



**UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA**

Faculté des Sciences Appliquées

Département de Génie des Procédés

**Mémoire de Master Académique**

Domaine : Sciences et Techniques

Filière : **Génie des procédés**

Spécialité : **Génie chimique**

Présenté par :

**SERRAYE Lazhar et SOUIGAT Mohammed Assem**



## Thème

# **Étude Comparative de la Capacité Adsorbant de Deux types de Charbon Actif à Partir des Fibres de Palmier Dattier**

Soutenu publiquement le : 07/06/2017

Devant le jury :

CHAOUKI Mourad

BAAMEUR Lotfi

SEKIRIFA Mohamed Lamine

MC (A) UKM-Ouargla

MC (B) UKM-Ouargla

MC (A) UKM-Ouargla

Président

Examineur

Encadreur

UKM-Ouargla

UKM-Ouargla

UKM-Ouargla

Année Universitaire : 2016 / 2017

# Remerciements

*Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant qui m'a donné l'envie et la force pour mener à terme ce travail.*

*Ce travail a été réalisé au sein de laboratoire Biogéochimie des milieux désertiques à l'Université Kasdi Merbah Ouargla, dirigé par le Monsieur SEKIRIFA Mohamed Lamine Maître de conférence (A) au département de génie des procédés. Nous exprimons toutes nos reconnaissances pour avoir assuré la direction de ce travail.*

*Tout d'abord, mes respectueux remerciements à tous les membres du jury qui m'ont fait l'honneur de participer à l'évaluation de notre travail.*

*Nos remerciements s'adressent également à Monsieur HADJ-MAHAMMED Mahfoud, Directeur de laboratoire Biogéochimie des milieux désertiques à l'Université Kasdi Merbah Ouargla. Nous remercions également l'ensemble du personnel du laboratoire Biogéochimie des milieux désertiques (Mr Touil, Houria, Fatiha, ...), pour leurs accueils chaleureux, pour leurs aides et leurs conseils.*

*Nous remercierons également l'ensemble du personnel du laboratoire génie des procédés et laboratoire génie civil et particulièrement Messieurs : Djamel Ghilani et Ali Kchired, pour leurs accueils chaleureux, pour leurs aides et leurs conseils.*

*Nous remercierons également à Monsieur Elaiche Beggari responsable de laboratoire de la faculté des sciences de la nature et de la vie pour leur aide.*

*Un grand merci à mes amis qui ont eu confiance en moi et qui, par leur présence et leur soutien, m'ont aidée à surmonter certains moments difficiles et m'ont permis de relativiser les obstacles de la vie et m'ont encouragée à toujours aller de l'avant.*

*Une attention toute particulière va aux membres du Département de Génie des procédés pour l'aide technique, le travail administratif et le soutien moral qu'ils m'ont apportés.*

*Merci à tous.*

# الإهداء

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على خاتم الأنبياء والمرسلين

أهدي هذا العمل إلى :

إلى ينبوع العطاء الذي زرع في نفسي الطموح والمثابرة وعمل بكدي في سبيلي أبي الغالي أدامه الله لي

إلى نبع الحنان الذي لا ينضب، إلى من ربطني وأنارت دربي، إلى أعلى انسان في الوجود أمي الحبيبة

إلى من يحملون في عيونهم ذكريات طفولتي إخوتي محمد ياسين، بلال، رحاب، رائد صلاح و إلى

أعمامي وأخوالي كل باسمه و إلى كافة عائلة سويفات

إلى من ضاقت السطور من ذكرهم فوسعهم قلبي أصدقائي و أحبائي : إبراهيم، تقى الدين، عبد الحميد،

عبدالرزاق، عبدالنور، زكرياء، طارق، محمد الهادي، مصطفى، إسحاق، سليمان، محسن، عيسى، أحمد....

إلى قسم الهندسة الكيميائية خاصة

إلى كل طلبة هندسة الطرائق دفعت 2017 عامة

إلى كل هؤلاء أهدي ثمرة عملي

# الإهداء

إلى أُمي الحبيبة، إلى أعلى إنسان، إلى من ربّني وأثارت دربي وأعانتني ، رحمة الله عليها

إلى من عمل بكد في سبيلي وعلمني معنى الكفاح ، أبي الكريم أدامه الله لي

إلى إخوتي: بوبكر، الطاهر، شهرة، وكافة عائلة سراي

إلى جدتي الحنونة، إلى أخوالي وأولاد أخوالي وكافة عائلة عريف

إلى أصدقائي : عبد الرزاق، صالح، عبد المالك، نور الدين ، فيروز

إلى التي ندين لها بهذا العمل فكرا وبناءا

إلى جامعة قاصدي مرباح ورقلة، وإلى كل من أخلصوا لها

إلى أساتذتي ، وإلى كل من أشرف على تعليمي

إلى كل من له فضل علي

إلى كل هؤلاء أهدي ثمرة عملي.

## Sommaire

<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>I. Partie bibliographique :</b>	
I.1 Adsorption .....	3
I.1.1 Introduction.....	3
I.1.2 Types d'adsorption.....	3
I.1.3 Mécanisme d'adsorption.....	4
I.1.4 Principaux facteurs influençant sur l'adsorption. ....	5
I.1.5 Isothermes d'adsorption.....	7
I.2 Les adsorbants.....	9
I.2.1 Principaux adsorbants.....	10
I.2.2 Préparation de charbon actif .....	10
I.2.3 différents modes d'activation .....	11
I.2.4 Les différentes formes du charbon actif .....	12
I.3 Les applications de l'adsorption.....	13
<b>II. Partie expérimental :</b>	
II.1 Préparation de charbon actif à partir des fibres de palmier dattier. ....	14
II.1.1 Mode de préparation. ....	14
II.2 La caractérisation de charbon actif .....	16
II.2.1 L'adsorption par Phénol.....	16
II.2.2 Protocole expérimental d'adsorption.....	16
II.2.3 La courbe d'étalonnage .....	17
II.3 Les types d'adsorptions :.....	18
II.4 Modélisation des isothermes d'adsorption....	19
II.5 Le rendement d'élimination du phénol.....	20
II.6 Calcule de la surface spécifique..	24
II.7 Études par spectroscopie infrarouge (FTIR).....	24
<b>Conclusion générale</b> .....	27

## Références bibliographiques

## Annexes

## ABREVIATIONS

### Abréviations

D <sub>i</sub> C	Degla ;i(1-3g) de KOH ;C(50-350ppm) du phénol	
G <sub>i</sub> C	Ghars ;i(1-3g) de KOH ;C(50-350ppm) due phénol	
DB	Degla Brut	
GB	Ghars Brut	
C <sub>0</sub>	concentration initiale en soluté	ppm
C <sub>e</sub>	concentration de soluté à l'équilibre	ppm
CA	charbon actif	
m	Masse de charbon actif	mg
DO	densité optique	
A <sub>m</sub>	aire moléculaire	m <sup>2</sup> .mol <sup>-1</sup>
FTIR	la spectroscopie infrarouge à transformé de Fourier	
K <sub>L</sub>	constante de Langmuir	
K <sub>F</sub>	constante de Freundlich	
K <sub>E</sub>	constante de Elovich	
K <sub>T</sub>	constante de Temkin	
m <sub>i</sub>	Masse initiale	g
m <sub>f</sub>	Masse final	g
N <sub>A</sub>	nombre d'Avogadro 6.023×10 <sup>23</sup>	Mol <sup>-1</sup>
q <sub>e</sub>	quantité de soluté retenue à l'équilibre par le solide	mg.g <sup>-1</sup>
q <sub>m</sub>	quantité maximum de soluté retenue à l'équilibre	mg.g <sup>-1</sup>
R <sup>2</sup>	coefficients de corrélation des régressions linéaires	
S <sub>s</sub>	surface spécifique	mg.g <sup>-1</sup>
V	volume de solution	ml
MP	Matière première	
R	Rendement	%

### Liste des figures

<b>Figure I-1</b> : Schéma du mécanisme de transport d'un adsorbat au sein d'un grain .....	4
<b>Figure I-2</b> : Représentation schématique des différents types de pores .....	6
<b>Figure I-3</b> : Classification des isothermes d'adsorption selon Gilles et al (1960).....	8
<b>Figure I-4</b> : Les étapes de fabrication du charbon actif .....	12
<b>Figure I-5</b> : CA en extrudé .....	12
<b>Figure I-6</b> : CA en poudre .....	12
<b>Figure I-7</b> : CA en grain .....	12
<b>Figure II-1</b> : image de spectrophotomètre UV utilisé.....	17
<b>Figure II-2</b> : Courbe d'étalonnage du phénol en solution aqueuse à 270 nm .....	17
<b>Figure II-3</b> : isothermes expérimentales d'adsorption du phénol sur les charbons actifs (type ghars).....	18
<b>Figure II-4</b> : isothermes expérimentales d'adsorption du phénol sur les charbons actifs (type degla).....	19
<b>Figure II-5</b> : rendement expérimentales en fonction de la concentration de l'agent activant .....	23
<b>Figure II-6</b> : intervalle du rayonnement solaire.....	25
<b>Figure II-7</b> : image de spectromètre infrarouge FTIR utilisé.....	25
<b>Figure II-8</b> : Spectre IF de charbon actif.....	25

## Liste des tableaux

---

### Liste des tableaux

<b>Tableau I-1</b> : Distinction entre l'adsorption physique et chimique.....	4
<b>Tableau I-2</b> : le Principe de les modèles isotherme .....	9
<b>Tableau I-3</b> : caractéristiques des principaux adsorbants industriels.....	10
<b>Tableau II-1</b> : Les étapes de préparation de CA .....	15
<b>Tableau II-2</b> : Le «Burn-off» des charbons actifs étudié.....	15
<b>Tableau II-3</b> : propriétés de phénol .....	16
<b>Tableau II-4</b> : les valeurs de rendement de concentration du phénol $c_0=50$ ppm .....	20
<b>Tableau II-5</b> : les valeurs de rendement de concentration du phénol $c_0=100$ ppm .....	20
<b>Tableau II-6</b> les valeurs de rendement de concentration du phénol $c_0=150$ ppm .....	21
<b>Tableau II-7</b> : les valeurs de rendement de concentration du phénol $c_0=200$ ppm .....	21
<b>Tableau II-8</b> : les valeurs de rendement de concentration du phénol $c_0=250$ ppm .....	21
<b>Tableau III-9</b> : les valeurs de rendement de concentration du phénol $c_0=300$ ppm .....	22
<b>Tableau II-10</b> : les valeurs de rendement de concentration du phénol $c_0=350$ ppm .....	22
<b>Tableau III-11</b> : les valeurs de surface spécifique .....	24



# **INTRODUCTION GÉNÉRALE**



### **Introduction générale :**

La technologie de séparation par adsorption constitue aujourd'hui une des technologies de séparation les plus importantes. Elle est largement utilisée pour la séparation et la purification des gaz et des liquides dans des domaines très variés, allant des industries pétrolières, pétrochimiques et chimiques, aux applications environnementales et pharmaceutiques, L'adsorption est un phénomène de surface par lequel des molécules de gaz ou de liquide se fixent sur les surfaces solides des adsorbants selon divers processus plus ou moins intenses. Il a son origine dans les forces d'attraction intermoléculaires, de nature et d'intensité variées, qui sont responsables de la cohésion des phases condensées, liquides ou solides [1].

