

M.C.H. 04 1 118

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE**



**UNIVERSITE DE OUARGLA**

**FACULTE DES SCIENCES ET SCIENCES DE L'INGENIEUR  
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES**

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES  
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR D'ETAT**

Spécialité : Génie des procédés

Option : Génie chimique

Présenté par :

- BEDIDA AMOR
- CHERRAHI ABDERRAZZAK

*Thème*

**Préparation d'un charbon actif à partir de noyaux de dattes locales (effet de méthode d'activation sur les caractéristiques de l'adsorbant)**

Soutenu publiquement le : 26 juin 2004.

Devant le jury composé de:

Mr. L.Segni	M. conférences U.V de Ouargla	(Président)
Mr. Sekirifa Med Lamine	M.ACC. U.V de Ouargla	(Rapporteur)
Mr. Sellami Med. Hacem	M.ACC. U.V de Ouargla	(Examinateur)
Mr. Hadjaj Med.	M.ACC. U.V de Ouargla	(Examinateur)

*Année universitaire: 2003-2004*

# SOMMAIRE

Introduction .....		1
Chapitre I	Généralités sur les charbons actifs .....	3
	I-1. Mode d'obtention .....	4
	I-2. Régénération de charbon actif .....	4
	I-3. Méthodes de régénération .....	5
	I-3-1. Les commentaires généraux .....	5
	I-3-2. Les conditions de la régénération des processus la réactivation .....	6
	I-4. Propriétés et applications .....	6
	I-5. Mise en œuvre et dimensionnement .....	7
Chapitre II	Phénomènes d'adsorption .....	8
	II-1. Définition .....	9
	II-2. Les différents types d'adsorption .....	9
	II-3. Les isothermes d'adsorption .....	10
	II-3-1. Isotherme de Langmuir .....	10
	II-3-2. Isotherme de Freundlich .....	11
	II-3-3. Isotherme de Brunauer, Emmet et Teller (BET) .....	12
	II-3-4. Isotherme de Tamkin .....	12
	II-4. Différents d'isotherme d'adsorption .....	13
	II-5. Adsorption sur le charbon actif .....	14
	II-6. Cinétique d'adsorption .....	14
	II-7. La capacité d'adsorption .....	14
	II-8. Les facteurs influençants sur l'adsorption .....	15
Chapitre III	La préparation et la caractérisation du charbon actif .....	18
	III-1. Echantillon utilisé .....	19
	III-1-1. Aspect botanique .....	19
	III-1-2. La composition de noyau de datte (variété Deglet Nour)...	19
	III-2. Echantillonnage .....	20
	III-2-1. Technique expérimentale .....	21
	III-3. Les structures interne des matériaux poreux .....	23
	III-3-1. Concepts de base .....	23
	III-3-2. Essai gravimétrique .....	23
	III-4. Surface spécifique .....	24
	III-5. Equipements et produits .....	25
	III-6. Les isothermes d'adsorption .....	25
	III-7. Détermination de la surface spécifique .....	46
	III-8. Cinétique d'adsorption .....	47
	III-9. Interprétation des résultats .....	49
Conclusion .....		50
Bibliographie .....		52

## Liste des figures

N°	Titre	Page
Fig. 1	: différents types d'isotherme d'adsorption de vapeurs condensables.	13
Fig. 2	: La forme et les composants de noyaux de dattes.	19
Fig. 3	: Diagramme d'activation physique suivie par traitement chimique.	21
Fig. 4	: Diagramme d'activation chimique suivie par traitement physique.	22
Fig. 5	: Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur charbon activé P <sub>1</sub> .	26
Fig. 6	: Isotherme d'adsorption de Freundlich sur charbon activé P <sub>1</sub> .	26
Fig. 7	: Isotherme d'adsorption de Langmuir sur charbon activé P <sub>1</sub> .	27
Fig. 8	: Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur charbon activé P <sub>2</sub> .	28
Fig. 9	: Isotherme d'adsorption de Freundlich sur charbon activé P <sub>2</sub> .	28
Fig. 10	: Isotherme d'adsorption de Langmuir sur charbon activé P <sub>2</sub> .	28
Fig. 11	: Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur charbon activé P <sub>3</sub> .	29
Fig. 12	: Isotherme d'adsorption de Freundlich sur charbon activé P <sub>3</sub> .	30
Fig. 13	: Isotherme d'adsorption de Langmuir sur charbon activé P <sub>3</sub> .	30
Fig. 14	: Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur charbon activé P <sub>4</sub> .	31
Fig. 15	: Isotherme d'adsorption de Freundlich sur charbon activé P <sub>4</sub> .	31
Fig. 16	: Isotherme d'adsorption de Langmuir sur charbon activé P <sub>4</sub> .	32
Fig. 17	: Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur charbon activé P <sub>5</sub> .	33
Fig. 18	: Isotherme d'adsorption de Freundlich sur charbon activé P <sub>5</sub> .	33
Fig. 19	: Isotherme d'adsorption de Langmuir sur charbon activé P <sub>5</sub> .	33
Fig. 20	: Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur charbon activé C <sub>1</sub> .	34
Fig. 21	: Isotherme d'adsorption de Freundlich sur charbon activé C <sub>1</sub> .	35
Fig. 22	: Isotherme d'adsorption de Langmuir sur charbon activé C <sub>1</sub> .	35
Fig. 23	: Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur charbon activé C <sub>2</sub> .	36
Fig. 24	: Isotherme d'adsorption de Freundlich sur charbon activé C <sub>2</sub> .	36
Fig. 25	: Isotherme d'adsorption de Langmuir sur charbon activé C <sub>2</sub> .	37
Fig. 26	: Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur charbon activé C <sub>3</sub> .	38
Fig. 27	: Isotherme d'adsorption de Freundlich sur charbon activé C <sub>3</sub> .	38
Fig. 28	: Isotherme d'adsorption de Langmuir sur charbon activé C <sub>3</sub> .	38

Fig. 29 : Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur charbon activé C <sub>4</sub> .	39
Fig. 30 : Isotherme d'adsorption de Freundlich sur charbon activé C <sub>4</sub> .	40
Fig. 31 : Isotherme d'adsorption de Langmuir sur charbon activé C <sub>4</sub> .	40
Fig. 32 : Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur charbon activé C <sub>5</sub> .	41
Fig. 33 : Isotherme d'adsorption de Freundlich sur charbon activé C <sub>5</sub> .	41
Fig. 34 : Isotherme d'adsorption de Langmuir sur charbon activé C <sub>5</sub> .	42
Fig. 35 : Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur charbon activé ST.	43
Fig. 36 : Isotherme d'adsorption de Freundlich sur charbon activé ST.	43
Fig. 37 : Isotherme d'adsorption de Langmuir sur charbon activé ST.	43
Fig. 38 : Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur l'échantillon brut B.	44
Fig. 39 : Isotherme d'adsorption de Freundlich sur l'échantillon brut B.	45
Fig. 40 : Isotherme d'adsorption de Langmuir sur l'échantillon brut B.	45
Fig. 41 : La cinétique d'adsorption sur charbon activé P <sub>3</sub> .	48
Fig. 42 : La cinétique d'adsorption sur charbon activé C <sub>2</sub> .	49

## Liste des symboles

Symboles	Désignation de symbole	Unité
$S_m$	Surface d'une molécule de Gaz	$m^2$
$S$	La surface totale d'échantillon	$m^2$
$C_e$	Concentration d'équilibre	mol/L
$C_0$	Concentration initiale de soluté en solution	mol/L
$V$	Volume de solution	L
$X$	Masse de l'adsorbat adsorbées	mg
$q$	La masse de l'adsorbat adsorbée par unité de masse d'adsorbant	mg/g
$b$	Constante d'équilibre de Languir	/
$q_0$	La capacité maximale d'adsorption	mol/g
$K_F, n$	Constante de Freundlich	/
$\epsilon$	La porosité	/
$V_V$	Volume de vide	ml
$V_T$	Volume total du matériau	ml
$V_g$	Volume de grains	ml
$\rho$	La densité apparente	/
$m_c$	La masse de charbon utilisé	g
$V_a$	Le volume apparente	ml
$A$	Nombre d'Avogadro $6.023 \cdot 10^{23}$	$mol^{-1}$

## Problematique

Dans le cadre de la valorisation de sous produits naturels, développée par notre laboratoire, nous nous sommes intéressés dans un premier temps à la préparation et à l'étude du charbon actif a base de noyaux de dattes variété Deglet Nour de la région de Ouargla et en seconde lieu d'étudier l'efficacité adsorbant et suivant le mode d'activation.

Notre choix est porté sur la variété Deglet Nour. La préparation des échantillons et préparation des échantillons et leur étude deux types d'activation (physique et chimique au NaOH).

## Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tab. 1	: Influence de groupements fonctionnels sur l'adsorption.	17
Tab. 2	: La composition de noyaux de dattes Deglet Nour.	20
Tab. 3	: Les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le charbon activé P <sub>1</sub> .	26
Tab. 4	: Paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le charbon activé P <sub>1</sub>	27
Tab. 5	: Les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le charbon activé P <sub>2</sub> .	27
Tab. 6	: Paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le charbon activé P <sub>2</sub> .	29
Tab. 7	: Les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le charbon activé P <sub>3</sub> .	29
Tab. 8	: Paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le charbon activé P <sub>3</sub> .	30
Tab. 9	: Les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le charbon activé P <sub>4</sub> .	31
Tab.10	: Paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le charbon activé P <sub>4</sub> .	32
Tab.11	: Les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le charbon activé P <sub>5</sub> .	32
Tab.12	: Paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le charbon activé P <sub>5</sub> .	34
Tab.13	: Les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le charbon activé C <sub>1</sub> .	34
Tab.14	: Paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le charbon activé C <sub>1</sub> .	35
Tab.15	: Les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le charbon activé C <sub>2</sub> .	36
Tab.16	: Paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le charbon activé C <sub>2</sub> .	37

Tab.17 : Les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le charbon activé C <sub>3</sub> .	37
Tab.18 : Paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le charbon activé C <sub>3</sub> .	39
Tab.19 : Les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le charbon activé C <sub>4</sub> .	39
Tab.20 : Paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le charbon activé C <sub>4</sub> .	40
Tab.21 : Les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le charbon activé C <sub>5</sub> .	41
Tab.22 : Paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le charbon activé C <sub>5</sub> .	42
Tab.23 : Les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le charbon activé ST.	42
Tab.24 : Paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le charbon activé ST.	44
Tab.25 : Les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour l'échantillon brut B.	44
Tab.26 : Paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour l'échantillon brut B.	45
Tab.27 : Capacité maximale d'adsorption et surfaces spécifiques des charbons actifs	46
Tab.28 : Caractéristiques physico-chimique des quelques échantillons	47
Tab.29 : La cinétique d'adsorption sur charbon activé P <sub>3</sub> .	47
Tab.30 : La cinétique d'adsorption sur charbon activé C <sub>2</sub> .	48



## Liste des abréviations pour les échantillons de charbons activés

- P<sub>1</sub>: activation physique suivie par le traitement chimique au NaOH de concentration 1 mol/l.  
P<sub>2</sub>: ..... 2 mol/l.  
P<sub>3</sub>: ..... 3 mol/l.  
P<sub>4</sub>: ..... 4 mol/l.  
P<sub>5</sub>: ..... 5 mol/l.  
C<sub>1</sub>: activation chimique au NaOH de concentration 1 mol/l suivis par le traitement physique.  
C<sub>2</sub>: ..... 2 mol/l.....  
C<sub>3</sub>: ..... 3 mol/l.....  
C<sub>4</sub>: ..... 4 mol/l .....  
C<sub>5</sub>: ..... 5 mol/l .....  
ST: activation physique sans traitement chimique.  
B: échantillon brut.

# *Introduction*

## **Introduction :**

Les premiers adsorbants utilisés, il y a plusieurs siècles, furent les argiles et les terres décolorantes, puis à la fin du XIX<sup>e</sup> 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.[1]

Le conseil européen des fédérations de l'industrie chimique (C.E.F.I.C) donne la définition suivante pour les charbons actifs :

Les charbons actifs sont des produits carbonés dotés d'une structure poreuse présentant une très grande surface de contact interne : Ces matériaux issus d'un procédé industriel peuvent adsorber une large variété de substances, c.à-d qu'ils sont capables de fixer des molécules sur une surface interne ; ils sont une conséquence appelée «adsorbants». [2]

Le saut technologique réalisé grâce à l'introduction des matériaux composites dans le domaine industriel à besoin des matériaux performants et économiques.

Les charbons actifs sont fabriqués à partir de divers matériaux :

Bois lignite, charbons bitumineux, lignite et certains résidus du pétrole. Les charbons bitumineux moyennement volatils, sont les plus utilisés en traitement des eaux résiduaires.

Dans chaque application spécifique, il est utile de connaître ces propriétés en vue du choix du type de charbon actif. [3]

Les principales propriétés de charbons actifs fabriqués dépendent du type et propriétés de la matière première utilisées.[4]

Dans le cadre de la valorisation des sous produits naturels, développée par notre laboratoire, nous nous sommes intéressés dans un premier temps à la préparation et à l'étude du charbon actif à base de noyaux de dattes, variété Deglet Nour de la région Ouargla , et en second lieu d'étudier l'efficacité adsorbante suivant le mode d'activation .

Notre travail sera exposé de la façon suivantes.

Dans le premier chapitre, seront présentées des généralités sur les charbons actifs.

Le deuxième chapitre sera consacré à l'étude de phénomènes d'adsorption.

La préparation et la caractérisation du charbon actif, sera présentée dans le troisième chapitre. En fin une conclusion générale résumera les résultats obtenus.

# *Chapitre I*

## *Généralités sur les charbons actifs*

## I-1 Modes d'obtentions :

Les charbons actifs sont les plus anciens fabriqués industriellement. Ils peuvent être obtenus à partir d'un très grand nombre de matériaux contenant du carbone organique, d'origine végétale, animale ou minérale, après un traitement convenable.

Pour des raisons économiques, on utilise principalement bois, lignite, houille, lignine, résidus pétroliers, sans oublier les coques de noix de coco toujours utilisées la production de charbons actifs performants pour l'adsorption des gaz.

Il existe deux grands procédés de base pour obtenir ces adsorbants, appelées activation chimique et activation par les gaz.[1]

- **Activation chimique :**

On mélange la substance carbonée ( bois, tourbe, paille, papier, os, coquilles de noix, ...) avec des réactifs déshydratants et oxydants, on chauffe le mélange, puis on lave. Parmi les réactifs :  $ZnCl_2$ ,  $H_3PO_4$ ,  $H_2SO_4$ ,  $NaOH$ ,  $KOH$ .

- **Activation par les gaz :**

On part d'un matériau déjà charbonneux (charbon, anthracite, lignite, coke, charbon de coco, ...) et les soumet à la vapeur d'eau, au  $CO_2$  et à l'air en mélange. Il y a oxydation d'une partie en  $CO$  ou  $CO_2$ , et le reste est devenu poreux, donc actif. La température d'activation varie de 300 à 1000 °C, les charbons acides sont préparés à des températures < 500 °C, et les charbons alcalins au-dessous. Souvent matière est ensuite «éteinte» à l'air ou même à l'eau. La nature de la substance de départ a une grande influence sur le résultat car elle conditionne la nature chimique de la surface de l'adsorbant, et « le même adsorbe le même » (P. ex. Une substance polaire s'adsorbe mieux sur un charbon polaire). [5]

## I-2 Régénération de charbon actif

Pour des raisons économiques, on a souvent intérêt à régénérer le charbon actif. La régénération a pour but d'éliminer de la structure poreuse du charbon, les composés préalablement adsorbés la régénération peut s'effectuer de différentes façons :

Traitement thermique, extraction à la vapeur ou à l'aide solvant, régénération acide ou

basique ou encore par oxydation chimique. Les dernières méthodes (régénération thermique exclue) sont généralement préférées lorsqu'elles sont applicables car elles peuvent être conduites sur place.

Le principal inconvénient de ces méthodes est qu'elles conduisent à faible taux de régénération lors traitement d'eau résiduaire industrielle. Les hydrocarbures chlores sont facilement éliminés par un traitement à la vapeur.

Dans la plupart des cas, cependant une régénération par voie thermique est indispensable.

La Régénération thermique consiste en un séchage, une désorption thermique des composés et un traitement à température élevée (650 à 980) en présence de quantités limitées de vapeur d'eau, de gaz d'échappement et d'oxygène.

Au cours de la régénération, il y a perte de charbon actif par oxydation et attrition ; selon le type de charbon et la conduite de la régénération, cette perte est de 5 à 10 % (en poids).

[3]

### **I-3 Méthodes de régénération :**

#### **I-3-1 Les commentaires généraux :**

L'efficacité du processus de régénération de la surface de carbones actifs dépend des facteurs suivants pour une grande part :

- ☒ La structure poreuse du charbon et la condition chimique de sa surface ;
- ☒ Les propriétés physico-chimiques de l'adsorbant ;
- ☒ Les conditions sous lesquelles le processus de la régénération est conduit.

**I-3-2 Les conditions de la régénération des processus de la réactivation :**

Les conditions optimales de la régénération ou processus de la réactivation qui assurent des pertes minimales du charbon sont déterminées dans chaque cas, trois facteurs qui jouent ici un rôle majeur, expérimentalement :

- 1-La température du four ;
- 2- Le temps de régénération ou réactivation ;
- 3- Le degré de saturation du carbone avec la substance de l'adsorbat.[6]

**I-4 Propriétés et applications :**

En jouant sur les matériaux d'origine, le type d'activation et les conditions de leur mise en œuvre, on obtient toute une gamme d'adsorbants de surface spécifique pouvant s'étendre de 400 à 1500 m<sup>2</sup>/g dont les proportions microporosité – mésoporosité – macroporosité sont variables et peuvent être adaptées à l'usage recherché, qui se présentent sous différentes formes, de la poudre fine aux particules solides de plusieurs millimètres de diamètres et aux granulés en forme de bâton cylindrique.

Les charbons actifs à microporosité importante sont particulièrement adaptés à l'adsorption des gaz selon :

- ✓ La finesse de ces micropore ;
- ✓ La vitesse de désorption est plus ou moins grande.

