



**UNIVERSITE KASDI MERBAH-
OUARGLA-
Faculté des Sciences Appliquées**



Département de Génie des Procédés

Mémoire de Master Académique

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie chimique

Présenté par :

Isra HAREM et Safia KHELLAOUI

Thème

**Élimination de l'ion de chrome (Cr^{6+}) par
filtration-biosorption sur un lit fixe**

Soutenu publiquement le : 06 /06/2024

Année Universitaire : 2023/2024

REMERCIEMENTS

Nous remercions Dieu, le Très-Haut, le Tout-Puissant, le Très Miséricordieux, pour qui nous a accordé la volonté et la patience. Je prie Dieu, je remercie Dieu, pour l'aide qu'il nous a apportée pour terminer nos études et nous guider vers la droite.

*chemin dans nos vies. Ce travail a été réalisé au Laboratoire de Recherche en Biochimie des Milieux Désertiques de l'Université de Kasdi-Merbah, Ouargla, sous la direction de Professeur **SEKIRIFA. Mohamed LAMINE** au Département des Génies des procédés.*

Je voudrais également remercier madame

***Nada Lina Rabhi** pour ses efforts considérables pour nous aider, nous soutenir et nous guider. Nous souhaitons également exprimer nos sincères remerciements et notre gratitude au stade **Youcef Touil**. Nos remerciements respectés à tous les*

membres. le comité d'arbitrage qui nous a honoré lors du concours. En présentant nos travaux, nous tenons également à remercier M. Hmddi aissa, Directeur du Laboratoire de Chimie, et tout le personnel du laboratoire de chimie pour leur accueil chaleureux, leur aide et leurs conseils.

Nous tenons également à remercier tous ceux qui ont contribué à nous aider directement et indirectement dans la réalisation de ce travail.

Merci à tous



Dédicaces

J'exprime ma sincère et profonde gratitude et mes remerciements à Dieu Tout-

Puissant, qui m'a donné la force et la patience pour pouvoir achever ce

travail.

Au final, je dédie ce

travail à ma chère mère,

qui m'a accompagné à chaque étape et qui.

m'a aidée pendant mes années d'études et qui m'a appris l'amour du travail et la

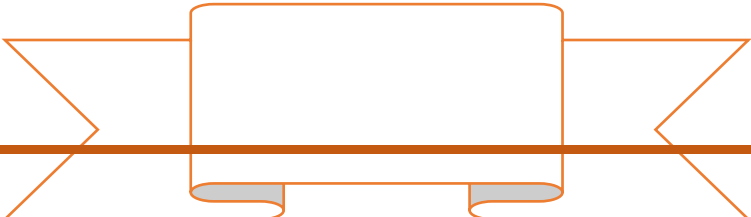
bonne conduite. Je la remercie pour ses encouragements depuis le premier pas de

mes études jusqu'à aujourd'hui, je dédie cette réussite à mon père, que Dieu ait

pitié de lui, et à ma grand-mère, qui a été la première source de ma motivation, que

Dieu lui fasse miséricorde, ainsi qu'à toute ma famille, et je tiens à les remercier

chaleureusement.



ISRA
HAREM



Dédicace

Celui qui dit : « Je suis à elle » l'aura, et je suis à elle, et si elle refuse, contre sa volonté, je l'amènerai.

Le chemin n'a pas été facile, mais je l'ai fait. Louange à Dieu, qui a rendu les débuts faciles et nous avons atteint les fins.

Je dédie ce succès à mon être ambitieux, fort et persévérant malgré les difficultés et les pièges, qui ont commencé par l'ambition et se sont terminés par le succès.

À la chère qui a scellé mon nom avec toute gloire et fierté, à la grande femme qui m'a donné naissance et a fait de moi une fille forte qui défie toutes les difficultés, à mes premiers modèles dans cette vie, ma mère et mon père.

À l'amour sans fin et à la bonté sans frontières, à ceux avec qui j'ai partagé toute ma vie, mes chers frères, Yamina Sabah Nawal, à mon frère et soutien Abdul Qader, à toute la famille Kihalawi et à tous les amis.

À tous, je dédie la somme de mon travail et le fruit de mon humble effort.



Safia
KHELLOUJ

Sommaire

LISTE DES TABLEAUX.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
LISTE DES FIGURES.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
NOMENCLATURE	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.II
LISTE DES ABREVIATIONS	VIII
SOMMAIRE	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
INTRODUCTION GENERALE.....	01

PARTIE 01 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : GENERALITES METAUX LOURDS

I) INTRODUCTION	2
I.1) <i>classification de métaux lourds</i>	2
I.1.1) Des éléments traces essentiels	3
I.1.2) Des éléments traces non essentiels.....	3
I.2) <i>La source de métaux lourds</i>	3
I.2.1) Les sources naturelles.....	3
I.2.2) Source anthropiques.....	3
I.3) <i>Procédés utilisés pour éliminer les métaux lourds</i>	4
I.3.1) Procédés de transfert liquide-solide	4
I.3.2) Electrolyse	4
I.3.3) Précipitation	4
I.4) <i>Echange d'ion</i>	5
I.5) <i>Adsorption</i>	5
I.6) <i>Propriétés physiques et chimiques:</i>	5
I.7) <i>Toxicité du chrome VI :</i>	6
I.8) <i>Procèdes d'élimination du chrome VI :</i>	6

CHAPITRE II :GENERALITES SUR L'ADSORPTION ET FILTRATIONS

II) INTRODUCTION.....	8
II.1) <i>Principe de l'adsorption</i>	8
II.2) <i>type d'adsorption</i>	8
II.2.1) ADSORPTION PHYSIQUE	8
II.2.2) Adsorption Chimique	8
II.3) <i>Adsorbant</i>	9
II.3.1) charbon actif	9
II.3.2) Les gels de silice.....	10
II.3.3) Phragmites australis.....	11
II.4) <i>Principaux facteurs influençant l'adsorption</i>	11
II.5) <i>Les mécanismes d'adsorption</i>	12
II.6) <i>Chaleur d'adsorption</i>	12
II.7) <i>Capacité d'adsorption</i>	12

<i>_Toc167982711II.9) Généralités sur la technique de filtration :</i>	13
<i>II.10) Principe de filtration ;</i>	13
<i>II.11) Cinétique de la filtration</i>	13
<i>II.12) Matériaux de filtration</i>	14
<i>II.13) La sciure de bois</i>	14
<i>II.14) Utilisation de La sciure de bois</i>	16

PARTIE02 : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : MATERIELS ET METHODES

<i>I.1) Objectif :</i>	19
<i>I 2) Produits utilisés :</i>	19
<i>I.2.1) L'adsorbat :</i>	19
<i>I.3) Caractéristiques de charbon actif :</i>	18
<i>I.4) La collecte de sciure de bois</i>	19
<i>I.5.1) Masse volumique de sciure de bois</i>	20
<i>I.5.1) PH</i>	20
<i>I.6) Préparation de l'expérience</i>	20
<i>I.6.1).La mise en place des filtres</i>	20
<i>I .7) Mode opératoire</i>	21
<i>I.7.1) Préparer la solution mère</i>	21
<i>I .7.2) Principe of experience</i>	22
<i>I.7.3) Méthodes d'analyses utilisées</i>	22
<i>I .7.3 .1) Mesure de pH et la Conductivité électrique</i>	22
<i>I.7.3 .2) Principe d'une détermination par la spectrométrie UV-Visible</i>	22
<i>I.8) Calcul du débit</i>	24

CHAPITRE II ; RESULTAT ET DISCUSSION

<i>II.1) Etude de l'élimination du chrome (VI) par Adsorption sur Charbon Actif + sciure de bois et sciure de bois</i>	25
<i>II.1 .1) La courbe d'étalonnage</i>	25
<i>II.1.2) Résultats des analyses de pH et de la conductivité électrique</i>	26
<i>II.1.3) Courbes de percé de chrome hexagonal:</i>	29
<i>II.1.4): Calcul du rendement :</i>	30
CONCLUSION GENERALE	32
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	34
ANNEXES	42
RESUME	44

Liste des tableaux

NUMERO	Titre de tableau	Page
II.1	Principaux composés de la sciure de bois	14
I.1	Propriétés physico - Chimique de chrome	16
I.2	Les caractéristiques du charbon actif	17
I.3	Caractérisation de la sciure de bois	17
I.4	Propriétés de chaque colonne	19

Liste des figures

Numéro	Titre de figure	Page
I.1	Tableau périodique des éléments chimiques	2
II.1	. Poudre de charbon actif et charbon actif granulé	9
II.2	. Structure des pores du charbon actif	10
II.3	Représentation schématique de la surface interne et externe d'un adsorbant	11
II.5	La sciure de bois	14
III.2	Schéma du dispositif expérimental	18
III.3	Dosage d'une espèce chimique en solution	25
III.4	Le spectrophotomètre UV-visible	25
II.1	Courbe d'étalonnage de chrome (VI)	21
II.2	. : pH en fonction du temps pour les deux colonnes	22
II.3	La conductivité électrique (CE) du temps pour les deux colonnes	23
II.4	Courbes de rupture du chrome hexagonal en fonction du temps (h)	25
II.5	Courbe Le rendement (%) pour la 2 colonne, en fonction du temps(h)	27

Liste des abréviations

A	Absorbance
C	concentration massique du composé dosé (g/l)
C₀	Concentration initiale du substrat (mg/l) à t = 0
CAC	Charbon Actif Commercial
CAG	Charbon Actif en grain
CE	Conductivité électrique
D	Diamètre
DO	La densité optique
I₀	intensité du faisceau émergent (A)
I	intensité du faisceau incident (A)
PVC	Polychlorure de vinyle
pH	Potentiel hydrogène
K_c	constante de clarck
K_f	Constante de Freundlich
m	.Masse (g).
N₀	la capacité volumétrique d'adsorption maximale en kg.m-3
n	Constante de Freundlich
R	Le rendement (%)
q	Le débit d'alimentation

Nomenclature

η	La porosité (%)
ρ	masse volumique

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale

Suite à l'essor des activités minières et industrielles des dégâts considérables sur l'environnement ont été engendrés. Héritiers de ces contaminations et contemporains des rejets industriels actuels, il est devenu nécessaire de trouver des solutions à moindre coût permettant de limiter les risques associés à la pollution par les éléments traces métalliques. Les principales méthodes conventionnelles employées pour l'épuration des eaux contaminées en métaux lourds reposent sur la neutralisation et la précipitation, l'oxydation ou la réduction chimique, les traitements électrochimiques, les techniques de **séparation** membranaire et l'adsorption. Bien que très efficaces, ces méthodes sont parfois coûteuses à grande échelle et nécessitent la création d'installations spécifiques. Par ailleurs, dans un contexte de développement durable, les grands noms de l'industrie du traitement de l'eau semblent promouvoir le développement des écotechnologies, ce qui explique sans doute l'émergence d'alternatives technologiques privilégiant le recours à l'utilisation d'adsorbants d'origine naturelle [1].