Il existe plusieurs techniques de séparation tel que l'adsorption sur charbon actif qui est un processus efficace, L'application du charbon actif en poudre dans le domaine de la production d'eau potable a commencé à se développer après la seconde guerre mondiale. Utilisé initialement durant la première moitié du siècle pour assurer la décoloration des eaux, le charbon actif a ensuite été employé pour ses propriétés absorbantes dans le but d'éliminer les substances organiques dissoutes [2].

Le développement de procédés d'adsorption sur charbon actif a mené les chercheurs à élaborer des charbons de plus en plus spécifiques. Le charbon non traité n'a pas de propriétés absorbantes particulièrement intéressantes. Par contre, s'il subit un traitement adapté, les modifications de la physique et de la chimie de surface lui Donnez de nouvelles caractéristiques [3].

Une quantité importante des fibres de palmier dattier sont constituent une source non négligeable de déchets agricoles susceptibles de présenter un intérêt économique. Dans ce contexte, l'exploitation et la valorisation de ce type de sous-produits naturels de notre pays, représente l'un des objectifs de notre laboratoire. La particularité de ces déchets réside en la possibilité de leur recyclage en de produits finis industriellement exploitables.

L'objet de ce travail est exploitation les résidus de l'agriculture (fibre de palmier dattier) en préparation d'un charbon actif.

Ces derniers ont été activés chimiquement par l'hydroxyde de potassium comme agent activant. L'influence de la concentration de l'agent d'activation et la température de carbonisation sur les caractéristiques de deux types ont étudiée.

## INTRODUCTION GENERALE

---

Cette étude se décompose en deux parties organisées comme suit :

Dans la première partie de ce travail nous présentons le cadre théorique de notre étude. Nous commençons par introduire le phénomène de l'adsorption avec ces différents aspects, après nous présentons le mode de préparation de charbon actif.

La deuxième partie constitue la partie expérimentale, nous présentons le mode de préparation et caractérisation des charbons actifs avec une discussion des résultats obtenus et en fin conclusion générale.

**PARTIE**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

### **I Partie bibliographique :**

#### **I.1 Adsorption :**

##### **I.1.1 Introduction :**

Le procédé de séparation par adsorption constitue aujourd'hui une des technologies les plus importantes, elle est largement utilisée pour la dépollution et la purification dans des domaines très variés, par exemple les industries pétrolières, pétrochimiques et chimiques, aux applications environnementales et pharmaceutiques. [4]

L'adsorption est un procédé de transfert de matière entre une phase liquide (ou gazeuse) chargée en composés organiques ou inorganiques et une phase solide, l'adsorbant. Pendant des décennies, les charbons actifs commerciaux ont été les principaux, voire les seuls adsorbants utilisés dans les filières de traitement d'eaux. En effet, l'adsorption sur charbons actifs présente de nombreux avantages : elle permet l'élimination d'une large gamme de polluants, dont différents types de colorants, mais aussi d'autres polluants organiques et inorganiques, tels que les phénols, les ions métalliques, les pesticides, les substances humiques, les détergents, ainsi que les composés responsables du goût et de l'odeur. A l'inverse de la précipitation, l'adsorption est plutôt efficace dans le domaine des faibles concentrations [5].

##### **I.1.2 Types d'adsorption :**

Selon les catégories des forces attractives, l'énergie et la nature des liaisons mises en jeu, on peut distinguer deux types d'adsorption : l'adsorption physique et l'adsorption chimique.

###### **I.1.2.1 Adsorption physique:**

L'adsorption physique ou adsorption de Van der Waals est un phénomène réversible qui résulte des forces intermoléculaires d'attraction entre les molécules du solide et celles de la substance adsorbée.

Ce phénomène contrôlé par la diffusion des molécules atteint son équilibre rapidement (quelques secondes à quelques minutes) mais peut se prolonger sur des temps très longs pour les adsorbants microporeux en raison du ralentissement de la diffusion de l'adsorbat dans ses structures de dimensions voisines du diamètre des molécules de l'adsorbant.

L'adsorption physique n'est pas un phénomène spécifique, dans ce cas, l'adsorbant retient en général toutes les espèces en quantités plus au moins grandes. Ces quantités étant proportionnelles à la surface réelle de l'adsorbant.

**I.1.2.2 Adsorption chimique :**

L'adsorption chimique ou chimisorption ou encore adsorption activée résulte d'une interaction chimique qui se traduit par un transfert d'électrons entre le solide et l'adsorbat. Il y a alors formation d'un composé chimique à la surface de l'adsorbant. Ce type d'adsorption se développe à haute température et met en jeu une enthalpie de transformation élevée [6].

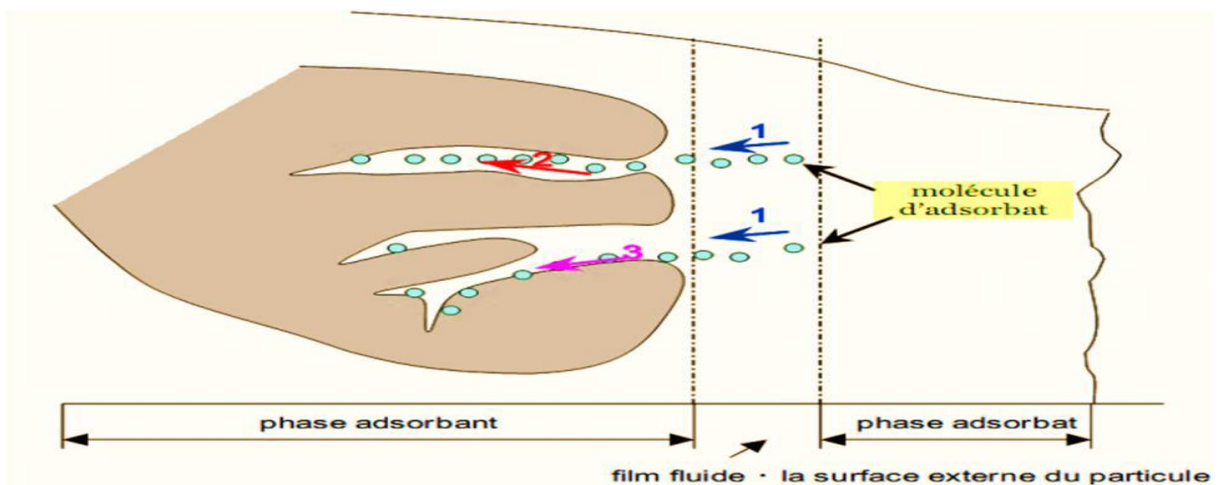
Le tableau I-1 regroupe quelques critères de distinction entre l'adsorption physique et chimique.

**Tableau I.1** Distinction entre l'adsorption physique et chimique.

Propriétés	Adsorption physique	Adsorption chimique
Température du processus	Relativement basse	Plus élevé
Chaleur d'adsorption	5 Kcal/mol environ	10 Kcal/mol environ
Liaisons	Physiques : Wan der Waals	Chimiques
Cinétique	Rapide, réversible	Lente, irréversible
Spécificité	Processus non spécifique	Processus très spécifique
Désorption	Facile	Difficile
Couches formées	mono ou multicouches	Uniquement monocouches

**I.1.3 Mécanisme d'adsorption :**

Au cours de l'adsorption d'une espèce sur un solide, le transfert de masse des molécules se fait de la phase fluide vers le centre de l'adsorbant. Ce processus s'opère au sein d'un grain d'adsorbant en plusieurs étapes (Figure I.1) [7].



**Figure I.1** Schéma du mécanisme de transport d'un adsorbat au sein d'un grain [7]

1. Diffusion externe.
2. Diffusion interne dans la structure poreuse du solide (diffusion interne).
3. Diffusion de surface.

### **I.1.4 Principaux facteurs influençant sur l'adsorption :**

L'équilibre d'adsorption entre l'adsorbant et l'adsorbat dépend de nombreux paramètres qui sont:

#### **I .1.4.1 La température :**

L'adsorption physique s'effectue à des basses températures (phénomène exothermique), alors que l'adsorption chimique demande des températures plus élevées (phénomène endothermique). Ce qui nécessite de fixer la température du processus dès le départ [5].

#### **I .1.4.2 La natures de l'adsorbant :**

Toute surface solide, y compris la surface miroitante des cristaux se présente rugueuse au à l'échelle microscopique. Donc « tout solide est un adsorbant potentiel », mais la capacité d'adsorption varie d'un adsorbant à un autre vis-à-vis du même adsorbat

Les caractéristiques propres de l'adsorbant jouent un grand rôle dans le processus d'adsorption, en particulier:

- Les fonctions de surface acido-basiques, les charges électriques.
- Le volume des pores et leur distribution.
- La surface spécifique, variant généralement de 600 à 1500 m<sup>2</sup>/g [5].

#### **I .1.4.3 La Natures de l'adsorbât :**

D'après la règle de LUNDELIUS : «Moins une substance est soluble dans le solvant, mieux elle est adsorbée». Pour qu'une molécule soit adsorbée, il faut d'abord rompre le lien avec le solvant [5].

