



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :  
N° de série :

Faculté des Sciences et Technologies  
Département des Sciences et Technologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

## MASTER

Domaine : *Sciences et Technologies*

Filière : **Génie des procédés**

Spécialité : *Génie chimique*

Par : **Ahmed Adlane KEBIER**  
**Khadidja OULAD HADJ YUCEF**

## Thème

**Application bactériologique et physico-chimique d'un  
charbon actif préparé à partir de noyau de datte "el  
Ghars" au traitement des eaux de la nappe  
phréatiques Ghardaïa « Daïa »**

Soutenu publiquement le : 19/06/2018

### Devant le jury :

<b>Mr Abd Elhakim LAKHDARI</b>	Maitre-assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Président</b>
<b>Mr Mohamed Salah AGOUN</b>	Maitre-assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Examineur</b>
<b>Mme Kerroumia MOULAY</b>	Maitre-assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Examineur</b>
<b>M<sup>me</sup> Kheira BOUAMER</b>	Maitre-assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Encadreur</b>

Année universitaire 2017/2018

## Remerciements

Nous *remercions* le Bon Dieu le tout Puissant de nous avoir motivé à réaliser ce modeste travail.

Nous voudrions tout d'abord adresser toute **nos profondes gratitude**s à notre encadreuse, *K.BOUAMEUR*, pour ses conseils précieux et les connaissances qu'elle a su partager avec nous.

Des *remerciements* pour sa patience, toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce travail, et sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

Nous adressons aussi nos *remerciements* chaleureux à tous ceux qui nous ont aidé et facilité la tâche au sein de l'entreprise(ADE) à fin que nous puissions réaliser nos investigations sur les échantillons d'eau dans des conditions de travail très favorable

Les *remerciements* s'étendent également à tous nos enseignants durant les années des études.

Nos *remerciements* aussi aux membres du jury de soutenance pour l'honneur qu'ils nous font d'être les examinateurs du présent mémoire. Leurs critiques, commentaires et questions afin de nous permettre d'améliorer nos connaissances.

Nous adressons nos plus sincères *remerciements* à nos amis qui nous ont toujours encouragés au cours de la réalisation de ce mémoire,

Enfin, nous *remercions* tous ceux qui, de près ou de loin, nous ont aidés à la réalisation de ce travail

Merci à tous et à toutes.

# DEDICASE

*Je dédie ce modeste travail à mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études. Que dieu leur procure La bonne santé et la longue vie.*

*Je dédie ce travail aussi à l'ensemble de la famille en particulier A :*

*-Khalti Fatna dite « CHETTA ».*

*-Ma sœur Amel et Mon frère Anis.*

*-Mes Amis : Farouk, Younes, Mohamed, Ahmed, Anis, Fatima, Soumia, Imane, Fatima, Afifa.*

*Adlan kebeir*

*Je dédie ce modeste travail À*

*Ma très chère mère qui m'a vraiment encouragé et soutenue tout au long de ma vie, que dieu la garde.*

*Mes très chers grands parents.*

*Mon père.*

*Mes frères et sœurs.*

*Ma famille en particulier : Nadia et Hafida.*

*Mes amis : B.A Karima, B. Fatna, A. Djilali, B. Amin.*

*Et tous ce qui me sens chère.*

*Ouled hadj youcef khadidja*

## Table des matières

TITRE	PAGE
<b>Introduction générale</b>	
<b>CHAPITRE I. Synthèse bibliographique</b>	
Introduction .....	01
<b>Des généralités sur l'adsorption</b>	02
I-2-1 Définition .....	02
I-2-2 Type d'adsorption .....	03
I-2-3 Description du mécanisme d'adsorption. ....	04
I-2-4 Equilibre d'adsorption. ....	05
I-2-5 Facteurs influençant le phénomène d'adsorption	09
I-2-6 Application de l'adsorption en phase liquide .....	10
I-2-7 Isothermes d'adsorption dans la phase liquide .....	10
I-2-8 Les types adsorbants	12
<b>I-3 Des généralité sur charbon actif</b> .....	
I-3-1 Définition de charbon actif .....	15
I-3-2 Matières premières de préparation des charbons actifs. ....	15
I-3-2-1 Les dattes et les noyaux des dattes. ....	16
<b>I-3-3 Préparation de charbon.</b> ....	20
I-3-4 L'activation .....	21
I-3-5 Les avantages et les inconvénients de l'activation chimique et physique. ....	21
I-3-6 Propriété physiques du charbon actif. ....	22
I-3-7 Texture du charbon Actif .....	22
I-3-8 Régénération du charbon actif. ....	23
I-3-9 Différents types de charbon actif. ....	24
I-3-10 Avantages et inconvénients de charbon actif. ....	26
I-3-11 L'utilisation du charbon actif. ....	26
<b>I-4 Des généralités sur les eaux souterraines (nappes phréatiques)</b>	
I-4-1 Définition .....	27
I-4-2 La pollution de la nappe phréatique. ....	27
I-5 Qualité bactériologique de l'eau. ....	28
I-5-3 Normes de qualité microbiologique des eaux. ....	33

I-6 Conclusion .....	34
<b>CHAPITRE II. Matériels et méthodes</b>	
II-1 Introduction.....	35
<b>Partie A : Synthèse d'un charbon active à partir des noyaux de dattes (Ghares)</b>	
II-2 Préparation et caractérisation des charbons actifs.....	35
II-3 La méthodologie de synthèse du charbon à partir des noyaux des dattes...	37
II-4 Caractérisation de charbon.....	39
.....	
<b>Partie B : méthode d'analyse physique et bactériologie des eaux des puits</b>	
II-6 Prélèvement des eaux phréatique.....	40
II-7 Méthode d'analyse d'eau.....	41
II-7-1 Paramètre physique.....	41
II-7-2 Paramètres gravimétriques.....	41
II-8-Analyses bactériologiques des eaux des puits.....	42
II-9Conclusion.....	45
<b>CHAPITRE III. Résultats et discussion</b>	
III-1 Introduction.....	46
III-2 Caractérisations physiques des charbons actifs préparés.....	46
III-3 Résultats des analyses physiques d'eau.....	46
III-3-1 Paramètres physiques.....	46
III-3-2 Paramètres gravimétriques.....	48
III-3-3 Résultats des analyse bactériologique de l'eau.....	49
III-4 Conclusion.....	54
<b>Conclusion Générale.....</b>	<b>55</b>
Bibliographie.....	56
Annexe .....	
Résumé.....	

## Liste des figures

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>page</b>
<b>Figure I-1</b>	Mécanisme d'adsorption en phase aqueuse sur charbon actif	<b>02</b>
<b>Figure I-2</b>	Principales interactions entre un atome ou une molécule et un solide à l'interface solide / liquide	<b>03</b>
<b>Figure I-3</b>	Représentation schématique du phénomène d'adsorption sur charbon actif en grain	<b>05</b>
<b>Figure I-4</b>	isotherme d'adsorption de Langmuir	<b>05</b>
<b>Figure I-5</b>	Modèle d'adsorption en monocouche	<b>07</b>
<b>Figure I-6</b>	Isotherme d'adsorption de Freundlich, avec la quantité adsorbée en fonction de la concentration en équilibre	<b>08</b>
<b>Figure I-7</b>	Isotherme BET	<b>09</b>
<b>Figure I-8</b>	Modèle BET pour une adsorption multicouche	<b>09</b>
<b>Figure I-9</b>	Classes des isothermes d'après Gilles et Coll	<b>11</b>
<b>Figure I-13</b>	Matières premières de charbon actif	<b>15</b>
<b>Figure I-14</b>	Compositions de datte	<b>16</b>
<b>Figure I-15</b>	Coupe d'une datte	<b>17</b>
<b>Figure I-16</b>	Grains des Ghares	<b>20</b>
<b>Figure I-17</b>	étapes de la fabrication du charbon actif	<b>21</b>
<b>Figure I-18</b>	Vue au microscope électronique d'un grain de charbon actif	<b>24</b>
<b>Figure I-22</b>	Escherichia Coli	<b>32</b>
<b>Figure I-23</b>	Colonies muqueuses de Klebsiella pneumoniae sur gélose de Drigalski	<b>32</b>
<b>Figure I-24</b>	Streptocoques vues au microscope électronique	<b>33</b>
<b>Figure I-25</b>	Colonies de Clostridium perfringens sur gélose Columbia	<b>34</b>
<b>Figure II-26</b>	Les étapes de préparation de charbon actif à partir des noyaux de dattes	<b>38</b>
<b>Figure II-27</b>	synthèse du charbon actif à partir de noyaux des dattes (ND)	<b>39</b>
<b>Figure II-28</b>	Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et fécaux	<b>43</b>
<b>Figure II-29</b>	Recherche et dénombrement des streptocoques totaux et fécaux	<b>44</b>

<b>Figure III-30</b>	teneurs en PH	<b>45</b>
<b>Figure III-31</b>	Teneurs en conductivité électrique	<b>45</b>
<b>Figure III-32</b>	Teneurs en Salinité	<b>48</b>
<b>Figure III-33</b>	Teneurs en sulfate $\text{SO}_4^{+2}$	<b>48</b>
<b>Figure III-34</b>	Teneurs en Résidus Sec	<b>49</b>
<b>Figure III-35</b>	Teneurs en Streptocoques	<b>50</b>
<b>Figure III-36</b>	Teneurs en Coliformes totaux	<b>51</b>

## Liste tableau

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>page</b>
<b>Tableau I-1</b>	Différences entre l'Adsorption physique et chimique	04
<b>Tableau I-2</b>	Principales lois d'adsorption	06
<b>Tableau I-3</b>	Adsorbants industriels les plus connus	12
<b>Tableau I-4</b>	Composition et valeur fourragère des noyaux de dattes (%) de variétés Mauritanienes (1) et Irakiennes (2)	18
<b>Tableau I-5</b>	Composition en éléments minéraux des noyaux de dattes	19
<b>Tableau I-6</b>	Avantages et les inconvénients de l'activation chimique et physique	22
<b>Tableau I-7</b>	Propriété physiques du charbon actif en grains et poudre	23
<b>Tableau I-8</b>	Types des pores de charbon actif	24
<b>Tableau I-9</b>	Avantages et les inconvénients de CA	27
<b>Tableau I-10</b>	Normes européennes (CEE) et Algérienne de qualité microbiologique des eaux potables	35



## Abréviation

ND :	Noyaux des Dattes
CA :	Charbon Actif
CAP :	Charbon Actif en Poudre
CAG :	Charbon Actif en Grain
Ce :	Concentration à l'équilibre
H :	Taux d'humidité (%)
D :	La densité apparente (%)
C :	Teneur en cendre (%)
CE :	Conductivité électrique
P :	Le poids
A.D.E	Laboratoire Algérienne des Eaux
B.E.T	Brunauer- Emmett-Teller

# **Introduction Générale**

## Introduction générale

L'eau est indispensable à l'existence, tout le jour l'homme besoin de l'eau pour vivre .il l'utilise dans ses travaux domestiques, agricoles et industriels. L'eau recouvre 72 % de la surface de la terre mais seulement 0,3 % des réservoirs globaux en eau sont utilisés comme eau potable.

La pollution des eaux augmentée à cause du développement mondial et peut occasionner des problèmes sanitaires graves, pour cela le traitement des eaux est indispensable pour la préservation de notre environnement et démunie la contamination. Les causes de la pollution sont nombreuses :

Les déchets quotidiens humains des hommes, les déchets d'usine, le pétrole et les déchets agricoles qui sont infiltrent dans les eaux des nappes, provoquant la pollution de l'eau. On a donc tout d'abord commencé à la traiter pour des plusieurs raisons.

L'industrie chimique cherche une alternative aux traitements classiques en utilisant un procès physique ou chimique efficace qui est l'adsorption, L'adsorption est l'un des procédés les plus utilisés dans le monde en vue d'élimination des différents polluants dans les réseaux des eaux. Ceci nous incite à utiliser l'adsorption par le charbon actif dans l'abattement de pollution des eaux.

La valorisation des déchets alimentaires par des moyens chimiques on activant ses sites d'adsorption a attiré l'intérêt de beaucoup de chercheurs pour leur réutilisation et la protection de l'environnement.

L'objectifs de notre travail est de valorise les normes quantité de noyaux de datte de notre région saharienne. On leur réutilisation comme charbon actif pour traitais les eaux on amélioré sa qualité bactériologique et physique-chimique.

L'étude est subdivisée en trois chapitres :

- ✓ Le premier contient des généralités sur l'adsorption et le charbon actif
- ✓ Le deuxième contient les matérielles et méthodes utilisé.
- ✓ Le troisième les résultats et discussion.

# **Synthèse bibliographique**

## I-1 introduction

L'adsorption est l'un des procédés les plus utilisés dans le monde en vue de son mécanisme d'élimination et de purification pour différentes espèces parmi ces applications c'est la purification des eaux et l'élimination des différents polluants.

L'origine de l'adsorbant et le mode de son activation jouent un rôle très important sur son efficacité.

Cette étude bibliographique donne quelques généralités sur le phénomène d'adsorption et vise le charbon actif (CA) comme adsorbant et présente ses différentes origines et son mode de synthèse.

## I-2 Généralité sur l'adsorption

### I-2-1-Définition de l'adsorption

L'adsorption est un phénomène d'interface, pouvant se manifester entre un solide et un gaz ou un liquide. Le phénomène est général pour toutes les surfaces mais on cherche à l'exploiter en employant des solides à porosité élevée.

Nous limiterons cette étude à l'adsorption solide/liquide, car elle concerne notre travail. Le support solide est l'adsorbant, tandis que le composé fixé est appelé adsorbât. L'interaction entre l'adsorbât et l'adsorbant met en jeu des forces de natures différentes de type physique et/ou chimique [1].

L'adsorption a été utilisée dès l'antiquité où les propriétés adsorbantes comme les argiles ou les charbons étaient déjà connues [2].

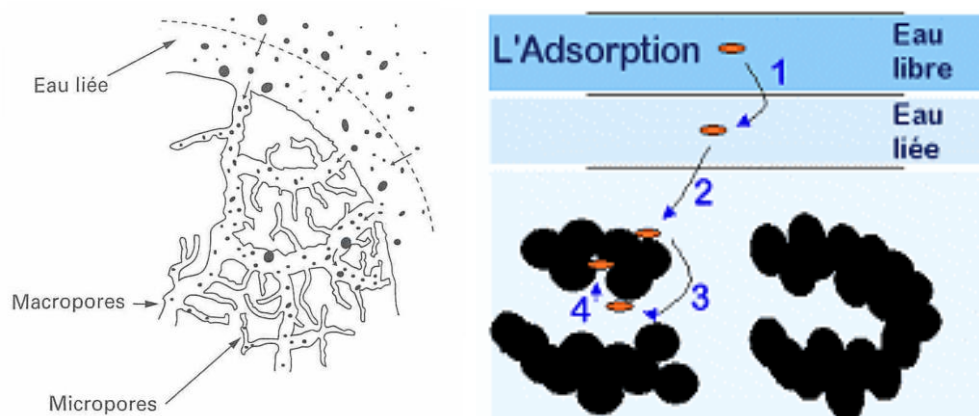


Figure I-1 : Mécanisme d'adsorption en phase aqueuse sur charbon actif [3].

## I-2-2 Type d'adsorption

Selon la force de l'interaction entre l'adsorbat et l'adsorbant, on distingue deux types d'adsorption : L'adsorption chimique et l'adsorption physique [4].

### I-2-2-1 Adsorption physique

L'adsorption physique est généralement réversible car l'énergie mise en cause est faible, (de l'ordre de quelques kilocalories par mole). Les forces impliquées sont des forces d'attraction de type VAN DER WALLS [5].

#### ADSORPTION PHYSIQUE (Van Der Walls)

Ce sont des forces électrostatiques entre les atomes, molécules qui produisent des dipôles. Ces énergies sont faibles (1 à 2 cal/mole) et diminuent rapidement en fonction de la distance molécule / surface. Ces forces sont d'autant plus importantes que la molécule est grosse. Ces forces sont additives c'est le phénomène primaire d'adsorption [6].

### I-2-2-2 Adsorption chimique

Elle correspond à la création de véritables liaisons chimiques par le transfert électronique entre les molécules de l'interface des deux phases. Ces liaisons sont de type covalent, mais elles peuvent être légèrement polarisées.