La biosorption met en jeu des mécanismes complexes et variables qui sont le reflet à la fois de la diversité chimique du matériau biosorbant mais aussi du type de métal à adsorber. Notre étude est une approche expérimentale permet de déterminer l'efficacité d'élimination des ions de chrome (IV) dans un milieu aqueux sur un lit fixe. La thèse, réalisée en laboratoire biogéochimie des milieux désertiques sur un lit fixe en utilisant des copeaux de bois et du charbon actif TE 80, a été organisée et constitue une étude appliquée pour déterminer l'élimination des métaux lourds Chrome 8 sur un lit fixe. Dans une première partie, nous avons présenté une étude théorique liée aux informations générales sur les métaux lourds et à l'étude des phénomènes d'adsorption et de filtration. La deuxième partie était consacrée aux études appliquées, qui comprenaient:

- Définition des matériaux utilisés en adsorption et filtration et les caractéristiques de chaque matériau.

- Méthodes d'analyse appliquées dans cette étude.

- En troisième partie nous allons présenter les résultats obtenues avec leurs interprétations.

- En fin nous terminons notre travail par une conclusion avec quelques recommandations.

PARTIE 01

SYNTHÈSE

BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉS MÉTAUX

LOURDS

I/Introduction:

L'environnement

contient des éléments naturels appelés métaux lourds, que l'on trouve généralement à l'état de traces. Ces métaux lourds comprennent le mercure, le plomb, le cadmium, le cuivre, l'arsenic, le nickel, le zinc, le cobalt, le manganèse et autres. Leur densité varie.

Les métaux sont les éléments du tableau périodique qui forment des cations en solution, comme observé d'un point de vue chimique. Cependant, lorsqu'on considère l'aspect physique, le terme « métaux lourds » est utilisé pour décrire des éléments dont la densité dépasse 5 g/cm^3 . Il existe environ 65 éléments qui entrent dans la catégorie des métaux naturels, qui peuvent inclure des métaux ou des métalloïdes. Ces éléments sont connus pour leur densité élevée, supérieure à 5 g/cm^3 , comme l'affirmait Adriano en 2001 (tableau 1). D'un point de vue biologique, ces métaux peuvent être classés en deux types en fonction de leurs effets physiologiques et toxiques

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

Figure I.1 : Tableau périodique des éléments chimiques

Ces éléments sont connus pour leur densité élevée, supérieure à 5 g.cm^3 , comme l'affirmait Adriano en 2001 (tableau 1). D'un point de vue biologique, ces métaux peuvent être classés en deux types en fonction de leurs effets physiologiques et toxiques

I.1) classification de métaux lourds :

Les métaux lourds sont présents dans tous les compartiments de l'environnement, mais en général en quantités très faibles. On dit que les métaux sont présents « en traces » et on distingue ainsi :

I.1.1) Des éléments traces essentiels :

Certains métaux, dont le fer (Fe) et le cuivre (Cu) et le zinc (Zn) , jouent un rôle essentiel dans la croissance et le développement des plantes et des animaux [2] . De plus, des métaux (Cu , Zn , Fe , Mn , Mo , Ni) et le cobalt (Co) revêtent également une importance à cet égard.

La présence de micronutriments essentiels [3] . dans les plantes peut entraîner des effets toxiques en cas d'absorption excessive de leurs besoins [4]. Ces micronutriments sont souvent appelés oligo-éléments en raison de leur présence dans la plante. La présence de traces, mesurées à 10 mg kg⁻¹ ou mg L⁻¹, voire dans la gamme ultra trace, à µm 1 kg¹ ou µm L.

-1) Les fonctions biochimiques sont assurées par des métaux lourds essentiels tels que (Cu , Zn , Fe , Mn , Mo) , qui peuvent être trouvés en quantités variables dans les matrices environnementales. R. Tant chez les plantes que chez les animaux

I.1.2) Des éléments traces non essentiels :

Le plomb (Pb), le mercure (Hg) et le cadmium (Cd) sont des substances de nature nocive, provoquant des effets toxiques sur les organismes vivants, même lorsqu'elles sont présentes en quantités minimales. Ces éléments n'offrent aucun avantage connu aux fonctions cellulaires[5].

I.2) La source de métaux lourds :

Généralement les métaux lourds rejoignent l'environnement à partir de deux sources principales notamment la source naturelle et celle anthropique [6].

I.2.1) Les sources naturelles :

Parmi les importantes sources naturelles, citons l'activité volcanique, l'altération des continents et les incendies de forêts. La contribution des volcans peut se présenter sous forme d'émissions volumineuses dues à une activité explosive, ou d'émissions continues de faible volume , résultant notamment de l'activité géothermique et du dégazage du magma [7].

I.2.2) Source anthropiques :

Au cours des dernières décennies, la teneur en éléments inorganiques par apports anthropiques a dépassé celle apportée naturellement [8] .Les sources anthropiques sont diverses telles que l'exploitation minière, l'utilisation de Pesticides et engrais, les boues résiduaires, les rejets industriels, etc. . . ; le tableau 1 résume quelques sources anthropiques des métaux lourds [9].

I.3) Procédés utilisés pour éliminer les métaux lourds :

Trois types de procédés de traitement des effluents contenant des ions métalliques sont couramment utilisés : les procédés de transfert liquide-solide, les procédés de transfert membranaire et les procédés biologiques. Chacun de ces types de traitement présente des avantages et des inconvénients qu'il est important de prendre en compte lors du choix d'une méthode de dépollution.

I. 3.1) Procédés de transfert liquide-solide :

Ils consistent à transformer les espèces métalliques solubles en espèces insolubles (précipitation, électrolyse) ou à les retenir sur une matrice solide (échange d'ion, adsorption) [10].

I.3.2) Electrolyse :

C'est un procédé électrochimique qui permet de déposer le métal sur une cathode par réduction. Elle est appliquée à des effluents à fortes teneurs en métaux (gramme/litre). L'inconvénient de ce procédé est la présence des réactions parasites d'oxydoréduction qui peuvent se produire et crée des surtensions au niveau des électrodes [11].

I.3.3) Précipitation :

On entend par précipitation chimique la formation, par action de réactifs appropriés, de composés insolubles des éléments indésirables contenus dans une solution, en application des lois de Berthollet ou de celles de l'oxydoréduction [12]. Dans le traitement des eaux usées la précipitation est utilisée pour l'élimination des phosphates et des métaux lourds. Ces derniers sont précipités généralement sous forme d'hydroxydes par addition de soude ou de chaux jusqu'au pH de solubilité minimum. [13].

- En pratique il faut tenir compte d'autres facteurs tels que :
- La toxicité du réactif dont un excès se retrouvera inévitablement dans les eaux et où dans ces cas les sulfures sont défavorisés.
- Le pH intervient dans la plupart de ces réactions de précipitation de sorte que le minimum de solubilité n'est pas atteint au même pH pour tous les métaux [14].

I.4) Echange d'ion :

Les échangeurs d'ions utilisés pour la déminéralisation des eaux de rinçage des ateliers de galvanoplastie sont généralement des résines échangeuses d'ions, telles que les résines cationiques et anioniques. Ces résines sont utilisées dans l'ordre suivant : les résines cationiques pour éliminer les ions positifs tels que les métaux lourds, suivies des résines anioniques pour éliminer les ions négatifs tels que les chlorures.

les types et dans l'ordre suivant :

- Échangeur cationique fortement acide à base de résine polystyrénique.
- Échangeur anionique faiblement à moyennement basique à base de résine.
- polystyrénique et de préférence de structure macroporeuse [15].

I.5) Adsorption :

Celle-ci est réalisée sur des matériaux naturels aussi bien synthétiques, dont les plus souvent utilisés sont les charbons actifs et les zéolithes. Cependant, ce traitement pose le problème de sa régénération ainsi que son prix élevé.

CHROME

I.6) Propriétés physiques et chimiques :

Le chrome présente plusieurs états d'oxydation Cr(VI). Les états intermédiaires comme Cr(I), Cr(II), Cr(IV) et Cr(V) sont instables et moins courants. Le Cr(VI) est le plus préoccupant en termes de toxicité pour la santé humaine et l'environnement, associé notamment à la métallurgie, au traitement des eaux usées et à la fabrication de produits chimiques. Son inhalation ou ingestion à fortes doses peut être toxique et cancérigène. La régulation des émissions de Cr(VI) est cruciale pour réduire les risques pour la santé

publique et l'écosystème, avec des méthodes comme l'adsorption sur charbon actif pour le capturer dans l'eau et l'air [16].