C'est ainsi que les charbons de protection contre les gaz ou les vapeurs toxiques doivent avoir une très faible vitesse désorption- ou un fort pouvoir de rétention –quand la concentration en toxiques dans l'air diminue. Par contre, les charbons actifs utilisés pour la récupération industrielle des solvants dans l'air doivent au contraire pouvoir être désorbés facilement utilisée dans cette opération.

Les charbons actifs présentent généralement une très faible affinité pour l'eau, tant en phase gazeuse que liquide : ce sont des adsorbants hydrophobes et organiphiles. Le caractère hydrophile augmente avec la teneur en cendres du charbon (teneur qui dépend de L'origine de la matière première) et avec son oxydation de surface.

Ces deux derniers paramètres intervenant aussi dans la réaction alcaline ou neutre ou éventuellement légèrement acide, que présentent les charbons actifs lorsqu'ils sont mis sous forme pulvérulente en suspension dans l'eau.

La masse volumique des charbons actifs est relativement faible, de 1 à 0.6 g/cm<sup>3</sup>, correspondant à un volume poreux de 0.5 à 1.1 cm<sup>3</sup>/g et à une porosité de 50 à 70 %.

Leur masse volumique apparente correspondent à un garnissage en vrac  $\rho_c$  va de 0.2 à 0.6 g/cm<sup>3</sup>. [1]

### **I-5 Mise en œuvre et dimensionnement:**

Les charbons actifs sont disponibles sous deux formes : charbon actif en poudre (CAP) et charbon actif en grain (CAG), ils sont fabriqués à partir des même matériaux et ce différencient sur tout par la granulométrie.

Alors que le CAG est caractérisé par une granulométrie s'étalant de 0.5 à 5 mm le CAP est composé de particule de 1 à 45 microns.

Leur mode d'utilisation est également fort différent, le CAP est dispersé dans l'eau dans laquelle il se maintient en quasi-suspension, le CAG joue le rôle d'un milieu filtrant continuellement traversé par un écoulement. Le choix entre les deux que la nature du problème, ses caractéristiques (charge et durée), les objectifs de traitement (à court, moyen ou long terme) et le débit de production.[2.7]

On classe les pores en trois catégories principales de taille. Le choix arbitraire est lié aux divers types de propriétés conférés à l'adsorption par ces types de pores et aux diverses techniques d'étude utilisées. Ces trois catégories sont :

- Les micropores, de largeur inférieure à 2 nm ;
- Les mésopores, de largeur allant de 2 à 50 nm ;
- Les macropores, de largeur supérieure à 50 nm. [8]



## *Chapitre II*

# *Phénomènes d'adsorption*

**II –1 Définition :**

L'adsorption est un phénomène d'interface, pouvant se manifester entre un solide et un gaz, ou entre un solide et un liquide. Le phénomène est général pour toutes les surfaces. Mais on cherche à l'exploiter en le magnifiant par l'emploi de solides à porosité élevée.

Aux interfaces les attractions intermoléculaires ne sont pas compensées dans toutes les directions, et il subsiste des forces résiduelles dirigées vers les extérieurs. Ces forces représentent une énergie superficielle par unité de surface, comparable à la tension superficielle des liquides. Ces forces sont neutralisées lorsque des particules mobiles (un gaz ou un soluté) se fixent en surface : on dit qu'elles s'adsorbent.

L'adsorption est un phénomène physico-chimique se traduisant en particulier par une modification de concentration à l'interface de deux phases non miscibles. [5,1]

**II-2-Les différents types d'adsorption :**

L'étude expérimentale des nombreux cas d'adsorption permet de distinguer deux types principaux d'adsorption: L'adsorption physique et l'adsorption chimique.

- **L'adsorption physique :**

Les liaisons mises en jeu sont de natures analogues aux liaisons qui existent dans les liquides qui font intervenir des forces de Van Der Waals.

Les énergies associées à ces liaisons sont relativement faibles et ne dépassent guère 5 k cal/mol

L'adsorption physique a généralement lieu à basse température où la réversibilité peut être facilement réalisée.

- **L'adsorption chimique :**

Les forces de liaisons impliquées dans l'adsorption chimique résultent par contre, d'un transfert ou d'une mise en commun d'électrons entre les deux partenaires de la réaction. En conséquence la particule adsorbée se trouve dans un état nettement différent de son état dans la phase gazeuse.

Les énergies mises en jeu peuvent être importantes (10-150 k cal./mole)[9]

## II-3-Les isothermes d'adsorption :

Le phénomène d'adsorption. Quand il correspond à un état d'équilibre (cas de la physisorption mais pas nécessairement de chimisorption), est généralement représentée par une courbe isotherme d'adsorption (ou « isotherme »). Pour le cas fréquent de la phase gazeuse, l'isotherme est la variation à une température constante  $T$ . de la quantité  $q$  adsorbée par unité de masse de charbon activée en fonction de la concentration d'impuretés en solution.

[8]

La quantité adsorbée est calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$X = (C_0 - C_e)V \quad (1)$$

Où

$C_0$  : concentration initiale de l'adsorbat (mg/l) ;

$C_e$  : concentration finale de l'adsorbat (mg/l) ;

$V$  : volume de solution (L) ;

$X$  : masse de l'adsorbat adsorbées (mg).

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

Les isothermes les plus connues sont celles de Langmuir, de Freundlich, Brunauer Emmett et Teller et Temkin

### II-3-1- Isotherme de Langmuir :

Les hypothèses émises par Langmuir pour établir cette isotherme sont les suivantes :

- ❖ La particule adsorbée est située sur un site bien défini du substrat (adsorption localisée).
- ❖ Chaque site n'est susceptible de fixer qu'une particule adsorbée.
- ❖ L'énergie d'adsorption de tous les sites est identique et indépendante de la présence de particules adsorbées sur les sites voisins (surface homogène et pas d'interaction entre particules adsorbées)[9]

Langmuir propose le modèle suivant : [10]

$$q = \frac{b \cdot q_0 C_e}{1 + b C_e} \quad \text{linéarisable en} \quad \frac{1}{q} = \frac{1}{b q_0} \cdot \frac{1}{C_e} + \frac{1}{q_0} \quad (2)$$

Où

$C_e$  : la concentration à l'équilibre (mg/l)

$q$  : la masse de l'adsorbat adsorbée par unité de masse d'adsorbant (mg/g)

$b$  : constante d'équilibre ;

$q_0$  : la capacité maximale d'adsorption ;

Si l'équation de LANGMUIR est vérifiée  $\frac{1}{q} = f\left(\frac{1}{C_e}\right)$  est une droite, dont la pente est

$$\frac{1}{b q_0} \text{ et d'ordonnée à l'origine, } \frac{1}{q_0}.$$

### II-3-2-Isotherme de Freundlich :

Freundlich propose le modèle suivant : [11]

$$q = K_F C_e^{\frac{1}{n}} \quad \text{linéarisable en} \quad \text{Ln} q = \text{Ln} K_F + \frac{1}{n} \text{Ln} C_e \quad (3)$$

Où

$K_F$  et  $n$  sont les constantes de Freundlich en portant  $\text{Ln} q$  en fonction de  $\text{Ln} C_e$ , on obtient

une droite de pente  $\frac{1}{n}$  et d'ordonnée à l'origine  $\text{Ln} K_F$ .

### II-3 -3 -Isotherme de Brunauer, Emmet et Teller (BET) :

Pour retrouver les formes de ces isothermes diverses théories ont été émises, dont celle Brunauer, Emmett et Teller qu'apparaît la plus importante malgré les hypothèses simplificatrices utilisées :

- ❖ Les molécules peuvent venir s'adsorber sur des molécules déjà adsorbées.
- ❖ Chaque couche ainsi formée obéissant à l'équation (isotherme) de Langmuir.
- ❖ Les molécules de la couche en contact direct avec la surface du solide libérant une chaleur d'adsorption différentielle  $q_d$  constante. Tandis que pour les molécules de toutes les autres couches.
- ❖ La chaleur d'adsorption est égale à l'enthalpie de liquéfaction  $q_L$ .

En admettant que le nombre de couches formées peut être très grand, on arrive à l'expression suivante de l'isotherme:

$$m = m_0 \frac{CX}{(1 - X)(1 - X + CX)} \quad (4)$$

$m_0$ : représente la masse (en grammes) d'adsorbant pour formée une couche monomoléculaire complète sur la surface d'un gramme de solide.

$C$  : constante de BET.[1]

$$C = \exp( q_d - q_L ) / RT \quad (5)$$

$q_d$  : chaleur d'adsorption différentielle.

$q_L$  : l'enthalpie de liquéfaction.

### II-3-4 Isotherme de Temkin

L'équation de Temkin a été transposée à la phase liquide par zarrouki. [12,13]

$$\theta = \frac{RT}{\Delta Q} \ln K_0 C_e \quad (6)$$

Ou  $\theta$  est le taux de recouvrement de la surface de l'adsorbant ( $q/q_0$ ),  $K_0$  la constante d'équilibre et  $\Delta Q$  la variation de l'énergie d'adsorption.