Les énergies mises en jeu sont plus grandes que dans le cas de physio sorption. Ce type D'adsorption spécifique n'apparaît le plus souvent qu'à des températures assez élevées et ne devient réversible qu'à des températures encore plus élevées [5].

D'après Manceau et al. 2002 [7] la figure 2.1 illustre les principales interactions entre un atome (ou une molécule) et un solide.

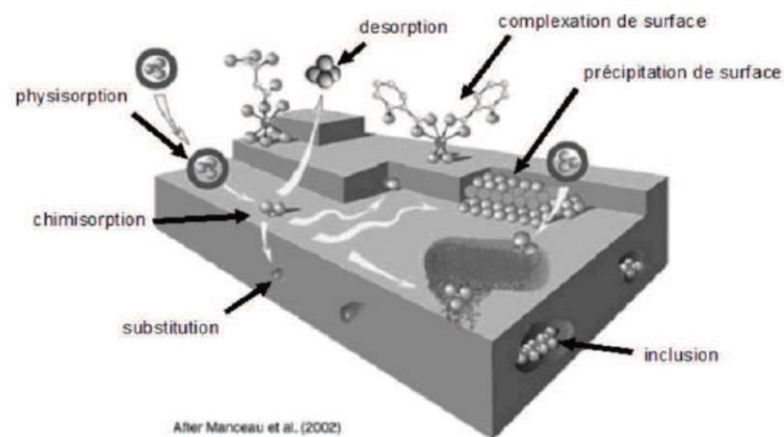


Figure I-2 Principales interactions entre un atome ou une molécule et un solide à l'interface solide / liquide.

**Tableau II. 1.** Les différences entre l'Adsorption physique et chimique [1]

Propriétés	Adsorption physique	Adsorption chimique
<b>Température du processus</b>	Relativement basse à la température d'ébullition de l'adsorbât	Plus élevée
<b>Chaleur d'adsorption</b>	1 à 10 kcal/mol	Supérieur à kcal/mol
<b>Liaison</b>	Physique de van der waals	Chimique
<b>Spécificité</b>	Processus non spécifique	Processus spécifique
<b>Désorption</b>	Facile	difficile
<b>Cinétique</b>	Rapide	lente
<b>Formation de couches</b>	Formation de multicouches	Formation de monocouche

### I-2-3 Description du mécanisme d'adsorption

Le mécanisme d'adsorption peut être décomposé en plusieurs étapes :

1. Diffusion de l'adsorbât à travers le film liquide entourant les particules de l'adsorbant.
2. Transfert de la solution à l'intra particule sites actifs (diffusion interne).
3. Fixation sur des sites particuliers appelés sites actifs.

❖ A l'heure actuelle, il n'existe pas de théorie générale permettant d'expliquer le phénomène d'adsorption [8].

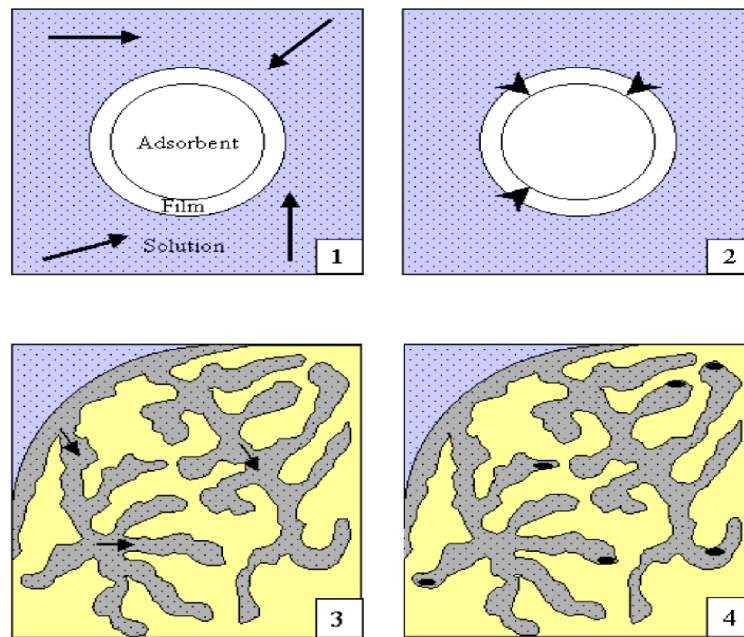


Figure I-3. Représentation schématique du phénomène d'adsorption sur charbon actif en grain [5].

#### I-2-4 Equilibre d'adsorption

Pour décrire les performances d'un système adsorbât/adsorbant, des modèles théoriques et empiriques ont été développés, décrivant la relation entre la masse d'adsorbât fixée à l'équilibre et la concentration sous laquelle elle a lieu, à température constante. Il s'agit d'isotherme d'adsorption.

Une isotherme est donc une courbe qui représente la variation de la quantité de soluté adsorbée par unité de masse d'adsorbant en fonction de la concentration à l'équilibre  $C_e$ .

Les trois isothermes les plus connues sont celles de Langmuir, de Freundlich et de Brunauer-Emmett-Teller (BET) [6].

##### I-2-4-1 PRINCIPALES LOIS D'ADSORPTION

Dans ce tableau on fait un résumé pour les principales lois d'adsorption.

Tableau I-2 les principales lois d'adsorption.



Type d'isotherme	Équation	Description des termes
<b>LANGMUIR</b>	$\frac{c}{x/m} = \frac{1}{kb} = \frac{c}{b}$	<p>C : Concentration à l'équilibre</p> <p>x/m : Quantité adsorbée/masse d'adsorbant</p> <p>b : Maximum d'absorption</p> <p>k : cst qui prend en compte L'énergie de liaison</p>
<b>FREUNDLICH</b>	$\frac{x}{m} = kC^n$	<p>C : Concentration à l'équilibre</p> <p>x/m : Quantité adsorbée/masse d'adsorbant</p> <p>k et n : conste qui prend en compte L'énergie de liaison</p>
<b>B.E.T</b>	$q = \frac{A \cdot C_e \cdot Q_m}{(C_s - C_e) * [1 + (A - 1) \cdot \frac{C_e}{C_s}]}$	<p>Q<sub>m</sub> : capacité ultime d'adsorption (mg/g).</p> <p>C<sub>e</sub> : concentration du soluté dans la phase liquide à l'équilibre (mg/l).</p> <p>C<sub>s</sub> : concentration de la matière dissoute à l'état de saturation (mg/l).</p> <p>A : constante liée à l'énergie d'interaction avec la surface</p>

#### I-2-4-1-1 Isotherme d'adsorption de Langmuir

L'isotherme de Langmuir, proposée en 1918, repose sur les hypothèses ci-dessous.

- a. Il existe plusieurs sites d'adsorption à la surface du charbon activé.
- b. Chacun de ces sites peut adsorber une seule molécule, par conséquent, une seule couche de molécules peut être adsorbée par le charbon activé.
- c. Chacun de ces sites a la même affinité pour les impuretés en solution.
- d. L'activité à un site donné n'affecte pas l'activité aux sites adjacents [6].

L'intégration à température constante de la relation différentielle de Gibbs conduit aux lois isothermiques de Langmuir et de Freundlich

- Loi de Langmuir [6].

$$q = \frac{x}{m} = qm * \frac{b \cdot Ce}{1 + b \cdot Ce}$$

Où :

q: quantité de soluté adsorbée par unité de masse de l'adsorbant à l'équilibre (mg/g).

qm: capacité d'adsorption ultime (mg/g).

Ce : concentration du soluté dans la phase liquide à l'équilibre (mg/l).

b: constante de Langmuir.

La linéarisation de l'équation de Langmuir donnée permet de déduire la capacité ultime qm et la constante de dissociation Kd égale à 1/b [5].

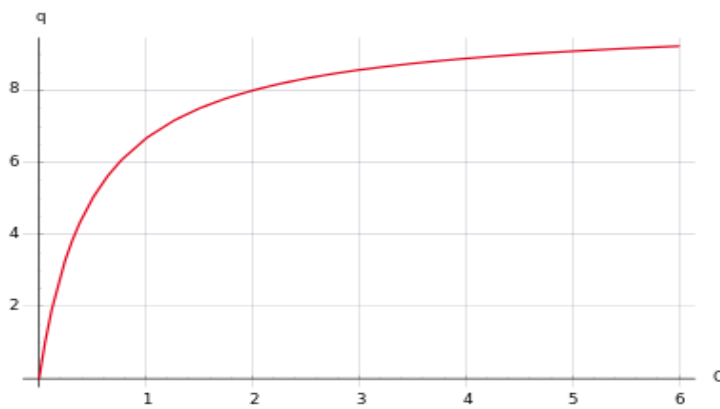


Figure I-4 isotherme d'adsorption de Langmuir (  $q = k * q_{max} * C / (1+K*C)$  avec  $K = 2$  et  $q_{max} = 10$  )[9]

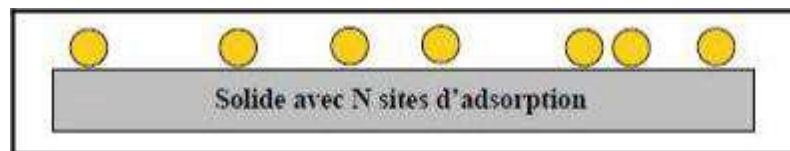


Figure I-5: Modèle d'adsorption en monocouche [10].

#### I-2-4-1-2 Isotherme de Freundlich

L'isotherme d'adsorption de Freundlich, présentée en 1926, repose sur l'équation empirique suivante :

$$Q = K \cdot Ce^{1/n}$$

$K, n$  : constantes expérimentales qui dépendent respectivement de la nature de l'adsorbât et de l'adsorbant [6].

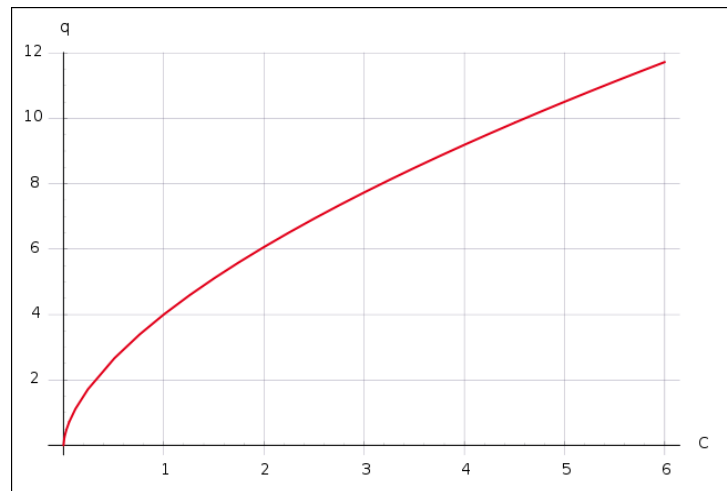


Figure I-6 Isotherme d'adsorption de Freundlich, avec la quantité adsorbée  $q$  (i.e. en mol/kg) en fonction de la concentration en équilibre  $c$  (en mol/L). Le calcul est fait avec  $K = 4$  et  $1/n = 0.6$  [9].

#### I-2-4-1-3 Isotherme de B.E.T

L'isotherme de B.E.T, proposée en 1938, repose sur les hypothèses ci-dessous

- a- Plusieurs couches successives de molécules peuvent être fixées sur l'adsorbant.
- b- Les sites d'adsorption sont distribués uniformément à la surface de l'adsorbant.
- c- Chaque site est indépendant des sites voisins
- d- L'énergie d'adsorption retient la première couche de molécule, alors que l'énergie de condensation retient les couches successives suivantes [3].

L'équation de l'isotherme d'adsorption de B.E.T est la suivante :

$$q = \frac{A \cdot C_e \cdot Q_m}{(C_s - C_e) * [1 + (A - 1) \cdot \frac{C_e}{C_s}]}$$

Où :

$Q_m$  : capacité ultime d'adsorption (mg/g).

$C_e$  : concentration du soluté dans la phase liquide à l'équilibre (mg/l).

$C_s$  : concentration de la matière dissoute à l'état de saturation (mg/l).

$A$  : constante liée à l'énergie d'interaction avec la surface.

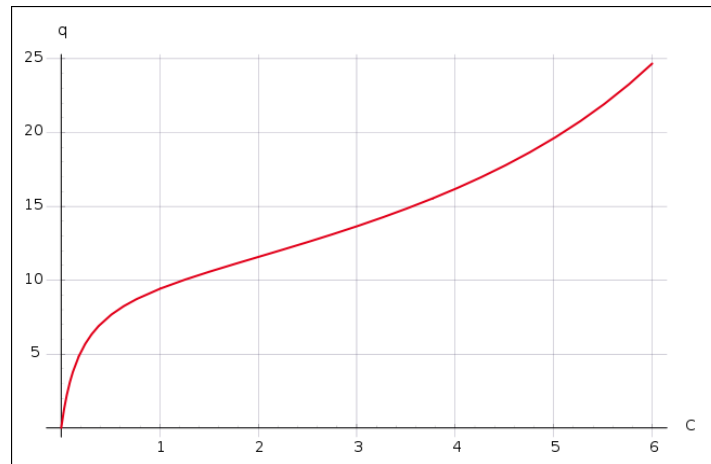


Figure I-7 Isotherme BET [9].

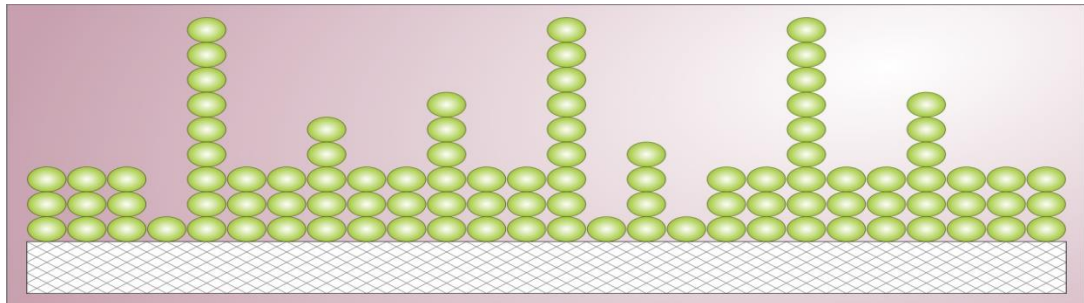


Figure I-8 Modèle BET pour une adsorption multilicouche [9].

### I-2-5 Facteurs influençant le phénomène d'adsorption

Plusieurs paramètres influents sur l'adsorption les plus importants sont:

- ❖ Les caractéristiques de l'adsorbant : polarité, volume poreux, surface spécifique, fonctions superficielles...
- ❖ Les caractéristiques de l'adsorbât : polarité, solubilité, poids et saturation moléculaire...
- ❖ Les paramètres physiques : tels que la température et le pH qui ont une influence considérable sur le phénomène d'adsorption [11].

Le pH est un facteur important dans toute étude d'adsorption du fait qu'il peut Influencer à la fois la structure de l'adsorbant et de l'adsorbât ainsi que le mécanisme d'adsorption.

### I-2-6 Application de l'adsorption en phase liquide

On peut classer les applications de l'adsorption en phase liquide en deux domaines: Celui du traitement des solutions diluées et celui du fractionnement des mélanges liquides, bien que, dans les deux cas, il s'agisse toujours de séparation de composés chimiques.

Les applications industrielles concernant le traitement des solutions diluées (purification et extraction) sont extrêmement nombreuses. Les traitements les plus importants en tonnage concernent:

- La décoloration des jus sucrés.
- La purification de divers produits pétroliers et de matières grasses animales et végétales.
- Le traitement des eaux (élimination, des métaux lourds, des odeurs et de la matière organique).
- La dessiccation des produits organiques industriels [12].

### I-2-7 Isothermes d'adsorption dans la phase liquide

Gilles et Coll ont proposé les modèles d'adsorption, dont quatre types particuliers sont maintenant considérées comme les quatre formes principales d'isothermes généralement observées (Figure N°9) [13].

