



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la nature de la  
vie  
Département des Sciences de la matière

# MÉMOIRE DE MASTER

Science de la matière  
Physique  
Physique de matériaux

Réf. : Entrez la référence du document

---

Présenté et soutenu par :  
**Slatnia Rayan**

Le : 10-6-2024

## Etude de l'efficacité du charbon actif commercial avec différents polluants.

---

### Jury :

M	Boukhmes Boudaira	MCA	Université de Biskra	Rapporteur
Mem	Mansoura Mencer	MCB	Université de Biskra	Président
Mem	Nawel Benyahia	MCB	Université de Biskra	Encadreur

Année universitaire : 2023-2024

# Remerciement

Avant tout, nous remercions ALLAH le tout puissant de nous avoir donné le courage, la patience et la volonté pour réaliser ce travail. Nous tenons à remercier notre encadreur Madame Nawel Benyahia pour l'intérêt qu'elle a porté à ce travail et pour ses orientations et conseils. Nos respectueux remerciements à tous les membres du jury qui nous ont fait l'honneur de participer à l'évaluation de ce travail. Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

**Merci à tous.**

# Dédicace

Je dédie le fruit de mon modeste travail à :

Mes très chers parents qui se sont dévoués corps et âmes pour me voir réussir dans ma vie que  
dieu les garde, Mes frères, Mes sœurs,

Tous ceux qui m'ont encouragé et soutenu durant les périodes les plus pénibles avec tant  
d'amour.

À tous mes amies ,

Et À toute la promotion de Physique de matériaux 2023/2024

# Sommaire

Remerciements	<b>I</b>
Dédicas	<b>II</b>
Liste des tableaux	<b>III</b>
Liste des figures	<b>V</b>
Introduction generale	<b>01</b>
<b>Chapitre I</b>	
I.1 Introduction	<b>02</b>
I.2 Aperçu historique du charbon actif	<b>02</b>
I.3 Définition	<b>03</b>
I.4 Source du charbon active	<b>04</b>
I.5 Forme du charbon actif	<b>04</b>
I.5.1.Charbon actif en poudre (CAP)	<b>04</b>
I.5.2.Charbon actif granulé (CAG)	<b>05</b>
I.5.3.Charbon actif Extrudé ou en Bille	<b>05</b>
I.5.4.Charbon actif en fibre (CAF)	<b>05</b>
I.6.Structure et surface spécifique du charbon actif	<b>06</b>
I.6.1.Structure du charbon actif	<b>06</b>
I.6.2.La surface spécifique et la porosité du charbon actif	<b>07</b>
I.7.Préparation du charbon actif	<b>09</b>
I.7.1.La carbonisation	<b>09</b>
I.7.2.Déshydratation de la matière	<b>09</b>
I.7.3.L'activation	<b>10</b>
I.7.3.1.Activation physique	<b>10</b>
I.7.3.2.Activation chimique	<b>10</b>
I.8.Caractéristiques du charbon actif	<b>11</b>
I.8.1.Caractéristiques physiques	<b>11</b>
I.8.2.Caractéristiques chimiques	<b>12</b>

I.9.Application du charbon actif	<b>13</b>
<b>Chapitre II</b>	
II.1 Introduction	<b>14</b>
II.2 - Matériel et produits chimiques	<b>14</b>
II.3 - Charbon actif commercial	<b>15</b>
II.4 - Bleu de méthylène (BM)	<b>15</b>
II.5 - Le phénol (Ph)	<b>16</b>
II.6 - Chlorure de sodium (Na Cl)	<b>18</b>
II.7 - Méthode de caractérisation	<b>18</b>
<b>Chapitre III</b>	
III 1- Objectif	<b>20</b>
III 2- Résultats et discussions	<b>20</b>
2-1 Bleu de méthylène (BM)	<b>21</b>
A.L'effet du temps de contact (charbon / impureté) et de l'agitation	<b>21</b>
B.L'effet de La concentration	<b>24</b>
2-2 Phénol	<b>26</b>
2-3 Chlorure de sodium (NaCl)	<b>28</b>
Conclussions générale	<b>31</b>
Références bibliographiques	<b>32</b>
Résumé	<b>36</b>

## Liste des figures

<b>Figure</b>	<b>Page</b>
Figure I.1 : Taille du marché mondial du charbon actif (en millions de dollars)	<b>02</b>
Figure I.2 : Charbon actif sous différentes formes poudre, granulé et extrude.	<b>05</b>
Figure I.3: Charbon actif en fibre à différent grossissement.	<b>06</b>
Figure I.4 : A. Structure de graphite, B. Couches planes d'atomes de carbone avec des hétéroatomes, C. Représentation de la microstructure d'un charbon actif.	<b>07</b>
Figure I.5 : Modèle dit « du papier froissé », décrivant la structure poreuse hiérarchisée d'un charbon actif	<b>07</b>
Figure I.6 : Classification de la surface spécifique suivant la porosité	<b>09</b>
Figure I.7 : Organigramme de l'activation physique (A) et l'activation chimique (B).	<b>11</b>
Figure I.8 : Divers applications du charbon actif	<b>13</b>
Figure II.1 : Verrerie de laboratoire, Balance électronique, Plaque d'agitation.	<b>14</b>
Figure II.2 : Poudre de charbon actif.	<b>15</b>
Figure II.3 : Bleu de méthylène (BM) Structure chimique, poudre et solution 1000 ppm.	<b>15</b>
Figure II.4 : Spectres d'absorption UVvisible de bleu de Méthylène (BM)	<b>16</b>
Figure II.5 : Courbe étalonnage d'adsorption du BM à 664 nm.	<b>16</b>
Figure II.6 : Structure moléculaire du phénol (Ph), poudre et solution 1720 ppm.	<b>17</b>

Figure II.7 : Spectres d'absorption en UVvisible du phénol	<b>18</b>
Figure II.8: Courbe étalonnage d'adsorption de phénol.	<b>18</b>
Figure III.9 : Chlorure de sodium (NaCl) structure, poudre et solution 4000 ppm	<b>18</b>
Figure II.10: L'appareil Perkin Elmer UV/VIS spectromètre (lambda 35).	<b>19</b>
Figure III .1 : Evolution de l'absorbance en fonction de la longueur d'onde à différents temps de contact (BM) sans agitation	<b>22</b>
Figure III .2 : Evolution de l'absorbance en fonction de la longueur d'onde à différents temps de contact (BM) avec agitation.	<b>22</b>
Figure III .3 : Evolution de l'absorbance en fonction de la longueur d'onde (BM) après 90 mn de temps de contact, avec et sans agitation.	<b>23</b>
Figure III .4 : L'évolution de l'efficacité de bleu de méthylène en fonction du temps de contact avec et sans agitation.	<b>24</b>
Figure III .5 : Evolution de l'absorbance en fonction de la longueur d'onde à différents concentration de BM après 60 mn d'agitation	<b>25</b>
Figure III .6 : L'évolution de l'efficacité en fonction de la concentration initiale de (BM) après 60 mn d'agitation.	<b>26</b>
Figure III .7 : Evolution de l'absorbance en fonction de la longueur d'onde à différents concentration de phénol après 60 mn d'agitation.	<b>27</b>
Figure III .8 : L'évolution de l'efficacité du charbon actif en fonction de la concentration du phénol après 1H d'agitation	<b>28</b>

Figure III. 9 : L'évolution de l'absorbance en fonction de la longueur d'onde de chlorure de sodium à 50, 150, 200, 250 (ppm) avec et sans charbon actif après 1H d'agitation.	<b>29</b>
Figure III.10 : L'évolution de l'efficacité du charbon actif en fonction de la concentration initiale du BM et de phénol après 1 H d'agitation	<b>10</b>

### **Liste des tableaux**

<b>Tableau</b>	<b>Page</b>
Tableau III-1 : L'effet du temps de contact sur l'absorbance du BM et l'efficacité d'élimination du charbon actif sans et avec agitation	<b>21</b>
Tableau III-2 : L'effet de la concentration de BM dans la solution sur l'efficacité d'élimination du charbon actif après 1 H d'agitation.	<b>25</b>
Tableau III-3 : L'effet de la concentration de phénol dans la solution sur l'efficacité d'élimination du charbon actif après 1 H d'agitation.	<b>27</b>



---

# INTRODUCTION GENERALE

---

Aujourd'hui, les émissions polluantes sont devenues une menace pour l'environnement partout dans le monde. Des polluants sont constamment rejetés dans l'environnement (eau, sol et air), ce qui entraîne de nombreux problèmes.

Afin de préserver l'environnement et de le protéger des polluants, cela nécessite de trouver de nouvelles méthodes et technologies de traitement.

Des déchets de toutes sortes (solides, liquides ou gazeux) issus de diverses activités humaines ont été fabriqués à partir de restes de déchets végétaux tels que les coques de noix de coco et les noyaux de dattes, qui sont des déchets bon marché à haute teneur en carbone comme matière première pour l'industrie. production de charbon actif et de biochar. Il y a eu une croissance significative,

Le charbon actif est utilisé comme adsorbant polyvalent dans la purification de l'eau et de l'air. Il est largement utilisé pour absorber et éliminer les polluants des gaz et des liquides, et est également utilisé dans des applications dans les processus médicaux, industriels et pharmaceutiques.

L'intérêt de ce travail est d'étudier le comportement du charbon actif commercial avec trois solutions différentes le bleu de méthylène, le phénol et le chlorure de sodium.

Ce mémoire comporte trois chapitres: dans le premier chapitre nous donnons des généralités sur les charbons actifs notamment ceux de source végétale.

Le deuxième chapitre: est consacré à une présentation de la procédure expérimentale et les protocoles mise en place au cours de cette étude d'adsorption sur charbon actif commerciale.

Dans le troisième chapitre : nous présentons les différents résultats obtenus ainsi que leurs discussions. Une conclusion générale et des suggestions et recommandations pour une éventuelle amélioration et continuation du travail sont données en dernier

---

# **Chapitre I**

## **Généralités sur le charbon actif**

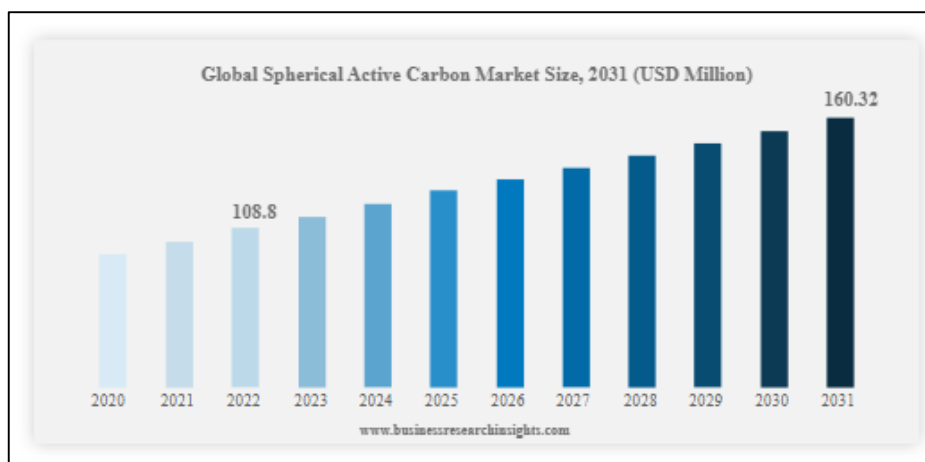
---

### I.1. Introduction

Depuis l'antiquité l'être humain à utiliser le charbon végétal, dans différents domaines. Au fil des années ce matériau a subi une évolution incessante surtout après la révolution technologique. De nos jours, le charbon actif à trouve sa place dans de nombreuses application, de ce fait la demande sur cette matière dans le marché mondial a connu une hausse accentuée. **(Figure I.1)** Parmi les divers domaines d'applications on peut citer le secteur d'automobile, de pharmaceutique et médical, de transformation des aliments et des boissons.

Ainsi, le secteur de purification de l'air et des eaux usées a connaît également une explosion dans ces dernières années surtout après la révolution de l'industrie mondiale et ces conséquences sur la qualité de l'air et de l'eau.

En effet, le charbon actif a prouvé son efficacité à éliminer le goût et l'odeur de l'eau par l'adsorption des contaminants. Ainsi à nettoyer l'eau des impuretés comme les couleurs, les pesticides et les métaux lourds dissoute et empêche le chlore et l'encrassement organique dans les systèmes de traitement par osmose inverse et autres.