#### **I .1.4.4 La Surface spécifique :**

La surface spécifique d'un solide est définie comme étant sa surface par unité de masse. Elle est exprimée en (m<sup>2</sup>/g). L'adsorption est directement proportionnelle à la surface spécifique d'adsorption. Cette surface dépend de la surface spécifique géométrique, de la surface des crevasses, des marches, des pores et autres imperfections de surface. Elle dépend aussi de la taille des solides (adsorbant). Chaque fois qu'un solide est divisé en particules plus petites, il y a augmentation de la surface exposée [5].



### I.1.4.5 Le pH :

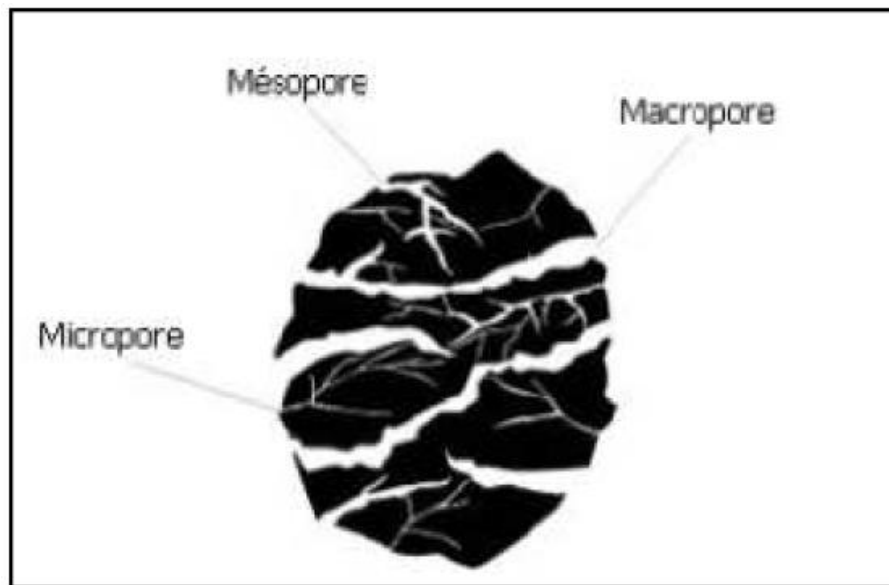
L'adsorption est maximale au point isoélectrique, car les liaisons avec les molécules d'eau y sont minimales. De même, une molécule neutre est mieux adsorbée qu'une autre chargée [5].

### I.1.4.6 Polarité :

Une soluté polaire aura plus d'affinité pour un solvant ou pour l'adsorbant le plus polaire. L'adsorption préférentielle des composés organiques à solubilité limitée en solution aqueuse (hydrocarbures, dérivés chlorés, phénol et autre dérivés benzéniques) est importante avec les adsorbants hydrophobes (charbons actifs, polymères poreux). Elle est par contre insignifiante avec les adsorbants polaires très hydrophiles (gel de silice, alumine...) [5].

### I.1.4.7 Porosité :

La porosité est liée à la répartition de la taille des pores. Elle reflète la structure interne des adsorbants microporeux [8].



**Figure I-2:** Représentation schématique des différents types de pores.

- Micropores de diamètre inférieur à 2 nm.
- Mésopores de diamètre compris entre 2 et 50 nm.
- Macropores de diamètre supérieur à 50 nm [9].

### **I.1.5 Isothermes d'adsorption :**

Les isothermes d'adsorption sont souvent exploitées pour la détermination des capacités maximales de fixation des polluants et pour l'identification du type d'adsorption. Les résultats traités selon les modèles mathématiques de Langmuir et Freundlich, nous ont permis de calculer la capacité maximale d'adsorption ainsi que les paramètres d'adsorption [10].

En général, la concentration de l'adsorbat retenue par l'adsorbant et calculée par la différence entre la concentration initiale du soluté  $C_0$  et la concentration finale de du soluté  $C_e$  [9].

La quantité du soluté adsorbée à l'équilibre  $Q_e$  est donnée par l'équation suivante :

$$Q_e = \frac{(C_0 - C_e)V}{m} \quad (\text{eq I.1})$$

Avec :

$Q_e$ : Capacité d'adsorption à l'équilibre ( $\text{mg.g}^{-1}$ ).

$V$  : Volume de solution (mL) .

$m$  : Masse de l'adsorbant (g).

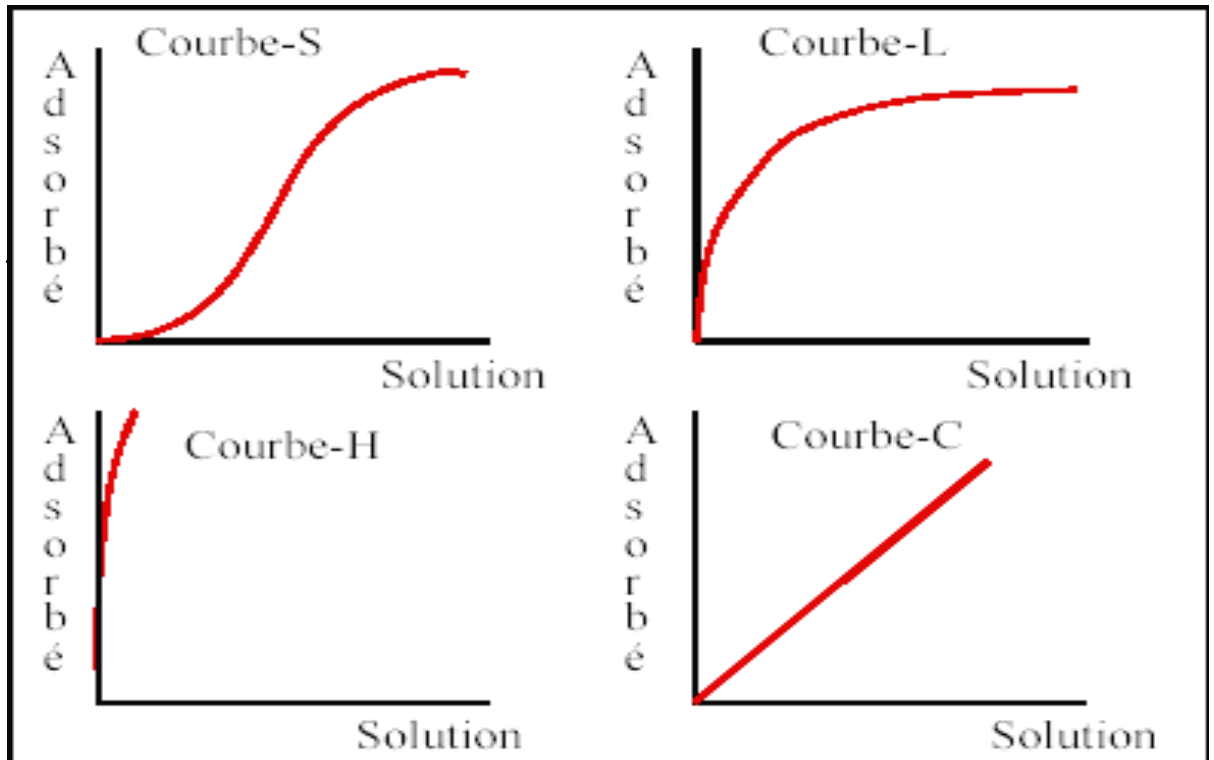
$C_0$ : Concentration initiale d'adsorbât ( $\text{mg.L}^{-1}$ ).

$C_e$  : Concentration à l'équilibre ( $\text{mg.L}^{-1}$ )[10].

#### **I.1.5.1 Classification des isothermes d'adsorption dans la phase liquide :**

L'allure de la courbe d'isotherme varie selon le couple adsorbat- adsorbant étudié.

Les isothermes d'adsorption de solutés à solubilité limitée ont été classées par GILLE et COLL en quatre principales classes (figure I.3). Ces isothermes ont été réalisées assez précisément à divers mode de fixation.



**Figure I.3** Classification des isothermes d'adsorption selon Gilles et al (1960)

- **Les isothermes de type C** « partition constante »: Les courbes sont sous formes de ligne droite avec le zéro comme origine.
- **Les isothermes de type L** « Langmuir » : Le modèle de Langmuir « standard », indique une adsorption à plat de molécules bi-fonctionnelles.
- **Les isothermes de type H** « haute affinité »: C'est un cas particulier de l'isotherme de type L. Ce cas est distingué des autres parce que le soluté montre parfois une affinité si élevée pour le solide que la pente initiale ne peut pas être distinguée de l'infini, même si cela n'a pas de sens du point de vue thermodynamique.
- **Les isothermes de type S** « sigmoïdale » : La courbe est sigmoïdale et elle présente un point d'inflexion. Ce type d'isotherme est toujours le résultat d'au moins deux mécanismes opposés [9].