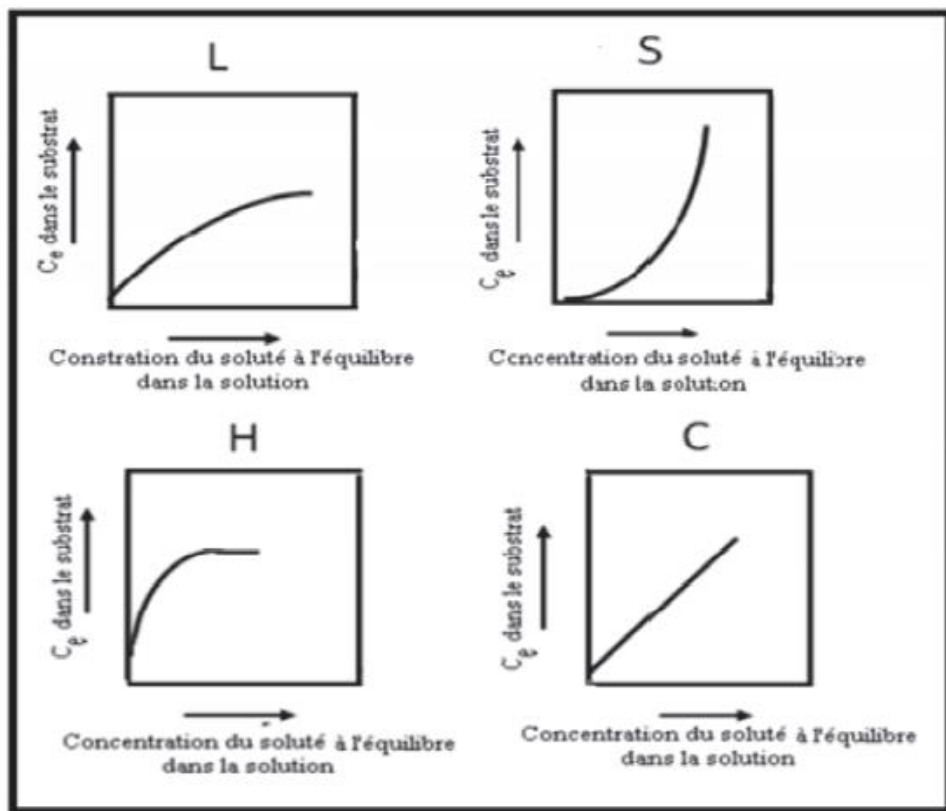


Figure I-9 Classes des isothermes d'après Gilles et coll.

### **-Les isotherms de type S**

Les isothermes de ce type présentent, à faible concentration, une concavité tournée vers le haut. Les molécules adsorbées favorisent l'adsorption ultérieure d'autres molécules (adsorption coopérative), ceci est dû aux molécules qui s'attirent par des forces de Van Der Waals [8].

### **-Les isotherms de type L**

Les isothermes de type L présentent, aux faibles concentrations de la solution, une concavité tournée vers le bas qui traduit une diminution des sites libres au fur et à mesure de la progression de l'adsorption. Ce phénomène se produit lorsque les forces d'attraction entre les molécules adsorbées sont faibles. Elle est souvent observée quand les molécules sont adsorbées à plat, ce qui minimise leur attraction latérale. Elle peut également apparaître quand les molécules sont adsorbées verticalement et lorsque la compétition d'adsorption entre le solvant et le soluté est faible. Dans ce cas, l'adsorption des molécules isolées est assez forte pour rendre négligeable les interactions latérales [8].

### **-Les isotherms de type H**

La partie initiale de l'isotherme est presque verticale, la quantité adsorbée apparaît importante à concentration quasiment nulle du soluté dans la solution. Ce phénomène se produit lorsque les interactions entre les molécules adsorbées et la surface du solide sont très fortes.

L'isotherme de type H est aussi observée lors de l'adsorption de micelles ou de polymères formées à partir des molécules de soluté [8].

### **-Les isotherms de type C**

Les isothermes de ce type se caractérisent par une partition constante entre la solution et le substrat jusqu'à un palier. La linéarité montre que le nombre de sites libres reste constant au cours de l'adsorption. Ceci signifie que les sites sont créés au cours de l'adsorption. Ce qui implique que les isothermes de ce type sont obtenues quand les molécules de soluté sont capables de modifier la texture du substrat en ouvrant des pores qui n'avaient pas été ouverts préalablement par le solvant [8].

### I-2-8 Les types adsorbants

Un adsorbant est un matériau qui a été optimisé pour un certain type d'adsorption. Il n'existe donc pas une unique liste de caractéristiques permettant de définir un adsorbant, mais plutôt un très grand nombre de types de matériaux pouvant avoir des propriétés très différentes [9].

Les adsorbants sont généralement utilisés sous forme de granulés sphériques ou de tiges. Ils doivent avoir une bonne résistance à l'abrasion et à la température et avoir des pores de faibles diamètres, ce qui résulte en une surface spécifique élevée. Les adsorbants industriels les plus connus peuvent être classés en trois familles au tableau suivant [14]:

Tableau I-3 Les adsorbants industriels les plus connus.

Classe	exemples	Propriétés
<b>Adsorbants carbonés</b>	Charbon actif et graphite	Hydrophobes et apolaires
<b>Adsorbants oxygénés</b>	Alumine activée, gel de silice et zéolithes	Hydrophiles et polaires
<b>Adsorbants polymères</b>	Souvent des polymères styréniques réticulés	Fonctions polaires et apolaires dans une matrice polymère

#### I-2-8-1 Charbons actifs

Le charbon est un terme générique qui désigne des roches sédimentaires d'origine biochimique et riches en carbone [14].

Le charbon actif est un produit adsorbant obtenu à partir de matières premières riches en carbone (le bois, la tourbe, le charbon, le lignite, l'écorce de noix de coco, noyaux de fruits, etc...)[15].

#### I-2-8-2 Les gels de silice

Les gels de silice sont préparés à partir de  $\text{Si(OH)}$  en phase aqueuse, obtenu par acidification d'un silicate de sodium, ou bien à partir d'un sol de silice. Les groupements  $\text{Si-OH}$  conduisent à des liaisons hydrogène.

Il existe deux types de gels de silice : les microporeux, assez hydrophiles, et les macroporeux, versatiles, qui diffèrent par la taille des pores comme le nom l'indique. Leur surface spécifique peut être de 300 à 800  $\text{m}^2/\text{g}$  [16].

### I-2-8-3 Les zéolithes

Alumino-silicate hydraté. La zéolithe (en grec, « pierre qui bout »), ou zéolite, est formée de structures cristallines dans lesquelles quatre atomes d'oxygène enferment un atome de silicium ou d'aluminium.

Formées naturellement dans des eaux alcalines ou dans les sédiments, les zéolithes ont la propriété de gonfler sous l'effet de la chaleur. Chimiquement, elles s'hydratent et se déshydratent de façon réversible.

Elles sont utilisées pour filtrer (on les a qualifiées de tamis moléculaire), dans les adoucisseurs d'eau, les colonnes échangeuses d'ions, dans les systèmes de production d'oxygène ou encore dans la séparation des produits pétroliers ou lors de l'extraction du gaz naturel. Elles sont aussi utilisées comme catalyseurs dans de nombreux types de réactions chimiques. Comme transporteur de potassium, certaines font office d'engrais pour l'agriculture. [14].

### I-2-8-4 Un polymère styrénique

Est un polymère issu du monomère styrène. Cette famille de composés comprend le polystyrène homopolymère (PS « cristal », de formule  $-\text{[C}_6\text{H}_5\text{CHCH}_2\text{]-}$ ) et le poly (styrène sulfonate) de sodium (par exemple), et les copolymères styréniques [9]. Ces produits peuvent être utilisés tel quel ou subir une carbonisation. On obtient alors des adsorbants voisins des charbons actifs. Si le polymère initial est préparé en fibres, on peut le tisser et obtenir des tissus de charbon actif [14].

## I-3 Généralité sur charbon actif

### 1-3-1 Définition de charbon actif

Le conseil européen des fédérations de l'industrie chimique (C.E.F.I.C) [17] définit les charbons actifs comme étant des produits carbonés dotés d'une structure poreuse présentant une très grande surface de contact interne. Ces matériaux sont capables d'adsorber une large variété de substances sur leurs surfaces internes, ils sont en conséquence appelés adsorbants.

Le charbon actif dans son sens le plus large est un terme qui englobe un large éventail de matières carbonées amorphes qui présentent très grande porosité et une aire de surface étendue inter-particulaire importante [18].



### I-3-2 Matières premières de préparation des charbons actifs

D'origine organique ou minérale, Les charbons actifs (CA) sont des matériaux de carbones poreux produits à partir de matières premières végétales ou animal de différentes sources comme :

- Les ossements d'animaux, leur chair...
- Les bois, les noix de coco, les noyaux de fruits cerise, les déchets de thé, les noyaux d'olives, les biomasses et spécialement les noyaux des dattes que ce travail intéresse [19].



Figure I-13 Les matières premières de charbon actif[20].

#### I-3-2-1 Les dattes et les noyaux des dattes

##### 1- Définition

La datte est le fruit comestible du palmier dattier .C'est un fruit charnu, oblong, de 4 à 6 cm de long, contenant un « noyau » allongé, marqué d'un sillon longitudinal [21].

C'est un fruit très énergétique. Sur le plan botanique, la datte est une baie. Ce que l'on appelle familièrement le « noyau » de la datte, enveloppé dans l'endocarpe membraneux, est en fait la graine très dure, à albumen corné. Le fruit n'est donc pas une drupe.

Lors de la récolte, elle se présente en régime (issu de l'inflorescence femelle) pouvant regroupé une centaine de rameaux et plusieurs centaines de dattes [21].

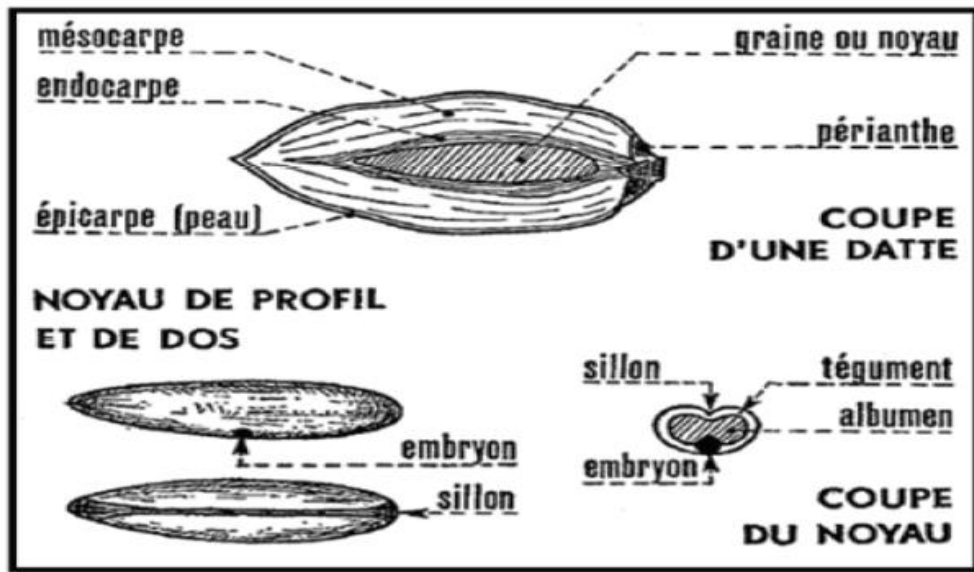


Figure T-14 Les compositions de datte [22].

## 2-Description morphologique

La datte est une baie contenant une seule graine, appelée communément noyau. La datte est composée d'un mésocarpe charnu protégé par un fin péricarpe.

L'endocarpe se présente sous la forme d'une membrane très fine entourant la graine. Cette dernière est de forme oblongue, lisse ou pourvue de protubérances latérales en arêtes ou ailettes, avec un sillon ventral assez profond et un embryon dorsal dur formant un ensemble globulaire en dépression protégé par un album en dur et corné de nature cellulosique[22] [figure15]

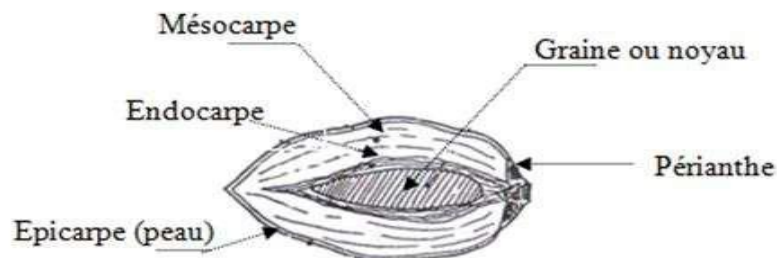


Figure I-15 Coupe d'une datte.

### 3-Formation et évolution de la datte

Le poids, les dimensions, la forme et la couleur de la datte varient selon les Cultivars et les conditions de culture

- Leur poids : de quelques grammes à plus de 5 grammes.
- Leur longueur : très variable, de 1 à 18 centimètres.
- La couleur peut être jaune plus au moins claire, jaune ambré, brun plus a moins prononcé, rouge ou noir [22].

### 4-Classification des dattes

Il existe plusieurs centaines de variétés de datte, elles sont classées généralement selon leur consistance au moment de la date de la récolte en:

- Dattes molles : Ghars, Bon feggous, Khastaur.
- Dattes demi molles : Deglat Nour, Mehjoul, Hadrawi.
- Dattes sèches : Deglat Baida[23].

### 5-Les variétés de dattes

En Algérie, il existe plusieurs variétés des dattes, les principales variétés cultivées sont :

- ❖ **La Deglet Nour** : variété commerciale par excellence, c'est une datte demi- molle, considéré comme étant la meilleure variété de la datte du fait de son aspect. Son onctuosité et sa saveur. A maturité, la datte est d'une couleur brune ambrée avec un épicarpe lisse légèrement plissé et brillant, le mésocarpe présente une texture fine légèrement fibreuse.
- ❖ **Les variétés communes** : ces variétés sont de moindre importance économique par rapport à Deglet Nour. Les plus répandues sont : Ghars, Degla Beida et Mech Degla [24].

### 6-Composition des noyaux de dattes

Le tableau suivant présente les principaux constituents des noyaux de dattes.

Tableau I-4 : Composition et valeur fourragère des noyaux de dattes (%) de variétés Mauritanienne (1) et Irakiennes (2) [22].

Compositions	1	2
Eau	7.16	6.46
Cendres	1.22	1.12
Lipides	8.86	8.49
Protides	6.54	5.22
Glucides	58.90	62.51
Cellulose	17.32	16.20

### 7-Composition en éléments minéraux

L'analyse des éléments minéraux, montre que le Potassium est le plus abondant dans le noyau de dattes suivi par le Phosphore, le Magnésium puis le Calcium et enfin le Sodium.

Alors que parmi les micro-éléments, le Fer a la teneur la plus élevée [22].

Tableau I-5 : Composition en éléments minéraux des noyaux de dattes.

Valeurs	Mg/100g de matière sèche
<b>Elements</b>	
<b>Potassium</b>	230-290
<b>Magnésium</b>	50-60
<b>Calcium</b>	30-40
<b>Phosphore</b>	60-70
<b>Sodium</b>	10-11
<b>Fer</b>	2-2.5

### 8-Caractéristiques des graines étudiées

Caractéristiques des graines de Ghares.

- Forme : Droite.
- Taille : Moyenne.
- Graine / Fruit : ½ à 1/3.

- Poids de 20 graines : 14 à 21 g.
- Couleur : marron.
- Surface : lisse.
- Forme du sillon : Variable.
- Pore germinatif : Central.
- Protubérances : Jamais.
- Pédoncule : court.
- Tégument : Adhérent [22].



Figure I-15 grains des Ghares.

### I-3-3 préparation de charbon

Le schéma suivant exprime les étapes de préparation du charbon actif (figure 16) [20].