**Figure I.1 :** Taille du marché mondial du charbon actif (en millions de dollars) [1]

### I.2. Aperçu historique du charbon actif

Le charbon actif (CA) est un matériau utilisé depuis longtemps, d'abord comme adsorbant et, ultérieurement, comme catalyseur. Les propriétés d'adsorption du charbon ont été utilisées très tôt, par les anciens papyrus Egyptiens en 1550 avant Jésus Christ, en médecine et pour le traitement des odeurs. Un siècle plus tard, les Phéniciens furent les précurseurs de son utilisation pour rendre l'eau potable. La première utilisation industrielle du charbon n'est apparue qu'au XVIII<sup>ème</sup> siècle pour la décoloration des sirops de sucre en Angleterre. [2]

Les premiers procédés industriels de fabrication de charbon actif aux propriétés bien définies ont été développés au début du 20<sup>ème</sup> siècle, cependant, les procédés d'activation à la vapeur et d'activation chimique ne pouvaient à cette époque produire que du charbon actif en poudre.

Pendant la Première Guerre Mondiale, l'activation à la vapeur des coquilles de noix de coco a été développée aux Etats-Unis pour une utilisation dans les masques à gaz. [3]

Après la Seconde Guerre Mondiale, des sociétés américaines sont parvenues à développer des charbons actifs agglomérés en grain à base de houille avec une structure macroscopique et une bonne résistance mécanique.

Aujourd'hui, l'adsorption sur charbon actif est une opération utilisée dans des domaines très variés comme la chimie fine, la pétrochimie, l'agroalimentaire, aussi dans des applications liées à l'environnement comme le traitement d'effluents. [4]

### I.3. Définition

Le charbon de bois n'est pas un charbon naturel (une roche sédimentaire par exemple), il est obtenu suite à une procédure bien déterminée.

En effet, d'après l'encyclopédie Britannique : « Le charbon de bois est le résidu obtenu lorsque des matières carbonées, d'origine animale, sont partiellement brûlées ou chauffées afin d'éliminer les matières goudroneuses et volatiles ; dans la plupart des cas. Les résidus peuvent être grossièrement décrits comme du charbon impur. (Le coke et le coke de pétrole ne sont certes pas du charbon de bois ; mais selon cette définition ils sont admissibles).

Ainsi d'après l'encyclopédie américaine : « Le charbon de bois, est un résidu noir, solide, non brillant, ou charbon amorphe, provenant de substances végétales ou animales ; ou charbon fabriqué par carbonisation du bois dans un four ou une cornue dont l'air est exclu » (Le charbon bitumineux terne n'est pas du charbon de bois mais selon cette définition, il est admissible.)

Pour résoudre ce dilemme W. Emrich a proposé la définition suivante : Le charbon de bois est le résidu de solide non agglomérant de matière organique, d'origine végétale, résultant de la carbonisation par la chaleur en absence d'air à une température supérieure à 300°C.

Cette définition distingue le charbon de bois du coke, qui est formé par carbonisation de matières organiques fluides telles que le charbon plastique ou le pétrole (lorsqu'il est chauffé, le charbon à coke devient plastique avant de se carboniser). On distingue également les

charbons bitumineux et lignite de charbon de bois, car ils n'ont pas été soumis à des températures de carbonisation pendant leurs métamorphoses. [5]

Le charbon de bois est obtenu par pyrolyse à 400 °C. On la réalisait autrefois dans les forêts, dans de grandes meules (tas de bois protégés de l'air pour éviter qu'ils ne brûlent), à l'intérieur desquelles on mettait le feu. Aujourd'hui, on utilise plutôt de petites unités de production industrielle moins polluantes, où la pyrolyse s'effectue par contact de gaz chauds.

#### I.4.Source du charbon active

Le charbon actif peut être produit à partir de toute matière organique végétale ou animale riche en carbone comme : les coquilles de noix de coco [6] le bois ,les noyaux d'olive

les noyaux de dattes K. S. K. Reddy, A comparison of microstructure and adsorption characteristics of activated carbons by CO<sub>2</sub> and H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> activation from date palm pits, New Carbon Materials, Volume 27, Issue 5, October 2012, Pages 344-351

le résidu de café , balle de riz et bagasse .les boues organiques. La biomasse ligneuse contient, en proportion variable, de l'hémicellulose, de la cellulose et de la lignine, ainsi que de petites quantités de sucre, de protéines, d'amidons et de lipides simples

. Les œufs .[6-13]

#### I.5.Forme du charbon actif

Le charbon active est un produit complexe on peut le classer en fonction de plusieurs paramètres suivant son comportement, ses propriétés chimiques et physiques ou même de surface et d'autres propriétés essentielles.

Ainsi, dans le marché le charbon actif est disponible sous différentes apparences. **Figure I.2** voici une classification générale du charbon active basé sur la technique de traitement, la taille et son domaine d'application.

##### I.5.1.Charbon actif en poudre (CAP)

Une poudre noire, légère de taille de grain typique inférieure à 0,1 mm et la taille commune de la particule varie de 0,015 à 0,025 mm. Sous cette forme, il est utilisé souvent pour le traitement de l'eau et purification de l'air des gaz. Dans le premier cas, il est généralement utilisé en combinaison avec un traitement clarificateur pour augmenter le temps de contact entre le

charbon et l'eau. Il est moins cher que le charbon actif granulé et l'adsorption dans les micropores est beaucoup plus grande que sur la surface des mésopores, plus la microporosité est grande plus la capacité d'adsorption est élevée. [14]

### I.5.2. Charbon actif granulé (CAG)

Il a une forme irrégulière avec une taille moyenne comprise entre 0.2 – 5 mm, ces caractéristiques physiques varient considérablement selon les matériaux constitutifs et le mode de fabrication. Sa forte densité apparente, sa haute dureté et son indice d'abrasion réduit ont rendu le CAG plus adapté que CAP pour diverses applications. Il est majoritairement utilisé pour l'élimination des micro-polluants organiques et de la matière organique des eaux, mais il est également appliqué au traitement des gaz. En effet, ce type de charbon actif est couramment utilisé dans les installations de traitement de l'eau où le lit de carbone granulaire permet d'éliminer les goûts, les couleurs, les odeurs et les matières organiques dissoutes. [15]

### I.5.3. Charbon actif Extrudé ou en Bille

Prend la forme de l'extrudeuse et sa taille est comprise entre 0.8 et 5 mm, il est plutôt utilisé pour traiter les gaz. Sa structure permet de limiter les pertes de charge lors du passage du gaz à travers le lit. Il contient peu de poussières et possède une forte résistance mécanique. [16]

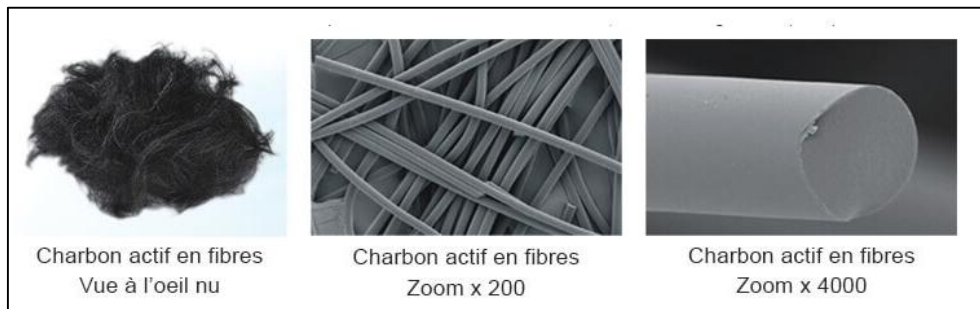


**Figure I.2 :** Charbon actif sous différentes formes poudre, granulé et extrudé.

### I.5.4. Charbon actif en fibre (CAF)

Les Charbons actifs en fibre CAF, sont des carbones poreux en forme de fibre contiennent une structure poreuse bien définie avec une capacité d'adsorption élevée. Les CAF sont généralement préparés à partir de fibres de carbone à usage général par un traitement thermique

pour obtenir une porosité élevée pour satisfaire des applications spécifiques. L'une des caractéristiques intéressantes pour le CAF est sa surface extrêmement élevée autour de  $2000 \text{ m}^2 / \text{g}$ . Actuellement, l'intérêt pour ces matériaux est croissant car ils présentent des cinétiques et des capacités d'adsorption supérieures aux charbons en grains et en poudre. Ils possèdent des structures microporeuses très développées, une surface spécifique très élevée pouvant atteindre  $2000 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$  et sont facilement manipulables [17].



**Figure I.3:** Charbon actif en fibre à différent grossissement [18].

## I.6. Structure et surface spécifique du charbon actif :

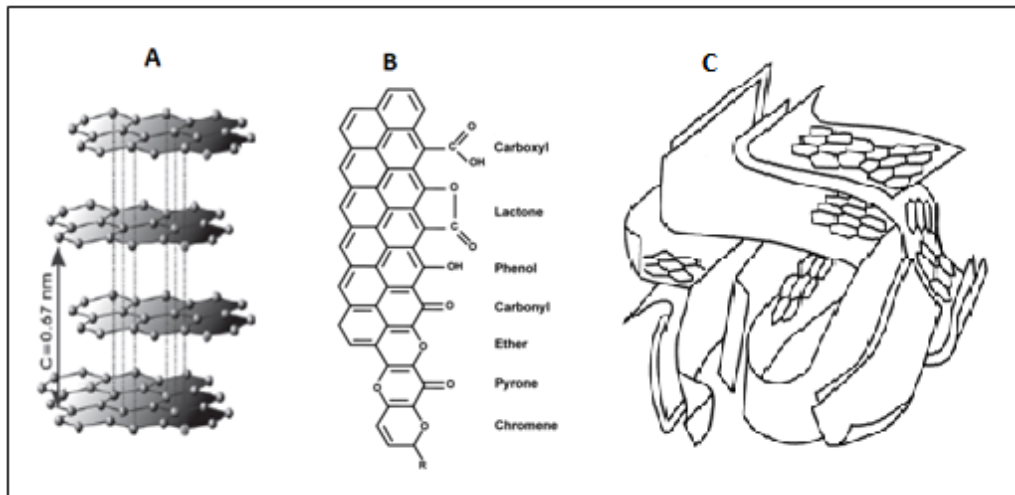
### I. 6.1. Structure du charbon actif :

La structure du charbon actif est constitué d'atomes de carbone organisés en feuillets selon une structure graphite **Figure I.4 A**, avec de couches planes d'atomes de carbone ordonnés en hexagones réguliers, similaires aux cycles aromatiques **Figure I.4 B**. [19]

En effet les analyses de diffraction aux rayons X révèle que la structure du charbon active est graphitique, mais avec quelques différences, notamment par la disposition de ces couches planes d'atomes de carbone en un agencement désordonné **Figure I.4 C** et par la formation de groupements fonctionnels, dus à la présence d'hétéroatomes (oxygène, métaux, hydrogène, chlore, azote etc.) dans le réseau cristallin plane. [20]

Ces hétéroatomes forment sur la surface des plans de graphite des fonctions. Ces diverses fonctions jouent un rôle très important lors de l'adsorption, particulièrement pendant la chimisorption car selon leur nature et leur nombre, elles déterminent les aspects qualitatif et quantitatif de l'adsorption du charbon active. Elles peuvent être de quatre types : acides, basiques, neutres ou polaires.

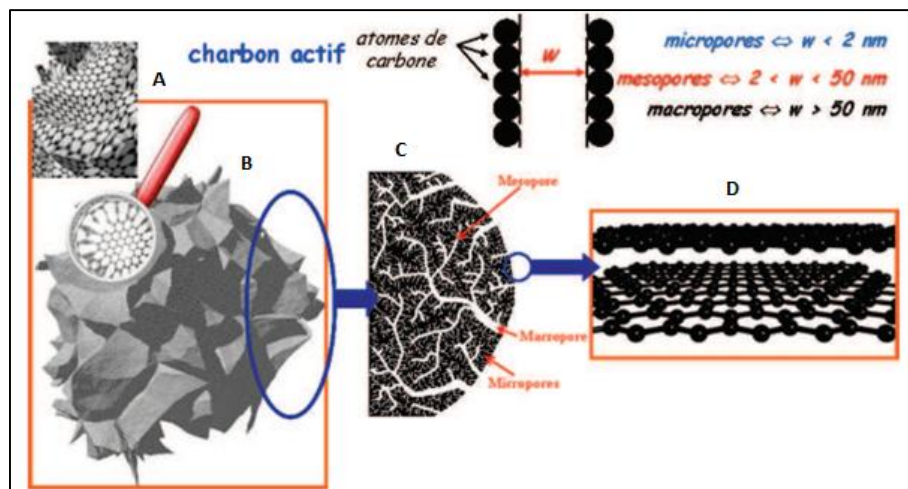




**Figure I.4** : A. Structure de graphite, B. Couches planes d'atomes de carbone avec des hétéroatomes, C. Représentation de la microstructure d'un charbon actif.