I.7) Toxicité du chrome VI :

Le chrome hexavalent (Cr(VI)) est hautement toxique pour les organismes, pouvant altérer le matériel génétique et provoquer des cancers. Les cultures sont régulièrement surveillées pour limiter l'exposition au chrome, mais une augmentation des concentrations dans le sol peut entraîner des accumulations plus élevées dans les cultures. Bien que les plantes normalement absorbent du chrome trivalent (Cr(III)), des concentrations élevées peuvent toujours causer des effets néfastes. Les effets de l'accumulation de chrome dans les poissons ne sont pas complètement compris, mais des rejets métalliques dans les eaux de surface peuvent endommager les branchies des poissons à proximité[17].

I.8) Procèdes d'élimination du chrome VI :

Il existe un certain nombre d'études qui permettent d'éliminer le chrome hexagonal, dont nous mentionnons :

- ✓ Les procédés membranaires (osmose inverse)
- ✓ Les procédés chimiques (coagulation, extraction par solvant)
- ✓ Les procédés d'adsorption [18].

CHAPITRE II

GÉNÉRALITÉS SUR

L'ADSORPTION ET

FILTRATIONS

II) Introduction :

L'adsorption est un processus de base dans le traitement physique et chimique pour éliminer les composés indésirables des solutions liquides et gazeuses superficiellement, où les molécules (adsorbants) de solution gazeuse ou liquide sont transférées à la surface d'une substance solide ou liquide (adsorption) sans réaction toxique entre elles, et c'est un processus efficace de sorte qu'il a un rôle majeur dans la préservation de l'environnement

II.1) Principe de l'adsorption :

D'une manière générale, cette opération est un processus de transfert de matière de la phase gazeuse ou aqueuse vers la surface d'un adsorbant solide, qui met en jeu des forces, de faible intensité, appelées forces de Van der Waals et de Coulomb. Le processus d'adsorption se poursuit jusqu'à l'obtention d'un équilibre auquel correspond une concentration d'équilibre du soluté. La quantité du soluté adsorbée est liée donc à sa concentration résiduelle. Le processus inverse est la désorption où les molécules initialement adsorbées migrent vers la phase gazeuse ou liquide. Ce processus n'est possible que dans des conditions thermodynamiques bien précises

II .2) type d'adsorption :

Les interactions adsorbat-adsorbant mettent en évidence deux types d'adsorption:

II.2.1) ADSORPTION PHYSIQUE:

C'est une adsorption de type physique, qui se produit lorsque les forces qui fixent l'adsorbat dans une couche à la surface de l'adsorbant sont du même ordre que les forces de Van der Waals.

Ce type d'adsorption se caractérise par :

1. La rapidité dans l'établissement de l'équilibre entre la phase adsorbée et la phase fluide
2. Une chaleur d'adsorption sensiblement du même ordre que la chaleur de liquéfaction du gaz adsorbé
3. Une réversibilité relativement facile et une absence de spécificité **[19]**.

II.2.2) Adsorption Chimique:

C'est une adsorption de type chimique, qui résulte des forces de liaison de nature chimique (nettement supérieures aux forces de Van der Waals) avec mise en commun ou transfert d'électrons, il y a donc des ruptures et des créations de liaisons chimiques en surface entre le réactif et les sites actifs de l'adsorbant.

La chimi-sorption se caractérise par :

- ✓ Un équilibre long à atteindre entre la phase adsorbée et le milieu fluide.
- ✓ Une augmentation de la quantité de matière adsorbée avec la température.
- ✓ Une chaleur dégagée durant l'adsorption comparable aux chaleurs de réaction (de 40 à 100 kJ/mol), environ 10 fois supérieure à l'adsorption physique.
- ✓ La non-réversibilité [20].

II.3) Adsorbant

II.3.1) charbon actif :

Le charbon actif est un matériau carboné caractérisé par une surface spécifique élevée (700-1500 m²/g) et une porosité importante, ce qui en fait un choix privilégié pour le traitement des eaux potables, des eaux résiduares urbaines et industrielles. Il existe divers types de charbons actifs en fonction de leurs caractéristiques physiques et de leur origine (organique ou minérale comme la tourbe, la noix de coco, etc.), ainsi que de leur forme commerciale (en poudre : CAP ou en grains : CAG, de 1 à 5 mm de granulométrie pour CAG et de 1 à 4 microns pour CAP). Ces charbons sont capables d'adsorber efficacement une large variété de substances grâce à leur surface interne, ce qui les rend très efficaces comme adsorbants [21]



Figure II.2 : Poudre de charbon actif et charbon actif granulé

II.3.1.1) Les caractéristiques de Carbone Active :

✓ **Propriété physiques :**

- a) **Taille des grains :** La taille des grains de carbone peut influencer son aire spécifique et sa capacité d'adsorption. Cette taille peut être mesurée à l'aide de techniques telles que le tamisage pour déterminer la distribution des tailles de grains dans un échantillon.
- b) **Aire spécifique :** L'aire spécifique du carbone est la surface totale disponible pour l'adsorption par unité de masse. Elle est importante car elle influence la capacité d'adsorption du matériau [22].

✓ **Propriétés chimiques :**

Le carbone activé possède des sites actifs à sa surface qui interagissent avec divers polluants, facilitant leur capture et leur élimination. En France, le système FINAD utilise des lettres pour représenter des substances spécifiques comme le phénol (F), l'iode (I), la phénazone (N), les détergents (D) et l'indole (A), tous adsorbés par le carbone activé. Son efficacité est évaluée par l'adsorption du phénol pour les contaminants gustatifs et odorants [23].



Figure II.3 : Structure des pores du charbon actif [24]

Ces critères permettent d'évaluer la performance du carbone activé dans diverses applications de traitement des eaux et de l'air contaminés [23].

II.3.2) Les gels de silice :

Les gels de silice sont des matériaux inertes chimiquement, non toxiques, polaires et dimensionnellement stables jusqu'à environ 400°C en tant que gels amorphes de SiO_2 . Ils sont obtenus par précipitation de la silice à partir d'une solution de silicate de sodium avec un acide réactif, formant une structure poreuse composée de microparticules presque sphériques de taille uniforme. Les groupes hydroxyles rendent la surface des gels de silice

polaire, favorisant ainsi l'adsorption des molécules polaires comme l'eau et les alcools. Les applications principales incluent le séchage, la séparation des composés aromatiques et le traitement du gaz naturel, grâce à leur grand nombre de sites réactifs qui permettent une sorption élevée des ions et d'autres substances [25].

II.3.3) Phragmites australis :

Phragmites australis joue un rôle essentiel dans la faune aquatique [26]. Cette plante est une plante vivace de la famille des Poacées [27]. Elle se répand dans les régions humides et sur les bords des lacs et des cours d'eau [28]. Elle a de multiples applications. Elle a servi de refuge contre le soleil, de matériel pour la fabrication de tapis traditionnels et de support pour l'écriture sur les tablettes musulmanes. [29] Le rôle de l'usine a également été crucial pour améliorer la qualité de l'eau, en éliminant et en purifiant les eaux usées polluantes [30].

II.4) Principaux facteurs influençant l'adsorption :

1.Surface spécifique : Zone particulière L'adsorption est proportionnelle à sa capacité. L'adsorption dépend de la taille de la surface externe des particules, ce qui est essentiel pour l'utilisation d'un charbon actif [31].

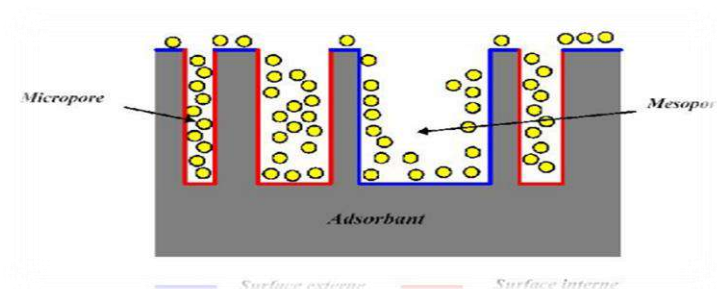


Figure II.4 : Représentation schématique de la surface interne et externe d'un adsorbant [32]

2.Polarité :

Le

solvant ou l'adsorbant plus polaire seront plus affinis par un soluté polaire. Les composés organiques à solubilité limitée en solution aqueuse (hydrocarbures, dérivés chlorés, phénol et autres benzéniques) sont principalement adsorbés. En revanche, elle est minime avec les adsorbants polaires extrêmement hydrophiles (gel de silice, alumine...) [33].

3. pH : le pH a un impact significatif sur les caractéristiques de l'adsorption. Dans la majorité des cas

4. Température : L'adsorption est un phénomène exothermique [34].

5. Nature de l'adsorbat : D'après la règle de LUNDENIUS : « moins une substance est soluble dans le solvant, mieux elle est adsorbée ».

6. Porosité : La distribution poreuse ou porosité est liée à la répartition de la taille des pores. Elle reflète la structure interne des microporeux [35].

II.5) Les mécanismes d'adsorption :

Il est possible de décomposer les mécanismes d'adsorption en plusieurs étapes qui utilisent des processus diffusionnels, notamment en distinguant 4 phases :

- 1 Transport de matière de la solution vers la couche limitante qui entoure la particule
- 2 Transport de la couche limitante vers la surface absorbante (diffusion externe)
- 3 Transport de la surface vers les sites adsorbants (diffusion intra-particulaire dans le solide et dans les micropores et les macropores)
- 4 Absorption, complexation ou accumulation des solutions [36].