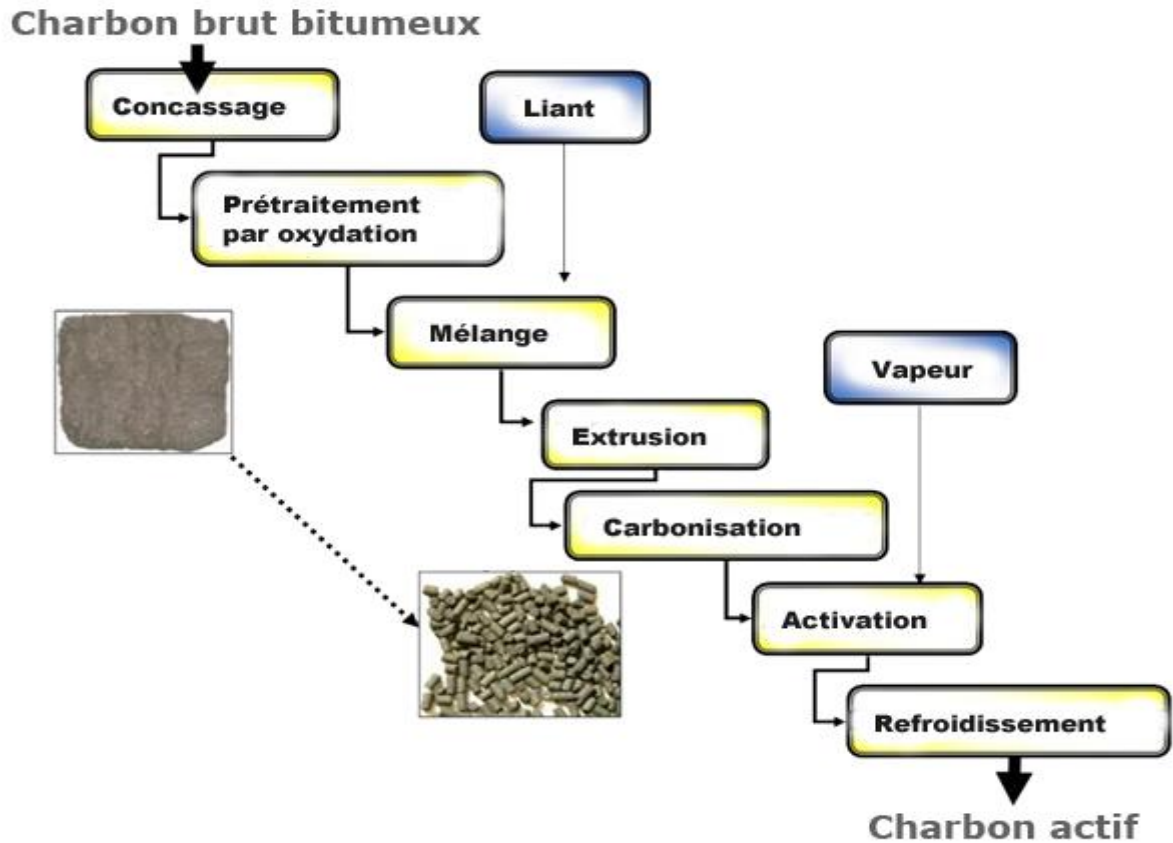


Figure I-16 Les étapes de préparation du charbon actif.

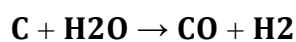
### I-3-4 L'activation

Le but du processus d'activation est d'augmenter le volume des pores. Dans une certaine mesure, d'élargir les pores créés durant le processus de pyrolyse [25].

- **Procédé physique**

Le matériau brut est carbonisé à une température d'environ 600°C pendant 6 à 8h.

L'activation est une oxydation ménagée à haute température (700 à 1000°C) en présence d'un mélange faiblement oxydant de vapeur d'eau et de dioxyde de carbone pendant 24 à 72h. Le carbone est consommé par la réaction :



La réaction se développant plus facilement suivant des directions où le carbone est moins dense, elle crée des « tunnels », ce qui développe la microporosité [26].

- **Procédé chimique**

La carbonisation et l'activation sont réalisées simultanément entre 400 et 600°C en présence d'acide phosphorique et/ou de chlorure de zinc. Ces agents interviennent comme catalyseur d'oxydation et permettent à la fois le développement de la microporosité et de la mésoporosité par élargissement du diamètre des pores. La fabrication s'achève par des opérations de granulacions, de tamisage et de conditionnement [26].

### I-3-5 Les avantages et les inconvénients de l'activation chimique et physique

Les avantages et les inconvénients de deux types d'activations de préparations de charbon actif a été résumé dans le tableau I-6 [13]:

TABLE I-6: Les avantages et les inconvénients de l'activation chimique et physique.

	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<b>Activation chimique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temps d'activation plus courts</li> <li>• Températures de pyrolyse plus basses (400°C à 800 °C)</li> <li>• Un meilleur contrôle des propriétés texturales</li> <li>• Haut rendement</li> <li>• Grande surface spécifique</li> <li>• Microporosité bien développé</li> <li>• Distributions de taille des micropores étroites</li> <li>• Réduction de la teneur en matière minérale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processus corrosif</li> <li>• Exige d'étape de lavage</li> <li>• Les impuretés inorganiques</li> <li>• Plus cher</li> </ul>
<b>Activation physique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absences des impuretés</li> <li>• Processus non corrosif</li> <li>• Moins cher</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deux étapes de préparations</li> <li>• Températures d'activation plus élevées de (800 °C -1000 °C)</li> <li>• Mauvais control de la porosité</li> </ul>

**I-3-6 Propriété physiques du charbon actif**

Tous les adsorbants précédents sont caractérisés par un certain nombre de propriétés physiques telle que : la porosité interne ; masse volumique de la particule ; surface spécifique des pores ; rayon moyen des pores et finalement la capacité théorique d'adsorption correspondant à la quantité maximale de soluté qui peut être adsorbée dans les conditions opératoires par unité de masse d'adsorbant frais [10].

Tableau I-7 : les Propriété physiques du charbon actif en grains et poudre.

Propriétés physiques	Charbon actif	
	Grais	Poudre
<b>Surface spécifique m<sup>2</sup>/g</b>	600 à 1500	800 à 1500
<b>Diamètre effectif</b>	0.55 à 1.05 mm	95% < 150 mm (10mm)
<b>Coefficient d'uniformité</b>	1.6 à 1.8	
<b>Masse Volumique</b>	0.2 à 0.6	0.5 à 0.6
<b>Masse Volumique des particules</b>	1.4 à 1.55	1.4 à 1.5
<b>Indice d'iode</b>	600 à 1100 mg/l	600 à 1100 mg/g



### I-3-7 TEXTURE DU CHARBON ACTIF

La texture du charbon actif est voisine à celle du graphite. Elle se représente sous forme d'un empilement de couches planes d'atomes de carbone ordonnés en hexagones réguliers, cette structure définit des pores à l'intérieur de la particule de charbon. Dans le tableau I.8 et la (figure I.17), on trouve la classification des [19].

Tableau I-8 les types des pores de charbon actif.

Types de pores	Rayon moyen	Rayon maximal	Volume ml/g	Surface m <sup>2</sup> /g
<b>Macropores</b>	> 500-1000 A	20000 A	0.5 à 2	0.5 à 2
<b>Mésopores</b>	18-20 à 500-1000 A	1000 A	0.02 à 0.1	25 à 75 (5%)
<b>Micropores</b>	< 18 à 20 A	20 A	0.15 à 0.5	475 à 1425 (95%)

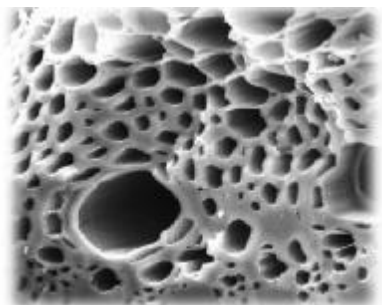


Figure I-17 Vue au microscope électronique d'un grain de charbon actif.

### I-3-8 Régénération du charbon actif

Lorsque le charbon actif est utilisé comme un adsorbant, il se sature progressivement et finit par ne plus pouvoir fixer les molécules à sa surface. Afin de valoriser au mieux ce matériau et ne pas en faire un déchet ultime, il apparaît donc important de pouvoir le régénérer de façon à ce qu'il puisse retrouver ses propriétés initiales d'adsorbant [19].

La régénération du charbon actif est un produit coûteux. Il serait, la plupart du temps, prohibitif de remplacer le charbon saturé qu'il faut donc pouvoir régénérer à cet effet, trois méthodes ont été développées :

**a) Régénération à la vapeur** : cette méthode est réservée à la régénération des charbons actifs qui ont simplement adsorbés des produits très volatils. Cependant, le traitement à la vapeur peut être utile pour déboucher la surface des grains de charbons et désinfecter le charbon.

**b) Régénération thermique** : par pyrolyse et combustion à 800 °C des substances organiques adsorbées.

**c) Régénération chimique** : procédé utilisant un solvant à une température de 100°C et avec un pH important. L'avantage de cette méthode réside dans la minimisation des pertes de charbons (environ 1 %). Les polluants sont ensuite détruits par incinération.

### I-3-9 Différents types de charbon actif

#### a) Charbon actif en poudre (CAP)

Le charbon actif en poudre ou CAP prend la forme de grains de taille comprise entre 10 et 50 µm et il est généralement utilisé en combinaison avec un traitement clarificateur. Le PAC est ajoutée continuellement avec l'eau à traiter avec des agents flocculant. Il est recommandé d'utiliser des clarificateurs pour augmenter le temps de contact entre le charbon et l'eau [13].

#### b) Charbon actif en grain (CAG)

L'utilisation du charbon actif en grain à l'échelle industrielle est plus fréquente que celle du charbon actif en poudre, malgré la bonne performance de ce dernier du point de vue cinétique d'adsorption. Il est utilisé pour l'élimination d'une partie des micropolluants qui résistent aux traitements physico-chimiques classiques [13].

#### c) Charbon actif en extrudé

Le charbon extrudé est de forme cylindrique avec diamètres allant de 0.8 mm à 5mm. Il est principalement utilisé pour des applications en phase gazeuse à cause de sa faible perte de charge, de sa grande résistance mécanique et de sa faible teneur en poussières [27].

### I-3-10 Avantages et inconvénients de charbon actif

Tableau I-9: Les avantages et les inconvénients de CA.

Avantages	inconvénients
<p>-Des quantités supplémentaires peuvent être rajoutées en cas de pointes de pollution accidentelles ou temporaires.</p> <p>-L'adsorption est rapide dans la mesure où une grande partie de la surface de contact est directement disponible.</p> <p>-Sa régénération est possible.</p>	<p>- le charbon actif ne peut pas être régénéré quand il est mélangé avec des boues d'hydroxyde.</p> <p>- la détection des pointes de pollution est problématique et sa concentration applicable est limitée à 80 mg/l.</p> <p>-La cinétique d'adsorption est lente.</p>

### I-3-10 L'utilisation du charbon actif

Est répartie en différents domaines comme :

- Traitement des eaux potables et résiduaires.
- Purification de produits industriels.
- Le charbon actif élimine les couleurs et les impuretés de produits bruts, il est employé par exemple pour la décoloration du sucre de canne ou betteraves [8].
- Le charbon actif est employé dans l'équipement d'air conditionné ainsi que pour l'élimination des odeurs d'égouts et d'émanations chimiques.
- Les filtres à charbon actif contenus dans certaines voitures, fixent les émanations d'hydrocarbures imbrûlés qui s'échappent des véhicules à l'arrêt.
- Ces dernières années, l'utilisation du charbon actif s'est élargie au traitement des eaux usées en raison non seulement de ses qualités d'adsorbant mais aussi du rôle épurateur joué par les bactéries qui y sont fixées.

Les études faites sur l'utilisation du charbon actif comme support bactérien montrent que :

- Les charbons actifs possèdent une texture idéale pour le développement bactérien.

- Le charbon actif n'a pas un rôle bactérien sélectif, en effet plusieurs sortes de bactéries sont observées, généralement des bactéries ciliées.
- Le charbon macroporeux favorise le développement bactérien beaucoup plus que le charbon microporeux en raison de la dimension des bactéries [8].

### I-4 Généralités sur les eaux souterraines (nappes phréatiques)

#### I-4-1 Définition

Une nappe phréatique (en grec "phréa" qui veut dire "puits") est une masse d'eau contenue dans les fissures du sous-sol ; elle est accessible généralement par le puits ou par le forage.

La nappe phréatique peut avoir pour plancher une couche perméable tout comme elle peut avoir comme toit une couche imperméable : la nappe devient alors captive.

Au plus proche de la mer, la nappe phréatique d'eau douce rencontre la nappe phréatique d'eau salée. La nappe phréatique d'eau douce, ayant une densité moins grande, passe alors au-dessus de la nappe phréatique d'eau salée [28].

Environ 95 % de l'eau douce est stockée dans les nappes aquifères. Une grande partie de l'eau que nous consommons est donc issue de ces nappes (entre 25 et 40%). Les nappes phréatiques sont le plus gros réservoir d'eau potable de notre planète [28].

#### I-4-2 La pollution de la nappe phréatique

##### La pollution agricole

Es engrais agricoles, sont absorbés par la terre et transférés jusque dans les profondeurs souterraines. Dans plusieurs pays c'est une des causes les plus néfastes pour les nappes. La même chose se produit sous les sites d'enfouissement de déchets, communément appelés dépotoirs. Les déchets se décomposent et s'infiltrent dans le sol [28].

### **La pollution industrielle**

Bien que la pollution soit en grande partie d'origine agricole, elle provient aussi des industries. Les nappes phréatiques doivent en effet parfois supporter les fuites d'ordures industrielles, la contamination des sols, les retombées atmosphériques des fumées ... [28]

### **La pollution saline**

Les nappes en bordure du littoral sont particulièrement sensibles au risque de pollution saline. Ce phénomène est aussi appelé « biseau salé » ou « invasion marine ».

Il se produit lorsque le niveau de la nappe descend trop bas, les écoulements d'eau s'inversent (de la mer à la terre, et non de la terre à la mer). Ceci entraîne l'eau salée à l'intérieur des nappes d'eau douce, la pollution est alors très souvent irréversible [29].

### **La pollution ménagère**

Toi aussi, dans ta vie de tous les jours, tu peux polluer la nappe phréatique si tu ne fais pas attention (par exemple quand tu jardines avec des produits nocifs pour l'environnement). Il est possible de diminuer ta consommation d'eau ou d'adopter des gestes qui te permettront d'éviter de la polluer [28].

### **I-5 Qualité bactériologique de l'eau**

L'eau contaminée par les excréta est susceptible de transmettre des maladies de l'intestin. Les germes de ces maladies sont toutefois très peu nombreux, comparés à la multitude d'autres germes d'origine intestinale.

Pour cette raison, il n'est pas pratique de chercher à déterminer la présence des bactéries pathogènes dans l'eau contaminée.

La qualité bactériologique de l'eau ne se mesure donc pas directement, mais plutôt, indirectement, par la recherche d'organismes indicateurs de pollution (par exemple, les

bactéries du groupe coliforme, qui vivent normalement dans les intestins). La présence de ces bactéries dans l'eau indiquerait que celle-ci a été polluée par des déchets d'origines humaines ou animales [29].

### **I-5-1 Caractéristiques microbiologiques des eaux**

Les micro-organismes peuvent être classés en quatre grands groupes, par ordre croissant des tailles : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes.

#### **I-5-1-1 Virus**

Les virus sont des parasites intracellulaires qui ne peuvent se multiplier que dans une cellule.

#### **I-5-1-2 Bactéries**

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10  $\mu\text{m}$ . Certaines d'entre elles peuvent être rencontrées sous forme de spores dans les conditions défavorables.

#### **I-5-1-3 Protozoaires**

Ce sont des organismes unicellulaires eucaryotes, ils se retrouvent dans les sols et les milieux aquatiques. Certains sont parasitaires des animaux et les humains. Ils forment des kystes sous des conditions environnementales défavorables la plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites et se développent aux dépens de leurs hôtes.

#### **I-5-1-4 Helminthes**

Ce sont des vers multicellulaires plats (plathelminthes) ou ronds (némathelminthes). Tous comme les protozoaires, ce sont majoritairement des organismes parasites. Ce sont, pour la plupart, des vers intestinaux, souvent rejetés avec les matières fécales, sous forme des oeufs très résistants [29].

### **I-5-2 Indice de la contamination fécale**

#### **a) Coliformes totaux**

Les coliformes sont des entérobactéries, bacilles Gram (-), non sporulé, aéro-anaérobies facultative capable de se multiplier en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaires, et capable de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 48 heures, à des températures de 35 à 37°C [29].