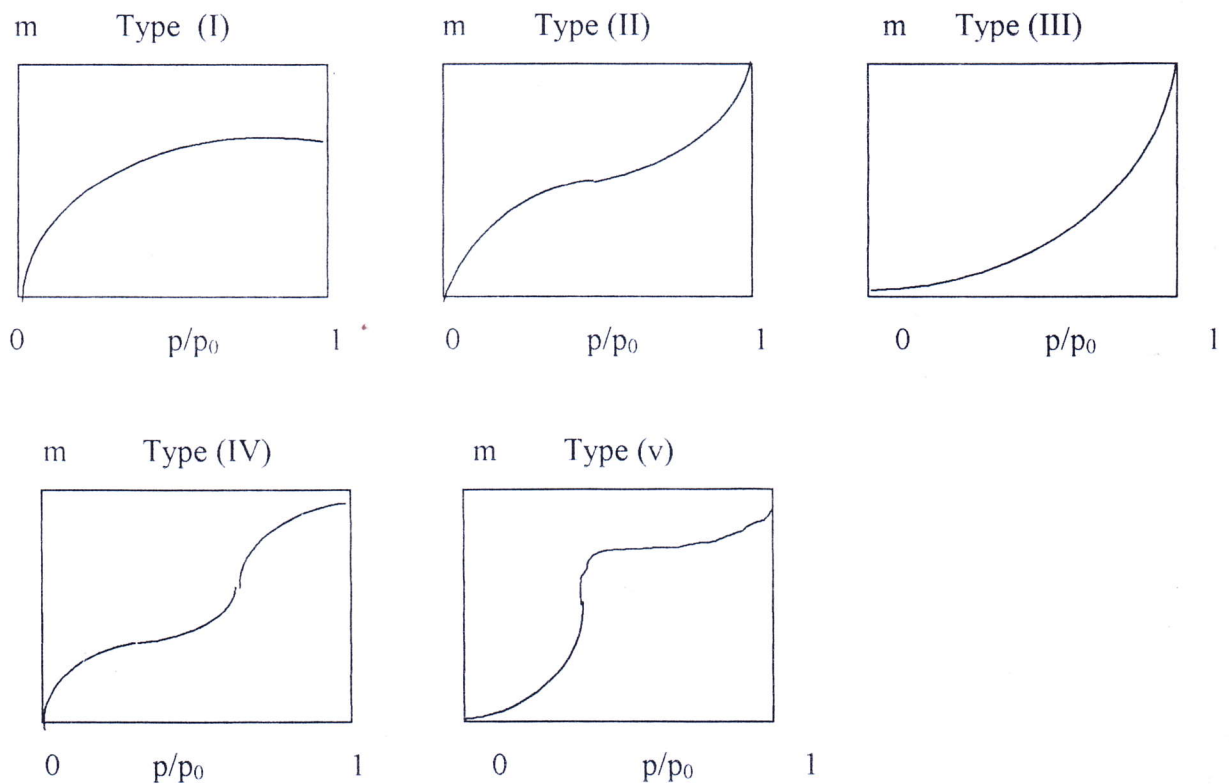
En traçant,  $\theta = f(\ln C_e)$ , la pente conduit à  $\frac{RT}{\Delta Q}$  et l'ordonnée à l'origine à,  $\frac{RT}{\Delta Q} \ln K_0$ .

La valeur de  $q_0$  qui l'on va introduire dans le degré de recouvrement est déterminée à partir de l'équation de Langmuir.

## II-4-Différents types d'isothermes d'adsorption :

On peut classer les isothermes d'adsorption des gaz en cinq types d'après la classification de Brunauer. Figure 1

- ❖ Les types II et III concernent des adsorptions où le nombre des couches de molécules adsorbées n'est, en principe, pas limité (adsorbants non poreux ou, tout au moins, à larges pores) ;
- ❖ Les types IV et V représentent une adsorption multicouche avec condensation capillaire dans les pores de l'adsorbant ;
- ❖ En fin, le type I ne s'observe qu'avec des adsorbants microporeux (charbons actifs, tamis moléculaires) ou l'adsorption est limitée par effet d'encombrement stérique une ou deux couches de molécules.



**Figure 1 :** Différents types d'isotherme d'adsorption de vapeurs condensables. [1]

## II-5-Adsorption sur le charbon actif :

Les procédés par adsorption sont utilisés pour l'élimination des matières organiques réfractaires (DCO) dans les traitements tertiaires ou pour l'élimination des matières organiques biodégradables ou non, Dans les chaînes de traitement physico-chimiques.

Dans ce procédé, les molécules sont fixées à la surface d'un solide par l'intermédiaire de liaisons de type Van Der Waals. Le processus d'adsorption se poursuit jusqu'à l'obtention d'un équilibre auquel correspond une concentration d'équilibre du soluté. La quantité du soluté adsorbée est donc liée à la concentration résiduelle du soluté.

## II-6-Cinétique d'adsorption :

Le processus d'adsorption se poursuit jusqu'à l'obtention d'un équilibre auquel correspond une concentration d'équilibre du soluté. La quantité du soluté adsorbée est donc liée à la concentration résiduelle du soluté.

La vitesse d'adsorption est gouvernée par :

- La diffusion des molécules vers la surface de l'adsorbant au travers du film liquide :
- La diffusion des molécules au sein des micropores de l'adsorbant et l'adsorption sur les sites interne. Dans la plupart des cas, la vitesse globale est contrôlée par le premier mécanisme. La vitesse d'adsorption est autant plus grande que :

- La concentration du soluté adsorbable est élevée ;
- La granulométrie du charbon est faible ;
- La surface spécifique du charbon est élevée ;
- La taille des molécules adsorbables est faible.

La variation de la concentration du soluté en solution est proportionnelle à la racine carrée du temps de contact. L'équilibre est moins rapidement atteint avec le charbon actif en grains, le soluté devant pénétrer dans les canalicules du grain de charbon.[3]

## II-7- La capacité d'adsorption :

La capacité d'adsorption du solide dépend :

- De la surface développée ou surface spécifique du matériau.
- De la nature des liaisons adsorbant- adsorbant.
- De temps de contact entre le solide et les solutés. [2]

La capacité d'adsorption augmente :

- Lorsque la concentration du soluté adsorbables augmente.
- Lorsque la surface spécifique de l'adsorbant augment.
- Lorsque le poids moléculaire du soluté augment.
- Lorsque le PH diminue, pour autant que cette diminution de PH s'accompagne d'une diminution de la solubilité des solutés.[3]

## II -8- Les facteurs influençant sur l'adsorption :

L'équilibre d'adsorption, entre un adsorbant et un adsorbat, dépend de nombreux facteurs dont les principaux sont d'écrits ci-après. Il faut cependant se souvenir qu'une réaction entre l'adsorbant et l'adsorbat (chimisorption) se superpose parfois à l'adsorption simple.

### 1- La surface spécifique :

L'adsorption lui est proportionnelle.

### 2- Nature de l'adsorbat :

Règle de Lundeir : « Moins une substance est soluble dans le solvant, mieux elle adsorbe » par exemple, les acides graux inférieurs (de 1 à 4) sont de mieux en mieux adsorbés à partir de leur solution aqueuse, et de moins en moins bien à partir de leurs solutions toluéniques : Pour adsorber. IL faut d'abord rompre le lieu avec le solvant, considération d'où découlera la théorie solvophobique qui sera présentée plus loin.

Règle Troube : « L'adsorption à partir des solutions aqueuses croit lorsqu'on parcourt une série d'homogène». Ceci est du à la dimension des molécules, et au « poids » du groupe polaire par rapport un reste de la chaîne est plus important que la forme de celle-ci.

### 3 – pH:

L'adsorption est maximum au point isoélectrique, car les liaisons avec l'eau y sont minimum. De même, une molécule neutre est mieux adsorbée qu'une autre.

### 4 – Polarité:

Un soluté polaire aura plus d'affinité pour le solvant ou pour l'adsorbant, selon lequel est le plus polaire. L'alumine est un adsorbant polaire, et le graphite un non polaire.



### 5 - température:

L'adsorption est exothermique, d'où les résultats sont meilleurs à froid. Les enthalpies  $\Delta H$  sont du même ordre que pour la condensation ou la cristallisation (99 Kcal/mole).

La vitesse d'adsorption est  $F(t)$  du type d'Arrhénius. Ce facteur a toute fois peu d'importance pratique. La chimisorption par contre est endothermique.

### 6- Cas des mélanges:

Ils peuvent favoriser ou gêner l'adsorption. Ils constituent la matrice de la solution, qui retient ou chasse d'adsorbant. C'est un des aspects les moins bien connus de la théorie d'adsorption.

### 7-Nature de l'adsorbant:

« Tout solide est un adsorbant potentiel ». Un bel exemple de ceci est à la difficulté de doser des polluants à l'état de traces à cause de l'adsorption dont ils sont l'objet de la part du flacon qui les contient.[9]

### 8- la structure moléculaire:

- L'adsorption diminue lorsque la solubilité du soluté augmente.
- Les chaînes carbonées ramifiées sont généralement mieux adsorbées que les chaînes carbonées linéaires. La solubilité diminue lorsque la longueur de la chaîne augmente.
- Lorsque l'action filtrante des pores n'intervient pas, les grosses molécules sont plus adsorbables que les molécules de petites dimensions de même nature chimique.

C'est attribué à l'existence d'une liaison plus forte entre le soluté et le charbon actif, rendant ainsi la désorption plus difficile.