II.6) Chaleur d'adsorption :

L'adsorption de molécules gazeuses se manifeste par leur immobilisation (elles sont limitées dans leurs déplacements), ce qui entraîne une baisse de l'entropie. Selon la relation thermodynamique, étant donné que l'adsorption entraîne également une réduction d'énergie libre, il est possible de conclure que la chaleur d'adsorption sera elle-même négative. Il est donc possible d'affirmer que tous les processus d'adsorption sont exothermiques [37] .

$$\Delta H = \Delta G + T\Delta S \quad \dots\dots(1)$$

ΔH :Enthalpie(KJ / mol)

ΔS :Entropie(KJ / mol)

ΔG :Energiefree (KJ / mol)

II.7) Capacité d'adsorption

La capacité d'adsorption d'un adsorbant dépend de plusieurs paramètres incluant sa surface spécifique, sa structure, ses propriétés chimiques, ainsi que des facteurs relatifs à

l'adsorbat comme la taille des molécules, leur solubilité dans l'eau, et leurs interactions avec la surface de l'adsorbant. Cette capacité est quantifiée par la quantité d'adsorbat adsorbée par unité de poids d'adsorbant à une température donnée, exprimée en masse (g) ou en volume (cm³/g) selon le type d'adsorbat et les conditions spécifiques[38] .

$$Q = \frac{(c_0 - C_t)v}{m} \dots\dots\dots (02)$$

C_e : Concentration du substrat à l'équilibre (mg/l)

V : Volume de la solution (litre)

m : Masse du support (g).

Q : Capacité d'adsorption du support (mg/g)

C₀: Concentration initiale du substrat (mg/l) à t = 0

Filtration

II.9) Généralités sur la technique de filtration :

La filtration de l'eau est essentielle pour éliminer les particules en suspension et les contaminants. Elle utilise divers milieux filtrants comme le sable, le gravier, le charbon en grains et des filtres à tissu ou à sciure. Ce processus repose sur le tamisage physique où les particules sont retenues par une barrière poreuse tandis que l'eau passe à travers. En combinant différents filtres, on peut efficacement éliminer une variété de contaminants, assurant ainsi la qualité et la sécurité de l'eau potable pour la consommation humaine [44].

II.10) Principe de filtration :

La filtration élimine les particules indésirables en les piégeant à la surface du matériau filtrant, influencé par les conditions de fonctionnement et le type de matériau. Le colmatage peut augmenter les pertes de charge, nécessitant un rétrolavage pour nettoyer le filtre. Ce processus élimine la biomasse et réduit la teneur en ammonium par nitrification. La filtration précise élimine bactéries, couleur, turbidité et odeurs, améliorant ainsi la qualité et la sécurité de l'eau potable [44].

II.11) Cinétique de la filtration :

- L'eau à filtrer traverse un lit filtrant en matériau granulaire
- La hauteur de la couche et le type de filtre sont également importants. L'affaire suspendue est retenu dans l'espace interparticulaire au-delà de la partie maximale de la hauteur couche filtrante.
- Il faut en moyenne deux jours pour qu'un filtre à sable lent commence à fonctionner correctement. La qualité de l'eau filtrée pendant cette période n'est en réalité pas très bonne.
- La coagulation des substances colloïdales est réalisée par des enzymes sécrétées par les colloïdes
- Chargez le MES et considérez la vitesse de filtration finale inférieure. Mais tant que l'eau arrive [45].

II.12) Matériaux de filtration :

Dans notre travail nous allons utiliser dans le traitement de l'eau : Il existe de nombreux types de matériaux de filtration rencontrés dans le traitement de l'eau. Ils doivent présenter les qualités suivantes, à savoir : non solubles, - non friables, - ne dégageant aucune substance susceptible d'altérer la qualité de l'eau [46].

II.13) La sciure de bois ;

La fibre de bois est un matériau naturel composite constitué de fibres à structure complexe. Les micro-fibrilles de cellulose, qui ont une structure cristalline et fibreuse, sont enrobées de deux types de polymères amorphes : la lignine et les hémicelluloses [47]. Le bois renferme aussi une faible quantité (de 2 à 5 % en masse, dans le cas des résineux) de composés organiques de masse moléculaire plus faible et de structures très La sciure de bois est polyvalente et a de nombreuses applications, de la construction à l'agriculture en passant par l'industrie du bois.



Figure II.5 La sciure de bois

Tableau II .1 composés de la sciure de bois[48]

Composés	Cellulose	Hémicellulose	Lignine	Les autres molécules
Proportion (%)	47,1	25,2	21,1	6,6

II.14) Utilisation de La sciure de bois [49]

1. Dans les fermes avicoles pour la litière des animaux.
2. Dans les écuries pour la litière des chevaux et d'autres animaux
3. Comme amendement du sol en agriculture pour améliorer sa structure et sa fertilité.
4. Transformée en pellets cylindriques, elle peut servir de source d'énergie alternative, notamment pour le chauffage

PARTIE02

ETUDE EXPÉRIMENTALE

CHAPITRE I

MATÉRIELS ET

MÉTHODES

I.1) Objectif :

L'objectif de cette partie est d'étudier la possibilité d'élimination d'ion de chrome par filtration-adsorption sur un lit fixe de charbon actif commercial et sciure de bois.

- Nous présentons au premier lieu le dispositif expérimental utilisé (sciure de bois, charbon actif, colonne).
- En Deuxième lieu, nous discutons les résultats d'analyse de chrome en système continu sur un lit fixe.

I 2) Produits utilisés :

I.2.1) L'adsorbat :

L'adsorbat étudié est l'ion de chrome à partir de composé : CrK_2O_4 , dont les caractéristiques sont données au tableau ci-dessous **I .1**.

Tableau I.1 ; Propriétés physico - Chimique de chrome

	Formule	CrK_2O_4
	Masse molaire	194.2 g/mol
	Densité	2.73 g/cm ³
I.3)	Point d'ébullition	968.3 °C
	Solubilité	637 g/l
	pH value	8.5 - 10.0 (50 g/l, H ₂ O, 20 °C)

Caractéristiques de charbon actif :

Nous utilisons le charbon actif commercial TE 80. Les caractéristiques de TE 80 sont rassemblées dans le tableau **Tableau I 2**

Tableau I 2 : Les caractéristiques charbon actif TE 80 [50]

Propriete	Valeur
Masse volumique de tas	Masse volumique de tas $\rho_t=460\text{kg m}^{-3}$
Granulométrie	$d_p=815\mu\text{m}$
Porosité externe	$\epsilon_B=0.524$
Volume poreux total	$V_{\text{poreux}}=0.550\text{cm}^3\text{ g}^{-1}$
Surface BET	$S_{\text{BET}}=1037\text{m}^2\text{ g}^{-1}$
Masse volumique de grain	$\rho_p=966\text{kg m}^{-3}$
Porosité interne	$\epsilon_p=0.563$
Taux de cendres	1.6%

Tableau I.3 ; Caractérisation de la sciure de bois

Proprieties	Valeur
Masse volumique kg/m^3	85kg/m^3
pH	5.35
CE ms /cm	0.21

I.4) La collecte de sciure de bois

Avant de démarrer l'expérience, nous sommes allés chez des menuisiers à Ouargla pour collecter. Avant de partir, le professeur nous a demandé quel type de sciure nous avons utilisé dans notre expérience. Il m'a répondu : « Bois rouge », parce que ce bois, on le trouve partout et c'est comme ça. Pas cher, agréable et facile à utiliser. La sciure que

nous avons utilisée était de taille moyenne, pas grosse, c'est-à-dire moyenne.

I.5) Compte pour les deux

I.5.1) Masse volumique de sciure de bois

Nous avons ainsi calculé la masse volumétrique en plaçant la sciure dans une Eprouvette graduée d'un volume de 100ml. Nous avons mesuré la longueur et le poids de la sciure. Sa longueur est de 17cm et le poids de la sciure est de 10,58g.

$$V = S * H = 123.55cm^3 \dots\dots\dots (11)$$

$$\rho = \frac{m}{V} = 0.0085g/cm^3 = 85kg/cm^3 \dots\dots\dots(12)$$

ρ : masse volumique

I.5.1) PH

Nous avons mesuré le pH en diluant la sciure dans de l'eau distillée pendant 3 jours.

$$pH=5.35$$

I.6) Préparation de l'expérience

I.6.1).La mise en place des filtres

Nos moteurs de filtration sont constitués de deux colonnes. La première colonne contient de la sciure brute, La qualité de la première colonne 1 est en PVC et colonne 2 la seconde est en verre. tandis que la seconde contient deux couches, une couche de charbon actif en dessous puis au-dessus de la sciure.

Les deux contiennent un petit tube qui permet à l'eau filtrée de sortir. Nous avons suivi la même mise en œuvre expérimentale, c'est à dire le protocole. Nous laissons ces colonnes ouvertes par le bas au moment de l'expérience pour que l'eau filtrée sorte vers nous. Film dans la première colonne et la deuxième colonne. L'importance du filtre est de piéger les particules. Les colonnes sont bien placées dans une position complètement verticale et stable pour éviter toute forme de distorsion et également pour améliorer le flux de gravité.

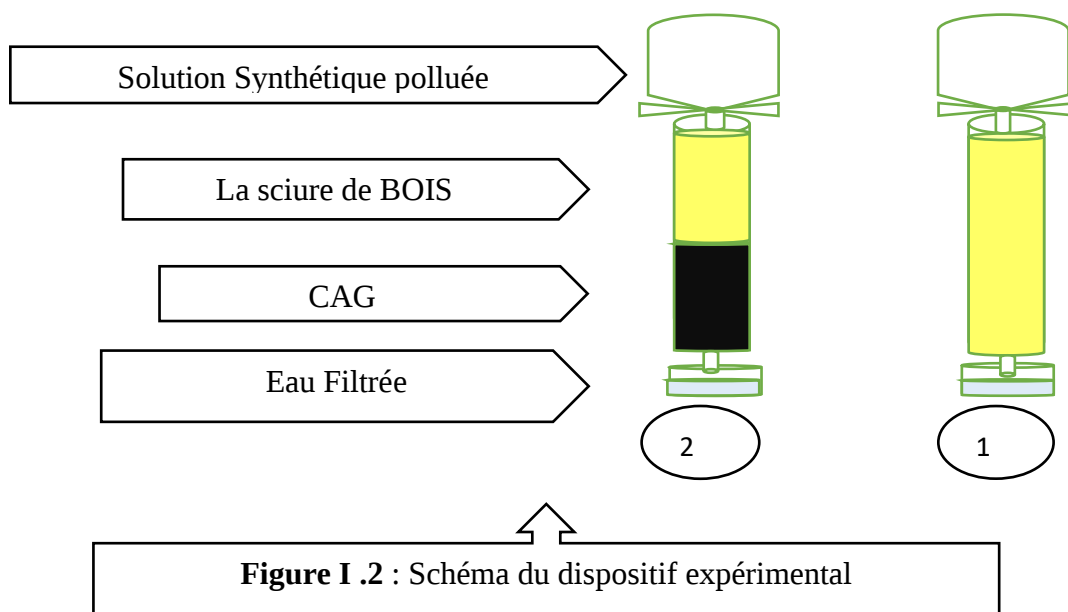
Le tableau ci-dessous indique la longueur de chacun des charbons et menuiseries dans chaque colonne, la quantité de chacun et. le diamètre de chaque colonne.