#### **I.1.5.2 Modélisation de l'équation d'adsorption:**

Il n'est pas de notre propos de discuter toutes les théories de l'adsorption mais nous allons en considérer brièvement quelques-unes :

## PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

**Tableau I.2:** le Principe de les modèles isotherme [11].

Isotherme	Expression non linéaire	Expression linéaire	Tracé
<b>Langmuir 1</b>	$\frac{q_e}{q_m} = \theta = \frac{k_1 C_e}{1 + k_1 C_e}$	$\frac{1}{q_e} = \frac{1}{C_e} \frac{1}{q_m k_1} + \frac{1}{q_m}$	$\frac{1}{q_e} vs \frac{1}{C_e}$
<b>Langmuir 2</b>	$\frac{q_e}{q_m} = \theta = \frac{k_1 C_e}{1 + k_1 C_e}$	$\frac{C_e}{q_e} = C_e \frac{1}{q_m} + \frac{1}{q_m k_1}$	$\frac{C_e}{q_e} vs C_e$
<b>Langmuir 3</b>	$\frac{q_e}{q_m} = \theta = \frac{k_1 C_e}{1 + k_1 C_e}$	$q_e = -\frac{1}{k_1} \frac{q_e}{C_e} + q_m$	$q_e vs \frac{q_e}{C_e}$
<b>Langmuir 4</b>	$\frac{q_e}{q_m} = \theta = \frac{k_1 C_e}{1 + k_1 C_e}$	$\frac{q_e}{C_e} = -k_1 q_e + k_1 q_m$	$\frac{q_e}{C_e} vs q_e$
<b>Langmuir 5</b>	$\frac{q_e}{q_m} = \theta = \frac{k_1 C_e}{1 + k_1 C_e}$	$\frac{1}{C_e} = k_1 q_m \frac{1}{q_e} - k_1$	$\frac{1}{C_e} vs \frac{1}{q_e}$
<b>Freundlich</b>	$q_e = k_f C_e^n$	$\ln q_e = \ln k_f + n \ln C_e$	$\ln q_e vs \ln C_e$
<b>Elovich</b>	$\frac{q_e}{q_m} = \theta = k_E C_e \exp - \left( \frac{q_e}{q_m} \right)$	$\ln \frac{q_e}{C_e} = \ln(k_E q_m) - \frac{q_e}{q_m}$	$\ln \frac{q_e}{C_e} vs q_e$
<b>Temkin</b>	$\frac{q_e}{q_m} = \theta = \frac{RT}{\Delta Q} \ln(k_T C_e)$	$q_e = B_T \ln K_T + B_T \ln C_e$ (avec $B_T = \frac{q_m RT}{\Delta Q}$ )	$q_e vs \ln C_e$

### I.2 Les adsorbants :

Les premiers adsorbants utilisés, il y a plusieurs siècles, furent les argiles et les terres décolorantes, puis à la fin du XIXème siècle furent développés les charbons actifs. La première guerre mondiale vit apparaître les gels de silice, puis, dans les années 1939-1940, les alumines activées. en 1945 sont reconnues les propriétés d'adsorption exceptionnelles des zéolithes naturelles. en 1950, les premières zéolithes synthétiques ouvrent la voie au fantastique développement des tamis moléculaires comme catalyseurs et adsorbants. A coté de ces adsorbants utilisés en quantités industrielles, se sont développés ces dernières années de nouveaux produits de meilleures propriétés [12].

Les adsorbants sont caractérisés par leurs propriétés extérieures telles que leur surface spécifique ou leur polarité. Une importante surface spécifique est préférable pour avoir une grande capacité d'adsorption. La taille des micropores détermine l'accessibilité des molécules adsorbables à la surface interne d'adsorption, il est donc possible de caractériser les adsorbants par la distribution de la taille des pores, et donc de choisir tel ou tel adsorbant pour une séparation particulière [13].

### I.2.1 Principaux adsorbants :

Les principaux adsorbants employés dans l'industrie sont les charbons actifs, les zéolithes, les gels de silices, les alumines activées dont les caractéristiques sont récapitulées dans le tableau I.3.

**Tableau I.3:** caractéristiques des principaux adsorbants industriels [5]

Adsorbant	Surface spécifique (m <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> )	Taille des pores (nm)	Porosité interne
Charbon actif	400 à 2000	1.0 à 4.0	0.4 à 0.8
Zéolithes	500 à 800	0.3 à 0.8	0.3 à 0.4
Gels de silice	600 à 800	2.0 à 5.0	0.4 à 0.5
Alumines activées	200 à 400	1.0 à 6.0	0.3 à 0.6

### I.2.2 Préparation de charbon actif :

Le charbon actif est un carbone microporeux inerte qui a subi un traitement afin d'augmenter sa surface interne. Il possède ainsi une très grande surface spécifique pouvant aller de 500 à 1500 m<sup>2</sup> par gramme de charbon actif. Cela lui permet d'avoir une grande capacité d'adsorption et de faciliter les réactions chimiques. Le charbon actif peut être produit à partir de toute matière organique végétale riche en carbone: bois, écorces, coques de noix de coco, coques de cacahuètes, noyaux d'olives, ou bien de houille, tourbe, lignite, résidus pétroliers.

Les charbons actifs sont de loin les adsorbants les plus fabriqués et les plus utilisés industriellement.

#### I.2.2.1 Fabrication:

##### ➤ Choix du matériau d'origine :

Tout matériau peu coûteux, contenant un fort pourcentage de carbone et un faible pourcentage en matière inorganique, peut servir à fabriquer des charbons actifs. Ils sont généralement obtenus à partir de bois, charbon, noix de coco, lignite, tourbe... La valorisation de différents déchets, tels que ceux issus de l'industrie du pétrole et des huiles lubrifiantes, connaît actuellement un essor important. Nous pouvons aussi citer comme autres exemples

l'utilisation de résidus de la fabrication. L'utilisation de sous-produits industriels s'inscrit dans une démarche de développement durable et de valorisation des déchets [7].

### ➤ **Carbonisation (pyrolyse) :**

La carbonisation est la décomposition thermique des matières carbonées. Cette étape de carbonisation s'effectue à des températures inférieures à 800°C et sous un courant continu d'un gaz inerte (absence d'oxygène) [7]. Le but de la pyrolyse est d'obtenir un produit fortement carboné [3]. Une simple carbonisation n'aboutit pas à des produits ayant une forte capacité d'adsorption car elle donne des produits ayant une structure poreuse limitée (surface spécifique d'environ 10 m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>). La structure poreuse est étendue durant le processus d'activation.

### **I.2.3 différents modes d'activation :**

L'activation consiste à développer la structure poreuse et créer les fonctions de surfaces généralement oxydées qui sont à l'origine des interactions entre le solide et les molécules adsorbées. elle peut se faire selon deux procédés :

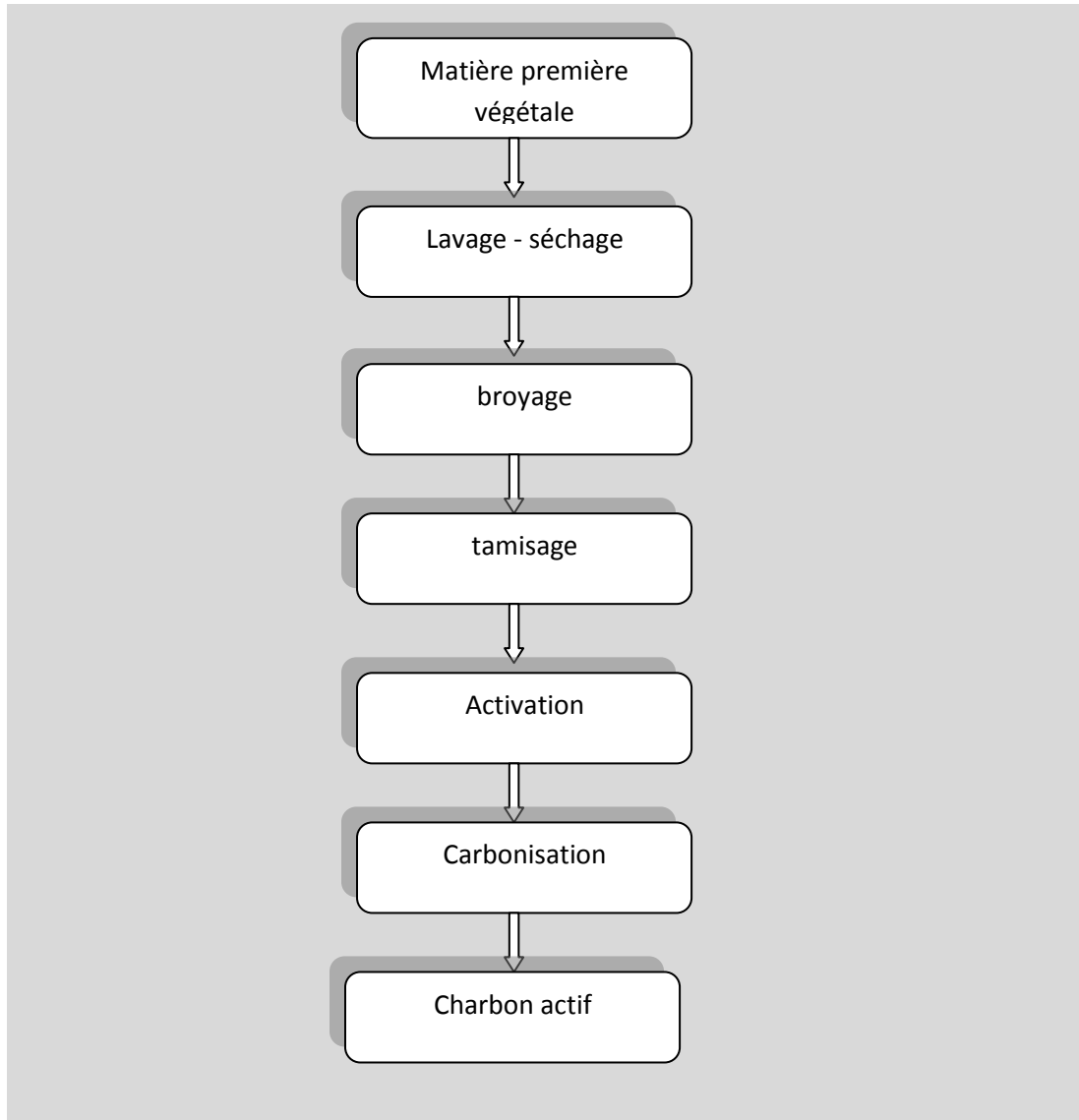
#### ➤ **Activation physique:**

L'activation physique permet de développer les pores existants et d'en créer d'autres. Elle est réalisée entre 800°C et 1000°C en présence d'un gaz oxydant tel que la vapeur d'eau, le CO<sub>2</sub>, l'air ou des mélanges de ces gaz.

#### ➤ **Activation chimique :**

L'activation chimique est un autre procédé d'obtention des charbons actifs. La matière première est généralement le bois. Elle consiste à imprégner le matériau de départ d'une solution concentrée d'agent très oxydant et/ou déshydratant (acide phosphorique, chlorure de zinc...). Le matériau est ensuite pyrolysé entre 400°C et 800°C à l'abri de l'air, 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 répartition poreuse finale.

Suite à l'activation, le charbon actif acquiert une structure poreuse polydispersée : les pores ont différentes formes et dimensions. La répartition poreuse dépend de la nature de la matière première, de la nature de l'activant, des conditions de réaction et de la température pendant cette étape [7].