#### **b) Coliformes fécaux**

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44,5°C. Coliformes d'origine fécale rencontrés dans les matières fécales animales ou humaines, les eaux usées, les eaux de surfaces polluées ; Leur température optimale de croissance se situe à 37°C mais ils sont capables de multiplier à des températures élevées jusqu'à 44°C. Ce sont des coliformes thermomorphes appelés thermotolérants [29].

#### **c) Escherichia Coli**

C'est un bacille ou coccobacille isolé ou en paires. Habituellement, ces germes sont mobiles (flagellés péritriches) (Fig.I-20). Ils ont un métabolisme respiratoire. Ils fermentent le glucose (habituellement avec production de gaz).

Ces bactéries sont commensales de l'intestin et survivent en saprophytes à l'extérieur, plus ou moins longtemps. E. Coli, notamment, ne survit que peu de temps à l'extérieur ; Sa présence traduit donc une contamination fécale récente. E. Coli acidifie le milieu et produit du gaz [29].

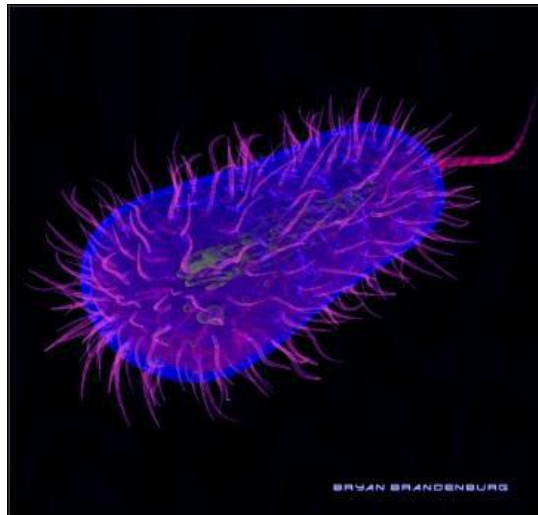


Figure I-20 : Escherichia Coli.

#### d) **Klebsiella**

Les Klebsiella sont des Enterobacteriaceae toujours immobiles, possédant généralement une capsule et fermentant de nombreux glucides.

Ce sont des bactéries Gram (-), munies de capsules, surtout à la sortie de l'organisme ; ils sont très polymorphes ; présence de formes coccidés, se regroupent en diplobacille ou en courtes chainettes, souvent enrobée dans la même capsule.

Sur gélose : les colonies sont de type mucoïde. Elle a un aspect caractéristique : sont volumineuses (4 mm de diamètre), bombées, brillantes, opaques. Le contact avec l'anse de platine permet de constater l'aspect visqueux des colonies dites « en coulées de miel » (Fig.21) [30].





Figure I-21 : Colonies muqueuses de *Klebsiella pneumoniae* sur gélose de Drigalski.

### d) Streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont utilisés depuis longtemps comme indicateurs de la contamination fécale dans les eaux, mais leur valeur indicatrice dans les aliments est beaucoup plus discutée.

Les streptocoques sont des bactéries appartenant à la famille des streptococcaceae, bactérie Gram (+), catalase (-), aérobie facultative, il se distingue par leur forme coccoidé en paires pour former des diplocoques et pouvant se présenter sous forme de chaînettes parfois longues, ils ne sporulent pas et leur caractère homofermentaire (FigI.22) [30].

Ce sont des bactéries immobiles (sauf quelques variétés de streptocoques D), anaérobies facultatifs ou stricts et chimio-ogano-hétérotrophes. Ils ont un métabolisme, habituellement fermentatif. Les sucres sont consommés, le plus souvent, sans formation de gaz [31].

Les streptocoques peuvent se développer, en 24 heures, sur les milieux de culture usuels enrichis par du sang, du sérum ou de glucose.

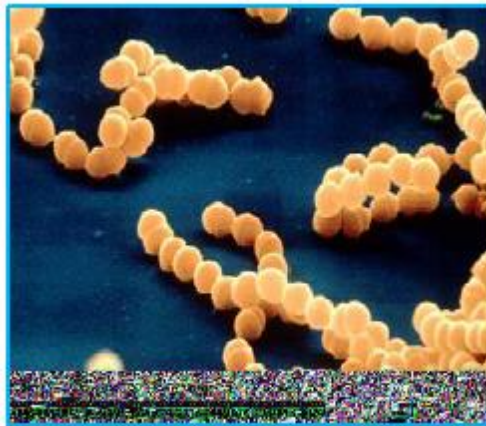


Figure I-22 : Streptocoques vues au microscope électronique [32].

### e) Clostridium sulfito-réducteurs

Ce sont des bactéries anaérobies Gram positif, formant des endospores, ces bactéries sont considérées comme témoins de la pollution fécale, les formes sporulées sont plus résistantes que les formes végétatives, mettent en évidence une contamination ancienne. Dans le genre *Clostridium* deux espèces sont responsables de toxi-infections alimentaires :

- Clostridium perfringens : immobiles, encapsulés
- Clostridium botulinum : mobile, cillé.

En bouillon sous une couche d'huile, Clostridium donne un trouble abondant avec dépôt dans le fond du tube. Il dégage une odeur caractéristique de beurre rance ; sur la gélose profonde, il donne une forme sphérique en houppettes (Fig.23), avec un important dégagement de gaz [33].

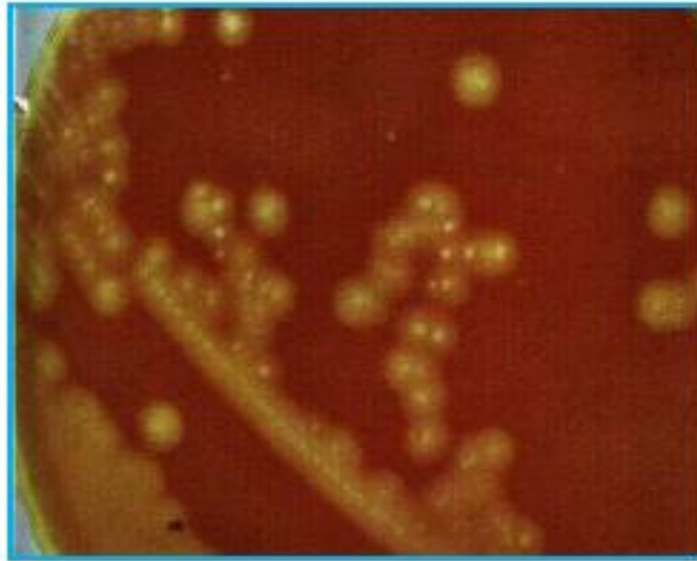


Figure I-23 : Colonies de Clostridium perfringens sur gélose Columbia [30].

### **I-5-3 Normes de qualité microbiologique des eaux**

La qualité microbiologique de l'eau de boisson doit obéir à des normes définies. Ces normes sont regroupées dans le tableau suivant selon la Communauté économique européenne (CEE) et Algérienne.

Tableau I-10 : Normes européennes (CEE) et Algérienne de qualité microbiologique des eaux potables [34].

paramètre	Volume	Unité	CEE	Algérienne
<b>Coliforme totaux</b>	100	UFC/ml	5	<10
<b>Coliforme fécaux</b>	100	UFC/ml	0	Absence
<b>Streptocoques fécaux</b>	100	UFC/ml	0	Absence
<b>Nombre de germination</b>				
• 37 °C	1	UFC/ml	10	20
• 22 °C	1		100	<102
<b><i>Clostridium sulfito réducteur</i></b>	20	UFC/ml	2	<5
<b><i>Escherichia coli</i></b>	100	UFC/ml	0	0

### **I-6 Conclusion**

L'adsorbant peut être de différent origine naturelle ou artificielle, l'utilisation des déchets alimentaires et leur activation lui attribuent une autre vie bénéfique à l'homme et à l'environnement, dans ce contexte l'utilisation des noyaux de dattes locale en les activant s pour but de les utilisés comme charbon actif pour traiter des eaux est notre objectif dans cet étude.

# **Matériels et méthodes**

## II-1 Introduction

Les adsorbants microporeux sont abondamment utilisés dans le traitement des dévers polluants des eaux à cause de leur excellente capacité d'adsorption. A cet effet, le charbon actif est, le premier matériau adsorbant utilisé à grande échelle.

L'objectif de notre travail c'est la synthèse de charbon actif à partir des noyaux des dattes de la région de zelfana pour le but d'éliminer une quantité de polluants micro-organiques dans les eaux phréatique de la commune Daïa ben Dahoua wilaya Ghardaïa de sud d'Algérie.

La partie expérimentale de ce travail a été réalisée dans les laboratoires des établissements suivants : l'Université de Ghardaïa et au niveau de laboratoire de l'Algérienne des eaux « A.D.E » unité de Ghardaïa.

## Partie A : Synthèse d'un charbon active à partir des noyaux de dattes (Ghars)

- ✓ **Matériels et produits utilisés dans la synthèse d'un charbon actif**
- Balance sensible, Broyeur et tamis.
- Four programmable (four à moufle), Etuve électrique.
- Agitateur, pH mètre, pompe à vide, Montage d'activation du CAND (ballon chauffante - réfrigérant-pompe.....).
- creusets; verre a montre, béchers, fiole, éprouvette.
- Solution  $H_3PO_4$  (la pureté: 85%, densité : 1.76, Masse Molaire: 98 g/mol).
- Solution  $ZnCl_2$  (la pureté : 98%, densité : 2.9, Masse Molaire:136 g/mol).

## II-2 Préparation et caractérisation des charbons actifs

### II-2-1 Les étapes de préparation les charbons actifs

La préparation de charbon actif réalisée par activation chimique des noyaux des dattes. Dans cette étude nous avons utilisé le mélange acide phosphorique  $H_3PO_4$  (3N) et chlorure de Zinc  $ZnCl_2$  (2N) comme agents activant, impliquant les étapes suivantes :

### II-2-1-1 Collecte les noyaux des dattes

Dans le but de valoriser les matériaux locaux (déchet) en le transformant en charbon actif, nous avons utilisé comme précurseur les noyaux de dattes provenant de la région (zelfana) qui est une commune de la wilaya de Ghardaïa en Algérie, située à 67 km à l'est de Ghardaïa. C'est une oasis connue par la très bonne qualité de ses dattes.

Les noyaux de datte utilisé dans cette étude est issu de la variété « GHARS ».



Photo II-1 les dattes Ghars« Adl & Kha.2018 ».



Photo II-2 noyaux des dattes (Ghars)

«Adl & Kha.2018 ».

### II-2-1-2 Pré-traitement des noyaux de dattes

Avant de commencer le procédé de fabrication du noir du charbon, les noyaux ont été lavés abondamment à l'eau chaude pour éliminer toutes les impuretés puis séchés à l'étuve à 105°C pendant 24 heures.

Ensuite, ils sont broyés et tamisés.

### II-2-1-3 La carbonisation

La carbonisation est réalisée dans l'enceinte d'un four électrique (four à moufle) dans un récipient en porcelaine à une température de 400°C pendant 30mn, Après la carbonisation le produit est soumis dans le dessiccateur pour éviter le contacte d'air.

Le choix de la granulométrie désirée étant fait <1 mm à l'aide de Broyeur et tamis.

#### II-2-1-4 L'activation chimique par l'acide phosphorique ( $H_3PO_4$ ) et chlorure de Zinc ( $ZnCl_2$ )

Les opérations précédentes sont suivies d'une étape thermique (carbonisation) et enfin des traitements de purification du produit. Ils existent deux types d'activation, la première est l'activation chimique et la deuxième est l'activation physique. Dans notre étude nous avons utilisé l'activation chimique pour des raisons de disponibilités.

Nous avons utilisé des agents chimiques l'acide phosphorique ( $H_3PO_4$ ) et chlorure de Zinc ( $ZnCl_2$ ) en raison de leur caractère déshydratant. Le mélange charbon actif /agent activant est soumis à une agitation thermique à  $100^\circ C$  dans un ballon muni d'un réfrigérant pendant un temps de contact de 3 heures.

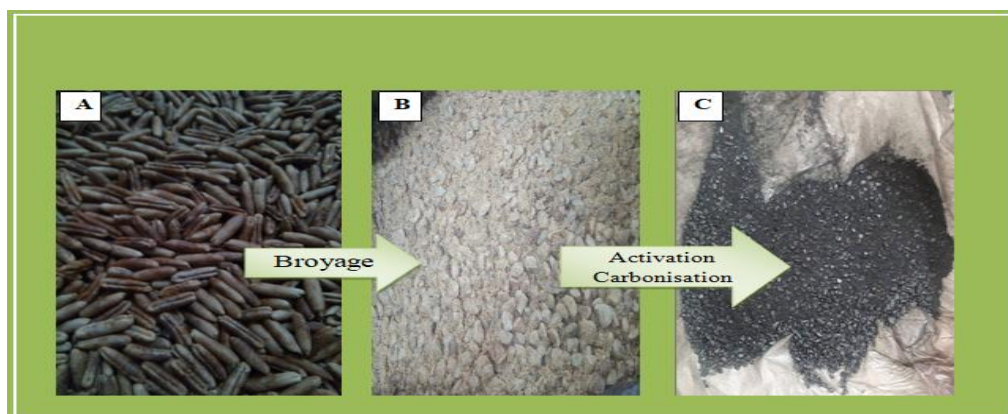


Figure II-26 Les étapes de préparation de charbon actif à partir des noyaux de dattes.

#### II-2-1-5 rinçage de charbon actif

Le charbon active de (ND) est lavé, Premièrement on met l'échantillon dans un entonnoir sur des papiers filtre. Ensuite on lave abondamment à l'eau distillée jusqu'à neutralisation de l'eau de rinçage par vérification régulière jusqu'à pH neutre. Et enfin notre produit est séché à  $105^\circ C$  pendant 24 heures.

### II-3 La méthodologie de synthèse du charbon à partir des noyaux des dattes

Bansal et al en 1988 [35] ont présentés d'une manière simplifiées le processus le plus usuel pour la production d'un charbon actif sous forme poudre ou granulé et résumés présente dans la figure (I-27)



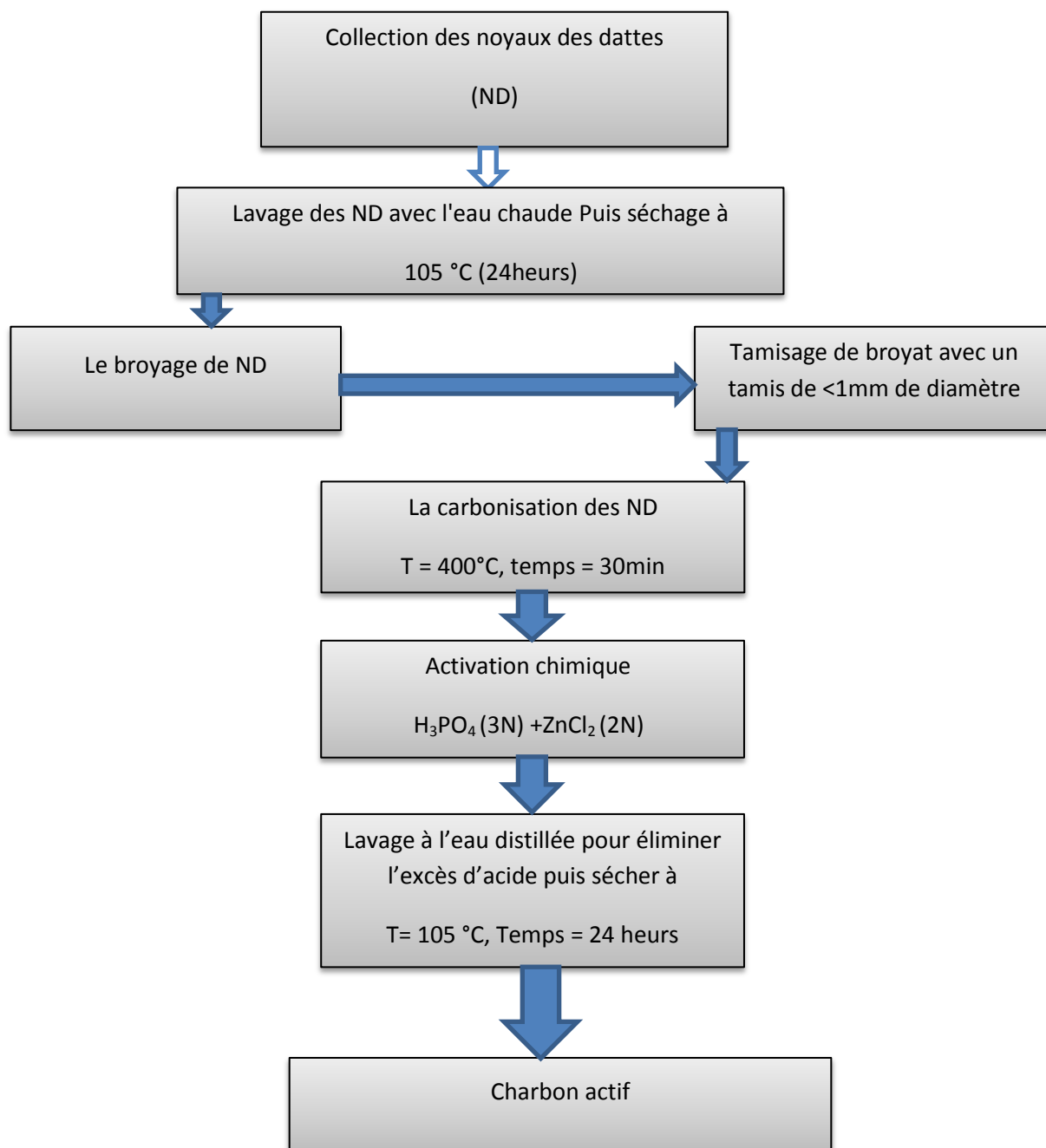


Figure I-27 synthèse du charbon actif à partir de noyaux des dattes (ND).