Colonne 1:Bois

Colonne 2:Bois-charbon

Tableau I.4 : Propriétés de chaque colonne

Colonne	1	2
Hauteur charbon actif de (cm)	0	4
Hauteur de la sciure de bois(cm)	18	10
Diamètre (cm)	2.5	3
masse(g) charbon actif	0	8
masse(g) la sciure de bois	4	3



I .7) Mode opératoire

I.7.1) Préparer la solution mère

Nous avons préparé une solution de 20 mg de chrome à une concentration de 40 ppm. Nous l'avons diluée dans un volume de 500 ml avec de l'eau distillée.

I.7.2) Principe de l'expérience

Nous avons préparé une solution de 20 mg de chrome à une concentration de 40 ppm. Nous l'avons diluée dans un volume de 500 ml avec de l'eau distillée

I.7.3) Méthodes d'analyses utilisée

I .7.3 .1) Mesure de pH et la Conductivité électrique

Mesure du pH et de la conductivité de l'eau. Nous avons mesuré le pH de l'eau à l'entrée et à la sortie des filtres à l'aide d'un pH-mètre. Il s'agit d'une mesure quotidienne jusqu'à ce que nous obtenions les résultats souhaités et que nous les comparions avec le pH et la conductivité de la solution mère.

I.7.3 .2) Principe d'une détermination par la spectrométrie UV-Visible

La loi de Beer-Lambert établit une relation linéaire entre l'absorbance d'une solution et sa concentration, en passant par la quantité de lumière absorbée. C'est ce principe fondamental que les spectrophotomètres UV-visible utilisent pour quantifier la concentration des composés colorés dans une solution. longueur d'onde maximale de 371nm

$$A = \log I_0 / I = K \dots (13)$$

A:absorbance

I₀: intensité du faisceau émergent (A) .

I: intensité du faisceau incident (A).

K : coefficient spécifique d'absorption massique dépendant du composé et de la longueur d'onde considérée(l.cm-1.g-1).

C : concentration massique du composé dosé (g/l).

l : épaisseur de la cuve (cm)

I.8) Calcul du débit

Pour calculer le débit, nous pouvons utiliser la relation suivante :

$$\text{Débit} = \text{Quantité de solution} / \text{Temps}$$

Dans ce cas, la quantité de solution absorbée par le charbon actif est de 250 millilitres et le temps nécessaire est de 8 heures.

$$\text{Débit} = 250 \text{ ml} / 8 \text{ h} = 31,25 \text{ ml/h}$$

Donc, le débit de la solution à travers le charbon actif est de 31,25 millilitres par heure.

CHAPITRE II

RÉSULTAT ET

DISCUSSION

II.1) Etude de l'élimination du chrome (VI) par Adsorption sur Charbon Actif + sciure de bois et sciure de bois

II.1 .1) La courbe d'étalonnage

La courbe d'étalonnage nous permet de déterminer la concentration restante du substrat à la sortie de la colonne. Nous traçons le taux d'absorption de la solution avec des concentrations connues en fonction de la concentration pour obtenir la courbe d'étalonnage. fonction de la concentration de la solution hexagonale de chrome en utilisant des solutions de chrome avec des concentrations allant de 20 ppm à 0,004 ppm. La densité optique a été mesurée par spectrophotomètre. Après avoir effectué un scan en utilisant l'UV-VIS (FigureII-4) La longueur d'onde est de $\lambda = 371 \text{ nm}$. Les données expérimentales présentées dans la figure indiquent une relation linéaire entre l'absorption et la concentration avec un coefficient de régression.

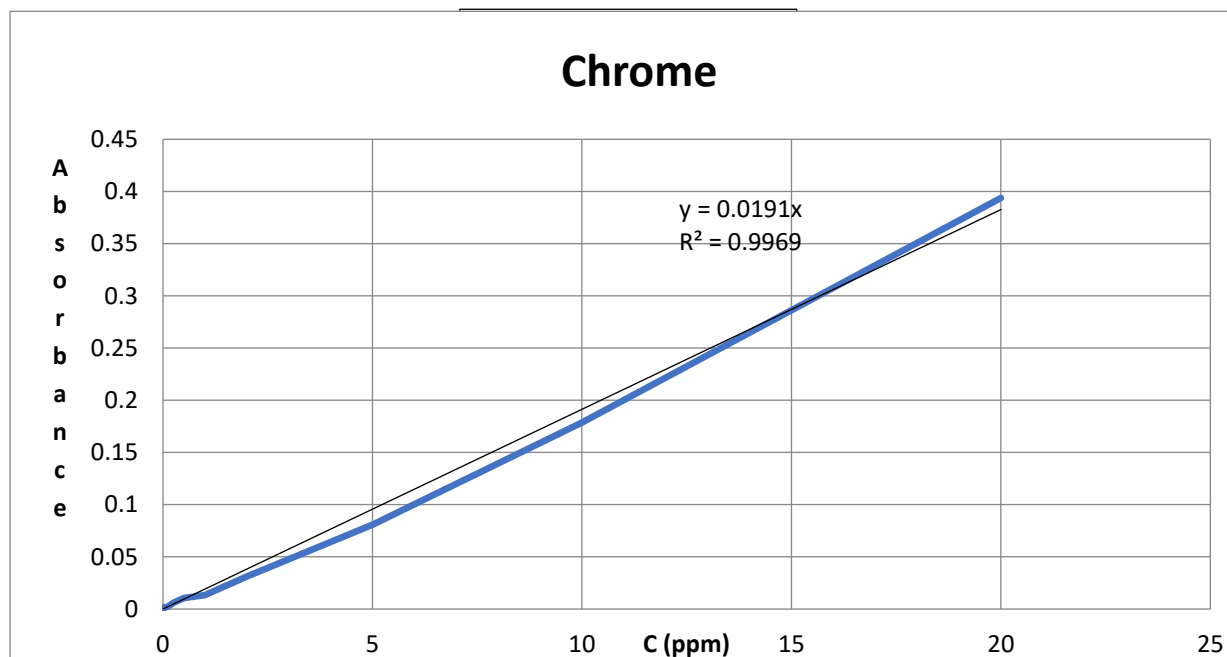


Figure . II.1).: Courbe d'étalonnage de chrome (VI)

II.1.2) Résultats des analyses de pH et de la conductivité électrique

Nous avons mesuré le pH et nous vous enverrons une solution qui est $\text{pH}=7,39$ $\text{CE}=0,16\text{ms/cm}$. La solution que nous mettons à l'entrée de la colonne ou la solution adsorbante a une concentration de 10ppm.

-Le pH et la conductivité électrique de l'eau ont été mesurés à l'entrée et à la sortie des 2 colonnes chaque jour pendant les travaux. Les résultats du pH sont présentés dans la courbe ci-dessous.