### I.6.2. La surface spécifique et la porosité du charbon actif

D'après la **Figure I.5** qui montre un modèle de structure de carbone activé, avec le classement des pores selon leurs tailles et tel que défini par l'IUPAC, le charbon actif est un adsorbant hautement poreux est constitué d'atomes de carbone organisés en feuillets selon une structure graphite **Figure I.5.A**. Ces feuillets sont regroupés en une structure granulaire ou monolithique, traversée de pores allant de quelques Angströms (espaces inter-foliaires) à quelques dizaines de nanomètre **Figure I.5.D**. Les réseaux de pores sont des canaux créés dans un squelette rigide de couches désordonnées d'atomes de carbone, empilés de façon inégale, créant une structure hautement poreuse de recoins, de fissures et de crevasses entre les couches de carbone **Figure I.5.C**. [21]



**Figure I.5** : Modèle dit « du papier froissé », décrivant la structure poreuse hiérarchisée d'un charbon actif [ 22 ]

En conséquence, la texture du charbon actif se caractérise essentiellement par deux paramètres qui sont **l'aire spécifique** et **la porosité**. Ils sont essentiels pour la détermination des capacités et des cinétiques d'adsorption. **Figure I.6**

Par définition, **la surface spécifique** appelée également aire massique représente la surface totale par unité de masse du produit accessible aux atomes ou aux molécules d'adsorbat. Elle est généralement exprimée en  $\text{m}^2/\text{g}$ . La connaissance de la surface spécifique est d'une grande importance dans la caractérisation des charbons actifs. Elle peut être déterminée expérimentalement par la méthode B.E.T. (Brunauer, Emmett et Teller).

La surface spécifique est calculée en mesurant la quantité d'un gaz adsorbé à basse température (généralement l'azote à  $77^\circ\text{K}$ ) et en supposant que la surface est recouverte par une monocouche de molécules.

D'un point de vue physique, la différence entre la surface interne et la surface externe est que la valeur de l'énergie d'adsorption peut être jusqu'à deux fois plus grande sur les parois des micropores que sur la surface externe [23].

Concernant **la porosité** ; une classification simple permet de distinguer trois sortes de pores :

- **Macropores**

Ils possèdent un rayon moyen compris entre 50 et 100 nm et peut atteindre jusqu'à 2000 nm. Leurs surfaces spécifiques ( $0,5$  à  $2 \text{ m}^2.\text{g}^{-1}$ ) montre qu'ils influencent faiblement la capacité d'adsorption.

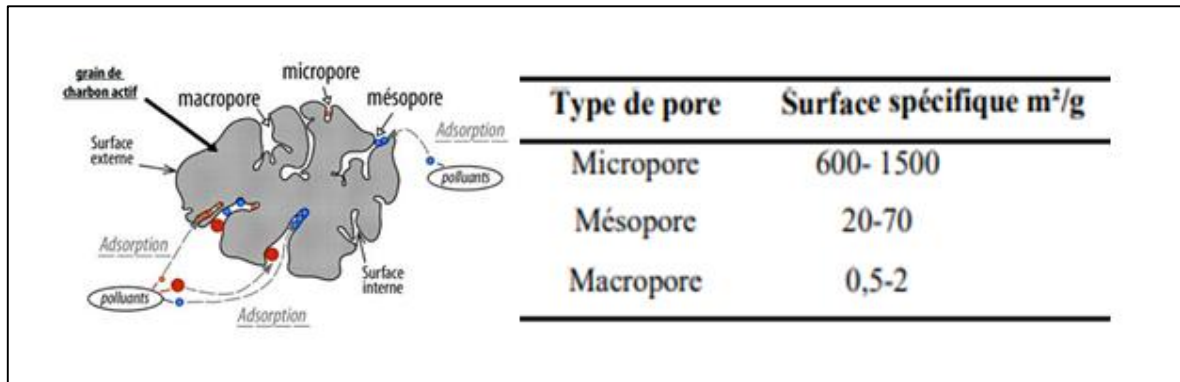
- **Mésopores**

Ils ont un rayon compris entre 1,8 - 2 nm et 50 - 100 nm. L'ordre de grandeur de leurs aires massiques ( $25$  à  $75 \text{ m}^2.\text{g}^{-1}$ ) montrent qu'ils peuvent influencer moyennement la capacité. En effet, les phénomènes de condensation capillaire ne peuvent se dérouler qu'à l'intérieur de ces mésopores. Ils sont considérés comme des pores de transition en contrôlant le passage des adsorbats vers les micropores.

- **Micropores**

Ils constituent pratiquement l'essentiel de la surface spécifique totale (95%). Leur rayon qui est inférieur à 1,8-2 nm (de l'ordre de la taille des molécules simples) leur confère un très grand rôle dans le processus d'adsorption. [24]

Concernant le pouvoir adsorbant du charbon actif, il a été clairement établi que la porosité peut limiter les capacités de ce matériau vis-à-vis des molécules complexes, principalement celles à haut poids moléculaire. Ce qui va contrôler la vitesse de diffusion des substrats à l'intérieur des particules du charbon actif.



**Figure I.6** : Classification de la surface spécifique suivant la porosité.

## I.7.Préparation du charbon actif

Après récupération, nettoyage et broyage de la matière première, la préparation d'un charbon actif comprend plusieurs étapes de préparation les plus importantes sont les suivantes : la carbonisation et l'activation physique, chimique. **Figures I.7**

**I.7.1.La carbonisation** cette opération passe par deux étapes la déshydratation de la matière première puis la carbonisation.

### I.7.2.Déshydratation de la matière

Elle se fait à une température entre 100 °C et 170 °C dans cette étape la matière perd progressivement de l'eau, les molécules internes ne changent pas.

#### • Carbonisation

Ou pyrolyse, ce processus est réalisé dans un environnement inerte, il se fait dans une plage température de 300 °C - 1000°C. Après carbonisation les produits résultants sont un solide carboné, ainsi que des composés volatils (liquides et gazeux). Le but de la pyrolyse est d'obtenir un matériau fortement carboné, avec une microporosité primitive qui nécessite un développement par le processus d'activation.

Une fois le charbon obtenu, une étape d'activation est essentielle pour obtenir une structure poreuse. En effet l'activation consiste à développer la structure poreuse en éliminant les

goudrons qui obstruent les pores, et à créer des fonctions de surfaces (généralement oxydées) qui sont à l'origine des interactions d'adsorption entre le charbon actif et les impuretés [25]

### I.7.3.L'activation

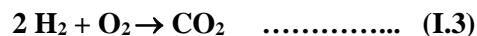
#### I.7.3.1. Activation physique

Ce procédé est une oxydation du charbon (carbonisât) par traitement thermique à haute température entre 800°C et 1000°C), généralement pendant 1 à 2 h, en présence d'un gaz faiblement oxydant (air, vapeur d'eau, dioxyde de carbone ou d'un mélange de ces gaz) jusqu'à obtention d'un charbon actif. Ce procédé donne un charbon à pores étroits et va créer des millions de microscopiques alvéoles sur la surface du charbon, augmentant de façon très importante sa surface spécifique et son pouvoir d'adsorption, le carbone est consommé par les réactions suivantes [25]



(I.2).....

.....



#### I.7.3.2.Activation chimique

Consiste à imprégner le matériau de départ avec une solution concentrée d'agent très oxydant et/ou déshydratant (acide phosphorique (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>), chlorure de zinc(ZnCl<sub>2</sub>), hydroxyde de potassium(KOH), ...). Le matériau subit ensuite une pyrolyse entre 400°C et 800°C à l'abri de l'air, puis il est lavé et séché. Le charbon actif est ainsi obtenu en une seule étape. C'est le degré d'imprégnation du matériau en matière oxydante qui définit la structure poreuse finale.

Le charbon actif obtenu à une structure poreuse poly dispersé qui dépend essentiellement de la matière première mais aussi des conditions de l'activation chimique.

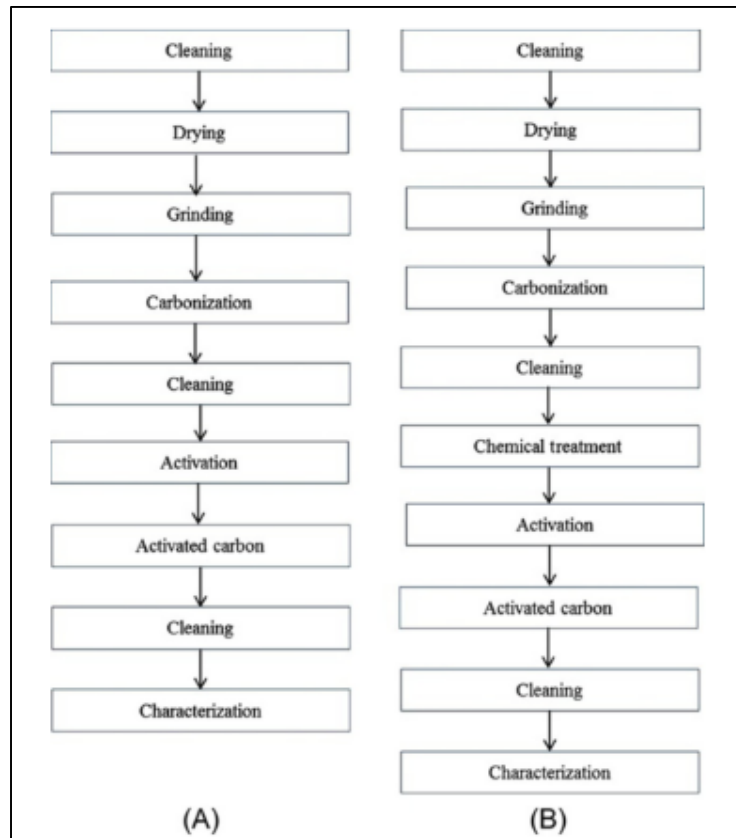


Figure I.7 : Organigramme de l'activation physique (A) et l'activation chimique (B).

## I.8. Caractéristiques du charbon actif

### I.8.1. Caractéristiques physiques

- **La densité**

Plus le charbon est activé, plus il est léger. La densité indique le niveau d'activation du charbon actif. Elle conditionne l'efficacité des traitements et c'est également un élément déterminant de son prix. La densité du charbon actif utilisé pour le traitement de l'eau est en général comprise entre 0,20 et 0,55 g/cm<sup>3</sup> [26].

- **La dureté :**

La dureté du matériau exprime la résistance du charbon actif à l'abrasion, au tassement, à l'attrition et aux vibrations. C'est un facteur important dans le design du système de traitement et sa durée de vie puisqu'il permet d'évaluer la formation de fines poussières nuisibles au fonctionnement des installations (colmatage du lit, dépôt dans les vannes et tuyaux...). Il dépend de la matière première et du niveau d'activation [27].

**• La porosité :**

Elle représente la fraction de volume vide d'un adsorbant. Elle est liée à la densité réelle et à la densité apparente par la relation :

$$P = 1 - \frac{D_a}{d} \quad \dots\dots\dots \quad (I.4)$$

**P** : porosité.

**Da** : Densité apparente.

**d** : Densité réelle.

La densité apparente étant le poids d'adsorbant nécessaire pour remplir un filtre de volume déterminé tandis que la densité réelle est le rapport du poids d'adsorbant (matière solide) au volume occupé par la matière solide, en tenant donc compte du volume vide entre les particules et dans les pores.

**• La friabilité :**

On estime la friabilité d'un matériau en appréciant la quantité de matériau restant utilisable après broyage, c'est-à-dire ayant la même taille effective que l'échantillon initial.

$$\text{Friabilité} = \frac{10}{9} (x-10) \quad (I.5)$$

**x** est le pourcentage en poids du matériau.

**I.8.2. Caractéristiques chimiques**

Elles reposent essentiellement sur la capacité d'adsorption d'un charbon actif vis-à-vis de substances données. Dans certains pays, on utilise l'indice FINAD, c'est-à-dire la somme des notes attribuées pour l'adsorption des substances polluantes qui sont le Phénol (F), l'Iode (I), l'Indole (N), le phenazone (A) et les détergents (D). On se limite souvent aux indices FND.

**• Indice d'iode**

Pour les charbons actifs destinés à des applications en traitement des eaux, l'indice d'iode représente la quantité d'iode, exprimée en mg, adsorbée sur charbon actif.