**Figure I.4** Les étapes de fabrication du charbon actif

### I.2.4 Les différentes formes du charbon actif :

Selon leurs applications, les charbons actifs sont disponibles soit sous forme de Fibres, soit en Grains, soit en Poudre.



**Figure I-5** CA en extrudé



**Figure I-6** CA en poudre



**Figure I-7** CA en grain

### **I.3 Les applications de l'adsorption :**

Les nombreuses applications techniques de l'adsorption résultent de trois caractéristiques qui la différencient des autres procédés de séparation, à savoir :

- La rétention de très petites particules, comme par exemple les colloïdes.
- La rétention des composants à très faible concentration, par exemples des.
- impuretés ou des molécules et ions métalliques qui confèrent au produit couleurs, odeurs, ou saveurs désagréables, voire une toxicité.

La sélectivité de l'adsorbant par apport à certains constituants du mélange, Parmi les applications, on cite :

- Le séchage, purification et désodorisation des gaz.
- Le raffinage des produits pétroliers.
- La catalyse de contact.
- La déshumidification et la désodorisation de l'air.
- La récupération des solvants volatils et de l'alcool dans le processus de Fermentation.
- La décoloration des liquides.
- La chromatographie gazeuse [4].



**PARTIE**  
**EXPÉRIMENTALE**

### II. Partie expérimental :

#### II.1 Préparation de charbon actif à partir des fibres de palmier dattier :

##### II.1.1 Mode de préparation :

➤ **Préparation de la matière première :**

La matière première objet de notre expérience a été obtenu à travers des deux types des palmiers (Degla et Ghars), ces derniers sont lavée bien par l'eau distillé puis broyée et tamisé. Les fractions comprises entre 125 et 250  $\mu\text{m}$  sont activées par la suite.

➤ **Imprégnation :**

200 g de chaque type a été imprégné pendant 24 h avec des solutions d'hydroxyde de potassium (KOH) à différentes concentrations. Le taux d'imprégnation  $X_p$  ( $\text{mmol.g}^{-1}$ ) est défini comme étant le rapport de la masse de KOH (mmol) sur la masse de  $M_P$  du solide (g). Le taux d'imprégnation est : 0,0586, 0,114 et 0,170 ( $\text{mmol.g}^{-1}$ ).

➤ **Lavage :**

Les échantillons imprégnés ont été lavés avec l'eau distillée chauffé jusqu'à l'obtention de pH neutre.

➤ **Séchage :**

Le séchage a été fait à une température de  $110^\circ\text{C}$  pendant 24 h.

➤ **Calcination :**

Les matériaux sont préparé dans des creusets en porcelaine et fermer par leur Couvercle. Et ensuite carbonisés dans un four à  $600^\circ\text{C}$  pendant une heure avec une vitesse de chauffage  $10^\circ\text{C.min}^{-1}$ .

## PARTIE EXPÉRIMENTALE

Le tableau suivant représente les étapes de préparation de nos échantillons.

**Tableau II.1** Les étapes de préparation de CA

type	Échantillons	Taux d'imprégnation	Lavage	Séchage	Calcination
<b>Degla</b>	Brut	/	/	Séchage pendant 24h à 110 °C	Calcination Pendant 1h à 600°C
	Imprégné (1)	0.0586	jusqu'à l'obtention de pH neutre.		
	Imprégné (2)	0.114			
	Imprégné (3)	0.170			
<b>Ghars</b>	Brut	/	/		
	Imprégné (1)	0.0586	jusqu'à l'obtention de pH neutre.		
	Imprégné (2)	0.114			
	Imprégné (3)	0.170			

Le « Burn-off » c'est le rendement de synthèse des charbons actifs à défini comme la différence entre la masse initiale (avant calcination) et la masse finale (après calcination) par rapport la masse initiale  $m_i$ .

$$\text{Burn - off} = \frac{m_i - m_f}{m_i} \times 100 \quad (\text{eqII.1})$$

Le « Burn-off » des CA obtenus par l'opération de calcination est données dans le tableau suivant :

**Tableau II.2** Le « Burn-off » des charbons actifs étudié

Types	Échantillons	Masse initiale (g)	Masse finale (g)	Burn-off (%)
<b>Degla</b>	Brut	193,69	48,84	74,47
	Imprégné (1)	164,66	41,52	74,78
	Imprégné (2)	165,34	35,14	78,74
	Imprégné (3)	173,72	40,05	76,68
<b>Ghars</b>	Brut	191,60	48,31	74,78
	Imprégné (1)	163,20	30,77	81,14
	Imprégné (2)	150,82	31,07	79,39
	Imprégné (3)	160,42	39	75,68

Le « Burn-off » des CA préparés sont situés dans la gamme, (74,47 et 78,74 %) pour le type Degla et dans la gamme (74,78 et 81,14%) pour le type Ghars.

Nous remarquons que le rendement des échantillons imprégnés est supérieur à celle brut.

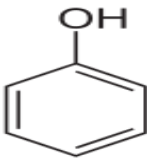
## II.2 La caractérisation de charbon actif :

### II.2.1 Adsorption du Phénol :

Pour déterminer la surface spécifique de nos charbons on utilise le phénol comme adsorbat, le phénol possède un poids moléculaire de 94.11 g/mol avec une formule moléculaire C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O. Généralement la forme physique du phénol est un solide cristallisé sous forme d'aiguilles [14]. Ses propriétés sont regroupées dans le tableau II-3

**Tableau II.3** propriétés du phénol

Propriétés chimiques		Propriétés physiques		Structure
Masse molaire (g/mol)	94,11	T° ébullition (°C)	182	
Pka	9,95	Solubilité (g/l)	76,04	
Diamètre Moléculaire (nm <sup>3</sup> )	0,557	Masse volumique (g/cm <sup>3</sup> )	1,073	



### II.2.2 Protocole expérimental d'adsorption :

Une solution mère du phénol avec une concentration de 1000 ppm a été préparée en mélangeant une quantité appropriée du phénol solide (Aldrich, pureté ≥ 99,5 %) avec l'eau distillée. La solution mère a été convenablement diluée par l'eau distillée aux concentrations initiales désirées.

L'adsorption du phénol a été réalisée dans des tubes à essais par l'utilisation de 0,5 g de charbon actif avec 10 ml de solution du phénol de concentration initiale dans la gamme (50 - 350 ppm).

Le pH des suspensions est pH = 7 ± 0,5, le temps de contact est choisi 2 heures à la température ambiante 25 ± 2 °C avec une agitation 350 tour/min.

Les concentrations à l'équilibre (résiduel) du phénol ont été déterminées par spectrophotométrie (UV visible) à 270 nm.

La quantité adsorbée en phénol par une gramme de charbon actif (q<sub>e</sub>) a été calculés par l'utilisation de l'équation (I.1).

$$Q_e = \frac{(C_0 - C_e) \times V}{m}$$

### II.2.3 La courbe d'étalonnage :

La courbe d'étalonnage du phénol a été obtenue en utilisant des solutions de concentration en phénol entre (0 et 100 ppm). La densité optique a été mesurée par spectrophotomètre UV-visible à 270 nm UNICAM. HeλISO.

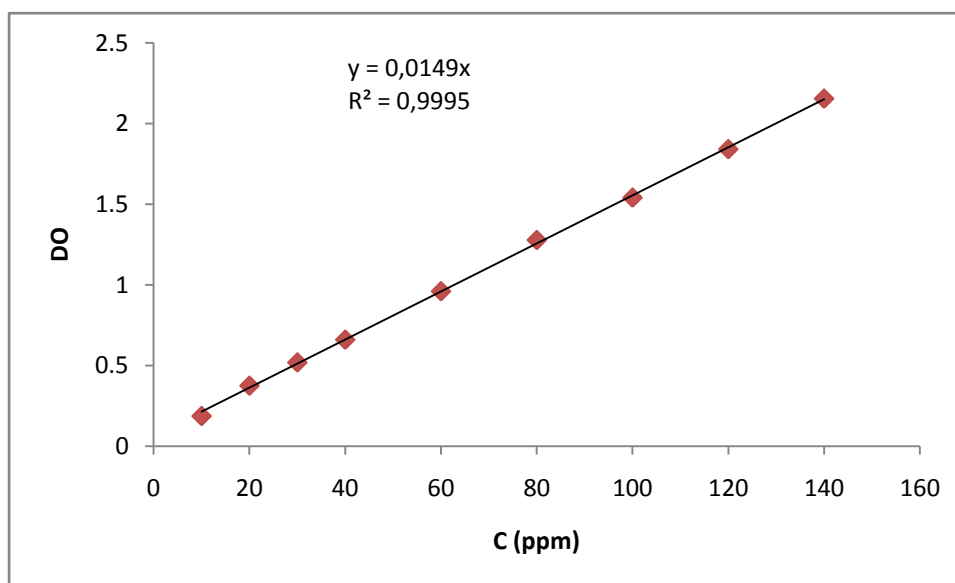


**Figure II.1** image de spectrophotomètre UV utilisé.

Les données expérimentales rapportées dans la Figure II.1, indiquent une relation linéaire entre l'absorbance et la concentration avec un coefficient de corrélation  $R^2 = 0,9995$ .