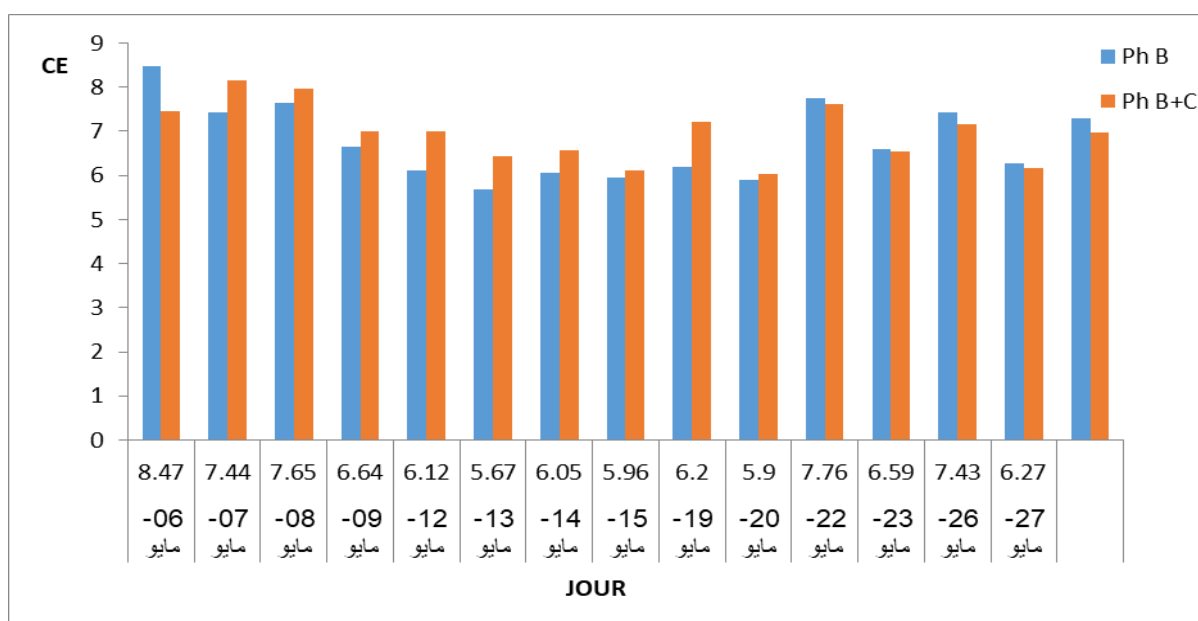


Figure n°2: pH en fonction du temps pour les deux colonnes

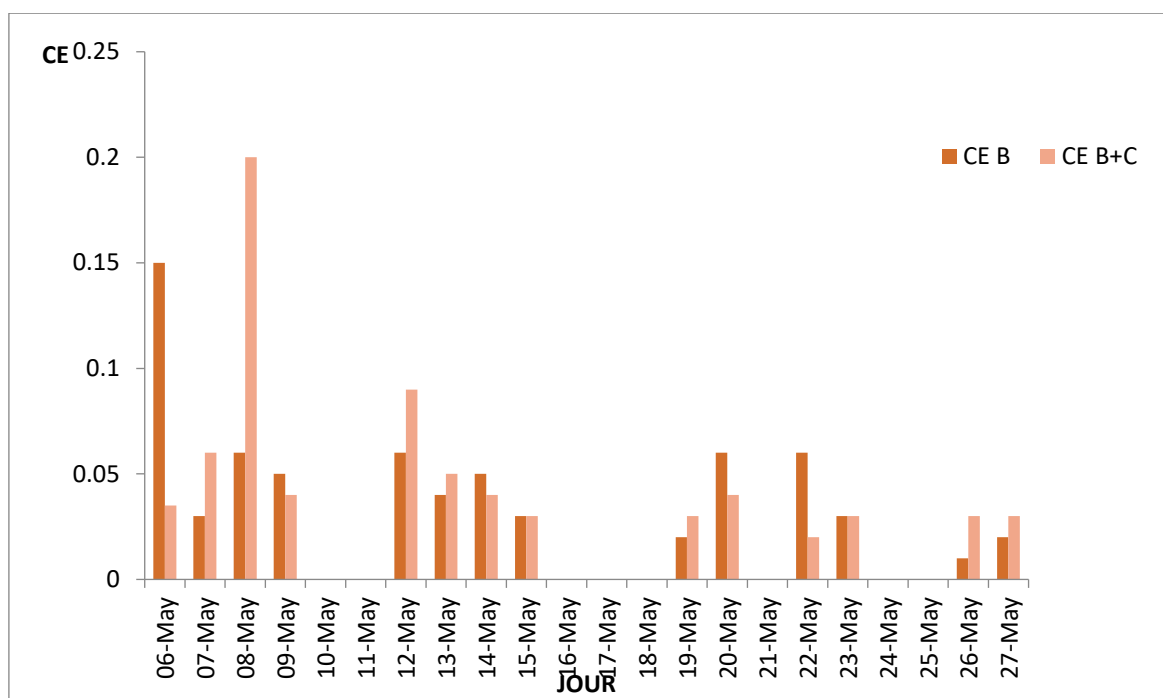


Figure n°3: La conductivité électrique (CE) du temps pour les deux colonnes

- A la première lecture de ces variations nous relevons deux remarques

Analyse et interprétation:

- a) La courbe est un graphique représentant les évolutions du pH en termes de jours pendant lesquels on observe. Dans la courbe ci-dessus **Figure II. 2** : nous avons constaté que les valeurs de pH de la solution de chrome hexagonal adsorbée dans la première colonne variaient au cours des quatre premiers jours de 8,47 à 7,64 par rapport aux résultats de la deuxième colonne dans laquelle se trouve un adsorbant différent. remarquez une diminution de la valeur du pH par rapport à la première colonne au jour 4. D'abord, de 8,15 à 6,99. Cela est peut-être dû à la différence entre une saison et une autre, à un échange entre le milieu extérieur, c'est-à-dire l'oxygène, et une température qui. augmente la valeur du Ph. Quant à une deuxième colonne, on note la valeur du pH qu'elle a atteint en Le quatrième jour est proche du pH de l'eau. Au bout de 4 jours, nous avons constaté que la première colonne dans laquelle il y avait de la sciure commençait à diminuer jusqu'à atteindre un milieu acide, c'est à dire un pH acide. Ceci est dû à la comparaison avec des études antérieures, j'ai trouvé que l'explication de cette

diminution est le début. cause de l'acidification de l'environnement par l'air, donc la sciure ne changera pas le pH. La raison pour 2 est que les copeaux de bois ont une raison pour que le pH descende à un milieu acide pour les deux colonnes. La valeur du pH au jour 5 a atteint le pH de l'eau, ce qui signifie qu'il s'agit d'une substance qui a été adsorbée par les buveurs et que les copeaux ont commencé à diminuer jusqu'à un milieu acide. Ici, nous sommes sûrs que la sciure de bois joue un rôle dans la diminution du pH ou dans l'échange avec. milieu extérieur. Ces derniers jours, on remarque une fluctuation des valeurs de pH .

- b) La courbe est un graphique représentant les évolutions conductivité,, Quant à la conductivité en termes de jours pendant lesquels on observe Dans la courbe ci-dessus **Figure II. 3** , on remarque que dans la première colonne sa valeur a augmenté avec l'augmentation du pH au cours des 3 premiers jours, avec une valeur de 8,47, et lorsque la valeur du pH a diminué, la valeur de conductivité a diminué jusqu'à atteindre 5,67. , on remarque que la valeur de conductivité était faible par rapport à la première colonne, comprise entre 7, 18 jusqu'à 7 est un milieu basique dans les quatre premiers jours. A 7, on remarque ce pH de l'eau qui a une faible conductivité, proche de. zéro. Au bout de quatre jours, on constate une entrée dans le milieu basique et la valeur de conductivité diminue.

II.1.3) Courbes de percé de chrome hexagonal:

Les courbes de pénétration obtenues à chaque colonne, la première et la seconde dans des couches différentes et avec le même débit, sont affichées. Elles indiquent l'évolution de la concentration en adsorbant en sortie de chaque colonne en C_0 en fonction du temps. affiche les résultats pour chaque colonne.

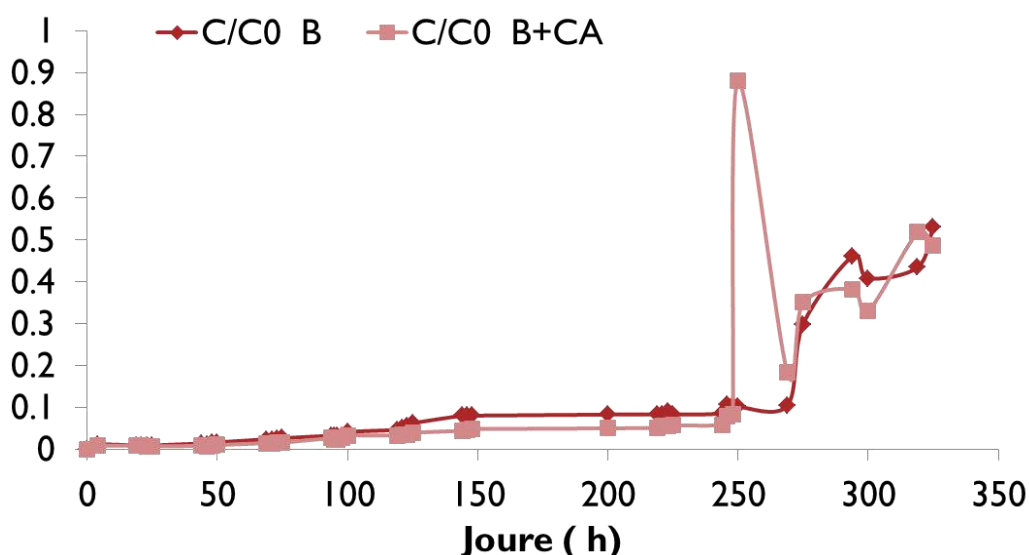


Figure- II.4: Courbes de rupture du chrome hexagonal en fonction du temps (h)

L'aspect des courbes est le suivant :

La première partie concerne la rétention, où l'efficacité est maximale et donc la concentration du conduit en sortie est nulle.

La deuxième partie est celle qui commence par l'adsorption de la solution. Durant cette période, on remarque une augmentation des valeurs de c/c_0 , de sorte que C est bien inférieur à C_0 . c'est-à-dire que la colonne qui contient des copeaux de bois a des valeurs plus élevées que la deuxième colonne, et cela est dû au fait que les copeaux de bois ont adsorbé la solution. Cependant, on remarque que les conditions opératoires ont également un effet sur l'adsorption de la solution hexagonale de chrome, et la quantité d'adsorbant jouent également un rôle, augmentant les valeurs car l'expérience est sur la bonne voie pour atteindre le pic c/c_0 à 1. Ces derniers jours, nous avons remarqué une augmentation significative de la valeur de conscience de 0,5 dans les deux colonnes, et cela est dû à une

augmentation de la concentration. Nous poursuivons l'expérience et essayons d'enregistrer ces résultats uniquement pendant un temps limité, et lorsque la valeur de 1 est atteint, une cassure se produit dans une courbe, et ce point indique le début d'un trou de menuiserie afin de La concentration de M reste la même que la concentration du matériau filtrant, qui est C.

-En comparaison avec des études précédentes, on remarque que la surface du matériau adsorbant a un point de charge (pH) nul pour le chrome hexagonal avant qu'il ne forme un milieu basique, c'est-à-dire un matériau adsorbant dont la charge superficielle est positive, et l'exposant hydrogène dans un milieu La sciure de bois contenant de la sciure est acide et attire, ce qui signifie qu'un processus d'absorption a lieu et vice versa dans un milieu alcalin, ce qui conduit à des concentrations élevées et faibles. L'hypothèse du mécanisme d'adsorption chimique est donc raisonnable et doit encore être confirmée par d'autres études.