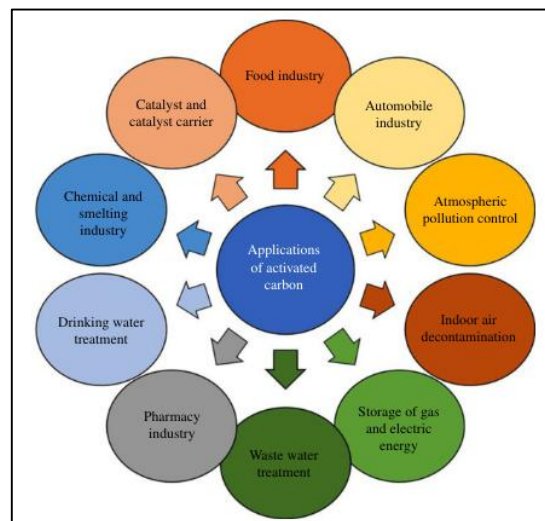
**• Indice de phénol**

Il représente la quantité de phénol  $C_6 H_5 OH$  exprimé en mg, adsorbée sur charbon actif

### I.9. Application du charbon actif

Le **charbon actif** a de nombreuses applications comme : **Figure I.8**.

- Le traitement des eaux potables ou des eaux industrielles qui sont produites à partir des eaux de surface. Le charbon actif fixe alors les composés organiques dissous qui n'ont pas été éliminés par autoépuration (ou élimination biologique naturelle). Nous citons en exemple les substances qui donnent le goût et la saveur à l'eau. Ces adsorbants retiennent également certains métaux lourds à l'état de traces.
- Le traitement tertiaire des eaux résiduaires ou industrielles. Dans ce cas le charbon actif peut être considéré comme un complément au traité biologique.
- Le traitement des eaux résiduaires industrielles : ce traitement est employé lorsque l'utilisation des techniques biologiques n'est pas permise. Le but du charbon actif est donc d'éliminer les composés toxiques non biodégradables.
- La purification industrielle des produits pharmaceutiques, chimiques ou alimentaires (sucre, huiles végétales...).
- L'action catalytique en tant que support de catalyseur [ 28 ]



**Figure I.8** : Divers applications du charbon actif [29]

---

# **Chapitre II**

## **PARTIE EXPERIMENTALE**

### **Matériel et méthode de caractérisation**

---



## II.1. Introduction

Dans ce chapitre on va mettre en évidence le matériel et la méthode de travail choisi pour étudier le comportement du charbon actif commercial dans trois solutions différentes à savoir le bleu de méthylène, le phénol et le chlorure de sodium.

Pour réaliser cette étude nous avons employé la spectroscopie ultra- violet visible comme technique de caractérisation.

## II.2. Matériel et produits chimiques

### II.2.1. Matériels

Dans ce travail, en plus de verrerie de laboratoire et la balance électronique munie d'une précision de quatre chiffre, nous avons utilisé une plaque d'agitation pour la préparation des solutions chimiques bien homogène de différentes concentrations et pour étudier l'effet de l'agitation sur le processus d'adsorption. **Figure II.1**



**Figure II.1** : Verrerie de laboratoire, Balance électronique, Plaque d'agitation.

### II.2.2. Produits chimiques

Tous les produits chimiques employés dans ce travail ont été procurés du laboratoire pédagogique de chimie département de science de la matière, Université Mohamed Khider Biskra, à savoir le charbon actif, le bleu de Méthylène, le phénol et le sodium de chlorure.

### II.3. Charbon actif commercial

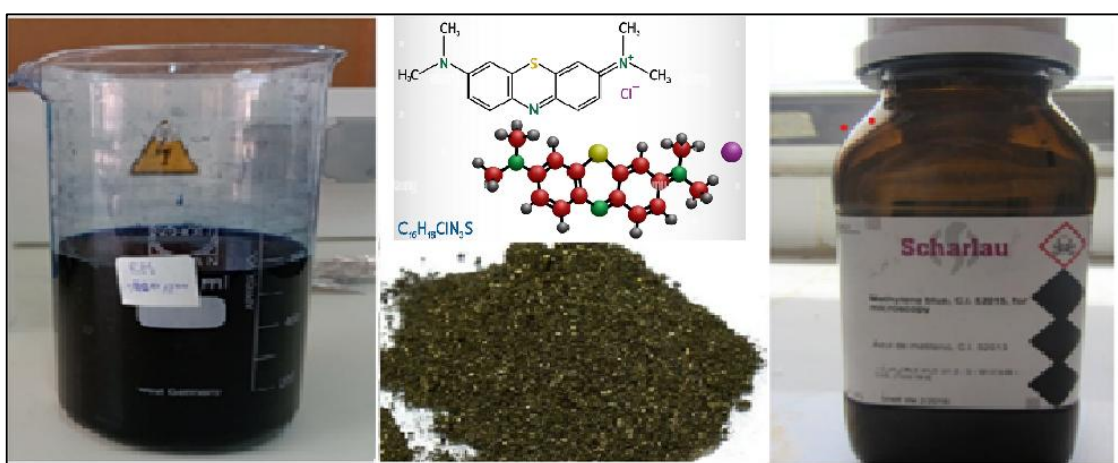
Le charbon actif sec en poudre **Figure II.2**, utilisé dans ce travail a été procuré de laboratoire de chimie de la marque Riedel-de Haën c'est un charbon mésoporeux de 20 nm de granulométrie et de 658 m<sup>2</sup>/g de surface spécifique.



**Figure II.2** : Poudre de charbon actif.

### II.4. Bleu de méthylène (BM)

Le bleu de méthylène est un colorant cationique, il existe sous forme de poudre vert foncé, sa formule moléculaire est C<sub>16</sub>H<sub>18</sub>ClN<sub>3</sub>S, Il est couramment utilisé comme polluant organique modèle en raison de sa structure moléculaire stable. Une solution mère de bleu de Méthylène (BM) avec une concentration de 1000 ppm a été préparée en mélangeant 1 g de BM avec un litre d'eau distillée. La solution mère a été convenablement agité afin d'obtenir une solution homogène prête. **Figure II.3**



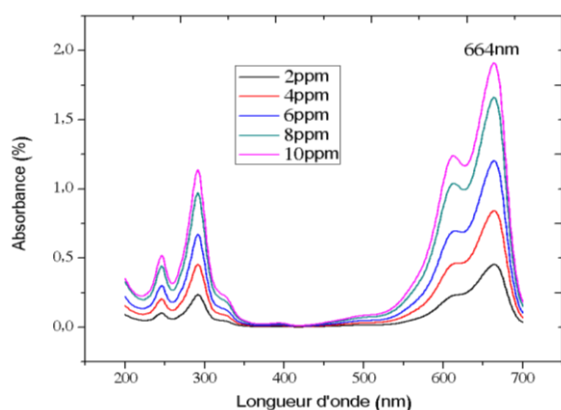
**Figure II.3** : Bleu de méthylène (BM) Structure chimique, poudre et solution 1000 ppm.

Pour réaliser les courbes d'étalonnage, une solution mère de BM a été préparée avec une concentration mère de  $C_{\text{mer}} = 100 \text{ ppm}$ .

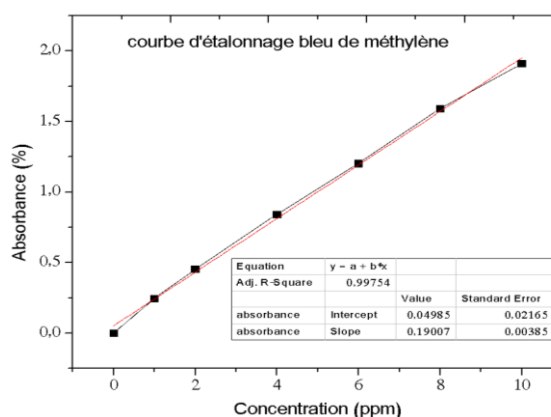
Ensuite une série de solutions aux concentrations bien définies ont été préparées en prélevant différents volumes par dilutions successives de la solution mère, pour obtenir les concentrations suivantes (2, 4, 6, 8, 10 (mg/L)).

Les spectres d'UV-visible, de la **Figure II. 4** représentant l'absorbance du BM en fonction de la longueur d'onde à différentes concentrations ont été obtenus par un balayage spectral, entre 200 et 700 nm. Ces spectres nous a permis de déduire l'absorbance correspondante à chaque concentration pour chaque longueur d'onde.

En prenant les maxima d'absorption de BM des diverses concentrations, de la longueur d'onde **664 nm**, on peut tracer la courbe d'étalonnage représenté sur la **Figure II.5**. Avec un coefficient d'extinction  $\epsilon = 0,19007 \text{ (L /mg)}$ , avec un coefficient de régression de  $R^2 = 0,99754$ , donc le résultat est considéré comme une bonne ligne d'ajustement.



**Figure II.4 :** Spectres d'absorption UV-visible de bleu de Méthylène (BM).



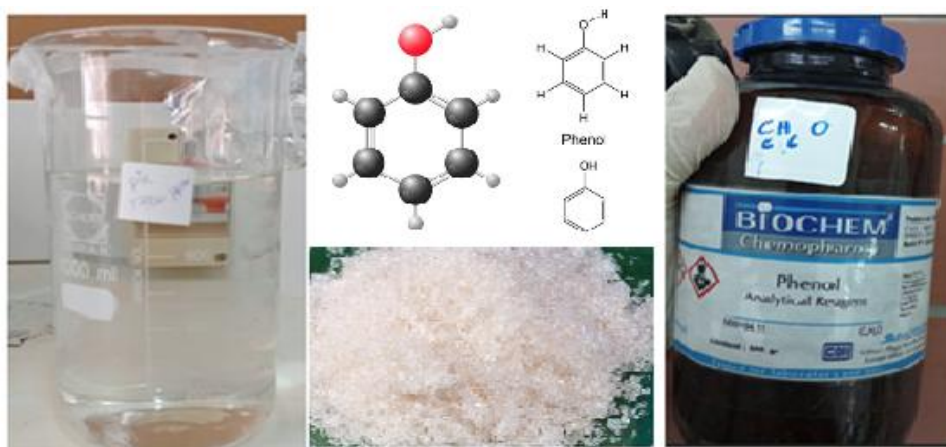
**Figure II.5 :** Courbe étalonnage d'adsorption du BM à **664 nm**.

## II.5. Le phénol (Ph)

Le phénol est un composé organique aromatique composé de noyau benzénique relié avec groupement hydroxyle ( $-\text{OH}$ ). Bien qu'il ait une fonction alcool, sa formule moléculaire est  $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ , le phénol a des propriétés uniques et n'est pas classé comme un alcool. Le phénol est présent dans de nombreux végétaux **Figure II.6**. [ 30 ]

Le phénol est utilisé dans la production ou la fabrication, d'engrais, de gaz d'éclairage, de peintures et de décapants à peinture, de produits de préservation pour le bois, de résines synthétiques, de textiles, de médicaments, de préparations pharmaceutiques comme anesthésique, Il est présent dans un certain nombre de produits pharmaceutiques, tels les onguents, les gouttes pour les oreilles et le nez, de parfums, de bakélite et d'autres plastiques

Une solution mère de phénol avec une concentration de 1720 ppm a été préparée en mélangeant 1,72 g de phénol avec un litre d'eau distillée. La solution mère a été convenablement agité afin d'obtenir une solution homogène prête. **Figure II.6**

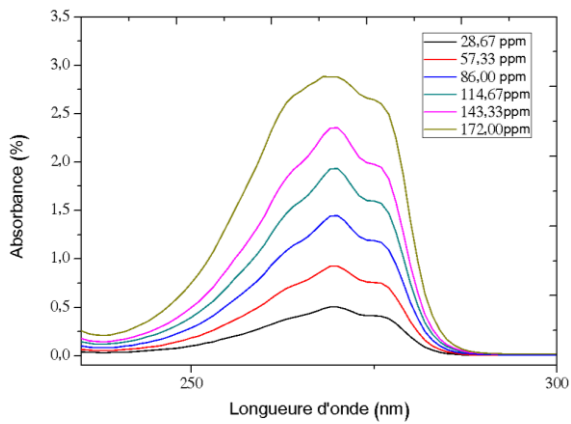


**Figure II.6** : Structure moléculaire du phénol (**Ph**), poudre et solution 1720 ppm.

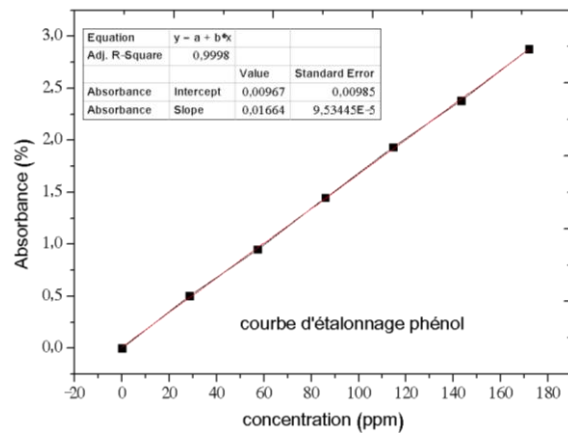
Les spectres d'UV-visible de **la Figure II.7** représentant l'absorbance de phénol en fonction de la longueur d'onde à différentes concentrations ont été obtenus par un balayage, entre 200 et 300 nm. Ces spectres nous a permet de déduire l'absorbance correspondante à chaque concentration pour chaque longueur d'onde.