La concentration en phénol déterminée à partir de l'équation suivant :

$$C_e = \frac{DO}{0.0149} \quad (\text{eqII.2})$$

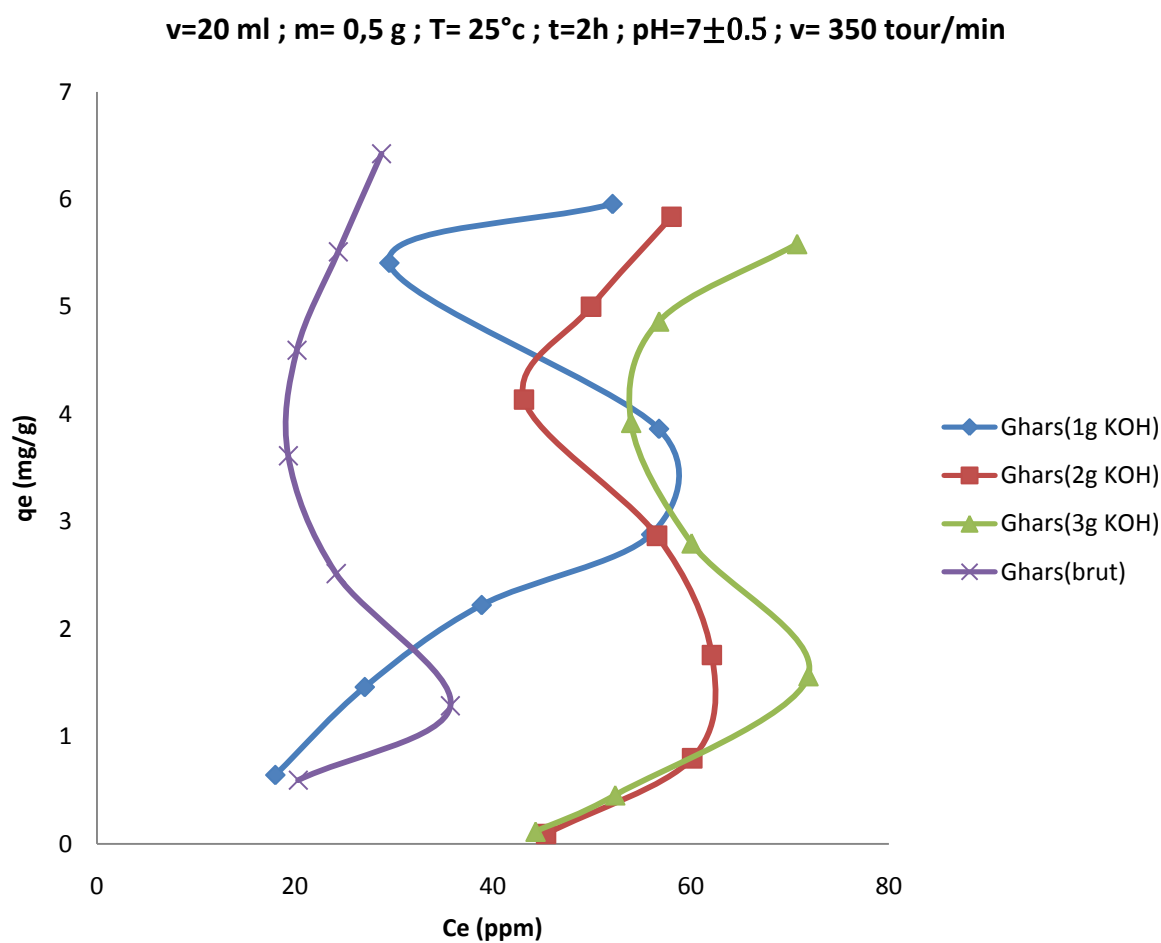


**Figure II.2** Courbe d'étalonnage par appareil ultra-violet

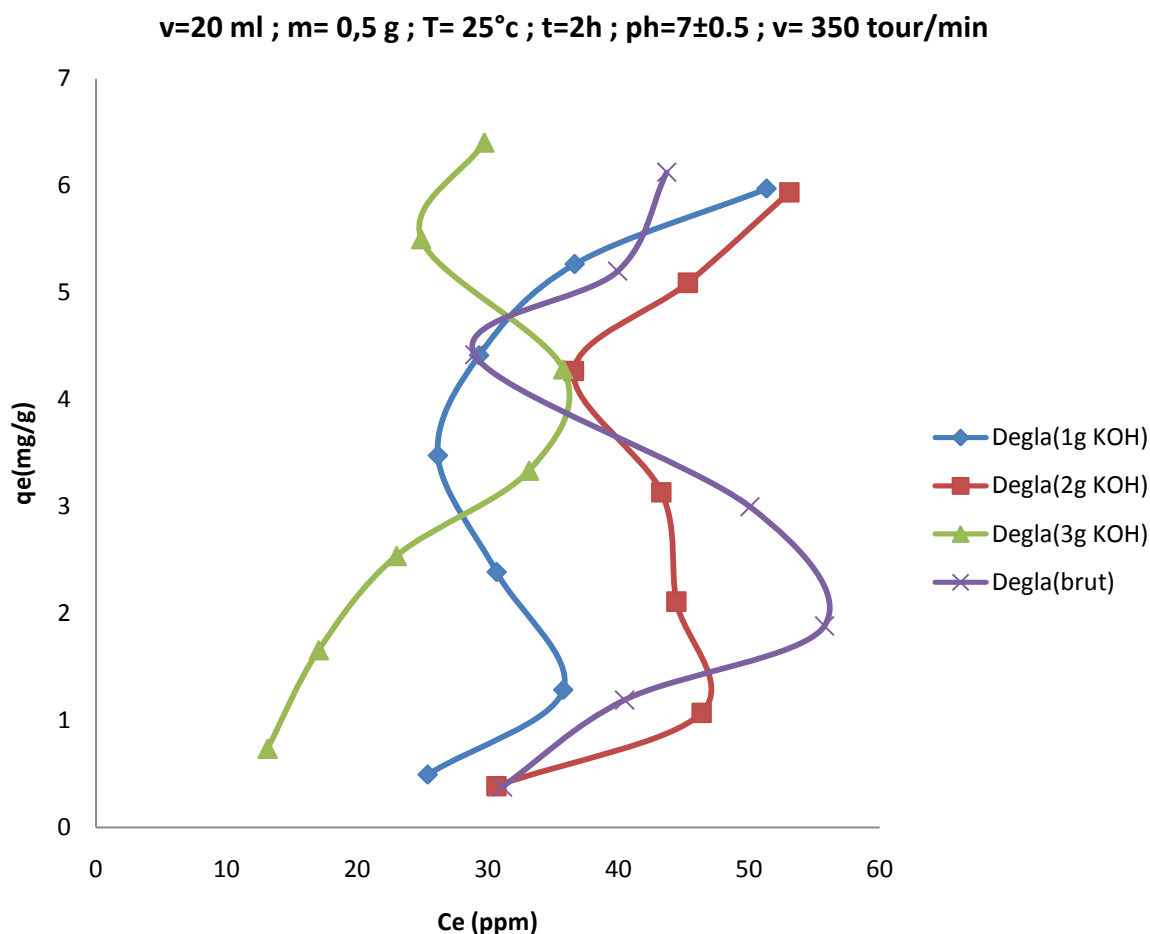
### II.3 Les type d'adsorptions :

Les figures II.3 et figure II.4 représentent les isothermes d'adsorption sur les charbons actifs du phénol en solution aqueuse obtenue expérimentalement.

Ces isothermes sont de type S « sigmoïdale » suggérant que l'adsorption se produit sur des sites spécifiques formant une monocouche, ce type caractéristique de l'adsorbant microporeux.



**Figure II.3** Isothermes expérimentales d'adsorption du phénol sur les charbons actifs (type Ghars).



**Figure II.4** Isothermes expérimentales d'adsorption du phénol sur les charbons actifs (type Degla).

Pour les deux courbes isothermes expérimentales (type ghars et type degla) sont de type « s » (sigmoïdale) .

#### II.4 Modélisation des isothermes d'adsorption :

Les résultats obtenus expérimentalement n'est pas compatible avec les modèles bin connus tels que (Langmuir, Freundlich,...etc) pour la monocouche.

## II.5 Le rendement d'élimination du phénol :

Le rendement d'élimination du phénol est calculé à l'aide de l'équation suivante :

$$R = \frac{(C_o - C_e) \times 100}{C_o} \quad (\text{eqII.3})$$

Où :

$C_o$  : Concentration initiale.

$C_e$  : Concentration l'équilibre.

Le Tableau suivant représente les valeurs de rendement obtenus pour les différents charbons étudiés.

**Tableau II.4** les valeurs de rendement de concentration du phénol  $C_0=50$  ppm.

$C_0 = 50$ ppm	
type	R(%)
G <sub>1</sub> 50	64,03
G <sub>2</sub> 50	9,40
G <sub>3</sub> 50	11,54
G <sub>B</sub> 50	59,46
D <sub>1</sub> 50	49,26
D <sub>2</sub> 50	38,79
D <sub>3</sub> 50	73,83
D <sub>B</sub> 50	37,85

**Tableau II.5** les valeurs de rendement de concentration du phénol  $C_0=100$  ppm.

$C_0 = 100$ ppm	
type	R(%)
G1100	72,01
G2100	71,71
G3100	69,97
GB100	90,34
D1100	64,30
D2100	53,69
D3100	82,95
DB100	59,60



## PARTIE EXPÉRIMENTALE

**Tableau II.6** les valeurs de rendement de concentration du phénol  $C_0=150$  ppm.

<b><math>C_0 = 150</math> ppm</b>	
<b>type</b>	<b>R(%)</b>
G <sub>1</sub> 150	74,05
G <sub>2</sub> 150	58,61
G <sub>3</sub> 150	52,08
G <sub>B</sub> 150	83,89
D <sub>1</sub> 150	79,55
D <sub>2</sub> 150	70,38
D <sub>3</sub> 150	84,65
D <sub>B</sub> 150	62,82

**Tableau II.7** les valeurs de rendement de concentration du phénol  $C_0=200$  ppm.

<b><math>C_0 = 200</math> ppm</b>	
<b>type</b>	<b>R(%)</b>
G <sub>1</sub> 200	64,03
G <sub>2</sub> 200	9,40
G <sub>3</sub> 200	11,54
G <sub>B</sub> 200	59,46
D <sub>1</sub> 200	86,91
D <sub>2</sub> 200	78,36
D <sub>3</sub> 200	83,42
D <sub>B</sub> 200	74,97

**Tableau II.8** les valeurs de rendement de concentration du phénol  $C_0=250$  ppm.

<b><math>C_0 = 250</math> ppm</b>	
<b>type</b>	<b>R(%)</b>
<b>G<sub>1</sub>250</b>	77,29
<b>G<sub>2</sub>250</b>	82,74
<b>G<sub>3</sub>250</b>	78,42
<b>G<sub>B</sub>250</b>	91,92
<b>D<sub>1</sub>250</b>	88,27
<b>D<sub>2</sub>250</b>	85,37
<b>D<sub>3</sub>250</b>	85,69
<b>D<sub>B</sub>250</b>	88,40