II.1.4) Calcul du rendement :

Pour le rendement (R %) l'adsorption du chrome hexagonal sur la sciure de bois dans la première colonne et la deuxième colonne, Charbon active + sciure de bois au fil du temps et à une température de 25 degrés Celsius. La différence en pourcentage pour poids 5 mg de chrome hexagonal du chrome hexagonal avec un. concentration initiale de 10 ppm de la solution de chrome hexagonale.

Le pourcentage de chrome éliminé par adsorption est calculé à partir de l'équation suivante

- avec C₀ et C_e sont les concentrations du chrome (VI) avant et après équilibre, respectivement. La courbe représentant la variation du pourcentage d'élimination du chrome (VI) en fonction du temps est représentée dans la **figure IV-6**

$$R\% = \frac{C_0 - C_f}{C_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots (14)$$

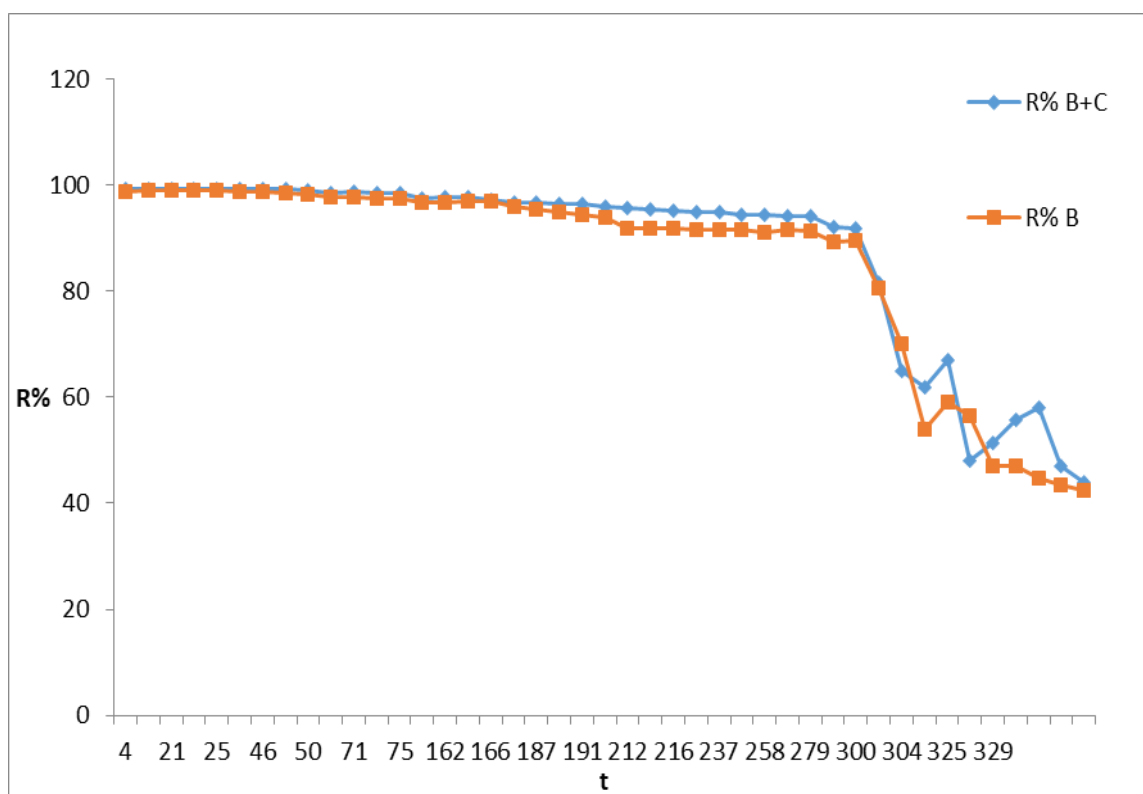


Figure II.5 Courbe Le rendement (%) pour la 2 colonne, en fonction du temps(h)

Analyse et interprétation des courbes

Nous remarquons une diminution progressive, c'est-à-dire lente, de la valeur du rendement à 248 h, et la valeur du rendement a été limitée à 98,90 jusqu'à 89,50. Cependant, nous n'avons pas pris de valeur finale car la concentration initiale n'est pas égale à la concentration en adsorbant. , car l'expérience continue et nous enregistrons le rendement jusqu'à ce qu'il atteigne une valeur de 0, qui reste. Les concentrations sont égales, et de là nous concluons que l'expérience se déroule dans une excellente phase dans les deux colonnes car la valeur est proche dans les deux colonnes. remarquez que dans la première colonne, les valeurs R% sont inférieures d'un petit pourcentage à celles de la première colonne, et ces valeurs évoluent lentement du fait qu'il s'agit d'une substance adsorbante bien adsorbée. Nous avons remarqué une diminution rapide jusqu'à 43%, et cela est dû à une augmentation de la concentration. Nous procédons ainsi à une expérience jusqu'à atteindre une valeur de 0. La concentration qui entre reste d'elle-même et sort.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale

L'étude réalisée dans ce travail concernant l'adsorbabilité et la filtration de chrome (Cr^{6+}) sur un lit fixe (charbon actif en grain (CAG) et scieur de bois) a généré les résultats suivants :

- Un double aspect environnemental : d'une part une valorisation des filtres naturels tel que le scieur de bois, d'autre part l'étude de l'efficacité d'élimination de chrome (Cr^{6+}) par la filtration-adsorption sur un lit fixe de CAG (TE 80) et scieur de bois.
- Le rendement d'élimination atteint : 43 % dans la colonne 2 (B-C) et 42 % dans la colonne 1 (B).
- La fuite des filtres est obtenue après 250 heures environs pour les colonnes 2 et colonne 1 à 255 h

Il serait intéressant d'approfondir ce travail par :

- Augmenter la durée de fonctionnement des filtres ;
- Utiliser d'autres méthodes d'analyse offrant une plus grande précision tel que la SAA.

RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

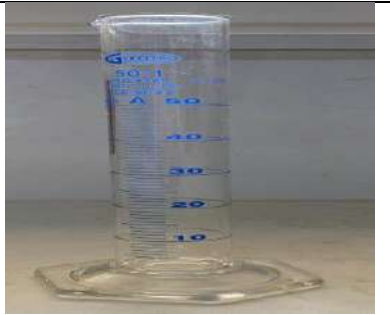
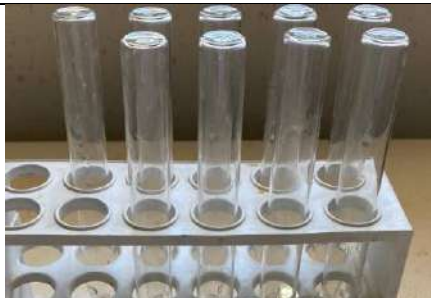
- [1] **Adsorption des éléments traces métalliques par les écorces forestières.** 2010, un co-produit de la filière bois. Optimisation des propriétés par modifications induites par voies chimique et biologique. Thèse de doctorat, Université de Limoges.
- [2] **Wintz H, Fox T, Vulpe C.,** (2002). Responses of plants to iron, zinc and copper deficiencies. *Biochem Soc Trans* 30:766–768
- [3] **Reeves R.D, Baker A.J.M.,** (2000). Metal-accumulating plants. In: Raskin I, EnsleyBD (eds) *Phytoremediation of toxic metals: using plants to clean up the environment*. Wiley, New York, pp 193–229
- [4] **Monni S, Salemma M, Millar N.,** (2000). The tolerance of *Empetrum nigrum* to copper and nickel. *Environ Pollut* 109:221–229
- [5] **BEHANZIN G. J., ADJOU E.S., YESSOUFOU A.G., DAHOUENON A.E. et SEZAN A.,**(2014),« Effet des sels de métaux lourds (chlorure de Cobalt et chlorure de Mercure) sur l'activité des hépatocytes », *Journal Applied Biosciences*, Vol 83, pp 7499-7505
- [6] **[Ali H., Khan E. et Sajad M. A.** (2013). *Phytoremediation of heavy metals: Concepts and applications*. *Chemosphere*. 91: 869-881
- [7] **AFNOR,** (1988) *Prélèvement et dosage du plomb dans les aérosols*. Paris.
- [8] **(Xu et al., 2014(Xu X., Zhao Y., Zhao X., Wang Y. et Deng W. (2014).** Sources of heavy metal pollution in agricultural soils of a rapidly industrializing area in the Yangtze Delta of China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 10 8: 161-16 7.))
- [9] **Wang X., Sato T., Xing B. et Tao S.** (2005). Health risks of heavy metals to the general public in Tianjin, China via consumption of vegetables and fish. *Science of the Total Environment*. 350 (1-3): 28 - 37. Wei G., Fan L., Zhu W., Fu Y., Yu J. et Tang M. (heavy metal resistant bacteria CCNWR33-2 isolated from root nodule of *Lespedeza cuneata* in gold mine tailings in China. *Journal of Hazardous Materials*. 162: 50-56.
- [10] **S. Z. Mohammadi, M. Ali. Karimi, Daryoush Afzali, Fatemeh Mansouri,** Removal of Pb(II) from aqueous solutions using activated carbon from Sea-buckthorn stones by chem
- [11] **F. Lecheb,** *Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de la matière grasse du noyau des dattes: essai d'incorporation dans une crème cosmétique de soin*, Thèse de Magister de l'Université de M'hamed Bougara-Boumerdes, (2009-2010).
- [12] **O. Gerçel, H. F.** (2007) Gerçel, Adsorption of lead (II) ions from aqueous solutions by activated carbon prepared from biomass plant material of *Euphorbia rigida*, *Chemical*
- [13] **A. A. M. Daifullah, B. S. Girgis, H. M. H. Gad,** (2004) A study of the factors affecting the removal of humic acid by activated carbon prepared from biomass material, *Colloids and*
- [14] **A. A. El-Hedawy,** (2005) Surface and adsorptive properties of carbons prepared from
- [15] **J. M. Ramos, R. Arana, R. R. Mazzoco,** (2010) Adsorption studies of methylene blue and phenol onto black stone cherries prepared by chemical activation, *Journal of Hazardous*.
- [16] **ISSOLAH Imad Eddine ET ITBAREN Hadjer** MEMOIRE DE FIN D'ETUDE Élimination du chrome hexavalent de l'eau par adsorption sur poudre de coque
- [17] **Schubert G.E., Sinner E., Otten.G.** *Virch. Arch. Abt. Path. Anat.* 1997, 353, 207
- [18] **Schubert G.E., Sinner E., Otten.G.** *Virch. Arch. Abt. Path. Anat.* 1997, 353, 207.
- [19] **Ikhlass Marzouk Trifi.** Étude de l'élimination du chrome VI par adsorption sur l'alumine activée par dialyse ionique croisée. Autre. Université Paris-Est, 2012. Français. ffNNT : 2012PEST1149ff. fftel-0080793