- De façon générale, les formes ioniques sont plus difficilement adsorbées. Les molécules non dissociées seront donc mieux adsorbées.
- Les molécules peu polaires sont plus facilement adsorbées.
- La nature des groupes fonctionnels influe sur l'adsorption de façon très variable

**Tableau 1:** Influence de groupements fonctionnels sur L'adsorption [3]

Fonction	Effet
Hydroxyle	Réduit généralement l'adsorption ; cette diminution est liée à la structure de la molécule de base.
Amine	Influence analogue (mais. Plus prononcée) à celles des fonctions hydroxyles. La plupart des acides aminés Ne sont pas adsorbés, du moins de façon appréciable.
Carboxyle	Effet variable selon la nature de la molécule. L'acide glyoxlique est plus adsorbé que l'acide acétique. Cet effet particulier n'a pas été observé pour les acides à chaîne carbonée plus grande.
Doubles liaisons	Variable.
Halogènes	Variable.
Sulfonique	Diminue généralement l'adsorption
Nitro	Augmentation généralement l'adsorption

# *Chapitre III*

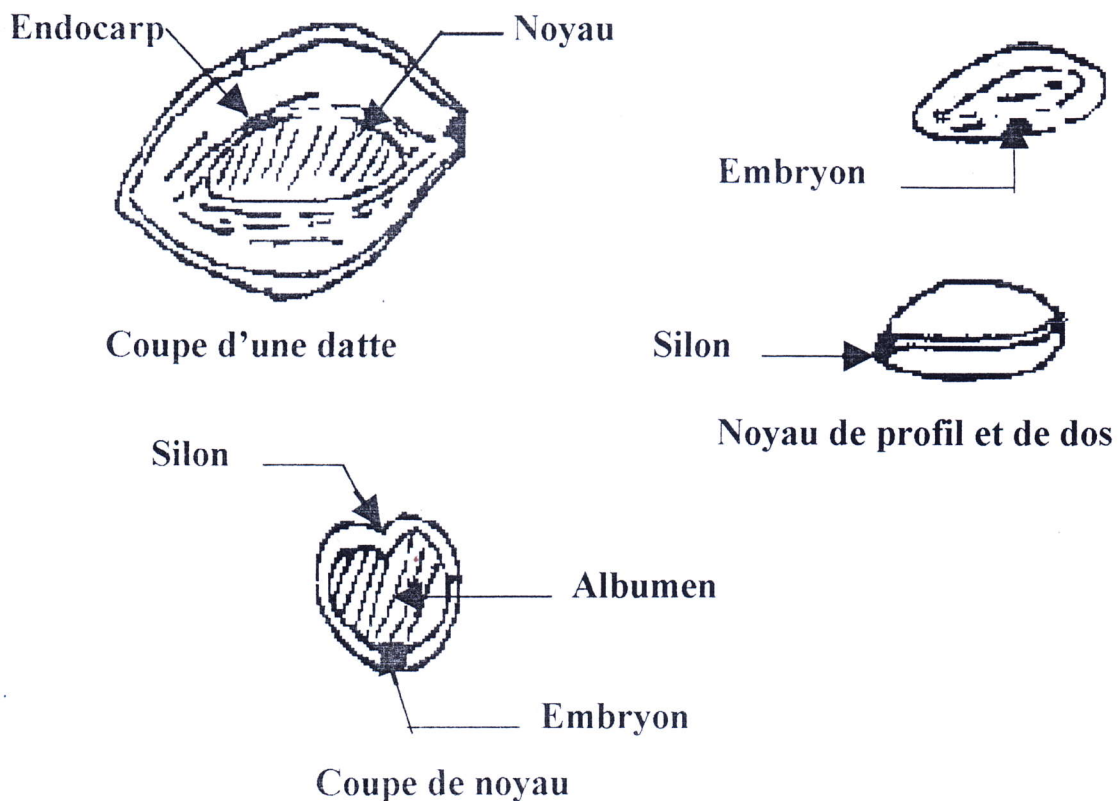
## *La préparation et la caractérisation du charbon actif*

### III- 1 Echantillon utilisé

Dans le but d'une valorisation des sous produits locaux, nous avons choisi comme échantillon les noyaux de dattes «Deglet Nour» de la région Ouargla

#### III-1-1 Aspect botanique :

Les Noyaux de datte sont entourés d'un endocarpe parcheminé, est de la forme allongée plus ou moins volumineux, son poids moyen oscille autour du gramme, il représente de 7% à 30% du poids de la datte.



**Figure 2** : la forme et les composants de noyau de datte. [14]

#### III-1-2 La composition de noyau de datte (variété Déglet Nour)

Le taux d'humidité est mesuré par la perte en poids de l'échantillon après séchage dans une étuve à 120°C pendant 15 heures.

Le taux de cendre exprimé en % est le rapport entre le poids des cendres laissées par la calcination à 700 °C pendant une heure et le poids de l'échantillon sec initial.

Nous donnons dans le tableau suivant, la composition chimique de noyaux de dattes (Déglet Nour).

**Tableau 2:** la composition chimique des noyaux de dattes Déglet Nour. [14]

Elément a dosé %	Echantillon deglet nour	
	Par rapport à MF	Par rapport à MS
Humidité	12.12	-
Lipides	4.39	5.21
Protéines	10.71	12.71
Sucres :		
ST	11.75	14.06
SR	6.5	-
Cellulose brute	37	43.92
Cendres	1.74	-
Na <sup>+</sup>	0.20	-
K <sup>+</sup>	0.67	-
Ca <sup>+2</sup>	0.23	-
P	0.325	-
Mg	0.056	-

NB:

MF: matière froide ;

MS: matière sèche ;

ST: Sucres totaux ;

SR: sucres réducteurs.

### III-2- Echantillonnage

Dans le but d'une valorisation de sous produits locaux, Nous avons utilisé comme précurseur les noyaux de dattes de variété Déglet Nour.

Le noyau de datte est une graine de forme allongée et de grosseur variable, sont poids moyen oscille autour du gramme, il représente 7 à 30% du poids de datte et constitué d'un albumen corne, de consistance dure, protégé par une enveloppe cellulosique. [15]

Une fois débarrassés fruits qui retiennent les noyaux de dattes, ces derniers sont lavés et séchés à l'étuve à 120°C pendant 15 heures, ils sont ensuite broyés, les grains sont retenus, et conservés à l'abri de l'air dans des flacons fermés hermétiquement.

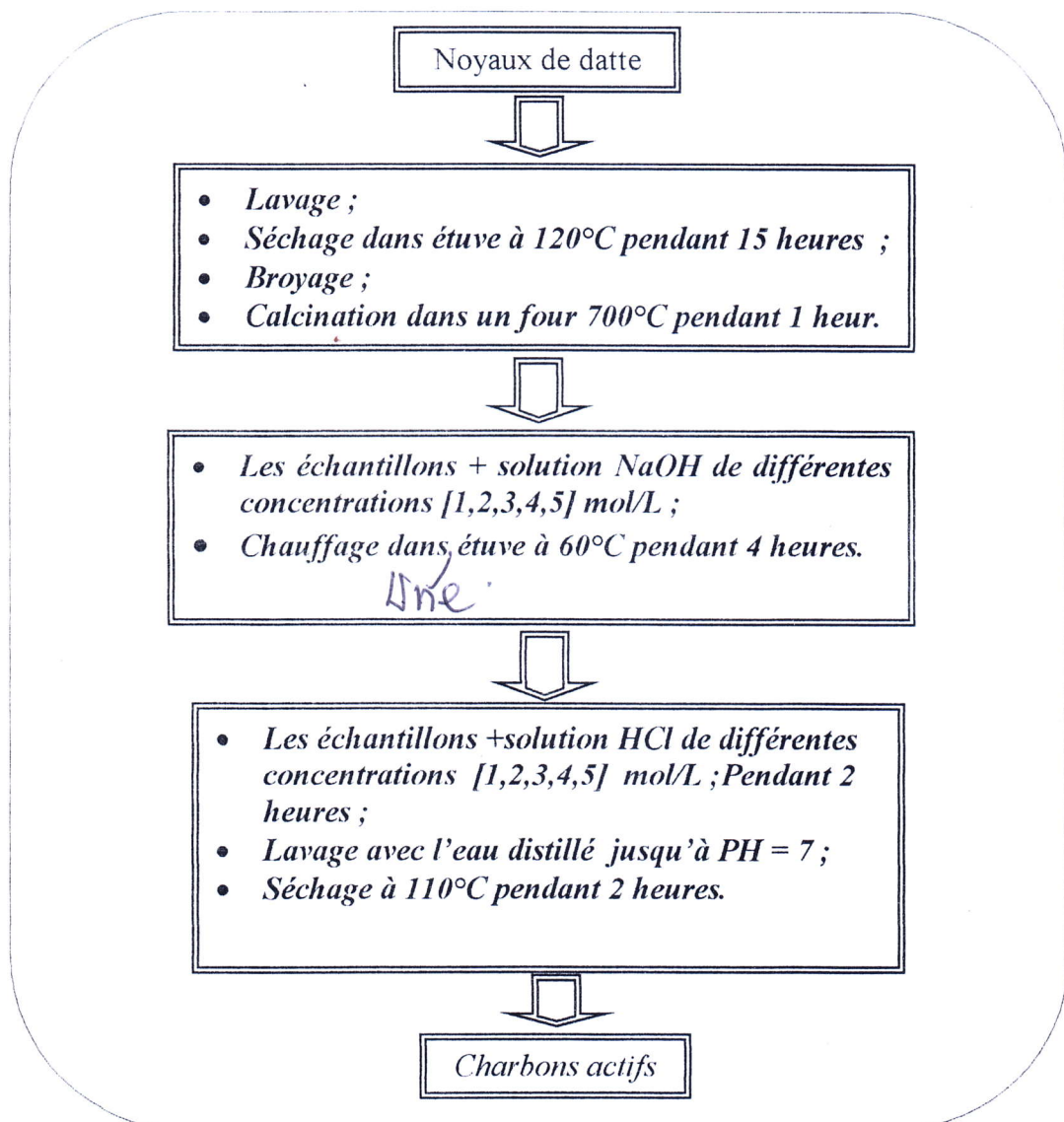
### III-2-1 Technique expérimentale

Dans notre travail, nous avons activé les échantillons par deux méthodes différentes de traitement:

#### ● L'activation physique suivie par un traitement chimique

Les divers échantillons utilisés sont traités chimiquement avec une solution de NaOH(1g/4ml), la concentration de l'agent activant comprise entre 1 et 5 mol/l, les échantillons sont mis à l'étuve à 60°C pendant 4 heures, après refroidissement, ils sont ensuite traités par une solution d'acide chlorhydrique (1g/4ml) de différentes concentrations (1 jusqu'à 5 mol/l) pendant deux heures, puis lavés avec de l'eau distillée jusqu'à l'obtention de pH neutre, et en fin séché à 120°C pendant deux heures.

**Figure 3 :** Diagramme d'activation physique suivie par traitement chimique

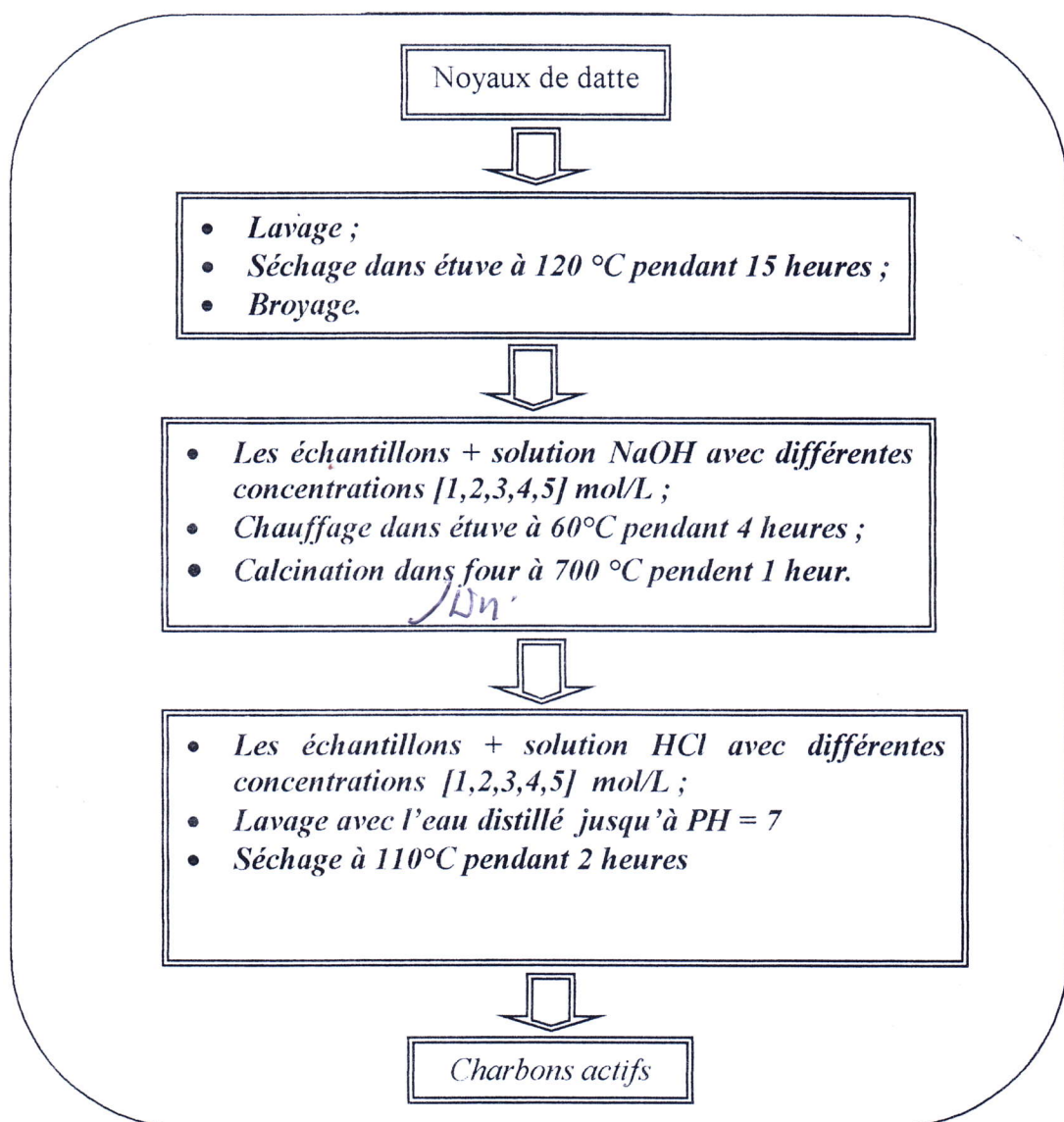


### ● L'activation chimique suivie par un traitement physique

Les échantillons imprégnés par une solution de NaOH de concentrations comprises entre 1 et 5 mol/l (1g/3ml), à 60°C pendant quatre heures,

La concentration des échantillons est réalisée dans un four électrique, à 700°C pendant une heure, On laisse refroidir jusqu'à la température ambiante, puis on ajoute de l'acide chlorhydrique (1g/3ml) à différentes concentrations de 1 à 5 mol/l, pendant deux heures, ils sont ensuite lavés par l'eau distillée jusqu'à pH neutre, et en fin séché à 110°C durant deux heures.

**Figure 4** : Diagramme d'activation chimique suivie par traitement physique.



### III-3 Les structures interne des matériaux poreux

Les matériaux poreux sont des milieux à structure interne complexe. L'étude de leurs réseaux poreux est d'une grande importance pratique et permet une meilleure compréhension de leurs propriétés thermiques, hydriques et mécaniques.

#### III-3-1 Concepts de base

D'un point de vue générale, des matériaux poreux est un milieu hétérogène comportant deux phases distinctes :

- La matrice (ou phase solide).
- les pores (ou vides) répartis de façon complexe et aléatoire au sien de la phase solide. [16]

#### III-3-2 Essais gravimétriques

Nous avons procédé à la détermination de la porosité du matériau à partir des mesures de masse d'échantillon à l'état sec à l'état saturé.

La teneur en eau massique à saturation  $W_{sat}$  est alors calculée par la relation :

$$W_{sat} = \frac{(m_{sat} - m_{sec})}{m_{sec}} \quad (7)$$

$m_{sat}$  et  $m_{sec}$  sont respectivement la masse sèche et la masse saturée d'un échantillon.

on en déduit la porosité volumique  $\eta$  par la relation :

$$\eta = \frac{W_{sat} \rho_s}{\rho_L} \quad (8)$$

$\rho_L$  : densité de l'eau liquide (g/cm<sup>3</sup>) ;

$\rho_s$  : densité sèche du matériau. [17]



### ● La porosité

On peut calculer la porosité, d'un matériau en divisant le volume des vides dans cette dernière par le volume totale.

$$\varepsilon = \frac{V_V}{V_T} \quad (9)$$

$V_V$  : volume des vides ;

$V_T$  : volume total du matériau ;

$V_g$  : volume des grains.

$$V_T = V_V + V_g \quad (10)$$

### ● la densité apparente

c'est la masse du charbon utilisé par le volume apparente

$$\rho = \frac{m_c}{V_a} \quad (11)$$

$m_c$  : la masse de charbon utilisé ;

$V_a$  : le volume apparente.

### III-4 surface spécifique

La connaissance de la surface spécifique, appelée aussi air massique, est d'une grande importance dans la caractérisation d'une poudre ou d'un solide, quels que soient les domaines d'application : catalyseur, noir de carbone, charbons actifs ... etc.

L'estimation de la surface spécifique d'un adsorbant est conventionnellement fondée sur des mesures de la capacité d'adsorption de cet adsorbant pour un soluté donné, La molécule de ce soluté devant avoir une surface acceptable.

Pour calculer la surface spécifique on a la relation suivante :

$$S = q_0 \cdot S_m \cdot A \quad (12)$$

$S$  : La surface spécifique [ m<sup>2</sup>/g ].

$q_0$ : La capacité maximale d'adsorption à l'équilibre [mol/l].

$A$  : Nombre d'Avogadro 6.023 . 10<sup>23</sup> [mol<sup>-1</sup>].

$S_m$ : L'aire occupée par une molécule de l'adsorbant.