## PARTIE EXPÉRIMENTALE

---

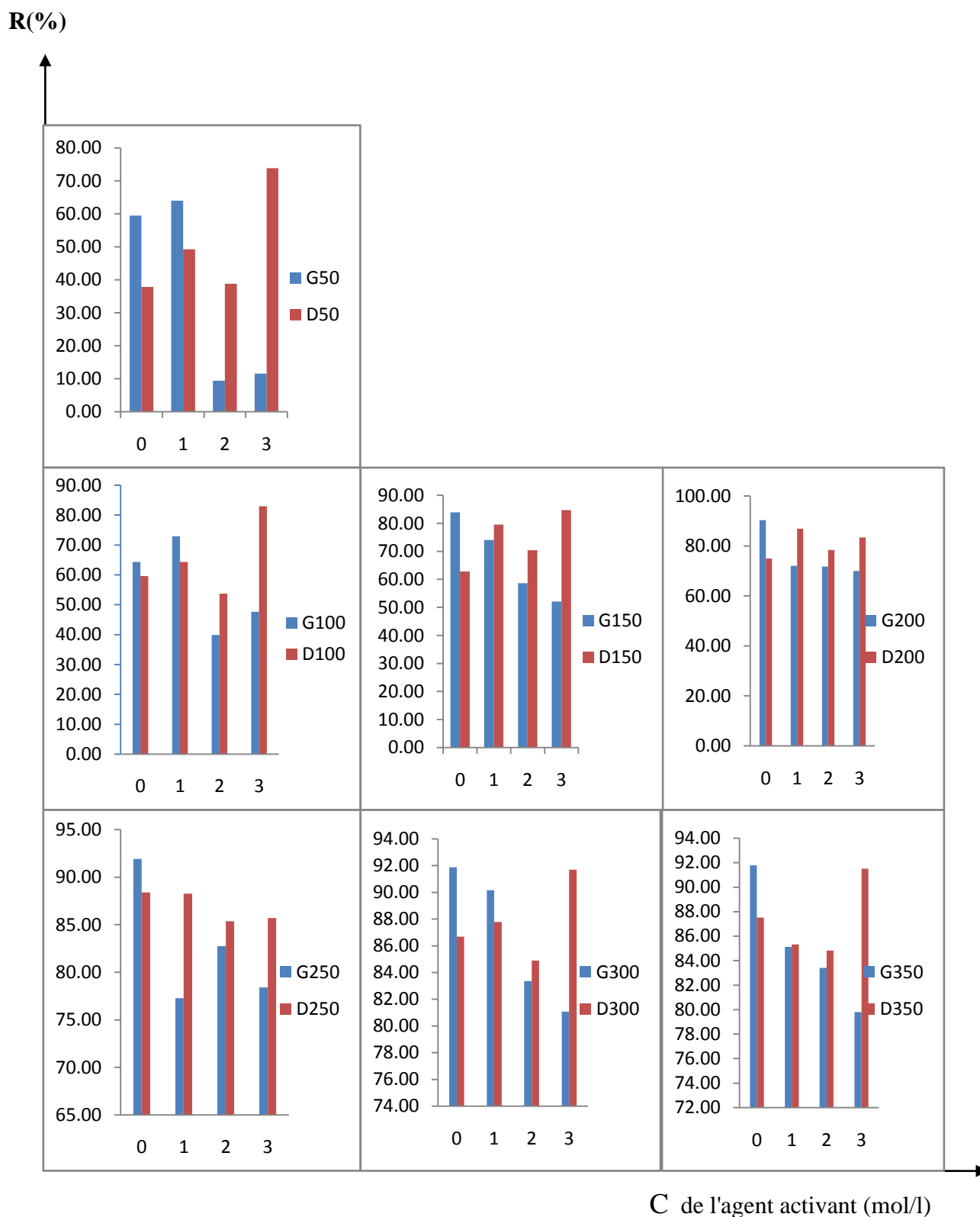
**Tableau II.9** les valeurs de rendement de concentration du phénol  $C_0=300$  ppm

<b><math>C_0 = 300</math> ppm</b>	
<b>type</b>	<b>R(%)</b>
<b>G<sub>1</sub>300</b>	90,17
<b>G<sub>2</sub>300</b>	83,36
<b>G<sub>3</sub>300</b>	81,07
<b>G<sub>B</sub>300</b>	91,88
<b>D<sub>1</sub>300</b>	87,79
<b>D<sub>2</sub>300</b>	84,90
<b>D<sub>3</sub>300</b>	91,70
<b>D<sub>B</sub>300</b>	86,69

**Tableau II.10** les valeurs de rendement de concentration du phénol  $C_0=350$  ppm.

<b><math>C_0 = 350</math> ppm</b>	
<b>Type</b>	<b>R(%)</b>
<b>G<sub>1</sub>350</b>	85,11
<b>G<sub>2</sub>350</b>	83,41
<b>G<sub>3</sub>350</b>	79,79
<b>G<sub>B</sub>350</b>	91,79
<b>D<sub>1</sub>350</b>	85,33
<b>D<sub>2</sub>350</b>	84,83
<b>D<sub>3</sub>350</b>	91,51
<b>D<sub>B</sub>350</b>	87,52

## PARTIE EXPÉRIMENTALE



**Figure II.5** Rendement expérimentales en fonction de la concentration de l'agent activant

## II.6 Calcule de la surface spécifique :

Pour calculer le surface spécifique on utilisé la méthode de Giles et Nakhwa [15].

S'il y a un liquide comme adsorbat par l'équation suivante :

$$S_s = q_m \times A_m \times N_A \quad (\text{eq II.4})$$

Où:

$q_m$ : Capacité d'adsorption maximum ( $\text{mg.g}^{-1}$ ).

$A_m$ : L'aire moléculaire du phénol  $52,2 \cdot 10^{-20}$  ( $\text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ ) [16].

$N_A$  : Nombre d'Avogadro  $6,023 \times 10^{23}$  ( $\text{mol}^{-1}$ ).

Le Tableau II-4 représente les valeurs des surfaces spécifiques obtenues par l'application de l'équation ci-dessus.

**Le Tableau II.11** les valeurs de surface spécifique

Type	$q_m$ (mg/g)	$S_s$ ( $\text{m}^2/\text{g}$ )
<b>G<sub>1</sub>50</b>	0,640	2,14
<b>D<sub>3</sub>50</b>	0,74	2,47
<b>G<sub>1</sub>100</b>	1,46	4,88
<b>D<sub>3</sub>100</b>	1,66	5,54
<b>G<sub>B</sub>150</b>	2,52	8,41
<b>D<sub>3</sub>150</b>	2,54	8,49
<b>G<sub>B</sub>200</b>	3,61	12,07
<b>D<sub>1</sub>200</b>	3,48	11,61
<b>G<sub>B</sub>250</b>	4,60	15,35
<b>D<sub>B</sub>250</b>	4,42	14,77
<b>G<sub>B</sub>300</b>	5,51	18,42
<b>D<sub>3</sub>300</b>	5,50	18,38
<b>G<sub>B</sub>350</b>	6,43	21,47
<b>D<sub>3</sub>350</b>	6,41	21,40

## II.7 Études par spectroscopie infrarouge (FTIR) :

Le rayonnement infrarouge (IR) fut découvert en 1800 par Frédéric Wilhelm Hershel. Ces radiations localisées au-delà des longueurs d'onde dans le rouge, sont situées entre la région du spectre visible et des ondes hertziennes, Le domaine infrarouge s'étend de  $0,8 \mu\text{m}$  à  $1,4 \mu\text{m}$ .

## PARTIE EXPÉRIMENTALE



Figure II.6 intervalle du rayonnement solaire

L'objectif de cette étape est la détermination des groupements fonctionnels pour quelques échantillons.

Figure II.7 image de spectromètre infrarouge FTIR utilisé

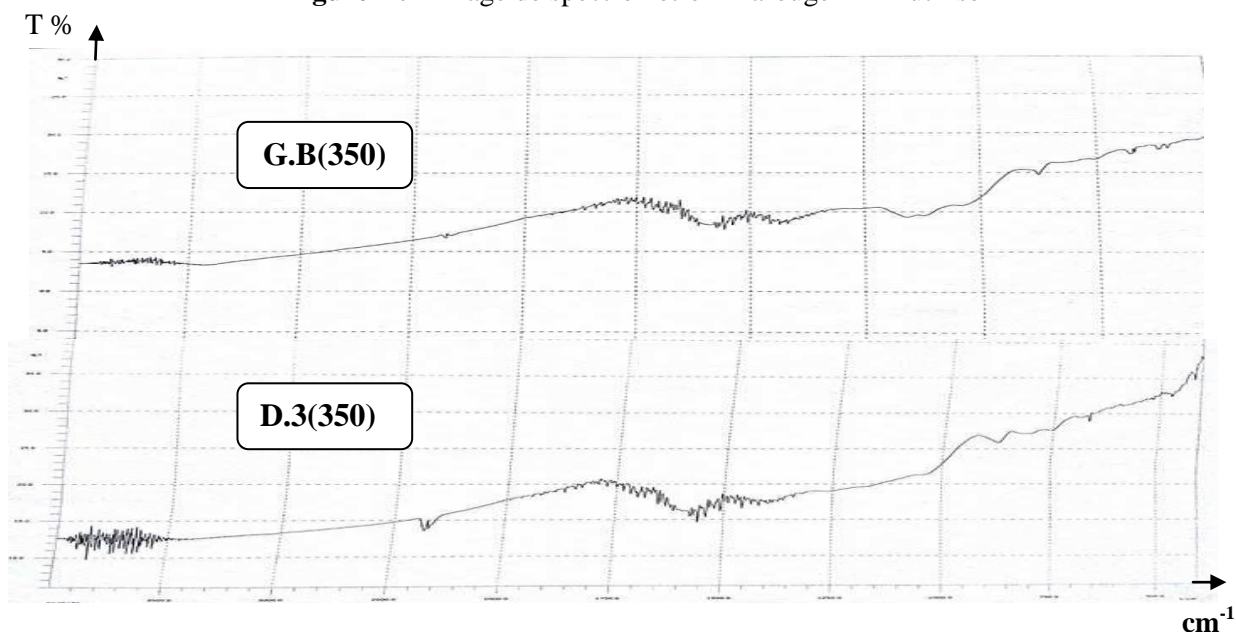


Figure II.8 Spectre IF de charbon actif

Les analyses de ce spectre (Figure II.8) font apparaître des bandes d'absorption qui se présentent comme suit :

- La bande  $3500 - 4000 \text{ cm}^{-1}$  est attribuée à la liaison de (O-H) dans le vapeur d'eau à nature vibration de valence .
- La bande  $2300-2400 \text{ cm}^{-1}$  est attribuée à la liaison de (C=C) des cycles aromatiques acétone à nature de vibration d'élongation.
- La bande située à  $1500-1700 \text{ cm}^{-1}$  est attribuée à la liaison de (C=O) correspond à vibration l'élongation.