Une série de solutions aux concentrations bien définies ont été obtenues en prélevant différents volumes par dilutions successives de la solution mère, pour obtenir les concentrations suivantes (28.67, 57.33, 86.00, 114.67, 143.33,172.00 (ppm)).

En prenant les maximas d'absorption de phenol des diverses concentrations, de la longueur d'onde **270 nm**, on peut tracer la courbe d'étalonnage représenté sur la **Figure II.8**. Avec un coefficient d'extinction  $\epsilon = 0,01664$  (L /mg), avec un coefficient de régression de  $R^2 = 0,9998$ , donc le résultat est considéré comme une bonne ligne d'ajustement.



**Figure II.7 :** Spectres d'absorption en UV-visible du phénol.



**Figure II.8:** Courbe étalonnage d'adsorption de phénol.

## II.6. Chlorure de sodium (Na Cl)

Une solution mère de phénol avec une concentration de 4000 ppm a été préparée en mélangeant 2 g de chlorure de sodium avec un 500 ml d'eau distillée. La solution mère a été convenablement agité afin d'obtenir une solution homogène prête. **Figure II.9**



**Figure III.9 :** Chlorure de sodium (NaCl) structure, poudre et solution 4000 ppm.

## II.7. Méthode de caractérisation

La spectroscopie UV / VIS est une technique analytique permettant de déterminer les propriétés



utilisé pour caractériser les solutions, les matériaux semi-conducteurs, les revêtements et de nombreux autres matériaux de recherche et de fabrication.

La spectroscopie UV-visible étudie l'absorption des radiations électromagnétique par les espèces chimiques sur une gamme de longueur d'onde comprise entre 200 et 800 nm environ.

Un grand nombre de composé organique et inorganique absorbent les rayonnements électromagnétiques dans cette gamme de longueur d'onde.

Pour obtenir le spectre UV-visible d'une espèce en solution, il suffit de placer un échantillon de cette espèce dans un spectrophotomètre et de l'éclairer par un faisceau incident monochromatique, de longueur d'onde  $\lambda$ . Un capteur mesure l'intensité lumineuse du faisceau après traversée de l'échantillon. L'ordinateur compare alors cette valeur à l'intensité transmise par un échantillon de référence appelé « blanc ». Puis L'appareil affiche alors une grandeur qui caractérise l'aptitude de l'espèce à absorber une radiation lumineuse de longueur d'onde donnée. Il peut s'agir de la transmittance ou de l'absorbance. **Spectrophotométrie d'absorption dans l'ultraviolet et le visible**, D. D. BENEDETTO et al, technique de l'ingénieure

Dans cette étude nous avons réalisée nos mesures avec le spectromètre UV-Visible de type lambda 35 de Perkin Elmer fonctionnant dans la gamme spectrale 190 -1100 nm en absorbance en transmittance. **Figure II.10**



**Figure II.10:** L'appareil Perkin Elmer UV/VIS spectromètre (lambda 35).

---

# Chapitre III

Résultats et discussions

---

### III.1. Objectif

Notre but dans ce travail est d'étudier le comportement du charbon actif commercial dans trois solutions différentes à savoir le bleu de méthylène, le phénol et le chlorure de sodium et d'estimer son efficacité à éliminer ces substances chimiques. Pour ce faire, nous avons employé la spectroscopie ultra- violet visible comme technique de caractérisation.

### III.2. Résultats et discussions

En réalité plusieurs paramètres peuvent influencer l'adsorption des impuretés par le charbon actif la nature du charbon actif, la nature de l'impureté, la température, le temps de contact impureté / purifiant et l'agitation...

Dans ce modeste travail on s'est limité au paramètres suivantes : Le temps de contact, l'agitation, la nature et la concentration de la substance chimique à éliminer.

Au départ, nous avons fixé la concentration du **charbon actif** dans la solution à purifié à **1 g/l** pour toutes les mesures réalisées lors de ce travail.

D'après la loi de Beer-Lamber, on peut calculer la concentration résiduelle de la substance chimique dans la solution et le rendement d'élimination d'impureté par les relations II.1 et II.2 respectivement :

$$C \text{ (ppm)} = \frac{A}{\varepsilon} \dots\dots\dots \text{(II1.1)}$$

$$E \text{ (%) } = \frac{C_0 - C}{C_0} * 100 \dots\dots\dots \text{(II1.2)}$$

C : Concentration résiduelle de la substance chimique dans la solution ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ) ou (ppm)

A : Absorbance (%)

$\varepsilon$  : coefficient d'extinction ( $\text{mg}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{cm}^{-1}$ )

$C_0$  : Concentration initiale de la substance chimique dans la solution ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ) ou (ppm)

E % : Rendement ou efficacité d'élimination d'impureté

Connaissant le coefficient d'extinction de bleu de méthylène et de phénol ( $\varepsilon_{\text{BM}} = \mathbf{0.19007}$  et  $\varepsilon_{\text{Ph}} = \mathbf{0.01664}$  ( $\text{mg}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{cm}^{-1}$ )); calculée à partir de la courbe d'étalonnage mentionner dans le chapitre II de cette étude; nous avons pu calculé les valeurs de C et E.



## 2.1. Bleu de méthylène (BM)

### A. L'effet du temps de contact (charbon / impureté) et de l'agitation

Pour estimer le temps de contact (charbon / impureté) nécessaire à la purification de la solution du bleu de méthylène, nous avons fixé la concentration de la substance chimique à éliminer à **200 ppm** bleu de méthylène dans la solution de travail et faire varier le temps de contact d'un pas de 15 mn dans l'intervalle de **15 mn** jusqu'à **135 mn**.

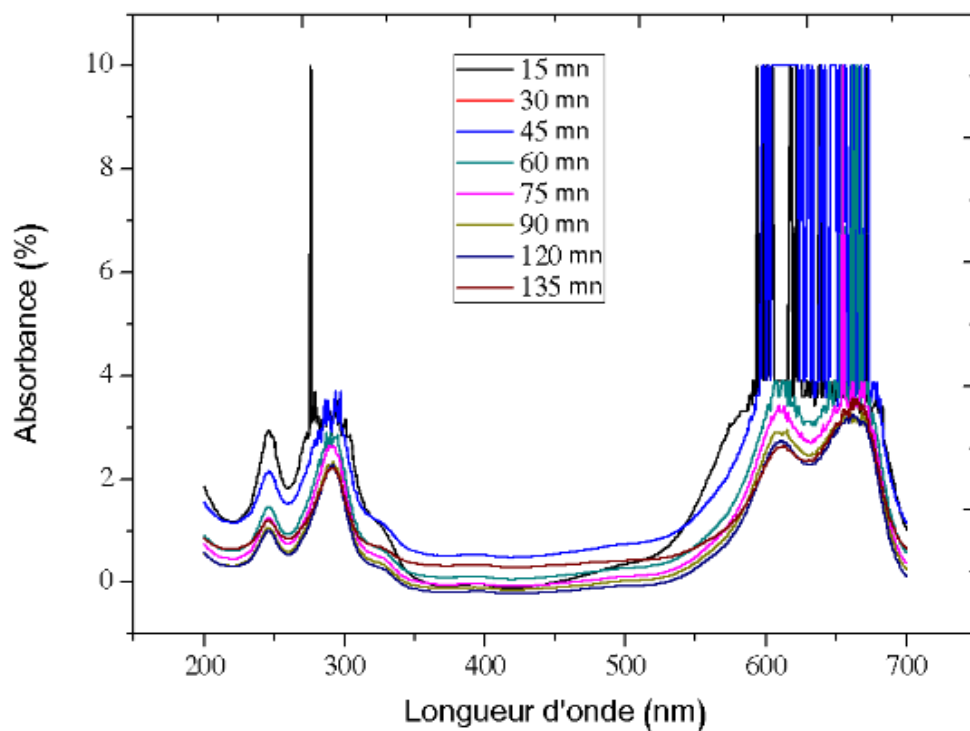
La **Figures III.1** et la **Figures III.2** représentent l'absorbance de la solution de bleu de méthylène en fonction de la longueur d'onde à différents temps de contact (charbon / impureté) sans agitation et avec agitation respectivement.

La première figure indique que les spectres d'absorbance sont illisibles pour les temps de contact inférieurs à 90 mn, puisque la concentration en soluté de Bleu de méthylène dans la solution est forte et dépasse la capacité de détection de l'appareil UV-Visible.

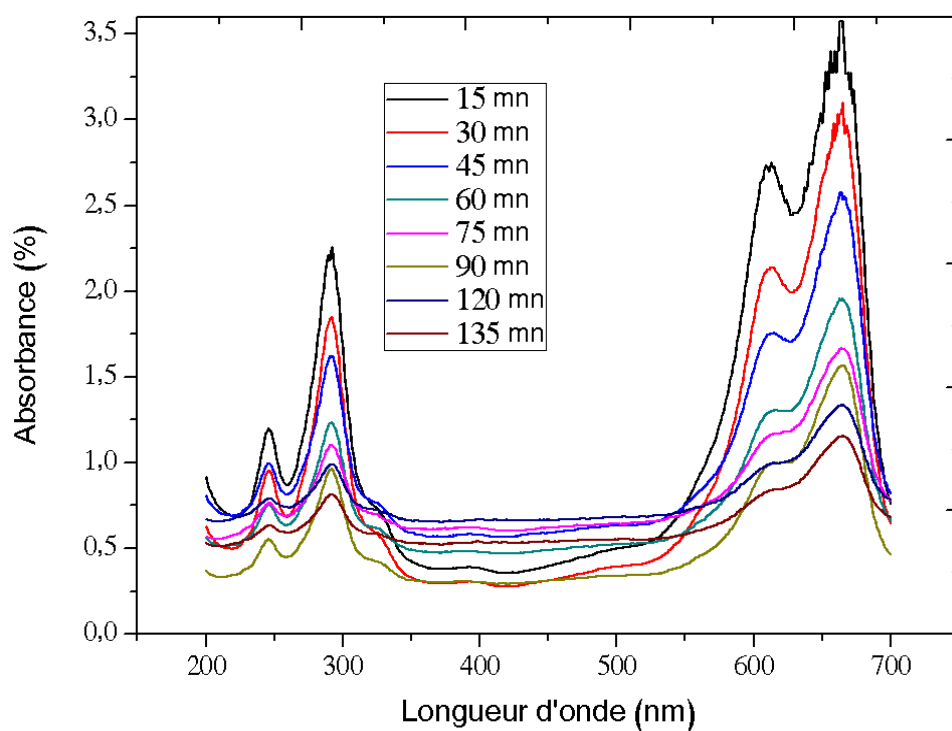
En revanche, les spectres correspondant aux temps de contact 90, 120 et 135 mn sont lisibles mais trop rapprochés les uns des autres. En ce qui concerne la deuxième figure les spectres de tous les temps de contact en présence de l'agitation sont clairs et distants. Ces remarques sont traduites par les valeurs de l'absorbances rapportés sur le tableau III. 1 ci-dessous qui regroupent tous les résultats obtenus.