L'équation pour l'adsorption physique d'un gaz sur solide, dite équation BET permet de déterminer le volume adsorbé en monocouche :

$V_m$  : une fois ce volume connu, tel que :

$$S = n \cdot S_m \quad (13)$$

$S$  : la surface totale de l'échantillon.

$n$  : nombre de molécules de Gaz adsorbées en monocouche.

$S_m$  : surface d'une molécule de Gaz. [18,19]

### III-5 Equipements et produits

- ⊕ Etuve électrique (MEMMERT) ;
- ⊕ Balance sensible;
- ⊕ Broyeur d'analyse ( ACHTUNG-WARNING);
- ⊕ Four HERAEUSS ELECTRIC ;
- ⊕ Agitateur, capsule en porcelaine ;
- ⊕ pH mètre (potentiel d'hydrogène) ;
- ⊕ Solution NaOH (la pureté 98 %, M=40 g/mol ) ;
- ⊕ Solution HCl (la pureté 37%, M=36.46 g/mol, densité=1.19) ;
- ⊕ Phénol phtaléine ;
- ⊕ Acide acétique( la pureté 99.8%, M=60.05 g/mol, densité=1.05).

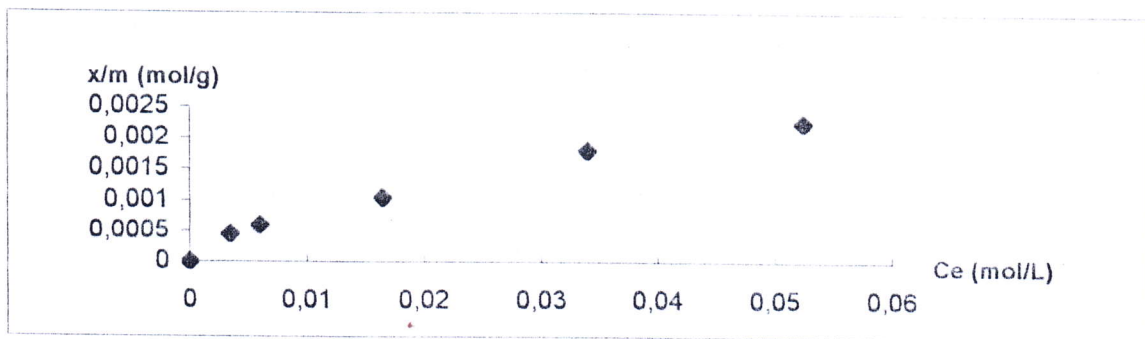
### III-6 Les isothermes d'adsorption

Nous appliquons les modèles de Langmuir et de Freundlich, pour étudier le pouvoir adsorbant.

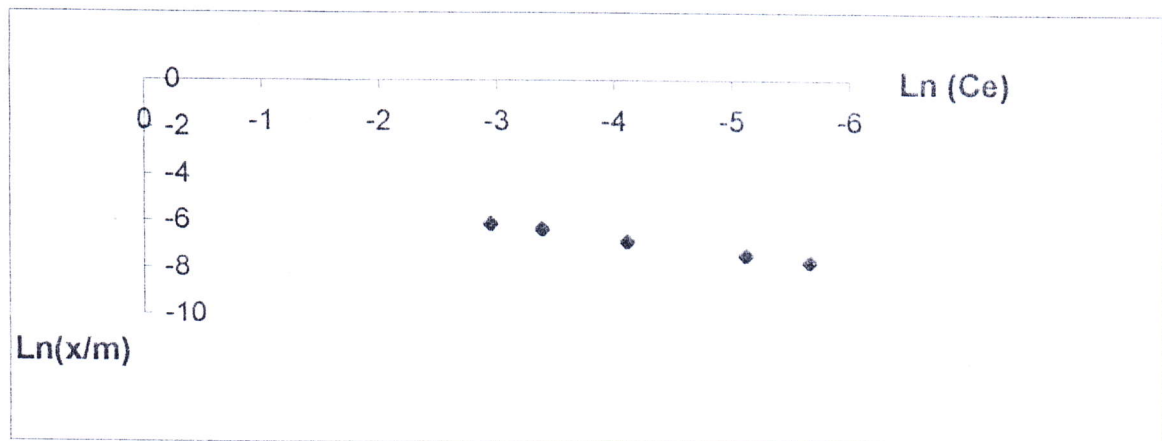
Nous avons mis en contact 0.1g du charbon activé avec 30ml de solution d'acide acétique à différentes concentrations initiales (0.005, 0.008, 0.02, 0.04 et 0.06) mol/L, à une température de 25 °C, après 180 minutes, le mélange est filtré, et le filtrat recueilli est dosé par une solution de NaOH à concentration 0.1 mol/L.

**Tableau 3:** les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le charbon activé P<sub>1</sub>.

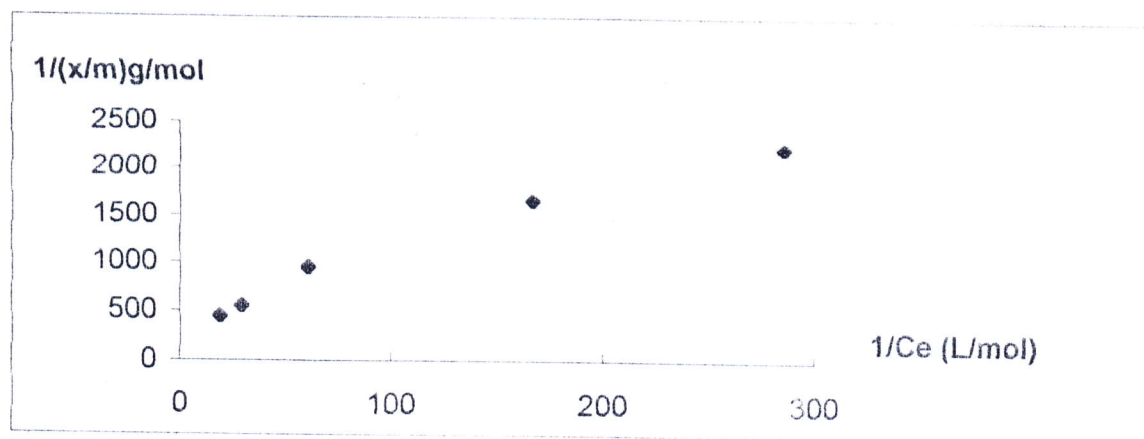
m (g)	C <sub>0</sub> (mol/L)	C <sub>e</sub> (mol/l)	X/m (mol/g)	1/C <sub>e</sub> (L/mol)	1/(x/m) (g/mol)	Ln(x/m)	LnC <sub>e</sub>
0.1	0.005	0.0035	0.00045	285.714	2222.222	-7.706	-5.654
0.1	0.008	0.006	0.0006	166.666	1666.666	-7.418	-5.116
0.1	0.02	0.0165	0.00105	60.6060	952.380	-6.858	-4.104
0.1	0.04	0.034	0.0018	29.4117	555.555	-6.319	-3.381
0.1	0.06	0.0525	0.00225	19.0476	444.444	6.096	-2.946



**Figure 5:** Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur charbon activé P<sub>1</sub>.



**Figure 6:** Isotherme d'adsorption de Freundlich sur charbon activé P<sub>1</sub>.



**Figure 7 :** Isotherme d'adsorption de Langmuir sur charbon activé  $P_1$ .

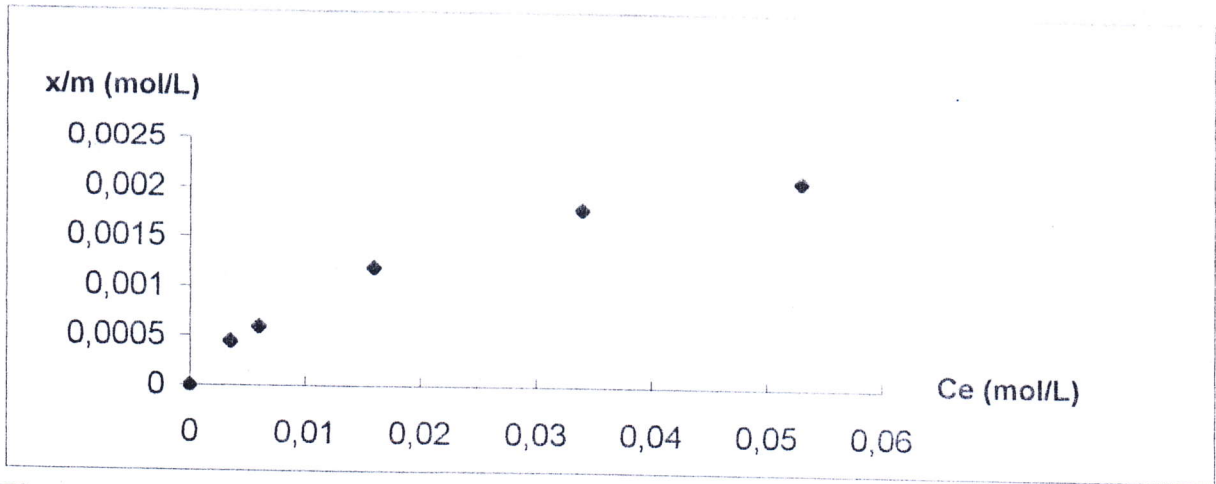
Les paramètres équationnels des deux modèles ainsi que le coefficient de régression  $R^2$  sont regroupés dans le tableau.