## II-4 Caractérisation de charbon

La caractérisation du charbon carbonisé à 400°C, traité chimiquement à l'acide Phosphorique (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) et chlorure de Zinc (ZnCl<sub>2</sub>) a nécessité l'emploi des méthodes, volumétriques. Les paramètres visés par cette étude sont: la densité, l'humidité, le taux de cendre, le pH après la synthèse.

### II-4-1 principe de Mesure du pH de (CA)

Le pH d'une solution aqueuse permet de savoir si une solution est acide, neutre ou basique. Dans un ballon muni d'un réfrigérant de 500ml, on met une masse d'adsorbant (CA) (0.4 g), à laquelle on ajoute de l'eau distillée (100ml). On procède ensuite à un chauffage à reflux pendant 30min puis au refroidissement. Le pH de la suspension est mesuré à l'aide d'un pH-mètre [36].

### II-4-2 principe de Mesure teneur de cendre de (CA)

Il s'agit de la partie inorganique, inerte, amorphe et inutilisable, présente dans le charbon actif, le taux de cendre est déterminé par la méthode décrite en littérature [36]. Un échantillon de 0.5g de charbon actif est séché dans une étuve à 105 °C pendant 24 heures puis placé dans un creuset en céramique, ce creuset est introduit dans un four réglé à 400 °C est maintenu pendant 30mn à cette température. Après refroidissement à température ambiante on pèse à nouveau le creuset. Le taux de cendre C (%) est calculé comme suit :

$$C(\%) = (P1 - P2) * 100/P1$$

Où :

P1 : la masse du creuset avant carbonisation en (g).

P2 : la masse du creuset rempli après carbonisation en (g) [36].

**II-4-3 Principe de Mesure Taux d'humidité de (CA)**

Quand les charbons actifs préparés sont en contact permanent avec l'air ou lors de leurs stockages, les solides se chargent par une certaine humidité due à la diffusion des molécules d'eau dans la structure et sur la surface du solide. L'évaluation du taux d'humidité peut être indicative sur l'hydrophile de ce solide. On met 5 g de charbon actif dans un creuset P<sub>1</sub>, puis on met l'échantillon dans une étuve à 105°C pendant une heure P<sub>2</sub>.

La relation ci-dessous permet d'obtenir le taux d'humidité H (%) relatif pour les différents charbons actifs préparés [37].

$$H (\%) = (P_1 - P_2) * 100/P_1$$

Où

P<sub>1</sub> : charbon actif brut.

P<sub>2</sub> : charbon actif met dans une étuve à 105°C.

**II-4-4 densité**

La densité apparente est l'ensemble des fractions solides et pores. Elle est déterminée par la méthode de l'éprouvette graduée. On pèse une éprouvette vide. Puis on la remplit avec le solide(CA) jusqu' à 10 ml. Ensuite nous avons repesée. La relation suivante permet la détermination de la densité apparente D [38] :

$$D = (P_1 - P_0)/100$$

Où

P<sub>1</sub> : le poids de l'éprouvette remplie (g).

P<sub>0</sub> : le poids de l'éprouvette vide (g).

## Partie B : méthode d'analyse physique et bactériologie des eaux des puits

### II-5 Appareillage et matériels utilisés pour analyse des eaux phréatiques

- Conductivité-mètres.
- PH-mètre.
- Bain- Marie
- Auto clave, incubateur, étuve électrique.

### II-6 Prélèvement des eaux phréatique

Avant de prélever les échantillons pour analyse bactériologique, nous avons lavé les bouteilles de verre avec de l'eau et du savon puis de l'eau distillée afin d'éviter toutes sortes de contamination. Ensuite, nous avons inséré ces bouteilles dans l'autoclave à 105°C pendant deux heures pour les sécher et les stérilisés.

Le prélèvement a été pris de la région Daïa Ben Dahoua, située au nord-ouest de Ghardaïa, à 11 kilomètres du siège de la wilaya, du puits situé dans la zone agricole.



Photo II-3 le puits de Daïa (Adl & Kha.2018).

### II-7 Méthode d'analyse d'eau physique-chimique

#### II-7-1 Paramètre physique

- **pH** : Pour sa mesure est effectuée à l'aide du pH-mètre de poche. Détermination de l'acidité, la neutralité ou la basicité de l'eau.

- **conductivité:** On utilisant comme appareil un conductivité-mètre.

### II-7-2 Paramètres gravimétriques

- **Dosage de sulfate ( $\text{SO}_4^{-2}$ )**

Les ions sulfates sont précipités à l'état de sulfate de baryum et évalués gravimétriquement [39].

✓ **Expression de résultats**

$$C_{\text{SO}_4^{-2}} \text{ mg/l} = \Delta P * 4115.5$$

Où

$$\Delta P = P_1 - P_v$$

**P<sub>1</sub>:** est le poids plein de la capsule.

**P<sub>v</sub>:** est le poids vide de la capsule.

- **Residues sec à 105°C:**

Une certaine quantité d'eau est évaporée dans des capsules tarées. Le résidu desséché et en suite pesée [39].

✓ **Expression de résultats**

$$C_{\text{RS}} \text{ mg/l} = (P_p - P_v) * 20000$$

Où

**P<sub>p</sub>:** est le poids plein de la capsule.

**P<sub>v</sub>:** est le poids vide de la capsule.

## **II-8 Analyses bactériologiques des eaux des puits**

### **II-8-1 Milieu de culture**

Il existe deux types de milieu de cultures, dans notre partie expérimentale, nous avons utilisés un type de milieux de culture liquides : Bouillon lactose au pourpe de bromocrésol double et simple concentration (BCPL) Bouillon glucose a l'azide de sodium simple et double concentration (milieu de Rothe).

Les analyses bactériologiques sont effectuées à l'aide des méthodes suivantes:

### **II-8-2 Recherche des coliformes totaux**

La méthode utilisée est la méthode de détermination du nombre le plus probable (N.P.P.) par inoculation de tubes en milieux liquides (fermentation en tubes multiples) (fig. 28). Il s'agit d'un ensemencement de plusieurs dilutions de l'échantillon, chacune dans une série de tubes (série de 3), contenant un milieu de culture non véritablement sélectif, mais permettant de mettre en évidence la fermentation du lactose avec production de gaz, repiquer les tubes « positifs » sur un milieu liquide, contenant des sels biliaires ou des agents de surface, incubés à 44 °C pour les dénombrements de coliformes fécaux, respectivement [40].

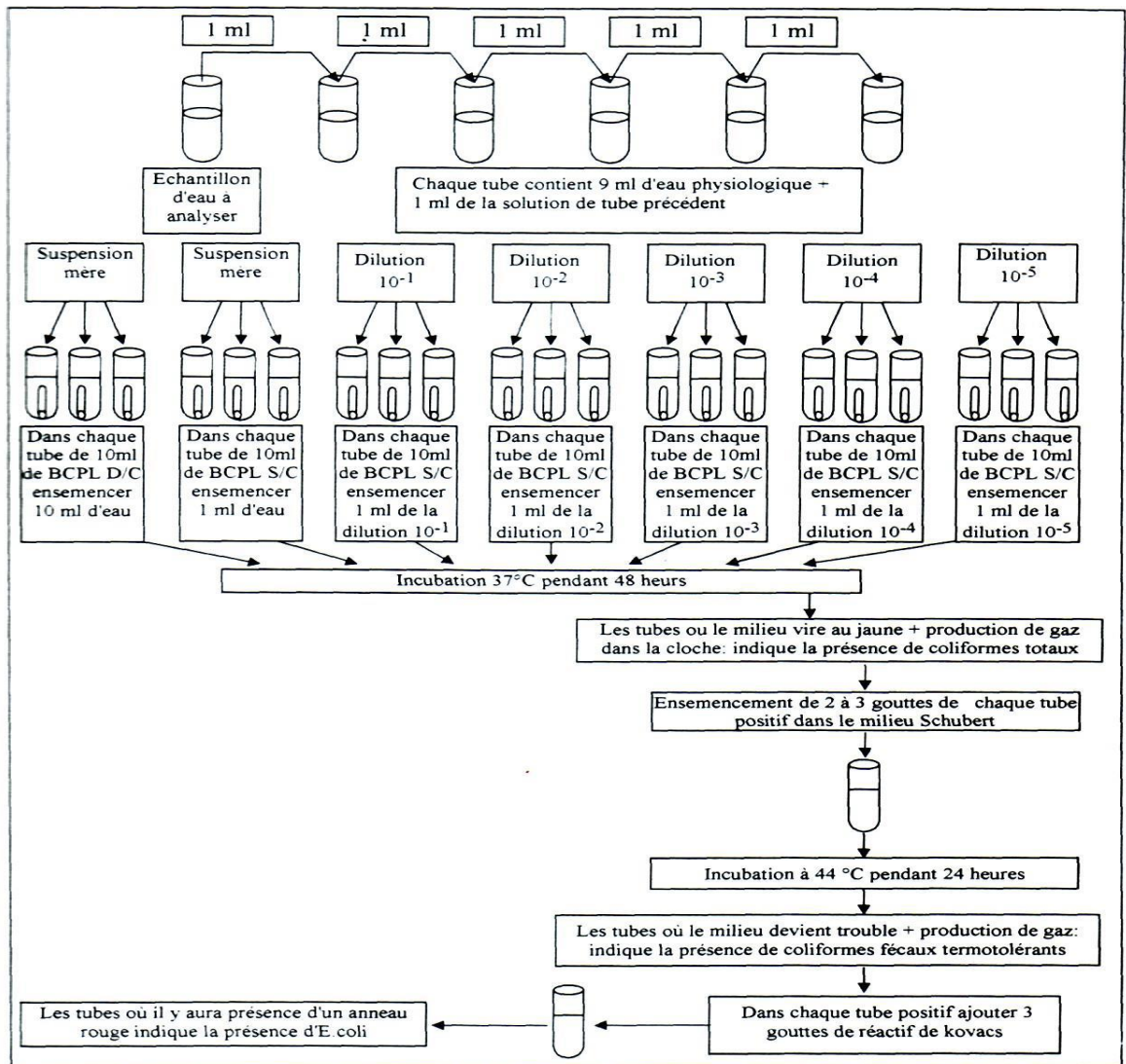


Figure II-28 Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et fécaux.

### II-8-3 Recherche des streptocoques fécaux

Nous avons utilisé la même méthode que la précédente avec des milieux spécifiques pour les streptocoques (fig. 29) [40].

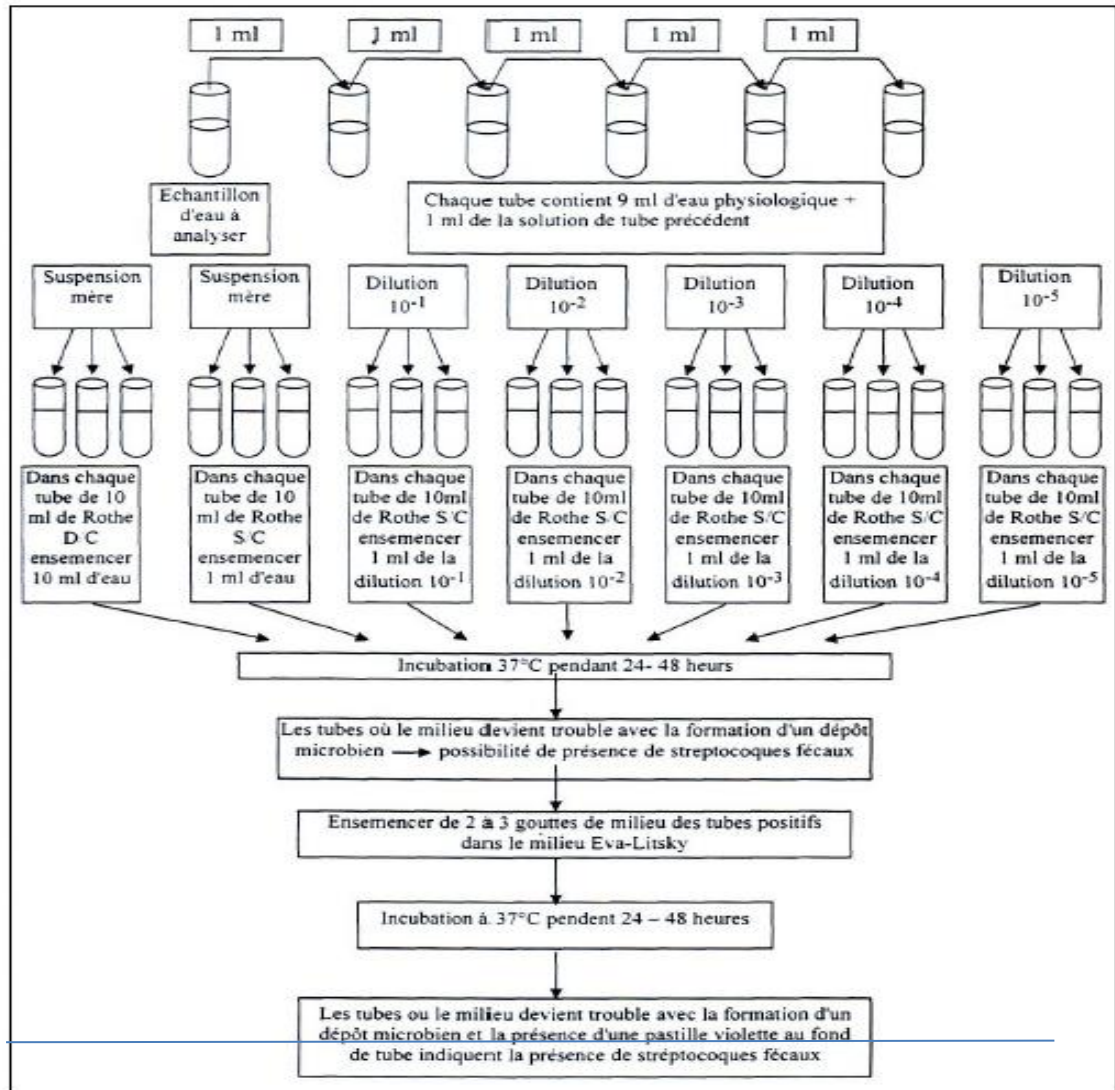


Figure II-29 Recherche et dénombrement des streptocoques totaux et fécaux.



## **II-9 Conclusion**

On peut dire que l'objectif de ce chapitre est de visualiser les méthodes utiliser dans la synthèse de (CA) et dans le l'analyse bactériologies et physique de l'eau phréatique traité par le charbon actif synthétisé.

# **Résultats et discussion**

### III-1 Introduction

Les résultats présentes dans ce chapitre sont les données caractéristique de charbon actif synthétise puis les résultats d'analyses des eaux d'un puis de la nappe phréatique de la région da Daïa ben Dahoua avant et après traitement par ce même matériau synthétise.