- [20] **Beriala B et Belhani S** 2021 : Élimination des métaux lourds par de la biomasse these master UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA page 5
- [21] **NAIDJA.L** 2010 ; Elimination du colorant orange en solution aqueuse, par voie photochimique et par adsorption, mémoire de magistère en chimie, université de
- [24] **Elabed .A** 2007 ; Réactivité thermique et cinétique de dégradation du bois d'arganier application à l'élaboration de charbon actif par activation chimique à l'acide phosphorique, Thèse Doctorat, Université Mohammed V, Maroc.
- [25] **Dr. Abdel Aleem Abdel Rahman Metwally Salem, M. Yahya Hassan Makkawi** Dans les écoles secondaires agricoles, système triennal, secteur du livre, ministère
- [26] **Mme. Fatma Zohra KHELAIPIA** 2019 ; Application des noyaux de dattes dans
- [27] **Mohamed Maan ElBaradei, (2018),** Guide de conception des usines de traitement
- [28] **Hadeel Abdul-Amirkhiyoum (2014),** Photooxydation induite de solutions aqueuses de composés de thyzine, Master en chimie, Université Al-Qadisiyah, Irak
- [29] **Dr. Abdel Aleem Abdel Rahman Metwally Salem, M. Yahya Hassan Makkawi** Dans les écoles secondaires agricoles, système triennal, secteur du livre, ministère de l'Éducation, République arabe d'Égypte.
- [31] **Gregg, S.J., Sing, K.S** 1982 ; Adsorption, surface area and porosity,
- [32] **Granular and monolithic** activated carbons from KOH- activation of olive stones, R. Ubago-Perez, F. Carrasco-Marin, D. Fairen- Jimenez, C. Moreno-Castilla,
- [33] **M'Hamed Bougara, Boumerdes.** Etude du procédé d'adsorption du phénol sur du charbon actif à base de grignon d'olive, modélisation par les plans d'expérience, N. Naib, Mémoire de Magister., Université M'Hamed Bougara, Boumerdes.
- [34] **N. Naib .Etude du procédé d'adsorption du phénol sur du charbon actif à base**
- [35] **Fourier** Transforms for Chemists. Part I. Introduction to the Fourier Transform L. Glasser, J. Chem. Ed., 64, p. A228-A233. L.Glasser, Fourier Transforms for Chemists. Part II. Fourier Transforms in Chemistry and Spectroscopy - J. Chem. Ed., 64
- [36] **NAIDJA.L** 2010 ; Elimination du colorant orange en solution aqueuse, par voie photochimique et par adsorption, mémoire de magistère en chimie, université de Mentouri Constantine. p 23-30
- [37] **Anundo Polania** 1986 ; Bouanga 1986 ; Pavie1987)
- [38] **Mme. Fatma Zohra KHELAIPIA** 2019 ; Application des noyaux de dattes dans l'adsorption de métaux toxiques de l'eau A UNIVERSITY UNIVERSITE BADJI MOKHTAR- ANNABA -p 44 et 45
- [39] **Slejko. E. L;** and Dekker. M 1985; Adsorption Technology; A step by step approach to process avaluation and application.
- [40] **BENHAMOU Abdellah:** ADSORPTION EN MODE STATIQUE UNIVERSITÉ DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE D ORAN A-MOHAMED BOUDIAF FACULTÉ DE CHIMIE.
- [41] https://elearning.univeloued.dz/pluginfile.php/44305/mod_resource/content/1/Ph%C3%A9nom%C3%A8ne%20d%E2%80%99adsorption%20%20.pdf

- [42] **G.S. Bohart, E.Q. Adams**; (1920) 523–544; Some aspects of the behaviour of the charcoal with respect chlorine, J. Am. Chem. Soc.
- [43] **H.C. Thomas**; (1944) 1664–1666 Heterogeneous ion exchange in a flowing system, J. Am. Chem. Soc. 66 .
- [44] **Clark RM**; (1987) Evaluating the cost and performance of field-scale granular activated carbon systems. Environ Sci Technol 573–80
- [45] **CLAUDE CARDOT**, Février 2013 « les traitements de l'eau », Procédés physico-chimiques et biologiques. Ellipses page 52,
- [46] **HASSINI.Y et BEZZIOU.I** 2010 ; Caractéristiques des sables des différentes carrières du Sahara septentrion comme support filtre des eaux usées, Mémoire d'ingénieur.
- [47] **Castany G .1982** :principes et méthodes de hydrogéologie édition brodas prise
- [48] **AOUARIB WIDAD.BARCA DGAMILA**. 2017 valorisation des matériaux locaux et déchets solides dans domaine de traitements
- [49]**CLAUDE CARDOT**, Février 2013 « les traitements de l'eau », Procédés physico-chimiques et biologiques. Ellipses page 52,
- [50] **Hydrogénation catalytique de composés phénoliques polyfonctionnels** 2005 : application au traitement des margines Annexe A p 143

ANNEXES

Annexe 1

		
Entonnoir	Pissette pour l'eau distillée	Fioles jaugées
		
Eprouvette gradué	Barreau magnétique	pipette et propipet
		
Bécher	COLOUNE	Agitateur magnétique
		
Tubes à essais	Electrode pH mètre HANNA	Spatules



Annexe 2 : Dispositif expérimental de l'adsorption



Annexe 3 : chrome (VI) en poudre



Annexe 4 Le spectrophotomètre UV-visible

Résumé

La pollution de l'environnement entraîne la présence de métaux lourds toxiques dans tous types d'eaux : eaux de drainage, eaux usées, etc. C'est pour cela notre étude vise à étudier l'adsorption du chrome métallique hexagonal sur un lit fixe de charbon actif commercial recouvert d'une couche de copeaux de bois. Quant à la première colonne, elle ne contient que des copeaux de bois. d'adsorption sur charbon actif sous forme de granulés et de copeaux de bois bruts dans un réacteur à lit fixe.

Toutes les expériences ont été réalisées à température ambiante avec des concentrations de 10 ppm

Ainsi, les paramètres du suivie d'élimination d'un composé (chrome métallique hexagonal) sur des copeaux de bois commerciaux Charbon Active a été évalué à travers des courbes de rendement et de percée par spectroscopie ultraviolette.

colonne (2) là on a obtenu un taux d'élimination de (99%) au bout de 9 jours puis un taux de (43%) après une durée de fonctionnement de 19 jours

colonne(1) là on a obtenu un taux d'élimination de (98%) au bout de un jour puis un taux de (42%) après une durée de fonctionnement de 19 jours

Mots clés : Pollution, lit fixe, filtration ; adsorption, Métaux lourds

خلاصة

يؤدي التلوث البيئي الى وجود معادن ثقيلة سامة في جميع انواع المياه الصرف الصحي وغيرها ... ، ولهذا تهدف دراستنا الى دراسة امتزاز الكروم السداسي المعدي على طبقة ثابتة من فحم منشط

التجاري المخطى من طبقة نشارة الخشب الخام اما عمود ثاني يحتوي على نشارة فقط ، وهذه المواد الممتزة تكون على شكل حبيبات بالنسبة للشاربون اما نشارة فهي خام وتكون على مفاعل ذو قاعدة ثابتة ، اجريت جميع التجارب عند درجة حرارة الغرفة بتركيز 10 ppm وبالتالي تم تقييم معاملات مراقبة التخلص من مركب على نشارة و فحم منشط قمنا بتسجيل قيم وحسابها و رسم منحنيات انتاج واختراق بواسطة التحليل الطيفي لأشعة فوق البنفسجية.

العمود (2) حصلنا على نسبة القضاء (99%) بعد 9 أيام ثم نسبة (43%) بعد مدة تشغيل 19 يوماً

العمود (1) حصلنا على نسبة القضاء (98%) بعد يوم واحد ثم نسبة (42%) بعد فترة تشغيل قدرها 19 يوماً

الكلمات المفتاحي : التلوث ، السرير الثابت ، الترشيح ، الامتزاز ، المعادن الثقيلة

Abstrac

Environmental pollution leads to the presence of toxic heavy metals in all types of drainage water, wastewater, etc. This is why our study aims to study the adsorption of hexagonal metallic chromium on a fixed bed of commercial activated carbon covered with a layer of wood chips. As for the first column, it only contains wood chips. adsorption on activated carbon in the form of granules and raw wood chips in a fixed bed reactor.

All experiments were carried out at room temperature with concentrations of 10 ppm

Thus, the parameters of monitoring the elimination of a compound (hexagonal metallic chromium) on commercial Activated Charcoal wood chips were evaluated through yield and breakthrough curves by ultraviolet spectroscopy.

column (2) there we obtained an elimination rate of (99%) after 9 days then a rate of (43%) after a duration of operation of 19 days

column (1) there we obtained an elimination rate of (98%) after one day then a rate of (42%) after an operating period of 19 days

Keywords: Pollution, fixed bed, filtration; adsorption, Heavy metals