Technol 31:261–268. (2003).
- [20] Marczenko Z (ed) (1993) Separation and spectrophotometric determination of elements. Wiley, New York
- [21] Audrey. F, Ngomsik.A.B, Delphine.T, Gérard.C; Magnetic solid–liquid extraction of Eu(III), La(III), Ni(II) and Co(II) with maghemite nanoparticles; Séparation et purification technology; 1-8; (2012)
- [22] Abderrahim.o, Ferrah.N, Didi.M.A; New sorbent for europium nitrate extraction : phosphonic acide grafted on polystyrene resin. (2011).
- [23] Sella C., Bauer D. Solvent Extraction and IonExchange 6(5). p. 819. (1988).

## ملخص

هذا العمل يهدف إلى استخلاص معدن الاوروبيوم من اوساط سائلة باستعمال الفحم المنشط الممغنط. مجموعة من العوامل اتخذت بعين الاعتبار في هذه الدراسة علا غرار الحموضة التركيز...الخ. و من اجل تفعيل جودة المستخلص قمنا بدراسة الجانب الحركي و الانتشاري لطريقة استخلاص هذه المعادن الصلبة من الأوساط السائلة. اختتم هذا العمل بدراسة عن طريقة انتزاع هذه المعادن من المستخلصات الصلبة من اجل استعمالات أخرى .

الكلمات الرئيسية: المستخلصات الصلبة ، الفحم المنشط الممغنط ، استخلاص، الاوروبيوم.

### **Résumé :**

Ce travail s'intéresse à l'extraction de l'euporium dans un milieu aqueux par la technique d'extraction liquide-solide en utilisant l'extractant charbon actif magnétique.

Différents paramètres ont été étudiés : effet de ph initial, effet de concentration, effet de la vitesse d'agitation,...etc. afin de valider les performances de l'extractant, on a étudié aussi l'aspect cinétique et diffusionnel de sorption des ions Eu(III). A la fin de l'extraction, une étude de désorption est effectuée afin de régénérer l'extractant utilisé.

**Mots clés** : Extraction liquide-solide, charbon actif magnétique, Europium (III), adsorption, isotherme.

### **Abstract:**

This work is interested on the extraction of europium in an aqueous medium by the liquid-solid extraction technique using the magnetic activated carbon.

Different parameters were studied: initial pH, concentration of the aqueous phase...,Etc. in order to validate the performance of the extractant, the kinetic and diffusional aspect of sorption of europium ion were also studied.

At the end of the extraction, adsorption study is carried out to regenerate the extractant used.

**Keywords:** liquid-solid extraction, magnetic activated carbon, Europium (III), adsorption, isotherm.