## PARTIE EXPÉRIMENTALE

---

- La bande située à  $1500-1300\text{ cm}^{-1}$  est attribuée la liaison de(C=O) de acétone correspond à vibration l'élongation.
- La bande d'absorption observée à  $1047\text{ cm}^{-1}$  correspond à la liaison (C–C) à nature vibration de valence.
- La bande d'absorption située à  $860-880\text{ cm}^{-1}$  est attribuée à déformation la liaison (Csp<sub>2</sub>–H).
- La bande  $650\text{ cm}^{-1}$  donne est attribuée la liaison de(C–Cl) dans à Nature vibration de déformation [17].

# **CONCLUSION GÉNÉRALE**

## CONCLUSION GENERALE

---

Cette étude a été réalisée en deux étapes. La première concerne la fabrication du charbon actif à partir des fibres de palmier dattier et la deuxième vise la caractérisation des charbons activés. Les conclusions que l'on peut tirer à partir des résultats obtenus sont :

- ❖ Les meilleurs résultats obtenus concernant la surface spécifique et la capacité de rétention du phénol (concentration de 350 ppm) en milieu aqueux, ces pour la variété Ghars brut et pour Degla imprégné à 3g de KOH.
- ❖ La surface spécifique apparente atteint 21, 47 m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup> et une capacité de fixation de 6,43 (mg.g<sup>-1</sup>).
- ❖ L'adsorption du phénol en milieu aqueux est de type S « sigmoïdale » suggérant que l'adsorption se produit sur des sites spécifiques formant une monocouche, ce type caractéristique de l'adsorbant microporeux.
- ❖ La capacité d'adsorption est relativement proportionnelle à la concentration du phénol (50 -350 ppm).
- ❖ On constate que les échantillons bruts (sans imprégnation) présentent une meilleure adsorption que les échantillons imprégnés, sauf la gamme (50 et 100 ppm). Ceci a été confirmé le rendement important d'élimination qui atteignant 90%.
- ❖ La caractérisation par spectroscopie infrarouge indique l'apparition des fonctions O-H, C=C, C-H, CH<sub>3</sub>, C=O, C-O, Csp<sub>2</sub>-H et C-Cl.
- ❖ En perspective, nous envisageons l'extrapolation de ces résultats à l'échelle industrielle en particulier dans le domaine de traitement des eaux.



**RÉFÉRENCES**

**BIBLIOGRAPHIQUES**

## RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUE

---

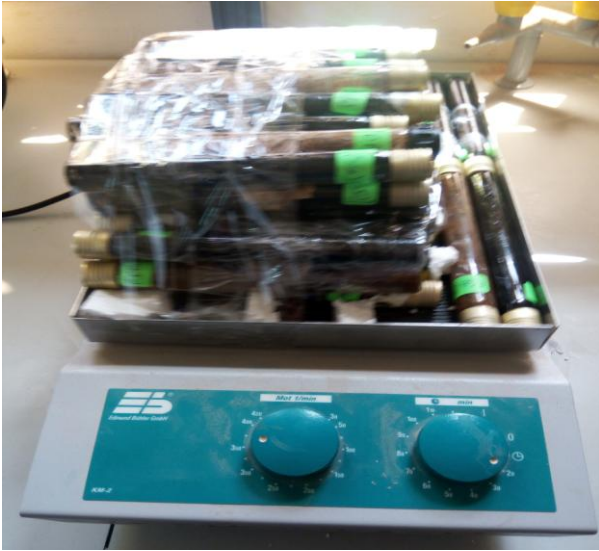
- [1] <http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agro> (19/02/2017-14:08)
- [2] N.BOUZIANE, élimination du 2-mercaptobenzothiazole par voie photochimique et par adsorption sur la bentonite et le charbon actif en poudre Mémoire magister université MENTOURI DE CONSTANTINE, P1, (2007).
- [3] M.CHININE, Préparation et caractérisation d'un charbon actif issu d'un déchet de café par voie chimique (effet de taux d'adjuvant), Mémoire de master université KASDI MERBAH OUARGLA, P14 , (2012).
- [4] N.SEDIRA, etude de l'adsorption des métaux lourds sur un charbon actif issu de noyaux de dattes, Mémoire de magister, Université MOHAMED CHERIF MASSAADIA SOUK-AHRAS, P 30-33,(2013)
- [5] F.BENAMROUI, Elimination des colorants cationiques par des charbons actifs synthétisés à partir des résidus de l'agriculture. Mémoire de Magister. université FERHAT ABBAS SETIF .P10 -12-13 (2014).
- [6] N.YAHIAOUI, Etude de l'adsorption des composes phénoliques des margines d'olive sur carbonate de calcium Hydroxyapatite et charbon actif, mémoire de magister, Université MOULOUD MAMMERI TIZI OUZOU.P 33-34, (2012).
- [7] C.CREANGĂ ,Procédé AD-OX d'élimination de polluants organiques non biodégradables (par adsorption puis oxydation catalytique), mémoire de doctorat, INSTITUE DE TOULOUSE, P10-13-14 (2007).
- [8] Z.BELKBIR, valorisation des déchets agro-alimentaires cas des grignons d'olives, Mémoire de Magister , universite M'HAMED BOUGARA BOUMERDES, P 27-28, (2007).
- [9] N.BOUGDAH, Possibilité de rétention de micropolluants de type pesticides sur des adsorbants naturels, Mémoire de doctorat, université du 20 AOUT 1955-SKIKDA, P29-30-31 (2015).
- [10] A. AARFANE , A. Salhi , M. El Krati , S. Tahiri , M. Monkade , E.K. Lhadi , M. Bensitel Etude cinétique et thermodynamique de l'adsorption des colorants, (2014).
- [11] F.AL MARDI, Etude de l'adsorption du pesticide Bromacil sur charbon actif en poudre en milieu aqueux Effet compétiteur des matières organiques naturelles, Mémoire de doctorat, UNIVERSITE DE POITIERS,P34,(2008).
- [12] L. Ming Sun, F. Meunier. Adsorption: aspects théoriques, technique de l'ingénieur, Opérations unitaires, Génie de la réaction chimique, traité Génie des procédés, J2730, p1-8 (2003).

## RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUE

---

- [13] N. Petit, Couplage des procédés d'adsorption sur charbon actif et de photocatalyse TiO<sub>2</sub> / UV pour l'élimination de composés organiques volatils, thèse doctorat, UNIVERSITE DE RENNES, (2007).
- [14] H. Maiza, Modélisation des cinétiques d'adsorption dans le cas du phénol et du bleu de méthyle sur le charbon actif en grain, Ingénieur d'état, Ecole Nationale Supérieure Polytechnique, P 3- 4, (2009)
- [15] R. Abdelbaki, étude de l'adsorption de colorants organiques (rouge nylosan et bleu de méthylène) sur des charbons actifs préparés à partir du marc de café, Mémoire docteur, université MENTOURI CONSTATINE, P85, (2010).
- [16] P. Soo-Jin, J. Woo-Young, Effect of KOH Activation on the Formation of Oxygen Structure in Activated Carbons Synthesized from Polymeric Precursor, Journal of Colloid and Interface Science vol. 250, p.93 (2002).
- [17] Y. Guo, D. A. Rockstraw, Activated carbons prepared from rice hull by one-step phosphoric acid activation, Microporous and Mesoporous Materials vol.100, p12, (2007).

# **ANNEXE**



## ملخص:

عملية الامتزاز على الفحم المنشط تعتبر من أهم وسائل البحث العلمي المستعملة في الوقت الحالي ، استغلال النفايات الزراعية يعرف حاليا اهتمام كبير، وخاصة في مجال تحضير الفحم المنشط ذو الخصائص النوعية الذي جذب اهتمام الكثير من الباحثين .

وفي هذا السياق يندرج هذا العمل من جهة تحضير الفحم المنشط من ألياف النخيل ، ومن جهة اخرى دراسة الفرق بين نوعين من ألياف النخيل (دقلة وغرس) ، و دراسة تأثير تركيز العامل المنشط في سعة الامتزاز. **الكلمات المفتاحية :** الامتزاز، الفحم المنشط، ألياف النخيل، الفينول، المعالجة الكيميائية، التقويم.

## Résumé :

Le développement des procédés d'adsorption sur charbon actif est un domaine de recherche d'actualité. La préparation des charbons activés possédant des propriétés spécifiques attirent de plus en plus l'attention des chercheurs. La valorisation des sous-produits industriels connaît actuellement un essor remarquable.

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce travail. Il s'agit d'une part de la préparation de charbons actifs à partir les fibres de palmier dattier, autre part la mise en évidence de l'influence de type de les fibres (ghars et degla) et la taux de l'agent activant sur la capacité d'adsorption.

**Mots clés :** Adsorption, Charbon actif, fibre de palmier dattier, Carbonisation, Phénol, activation chimique.

## Abstract:

The development of adsorption processes on activated carbon is a topical area of research.

The preparation of activated carbon with specific properties is attracting more and more attention from researchers, The exploitation of agricultural waste is currently a major breakthrough.

It is within this context that this work, This is part of the preparation of active carbons from palm of fiber, And secondly the demonstration of the influence of rate of the type of fibers (ghars and degla) and the activating agent, on adsorption capacity.

**Key words:** Adsorption, Activated carbon, Palm of fiber, Carbonization, Phenol, Activation Chemical.