### III-2 Caractérisations physiques des charbons actifs préparés

**-Potential d'Hydrogène:** Après la mesure on remarque que le PH =6.50.

**-Taux d'humidité H (%) :** H= 03% c'est une valeur bien.

**-Taux de cendres C (%) :** C=0% car la carbonisation des noyaux de dattes était à400°C la norme (<10%).

**-La densité d :** La densité de charbon actif a été mesurée par la méthode décrite dans le chapitre précédent, le résultat est d =0.56 g/ml.

**- Taille effective (TE) :** Le choix de la granulométrie désirée étant fait <1mm.

### III-3 Résultats des analyses physique d'eau

#### III-3-1 Paramètres physiques

Les mesures de ph, conductivité, Salinité, sont représentées sous forme des histogrammes comme suit :

### 1- Potentiel d'Hydrogène pH

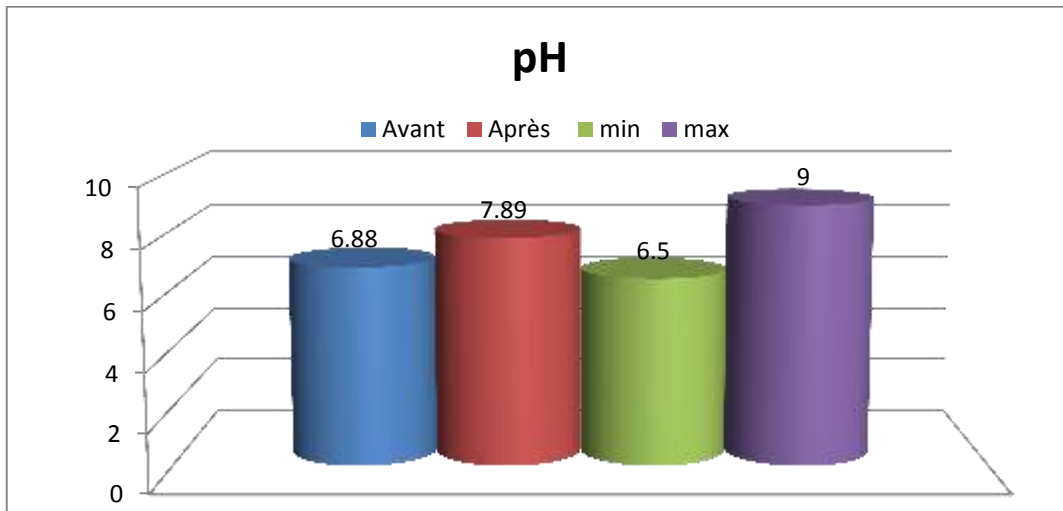


Figure III-28: teneurs de PH

Le pH mesuré avant et après le traitement présentent une valeur dans l'intervalle des normes avec une légère augmentation de 6.88 à 7.89.

### 2- Conductivité électrique CE

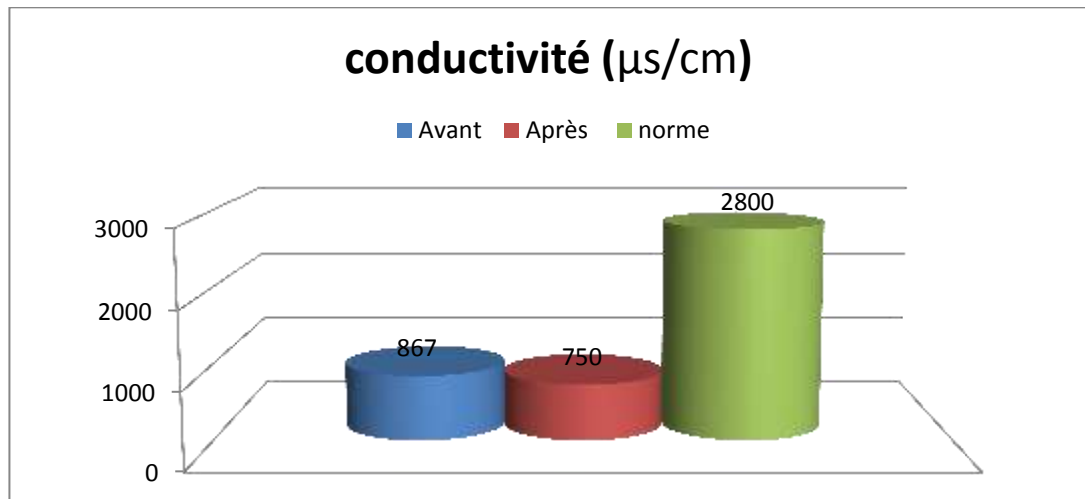


Figure III-29 teneurs de la conductivité électrique

Notre échantillon d'eaux choisi est caractérisé par une bonne minéralisation et une conductivité qui est très inférieure à la norme maximale permise. Le traitement de cet échantillon donne un taux de rabattement de 13.50 % de la conductivité.

### 3- Salinité

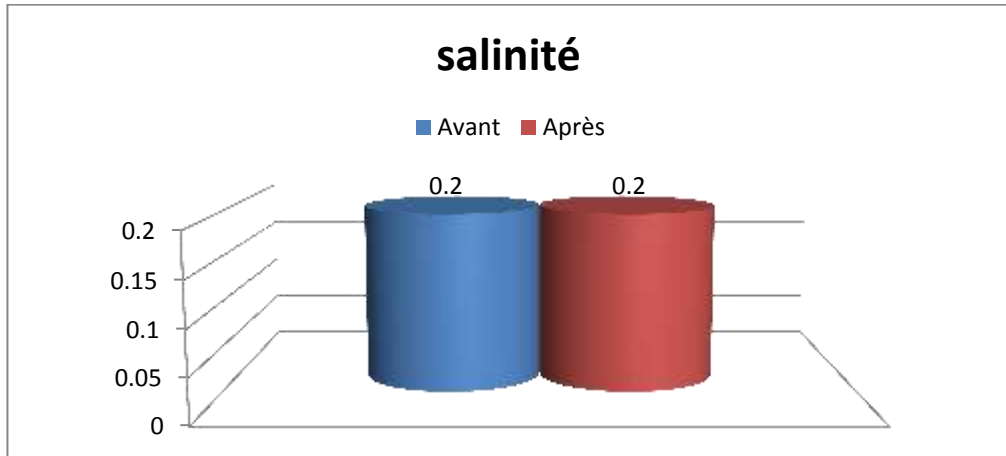


Figure III-30 teneurs de Salinité

La salinité est mesurer par le même appareil de la conductivité, mais la diminution de cette dernière n'est pas visible à cause de la non précision de la valeur mesurer.

### III-3-2 Paramètres gravimétriques

Les paramètres gravimétrique étudiés concerne les sulfates et les résidus secs.

#### 1-Sulfate

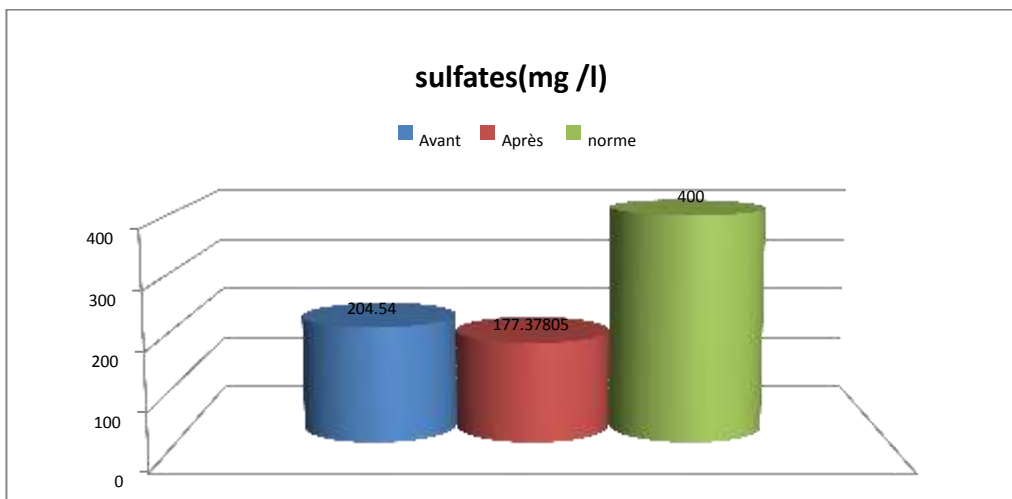


Figure III-31 teneurs sulfate  $SO_4^{+2}$

L'histogramme suivant représente la quantité du sulfate de notre échantillon avant et après le traitement :

Nous avons vu que la quantité de sulfate de l'échantillon avant elle était (204.540) et après elle est devenue (177.37805) le pourcentage de diminution est 13.28%.

Donc nous concluons que le charbon à adsorber une quantité des ions des sulfates.

## 2- Résidus Sec

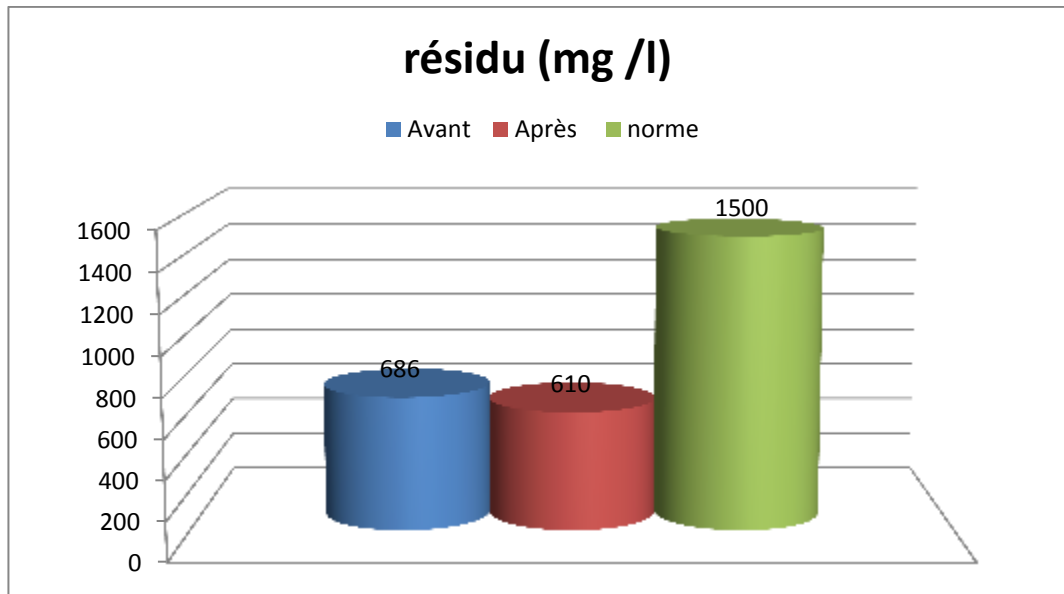


Figure III-32 teneurs Résidus Sec

Malgré que l'eau de puits contient des résidus secs inférieurs à la norme. On observe que le traitement par charbon actif a fait une diminution de 11.08%.

### III-3-3 Résultats des analyses bactériologiques de l'eau

Pour les analyses bactériologiques et d'après les moyens disponibles (milieu de culture) on a fait les streptocoques, coliformes totaux et fécaux.

1- Streptocoques

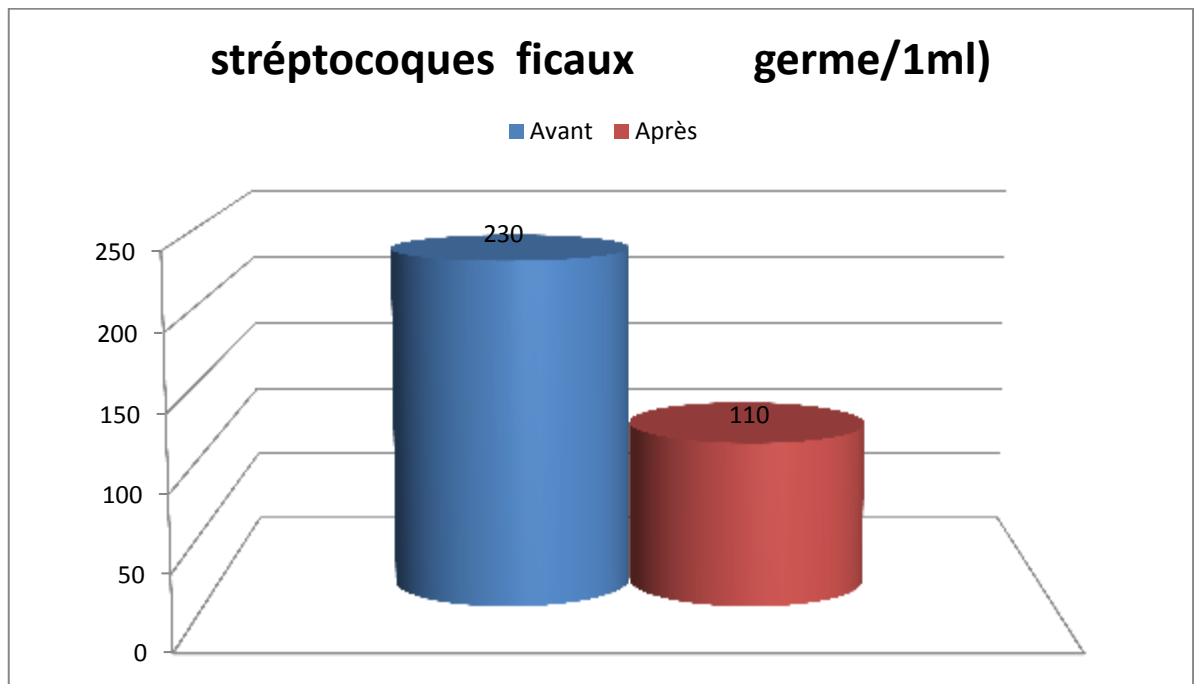


Figure III-33 teneurs Streptocoques.

Pour les eaux potables l'échantillon ne doit contenir aucun germe d'après les normes de potabilités.

Or que le traitement par charbon actif de l'échantillon chargé de streptocoque fécaux a donner un taux de rabatement 52.18%.

**2- Coliformes totaux**

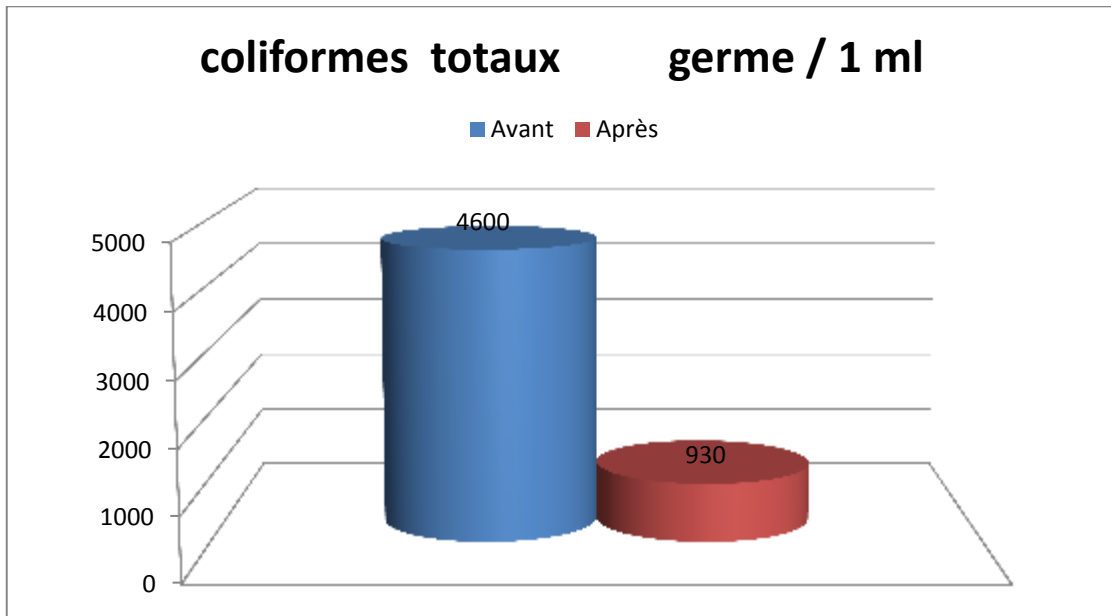


Figure III-34 teneurs de Coliformes totaux.