**Tableau III-1** : L'effet du temps de contact sur l'absorbance du BM et l'efficacité d'élimination du charbon actif sans et avec agitation.

	t (mn)	15	30	45	60	75	90	120	135
Sans agitation	A (%)	-----	-----	-----	10	3.573	3.176	3.184	3.427
	C (ppm)	-----	-----	-----	52.612	18.798	16.710	16.751	18.030
	E %	-----	-----	-----	73.694	90.601	91.645	91.624	90.985
Avec agitation	A (%)	3.574	3.096	2.574	1.945	1.668	1.565	1.334	1.153
	C (ppm)	18.802	16.289	13.542	10.233	8.776	8.234	7.018	6.066
	E %	90.599	91.856	93.229	94.884	95.612	95.883	96.491	96.967

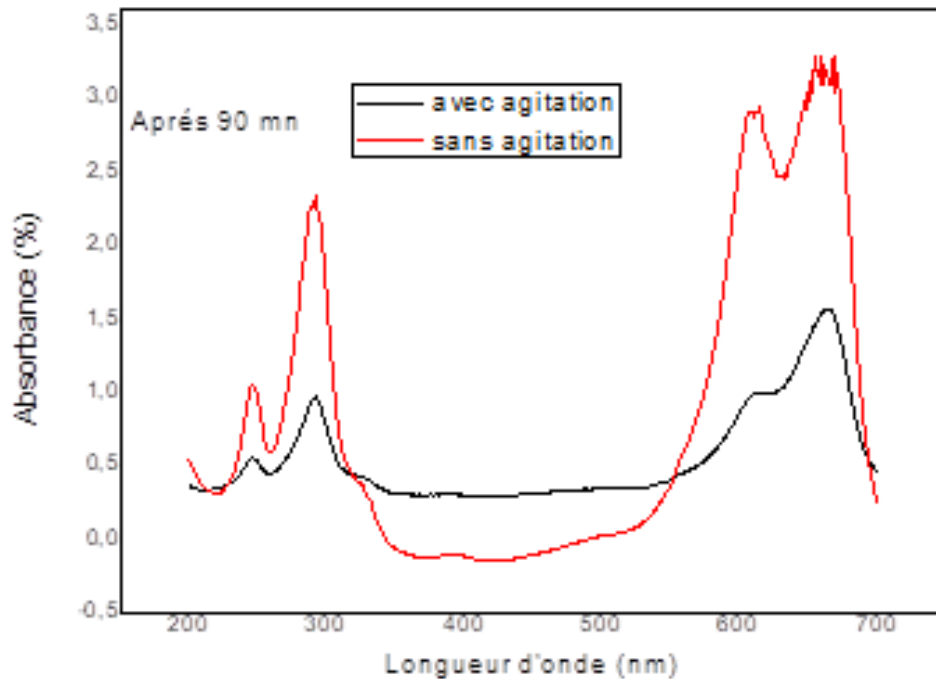


**Figure III .1 :** Evolution de l'absorbance en fonction de la longueur d'onde à différents temps de contact (BM) sans agitation.



**Figure III .2 :** Evolution de l'absorbance en fonction de la longueur d'onde à différents temps de contact (BM) avec agitation.

Ensuite, pour voir mieux l'effet de l'agitation nous avons rapporté sur la **Figure III.3** deux courbes qui indiquent l'évolution de l'absorbance de la solution de bleu de méthylène en fonction de la longueur d'onde une avec agitation et une autre sans agitation mais avec le même temps de contact (charbon / impureté) qui est de **90 mn**.



**Figure III .3 :** Evolution de l'absorbance en fonction de la longueur d'onde (BM) après 90 mn de temps de contact, avec et sans agitation.

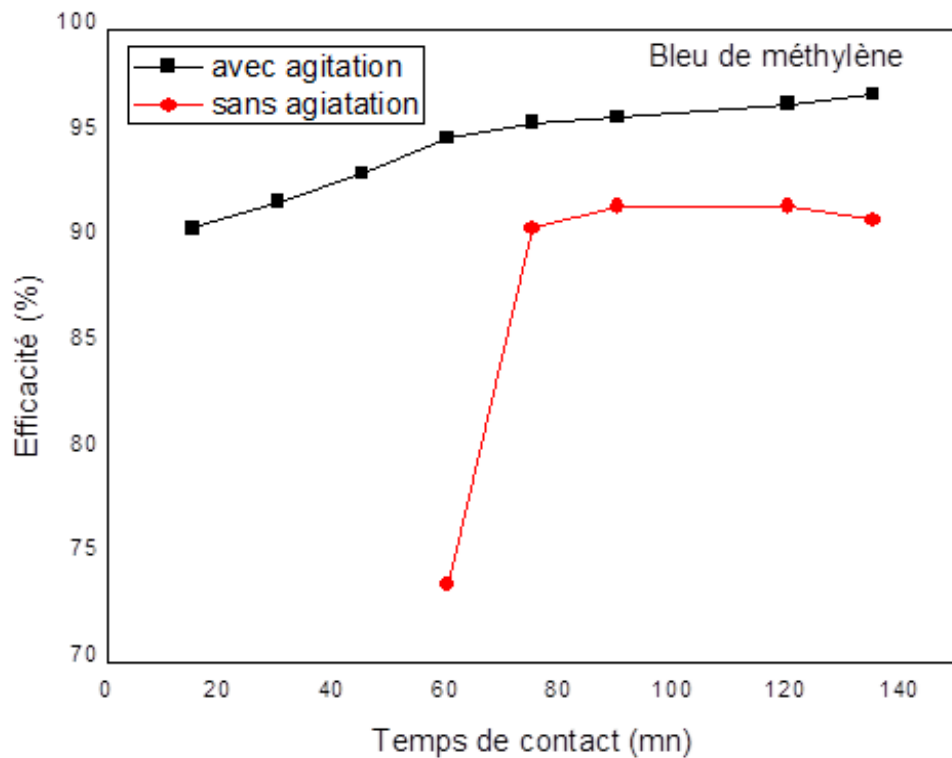
D'après cette dernière figure on voit clairement que l'agitation a un effet remarquable sur l'absorbance du bleu de méthylène par le charbon actif

Cela est confirmé par la **Figure III.4** qui indique l'évolution de l'efficacité d'élimination de bleu de méthylène en fonction du temps de contact avec et sans agitation.

En effet, la courbe noire qui correspond aux expériences réalisées dans une solution agitée est bien en dessous de la courbe rouge, avec des taux d'efficacité meilleurs.

On note également que le taux d'efficacité augmente avec l'augmentation de temps de contact jusqu'à 60 mn, ensuite à partir de ce temps l'efficacité devient peu variable cela est constaté pour les deux expériences avec et sans agitation.

En conséquence, nous avons opté pour l'agitation et une heure de temps de contact pour la suite des expériences réalisées au sein de ce travail.



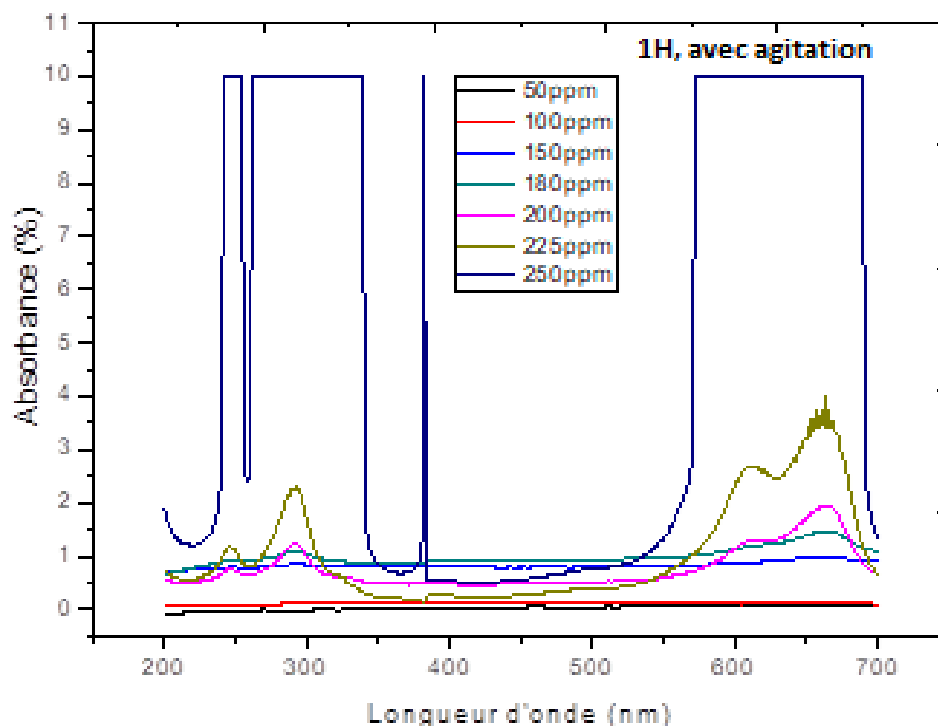
**Figure III .4** : L'évolution de l'efficacité de bleu de méthylène en fonction du temps de contact avec et sans agitation.

### B. L'effet de La concentration

Dans cette partie de l'étude nous avons fixé la concentration du charbon actif à 1 g/L et le temps de contact à une heure avec agitation et faire varier la concentration du bleu de méthylène afin d'avoir une idée sur la limite purificatrice du charbon actif.

En effet, **la Figure III.5** présente l'évolution de l'absorbance en fonction de la longueur d'onde après 60 mn d'agitation à différents concentration initiale de bleu de méthylène à savoir **(50, 100, 150, 180, 200,225 et 250 ppm)**.

Ainsi, de la même manière nous avons pu calculé les valeurs de la concentration résiduel de bleu de méthylène **C (ppm)** restante dans la solution après une heure d'agitation et l'efficacité d'élimination du charbon actif **E (%)** à partir des deux relations II.1 et II.2 respectivement. Le tableau III.2 ci-dessous regroupent tous les résultats obtenus.



**Figure III.5 :** Evolution de l'absorbance en fonction de la longueur d'onde à différents concentrations de BM après 60 mn d'agitation.

**Tableau III-2 :** L'effet de la concentration de BM dans la solution sur l'efficacité d'élimination du charbon actif après 1 H d'agitation.

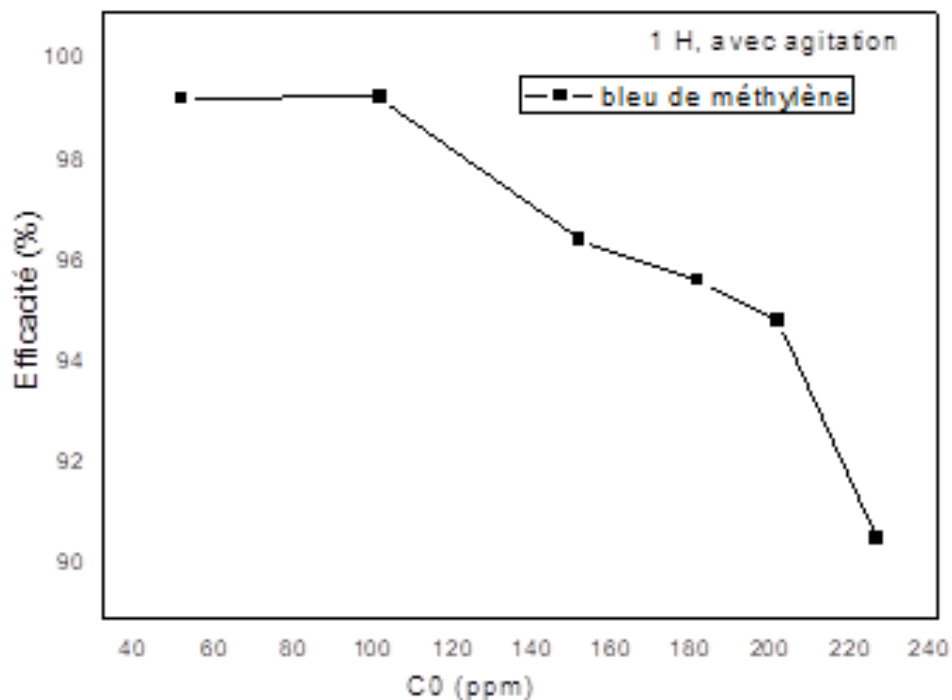
$C_0$ (ppm)	50	100	150	180	200	225	250
A(%)	0.067	0.128	0.998	1.477	1.9571	4.024	-----
C (ppm)	0.355	0.671	5.249	7.771	10.233	21.173	-----
E (%)	99.290	99.329	96.501	95.688	94.884	90.590	-----

D'après ces résultats on constate que l'absorbance est presque nul à 50 et 100 ppm puis elle augmente avec l'augmentation de la concentration de bleu de méthylène dans la solution jusqu'à 225 ppm.

En ce qui concerne la concentration 250 ppm la courbe est illisible ce qui indique que la concentration en soluté de bleu de méthylène dans la solution est significatif et dépasse la capacité de détection de l'appareil UV-Visible.

Effectivement, la **Figure III .6** qui présente l'évolution de l'efficacité en fonction de la concentration initiale de bleu de méthylène après 60 mn d'agitation, indique que presque la totalité du colorant est absorbée par le charbon actif pour les deux concentrations initiale 50 et 100 ppm puisque le rendement est très proche de 100 %.

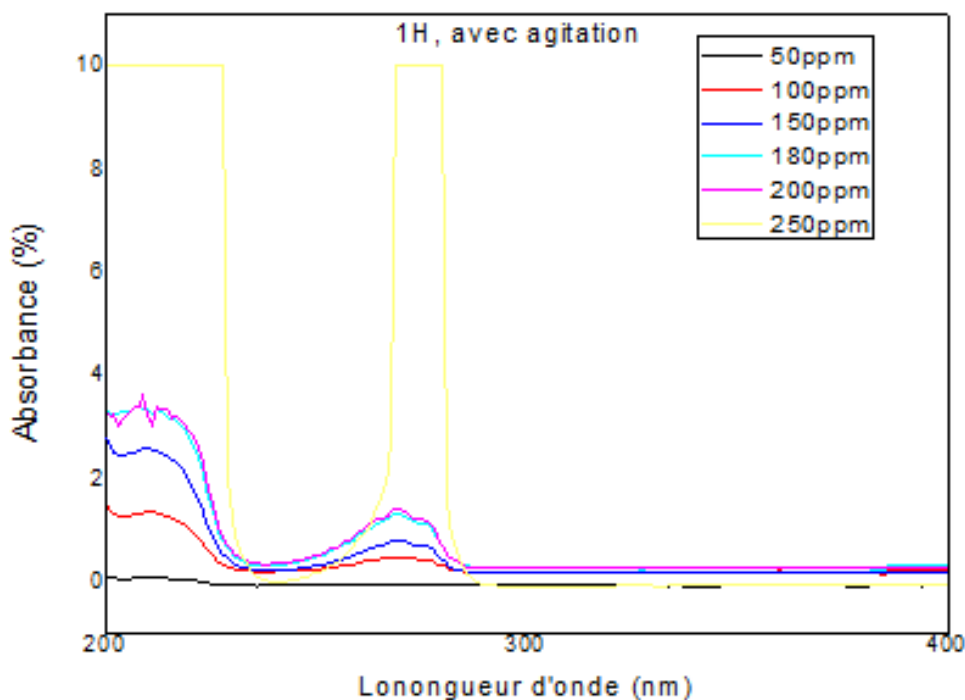
Ensuite, l'efficacité d'absorption du charbon actif décroît progressivement avec l'augmentation de la concentration initiale du bleu de méthylène dans la solution jusqu'à 90.590 %.



**Figure III .6** : L'évolution de l'efficacité en fonction de la concentration initiale de (BM) après 60 mn d'agitation.

## 2.2. Phénol

Dans cette partie de l'étude nous avons gardé les mêmes conditions de travail comme la concentration du charbon actif dans la solution 1g/l, une heure de temps de contact avec agitation mais avec une autre solution à savoir le phénol. Les résultats obtenus sont tracés sur la **Figure III .7** qui montrent les spectres de l'évolution de l'absorbance en fonction de la longueur d'onde à différents concentration de phénol (**50, 100, 150, 180, 200, et 250 ppm**).



**Figure III.7 :** Evolution de l'absorbance en fonction de la longueur d'onde à différents concentration de phénol après 60 mn d'agitation.

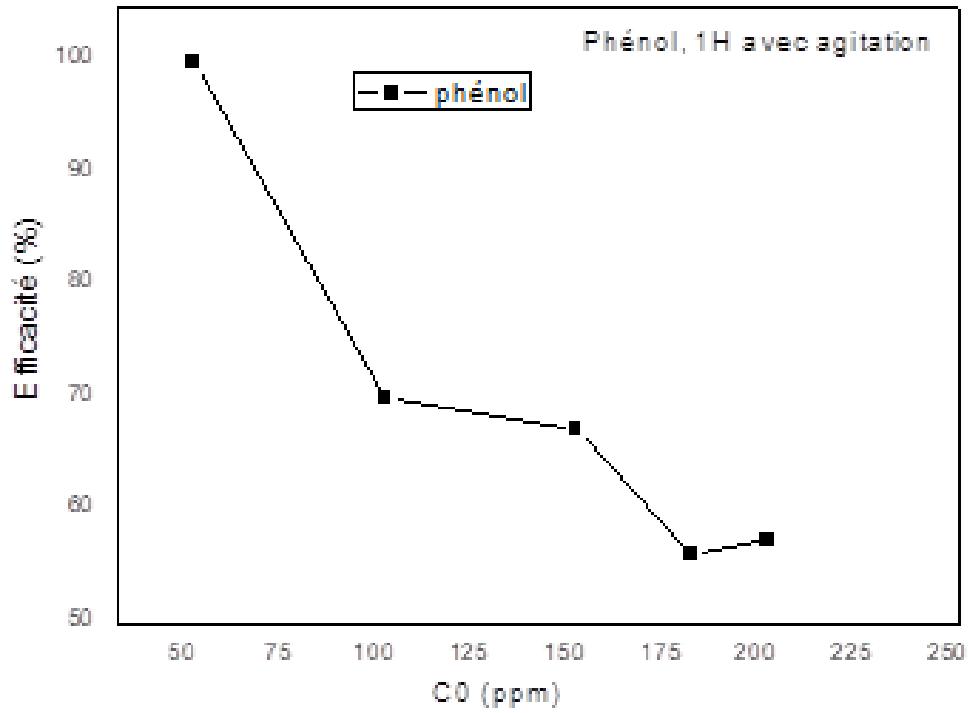
Connaissant le coefficient d'extinction du phénol ( $\epsilon_{\text{Ph}} = 0.01664 \text{ (mg}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{cm}^{-1})$ ); calculée à partir de la courbe d'étalonnage mentionner dans le chapitre II de cette étude; nous avons pu calculé les valeurs de la concentration résiduelle de phénol dans la solution **C** et le rendement du charbon actif à éliminer le phénol **E**. Le **Tableau III.3** ci-dessous regroupent tous les résultats obtenus.

**Tableau III-3 :** L'effet de la concentration de phénol dans la solution sur l'efficacité d'élimination du charbon actif après 1 H d'agitation.

$C_0$ (ppm)	50	100	150	180	200	250
A(%)	00	0.496	0.813	1.314	1.418	-----
C (ppm)	00	29.826	48.882	78.972	85.192	-----
E (%)	100	70.172	67.412	56.127	57.404	-----

Les résultats ci-dessus nous indique que l'absorbance est nul à 50 ppm avec une puis elle augmente avec l'augmentation de la concentration de bleu de méthylène dans la solution jusqu'à 200 ppm.

En ce qui concerne la concentration 250 ppm la courbe est illisible ce qui indique que la concentration en soluté de phénol dans la solution est significatif et dépasse la capacité de détection de l'appareil UV-Visible.



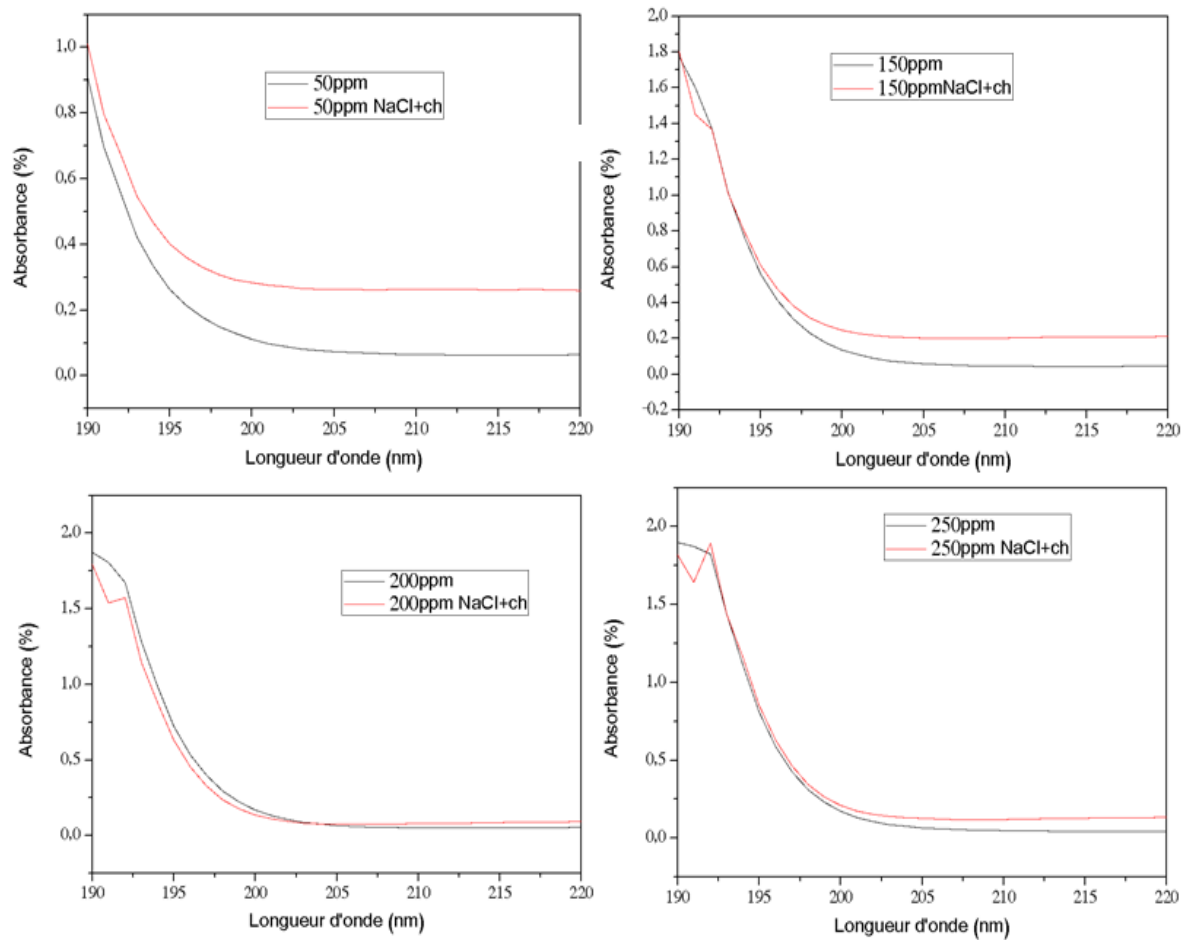
**Figure III .8** : L'évolution de l'efficacité du charbon actif en fonction de la concentration du phénol après 1H d'agitation.

### 2.3. Chlorure de sodium (NaCl)

En gardant les mêmes conditions de travail nous avons réalisé les courbes de l'évolution de l'absorbance en fonction de la longueur d'onde de la troisième substance chimique choisie dans ce travail, à savoir le chlorure de sodium avec les concentrations suivantes (50, 150, 200, 250 ppm) avec et sans charbon actif. **Figure III. 9**

Ces résultats indiquent clairement que la présence ou l'absence du charbon actif dans la solution de travail n'a aucun effet sur les courbes de l'absorbance en fonction de la longueur d'onde après 1H d'agitation pour toutes les concentrations réalisées puisque les courbes sont presque interchangeables.

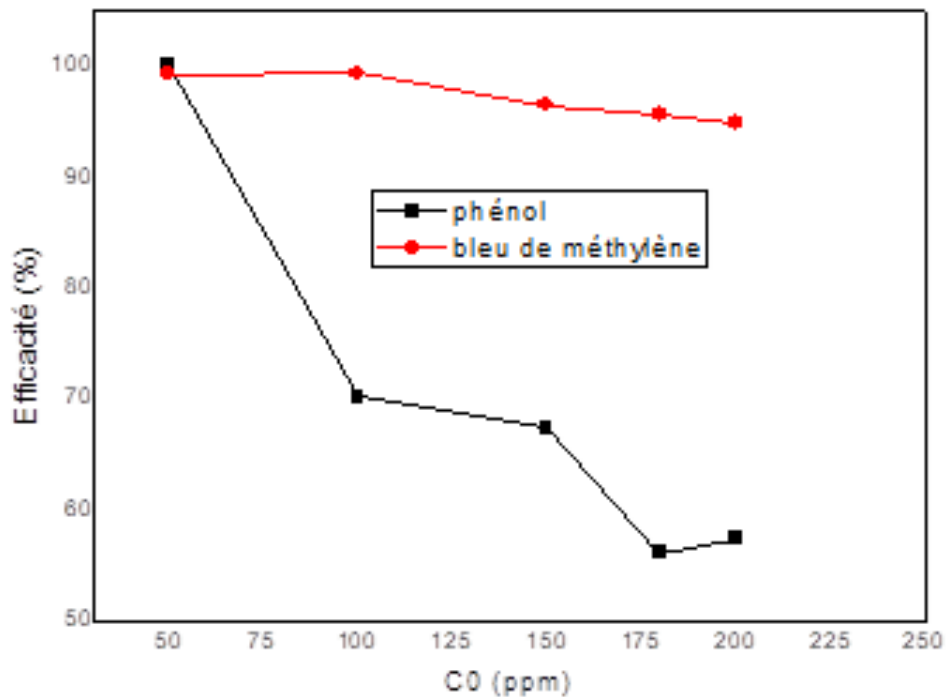




**Figure III. 9 :** L'évolution de l'absorbance en fonction de la longueur d'onde de chlorure de sodium à 50, 150, 200, 250 (ppm) avec et sans charbon actif après 1H d'agitation.