Malgré que l'échantillon analyser est trop chargé de coliforme totaux mais le traitement à donner une bonne élimination de ces germes qui atteint 79.79 %.

**Coliforme fécaux**

L'analyse de coliforme fécal dans l'échantillon à donner un résultat négatif avant traitement.

**Remarque**

Les éshirichien coli n'existent pas tant qu'il n'y a pas des coliformes fécaux.



### **III-4 Conclusion**

D'après ces analyses on observe que le traitement des eaux par charbon actif synthétisé à partir de noyaux des dattes (Ghares) a donné une efficacité dans l'élimination des microorganisme (streptocoque et coliforme) et aussi un rabattement des paramètres minéraux étudiés.

# **Conclusion Générale**

## Conclusion Générale

La synthèse d'un charbon actif passe par deux étapes essentielle carbonisation et activation. Dans notre cas la calcination est réalisée à  $400^{\circ}\text{C}$  pendant 30 minutes et l'activation ce fait à l'aide de:  $\text{H}_3\text{PO}_4$  et  $\text{ZnCl}_2$

La caractérisation du charbon actif et fait selon les moyens disponible, malgré que manque de ressource.

L'efficacité du charbon actif est réellement tester en l'appliquant dans le traitement des eaux.

Pour cela on a pris un échantillon d'eau de la nappe phréatique de Daiia ben Dahoua à fin d'effectuer une analyse bactériologique, physique et chimique.

Le résultat d'analyse bactériologique effectué avant et après traitement par le charbon synthétisé donne un taux de rabatement égale à 79,79% pour les coliformes totaux et le pourcentage des élimination de streptocoques fécaux 52,18% , or les coliformes fécaux et les *Escherichia collie* n'existe pas même dans l'échantillon avant traitement .

En ce qui concerne le côté physico-chimique, les résultats sont les suivant :

Premièrement, le pourcentage de diminution de la conductivité 13.50 % .et le pH est augmenté de 6,88 à 7,89.

L'analyse des résidus secs à  $105^{\circ}\text{C}$  avant et après traitement à donner une valeur d'adsorption égale à 11.08%, Aussi pour les sulfates le rendement est de 13.28%

D'après ces résultats on peut dire que le charbon activé à partir des noyaux de dattes (Ghares) donne des résultats significatifs d'adsorption dans le traitement des eaux.

Finalement on recommande d'amélioré et de suivre la recherche dans ce domaine et de faire l'analyse avancé pour caractérisé ce matériaux.

# **Bibliographie**

---

## Bibliographie

- [1] R. Desjardins, « le traitement des eaux », Edition de l'école polytechnique de Montréal, 1997.
- [2] Douglas M Ruthven. Principales of adsorption and adsorption processes. John Wiley & Sons, 1984.
- [3] Etude sur les coûts de la réduction des rejets de substances toxiques – Fiches Traitements. ADSORPTION.
- [4] KY Foo and Bassim H Hameed. An overview of dye removal via activated carbone adsorption process. Desalination and Water Treatment, 19(1-3) :255–274, 2010.
- [5] N. Bouderies, « Biosorption des métaux lourds sur une biomasse Mycelienne », Thèse de magistère, ENP, 1997
- [6] TRAITEMENT DE POTABILISATION DES EAUX DE SURFACE ADSORPTION SUR CHARBON ACTIF. Conf2006/62.
- [7] Alain Manceau, Matthew A Marcus, and Nobumichi Tamura. Quantitative speciation of heavy metals in soils and sediments by synchrotron x-ray techniques. Reviews in Mineralogy and Geochemistry, 49(1) :341–428, 2002.
- [8] Hazourli, « adsorption et électrosorption de composés organiques sur charbon actif en grains », Thèse de doctorat, USTHB 1991.
- [9] [fr.wikipedia.org/wiki/Adsorption](http://fr.wikipedia.org/wiki/Adsorption).
- [10] BOUAICHE FOUZIA. «Étude comparative de la capacité adsorbante de charbon actif commercial TE 80 et issus de noyaux de datte. Cas des quelques paramètres de pollution dans les eaux usées de rejet STEP de Sidi khouiled Ouargla» MASTER ACADEMIQUE. 2015/2016
- [11] LOURGHI Lamia, Adsorption du furfural issue des rejets liquides de la raffinerie d'Arzew par charbon actif en poudre, Mémoire de Master, 2014.
- [12] E ERRAIS (2011), 'Réactivité de surface d'argiles naturelles, étude de l'adsorption de colorants anioniques', mémoire de doctorat, Université de Strasbourg, pp.

- [13] BOUMESRANE Amir, BOUNOUR Omar, « L'élimination des polluants industriels par l'adsorption sur charbon actif et par la dégradation photocatalytique (TiO<sub>2</sub>/UV) », UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA/MASTER ACADEMIQUE, 10/06/2015.
- [14] [www.futura-sciences.com/sciences/definitions/chimie-adsorption](http://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/chimie-adsorption).
- [15] <http://asseau.com/fr/03-3.html>. activated carbon.
- [16] Industrial alumina chemicals, ACS Monograph. 184 (1986).
- [17] European Council of Chemical Manufacturers' Federation (CEFIC). Test methods For activated carbon. European Council of Chemical Manufacturers' Federation (CEFIC), pages 1–43, 1986.
- [18] Roop Chand Bansal and Meenakshi Goyal. Activated carbon adsorption. CRC press, 2005.
- [19] Belaid Ouahiba. «UTILISATION D'UN CHARBON ACTIF PREPARE A PARTIR DES NOYAUX DE DATTES LOCALES DANS L'EPURATION DES EAUX USEES URBAINES. INFLUENCE DE LA VARIETE DE DATTES ». DIPLÔME DE DOCTORAT 2016 – 2017.
- [20] <http://asseau.com/fr/03-3.html>. activated carbon.
- [21] <http://www.eurobroker.fr/dattes/>.
- [22] BEN CHEIKH Ahmed. « Les Champignons Accompagnés De L'embryon Du Palmier Dattier ». Spécialité : Agronomie Saharienne Option : phytotechnie. 2010/2011
- [23] H Harrak, A Hamouda, M Boujnah, and F Gaboune. « Teneurs en sucres et qualités technologique et nutritionnelle des principales variétés de dattes marocaines ». In Symposium international sur le développement durable des systèmes oasiens, pages 8–10, 2005.
- [24] Pierre Munier. Le palmier-dattier. Techniques agricoles et productions tropicales, 24, 1973.
- [25] M.A. SLASLI, " Modélisation de l'adsorption par les charbons microporeux, approche théorique et expérimentale ". Thèse de Doctorat, Université de NEUCHÂTEL, Décembre.
- [26] M. W. Jung, K. H. Ahn, Y. Lee, K. P. Kim, J. S. Rhee, J. T. Park, K. J. Paeng,

- «Adsorption characteristics of phenol and chlorophenols on granular activated carbon (GAC) », *Microch. J.* V.70, 2001, pp.123-131.
- [27] YAHIAOUI Nouara, Etude de l'adsorption des composés phénoliques des margines d'olive sur carbonate de calcium, hydroxyapatite et charbon actif, Mémoire de Magister, 2012.
- [28] <http://ecoledeleau.eau-artois-picardie.fr/spip.php?rubrique64>.
- [29] GUESSOUM Hadjer. « Caractérisation microbiologique des eaux de la nappe phréatique de la région de Ghardaïa (cas de SEBSEB) ». MASTER Sciences de la nature et de la vie. Ecologie et environnement. 2012/2013.
- [30] AVRIL J, DABERNAT H, DENIS F, MONTEIL H, 1992. Bactériologie clinique. Ed 2, 149- 205pp.
- [31] BOUCHENGA S et LAHRACHE A, Etude de la qualité microbiologique des eaux de puits zone urbaine et agricole (Ghardaïa). Mémoire d'ingénieur, Laghouat, Université Amar Telidji, Laghouat, 70p.2006.
- [32] ENCARTA, 2009. Encyclopédie Microsoft Encarta, DVD.
- [33] PILET C-H, BOURBON J-L, TOMA B, CHAL N, BOLBASTRE C, Bactériologie médicale et vétérinaire « systématique bactérienne », Ed 2, Edit Doin, 50-165 pp. 1979.
- [34] BOUZIANE N et GUESSIER B. Les normes internationales des eaux, Exposé, Université kasdi merbah-Ouargla, 9-12pp.2010.
- [35] Roop Chand Bansal, Jean-Baptiste Donnet, and Fritz Stoeckli. Active carbon. M. Dekker, 1988.
- [36] PA Egwaikhide, EE Akporhonor, and FE Okieimen. Utilization of coconut fibre carbon in the removal of soluble petroleum fraction polluted water. *International Journal of Physical Sciences*, 2(2) :047–049, 2007.

[37] Irving S Fagerson. Thermal degradation of carbohydrates ; a review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 17(4) :747–750, 1969.

[38] Faouzia BENAMROUI. Élimination des colorants cationiques par des charbons actifs synthétisés à partir des résidus de l'agriculture. PhD thesis, Université Setif, 2015.

[39] J. RODIER Bernard LEGUBE, Nicole MERLET et coll. « Analyse de l'eau » 9<sup>em</sup> édition 1511p.

[40] RODIER J., BAZIN C., BROUTIN J. P., CHAMBON P., CHAMPSAUR H., RODI L., 2005. L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physicochimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Ed. Dunod, Paris, 1384 p.



# **Annexes**

## Les materiales experimentale

### A.1 Préparation de charbon acif



Photo A.1: Etuve de séchage.

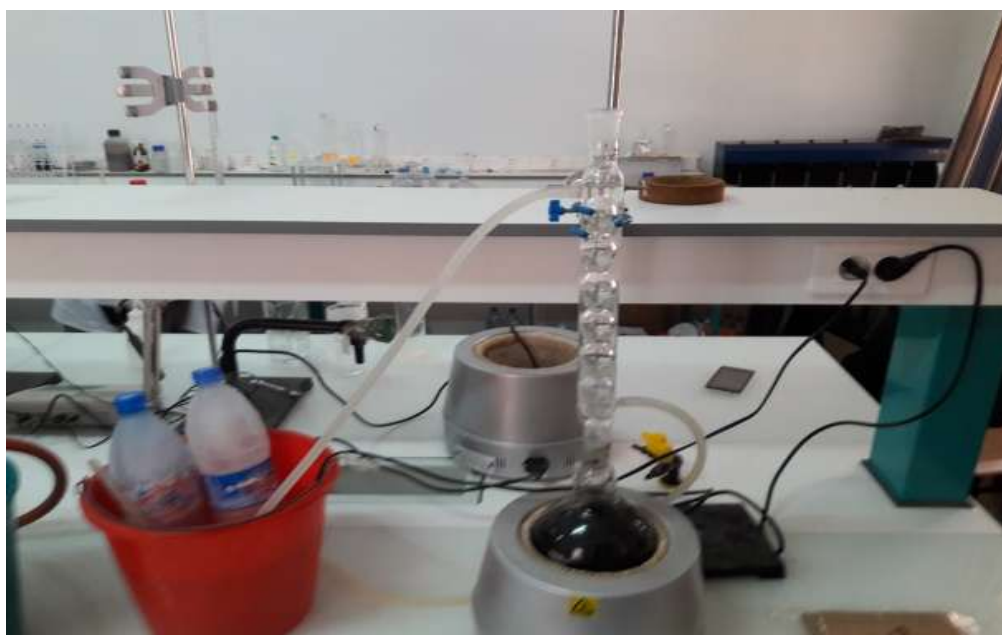


Photo A.2 montage d'activation CAND



PHOTO A.3 FOUR

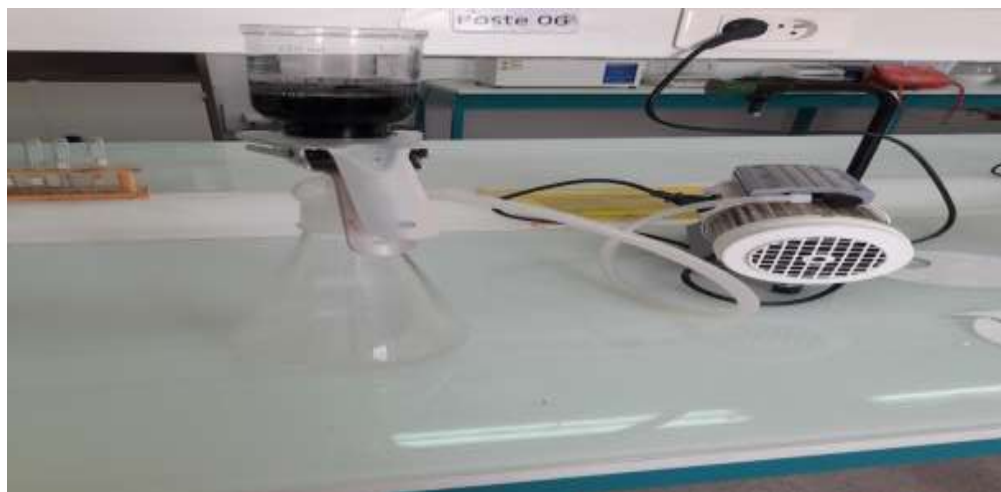


PHOTO A.4 Pompe à vide



PHOTOS A.5 balance

## **A.2 Analyse des eaux phréatiques après traitement par le charbon actif**



Photo A.6 pH mètre



Photo A.7 conductivité mètre

### A.3 Normes algériennes de qualité microbiologique et physique des eaux

Paramètres	Unités	Normes
PH	Unité PH	$\geq 6.5$ et $9 \leq$
Conductivité	$\mu\text{S}/\text{cm}$	2800
Salinité	-	-
Température	$^{\circ}\text{C}$	25
Résidu sec (R.S)	mg/l	1500
Sulfates	mg/l	400
Coliformes totaux	Germe/ml	-
Streptocoque	Germe/ml	-

## الملخص

مع التطور السريع للتكنولوجيا الصناعية ، أصبح تلوث البيئة هو الأكثر جذبًا للعديد من الباحثين. في هذا العمل ، قمنا بخطوتين ، الخطوة الأولى: اهتمامنا بثمانين النفايات الطبيعية نوى التمر (الغرس) من منطقة زلفانة عن طريق الكربنة والتنشيط ، بهدف رؤية الكربون المنشط. خضعت هذه الأخيرة لتحليل لمعرفة مميزاته. الخطوة الثانية: هي معالجة المياه الجوفية لمنطقة ضاية بن ضحوة بواسطة الكربون المنشط ثم تحليل المعالم الفيزيائية والبكتريولوجية قبل وبعد العلاج .

**الكلمات المفتاحية:** الكربون المنشط ، نوى التمر (الغرس) ، الامتزاز ، المياه الجوفية ، التحليل البكتريولوجي.

## Résumé

Avec l'avancement rapide de la technologie industrielle La pollution de l'environnement est devenue la plus grande préoccupation attirant de nombreux chercheurs. Dans ce travail en a deux étapes premier étape : on s'est intéressé à la valorisation d'un déchet naturel qui est les noyaux des dattes (Ghares) de Zelfana par carbonisation et activation en vue de synthèse du charbon actif. Ce dernier est soumis à des analyses de caractérisation.

Deuxième étape : c'est le traitement de l'eau souterraine de région Daïa ben Dahoua par le charbon synthétisé puis l'analyse des paramètres physiques et bactériologiques avant et après le traitement.

**Mots clés :** charbon actif, noyaux des dattes(Ghares), adsorptions, eau souterrain, analyse bactériologique.

## Abstract

With the rapid developement of industrial technology the Pollution of the environment has become the most attracting concern of many searchers. In this work, we have tow step the sirst one : we are interested in valorization of a natural waste which is the kernel of the dattes (Ghares) of Zelfana by carbonization and activation with a view to the synthèsiz of activated carbon.

The latter hase been in derwent charactirizing analysis.

The Second step: it is the treatment of the underground water of the region Daïa ben Dahoua by the synthesized carbon then the analysis of the physical and bacteriological parameters before and after the treatment.

**Key words:** activated carbon, kernels of date (Ghares), adsorptions, underground water, bacteriological analysis.