En conséquence ce charbon actif dans ces conditions n'absorbe pas le chlorure de sodium présent dans la solution de travail.

À l'inverse, ce charbon a démontré son capacité à filtrer le bleu de méthylène et le phénol mais différemment, cela est confirmé par la **Figure III .10** qui présente l'évolution de l'efficacité du charbon actif en fonction de la concentration initiale du bleu de méthylène et de phénol après 1 H d'agitation.



**Figure III.10 :** L'évolution de l'efficacité du charbon actif en fonction de la concentration initiale du BM et de phénol après 1 H d'agitation.

En effet, d'après ces résultats, il est clair que pour la faible concentration **50 ppm** le rendement de charbon actif est presque le même pour les deux composées chimiques (bleu de méthylène et phénol).

En revanche, quand on augmente la concentration initiale du produit chimique à filtrer on note que le rendement du charbon actif en présence du phénol chute rapidement avec l'augmentation de la concentration jusqu'à **57.404 %** pour **200 ppm**, alors qu'en présence de bleu de méthylène la variation est légère est reste à **90.590 %** pour la même concentration.

# Conclusion Générale

## Conclusion générale

Aujourd'hui, les émissions polluantes sont devenues une menace pour l'environnement partout dans le monde. Des polluants sont constamment rejetés dans l'environnement (eau, sol et air), ce qui constitue une menace pour l'environnement. La principale cause de ces polluants est le facteur humain. Notre sujet parle de l'un des problèmes auxquels le monde est confronté, à savoir la pollution de l'eau .

Le but de ce travail est d'étudier l'élimination des polluants organiques présents dans les déchets liquides industriels par des processus d'adsorption, où du charbon actif commercial est préparé et utilisé comme adsorbant pour éliminer la couleur des déchets liquides industriels (élimination des colorants BM). Et aussi de se débarrasser des polluants organiques (pH phénol). Et les sels (chlorure de sodium NaCl), où plusieurs effets ont été appliqués, à savoir : « masse de charbon actif, temps de contact, concentration, vitesse d'agitation et température ».

Pour le colorant, nous avons fixé la concentration du produit chimique à éliminer à 200 ppm de bleu de méthylène dans la solution de travail et nous avons fait varier le temps de contact par pas de 15 minutes dans un intervalle de 15 minutes jusqu'à 135 minutes sans agitation et avec agitation. sous agitation, respectivement, il apparaît clairement que l'agitation a un effet notable sur l'absorption du bleu de méthylène par le charbon actif et sur l'évolution de l'efficacité d'élimination du bleu de méthylène en fonction du temps de contact avec. Sans agitation, on remarque que le taux d'efficacité augmente avec l'augmentation du temps de contact jusqu'à 60 minutes.

Nous avons étudié l'effet de la concentration et enregistré des résultats selon lesquels l'absorbance augmente avec l'augmentation de la concentration de bleu de méthylène dans la solution jusqu'à 225 ppm.

Comme pour le phénol, nous avons maintenu les mêmes conditions de travail, telles que la concentration en charbon actif dans la solution de 1 g/litre et le temps de contact d'une heure sous agitation. Nous avons constaté d'après les résultats que l'absorbance est nulle à 50 ppm., puis augmente avec l'augmentation de la concentration de phénol dans la solution jusqu'à ce que 200 ppm de phénol soient éliminées par le charbon actif.

Quant au chlorure de sodium, tout en conservant les mêmes conditions de travail, nous avons réalisé des courbes d'évolution de l'absorbance en fonction de sa longueur d'onde. Les résultats

ont montré que la présence ou l'absence de charbon actif dans la solution de travail n'a aucun effet sur les courbes d'absorption en fonction de sa longueur d'onde après une heure d'agitation pour toutes les concentrations.

Enfin, nous concluons que le charbon actif n'absorbe pas le chlorure de sodium présent dans la solution de travail.

Au contraire, il est capable de filtrer le bleu de méthylène et le phénol, mais de manière différente.

# Références bibliographiques

- [1] [https://www. Businessresearchinsights.com](https://www.Businessresearchinsights.com)
- [2] O. C.DAVID, Activated Charcoal in Medical Applications, CRC press, NY, 1995
- [3] W. Jaime, « John Stenhouse : Contribution to the Study of Active Charcoal, Lichens, and Alkaloids », CENIC Cienc. Biol., vol. 49, no 3, janvier 2018, p. 1-19
- [4] L. (2004) Meljac,. Etude d'un procédé d'imprégnation de fibres de carbone activées. Modélisation des interactions entre ces fibres et le sulfure d'hydrogène (Doctoral dissertation, Saint-Etienne, EMSE)]
- [5] W. Emrich, Energy from Biomass Handbook of Charcoal Making The Traditional and Industrial Methods, Solar Energy R&D in the European Community, serie E Vol 7, Springer Netherlands, Year: 1985
- [6] P. De Wever ; François Baudin, Du vert au noir : le charbon, EDP Sciences, France 2016
- [7] M.K.B.Grattuito et al. Production of activated carbon from coconut shell/ optimization using response surface methodology, Bioresource Technology, Volume 99, issue , 2008, P 4887-4895
- [8] K. Yang et al, Preparation of high surface area activated carbon from coconut shells using microwave heating, Bioresource technology 101 (15), 6163-6169, 2010
- [9] Benaddi et al. Surface functionality of activated carbons obtained from chemical activation of wood, 2000, Carbon 38(5):669-674] [ C. Srinivasakannan, Production of activated carbon from rubber wood sawdust, Biomass and Bioenergy 27 (2004) 89 – 96
- [10] A. Baçaoui et al, Optimization of conditions for the preparation of activated carbons from olive-waste cakes, Carbon, Volume 39, Issue 3, March 2001, Pages 425-432] [W. K. Lafi. Production of activated carbon from acorns and olive seeds, Biomass and Bioenergy, Volume 20, Issue 1, p. 57-62, 2001
- [11] A. Reffas, Étude De L'adsorption De Colorants Organiques (Rouge Nylosan Et Bleu De Méthylène) Sur Des Charbons Actifs Préparés À Partir Du Marc De Café. (2010)
- M. A. Ahmad, N. K. Rahman. Equilibrium, Kinetics and thermodynamic of Remazol Brilliant Orange 3R dye adsorption on coffee husk-based activated carbon. Chem. Eng. J. 170 (2011)154-161.

- [12] M.P. Tavlieva, S.D. Genieva, V.G. Georgieva, L.T. Vlaev. Kinetic study of brilliant green adsorption from aqueous solution onto white rice husk ash. *Journal of Colloid and Interface Science* 409 112–122. (2013)
- [13] D. Kalderis et al. Production of activated carbon from bagasse and rice husk by a single-stage chemical activation method at low retention times, *Bioresource Technology* 99 (2008) 6809–6816
- [14] N. LAKEHAL. Contribution à la valorisation des boues d'épuration dans le traitement des eaux contaminées par le bleu méthylène (cas de la step de Touggourt.2017 [15]
- [16] M. Gueye, J. Blin., C. Brunshwig, Etude de synthèse des charbons actifs à partir de biomasse locales par activation chimique avec  $H_3PO_4$ , journées scientifiques du 2iE Ouagadougou, 6ème édition, 4-8 avril, 2011.
- [17] A. BENARIMA-R. KOUADRI MOULAY Préparation et caractérisation d'un charbon actif à partir de coquilles d'œufs, université M. KASDI Ouargla, master 2017
- [18] M. A. Slasli, Modélisation de l'adsorption par les charbons microporeux: Approches théorique et expérimentale, Thèse de l'Université de Neuchâtel, Faculté Des Science. (2002)
- [19] F.I .Hai,Yamamoto, K., Nakajima, F., Fukushi, K. Bioaugmented membrane bioreactor (MBR) with a GAC–packed zone for high rate textile wastewater treatment. *Water Research*, 45 (2011) 2199-2206.
- [20] M. Molina-Sabio, F. Rodriguez-Reinoso, Role of chemical activation in the Development of carbon porosity, *Colloids Surf. A : Physicochem, Eng, Aspects*, 241, P .15-25 (2004) [ 21 ]
- [22] R.J. Diefendorf, 1.02 - Pitch Precursor Carbon Fibers, Pergamon, Oxford, 2000
- [23] D. Xinhui, Synthesis of activated carbon fibers from cotton by microwave induced  $H_3PO_4$  activation, *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, Volume 70, January 2017, Pages 374-381
- [24] [https://www. waterconcept.fr](https://www.waterconcept.fr)
- [25] V. Rocher, Synthèse et caractérisation de billes d'alginate magnétiques pour l'élimination de polluants organiques dans les effluents par séparation magnétique. Thèse de doctorat de l'Université de Pierre et Marie Curie (2008).



- [26] F. Rodríguez- Reinoso, M. Molina-Sabio, Textural and chemical characterization of microporous carbons, *Advances in Colloid and Interface Science* 76-77 (1998) 271 -294
- [27] V. Rocher. Sujet de la thèse : Synthèse et caractérisation de billes d'alginate magnétiques pour l'élimination de polluants organiques dans les effluents par séparation magnétique. Thèse de doctorat de l'Université de Pierre et Marie Curie (2008).
- [28] W. Zhao, Synthesis and characterisation of microporous carbonaceous materials for hydrogen storage, Thèse de doctorat de l'Université de Lorraine, 2012
- [29] I. Şahin, Ozdemir, , M., Orhan, R., & Erdem, M. (2014). Preparation and characterization of activated carbon from grape stalk by zinc chloride activation. *Fuel processing technology*, 125, 200-205
- [30] J. DE LAAT Contribution à l'étude du mode d'élimination de molécules organiques modèles sur charbon actif en grain – Interaction entre les processus d'adsorption et de biodégradation. Thèse de l'université de Poitiers, France (1988).

## Résumé

Ce travail étudie l'efficacité du charbon actif commercial avec divers polluants confrontés à l'environnement, notamment l'eau, car il est utilisé comme adsorbant pour certains polluants.

Le phénomène d'adsorption a été étudié dans des solutions contenant le bleu de méthylène, le phénol et le chlorure de sodium. Nous avons également étudié l'effet de divers facteurs expérimentaux sur l'absorption, tels que le temps de contact, le facteur d'agitation et l'effet des concentrations pour évaluer la capacité d'adsorption.

Nous avons conclu que le charbon actif n'absorbe pas le chlorure de sodium présent dans la solution de travail. Au contraire, il est capable de filtrer le bleu de méthylène et le phénol.

**Mots clés :** charbon actif, adsorption, bleu de méthylène, phenol, NaCl.

---

## ملخص

يدرس هذا العمل فعالية الكربون المنشط التجاري مع الملوثات المختلفة التي تواجه البيئة خاصة المياه حيث يتم استخدامه كمادة ماصة لبعض الملوثات .

تمت دراسة ظاهرة الامتزاز بشكل خاص لكل من صبغة أزرق الميثيلين، الفينول و كلوريد الصوديوم كما قمنا بدراسة تأثير العوامل التجريبية المختلفة على الامتصاص مثل وقت الاتصال وعامل التحريك وتأثير التراكيز لتقييم قدرات الامتصاص .

حيث استنتجنا أن الكربون المنشط لا يمتص كلوريد الصوديوم الموجود في محلول العمل. على العكس من ذلك، فهو قادر على تصفية أزرق الميثيلين والفينول.

**الكلمات المفتاحية :** الكربون المنشط, امتزاز, ازرق الميثيلين, الفينول, كلوريد الصوديوم .



Département des Sciences de la matière

قسم: علوم المادة

Filière: Physique

شعبة: الفيزياء

## تصريح شرفي

### خاص بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية لإنجاز بحث

(ملحق القرار 1082 المؤرخ في 2021/12/27)

أنا الممضي أسفله،

السيدة).....  
.....

الصفة: طالب سنة ثانية ماستر فيزياء

الحامل (ة) لبطاقة التعريف الوطنية رقم 9147370  
الصادرة بتاريخ: 2023.14.20

المسجل بكلية: علوم الطبيعة والميلة  
قسم: علوم المادة

والمكلف بانجاز أعمال بحث : مذكرة ماستر في الفيزياء

عنوانها: Etude de l'efficacité du charbon actif  
commercial avec différents polluants

أصرح بشرفي أنني ألتزم بمراعاة المعايير العلمية والمنهجية ومعايير الأخلاقيات المهنية والنزاهة الأكاديمية المطلوبة في إنجاز البحث المذكور أعلاه وفق ما ينص عليه القرار رقم 1082 المؤرخ في 2021/12/27 المحدد للقواعد المتعلقة بالوقاية من السرقة العلمية ومكافحتها.

التاريخ: 2024.6.2

إمضاء المعني بالأمر