**Tableau 4 :** Paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le charbon active  $P_1$ .

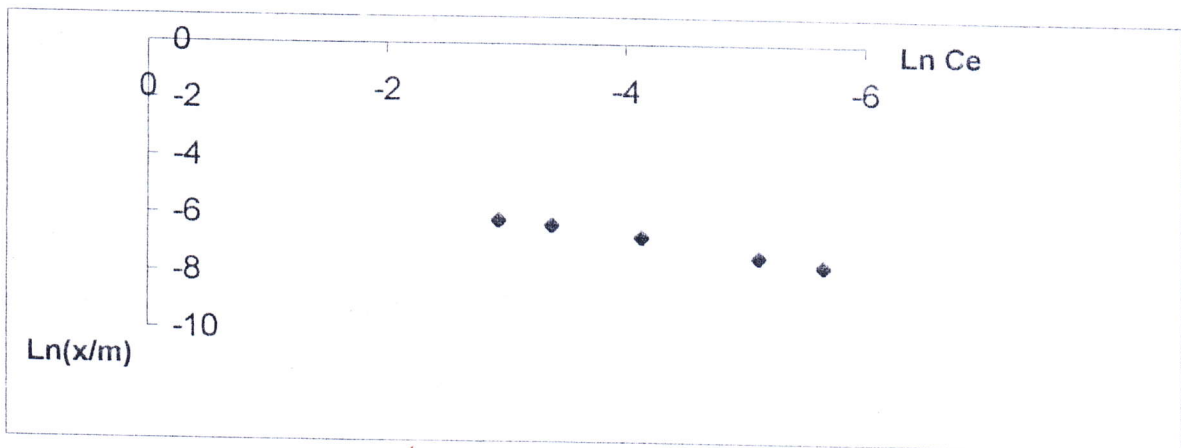
Modèle de Freundlich				Modèle de Langmuir		
$K_F$	$1/n$	$n$	$R^2$	$q_0$ (mol/g)	$b$ (l/mol)	$R^2$
0.01329	0.6037	1.65645	0.9967	0.0023526	64.223	0.9742

**Tableau 5 :** les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le charbon activé  $P_2$ .

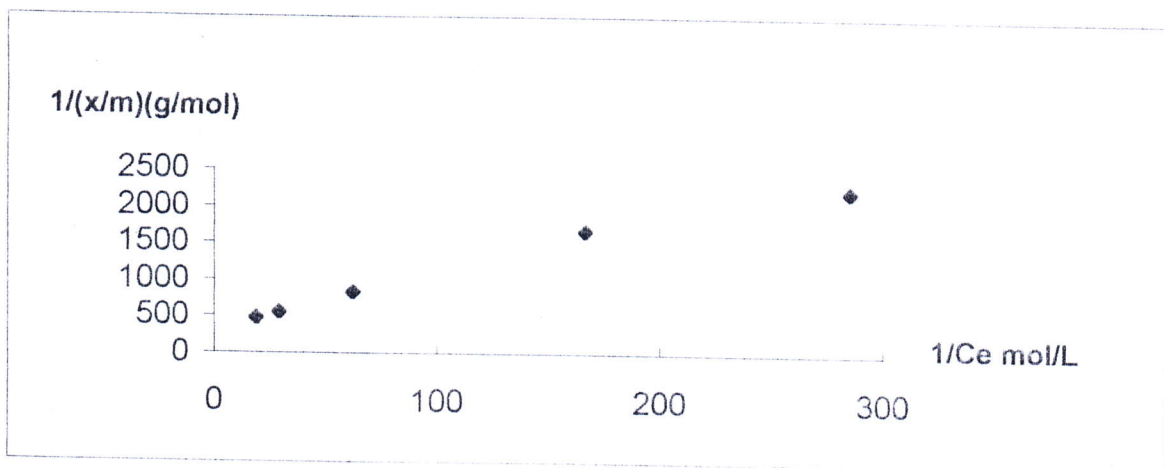
$m$ (g)	$C_0$ (mol/L)	$C_e$ (mol/l)	$X/m$ (mol/g)	$1/C_e$ (L/mol)	$1/(x/m)$ (g/mol)	$\ln(x/m)$	$\ln ce$
0.1	0.005	0.0035	0.00045	285.7142	2222.2222	-7.70626	-5.65499
0.1	0.008	0.006	0.0006	166.6666	1666.6666	-7.41858	-5.116
0.1	0.02	0.016	0.0012	62.5	833.33333	-6.72543	-4.13517
0.1	0.04	0.034	0.0018	29.41176	555.55555	-6.31997	-3.38139
0.1	0.06	0.053	0.0021	18.86792	476.19048	-6.16582	-2.93746



**Figure 8 :** Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur charbon activé P<sub>2</sub>.



**Figure 9 :** Isotherme d'adsorption de Freundlich sur charbon activé P<sub>2</sub>.



**Figure 10 :** Isotherme d'adsorption de Langmuir sur charbon activé P<sub>2</sub>.

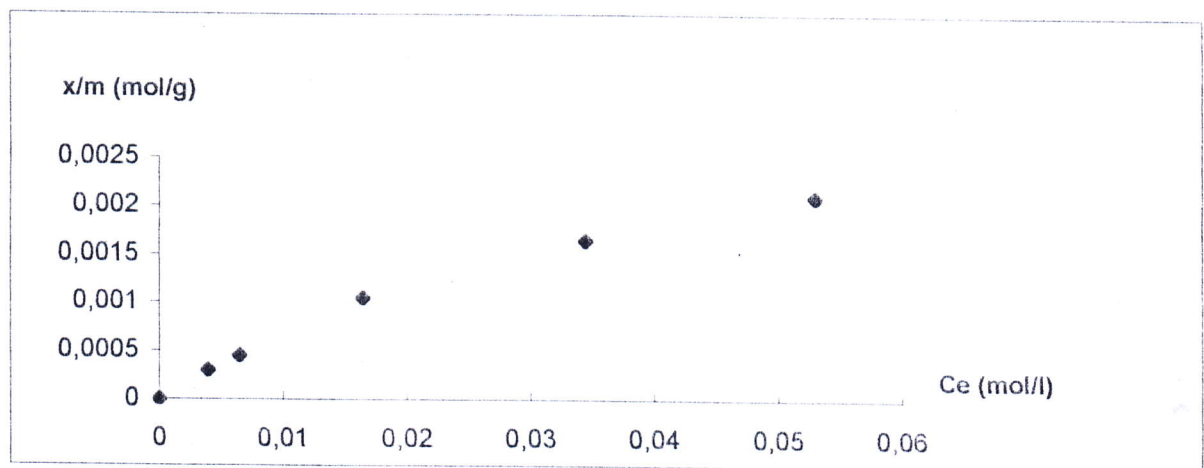
Les paramètres équationnels des deux modèles ainsi que le coefficient de régression  $R^2$  sont regroupés dans le tableau.

**Tableau 6 :** Paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le charbon active P<sub>2</sub>.

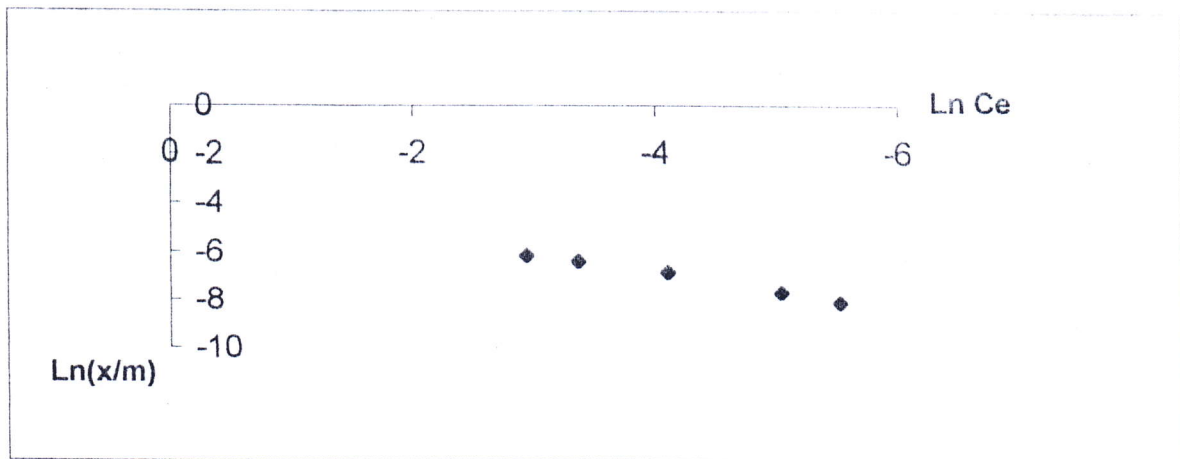
Modèle de Freundlich				Modèle de Langmuir		
$K_F$	$1/n$	$n$	$R^2$	$q_0(\text{mol/g})$	$b(\text{l/mol})$	$R^2$
0.22888	0.5885	1.69923	0.9925	0.0025187	59.3272	0.9848

**Tableau 7:** les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le charbon activé P<sub>3</sub>.

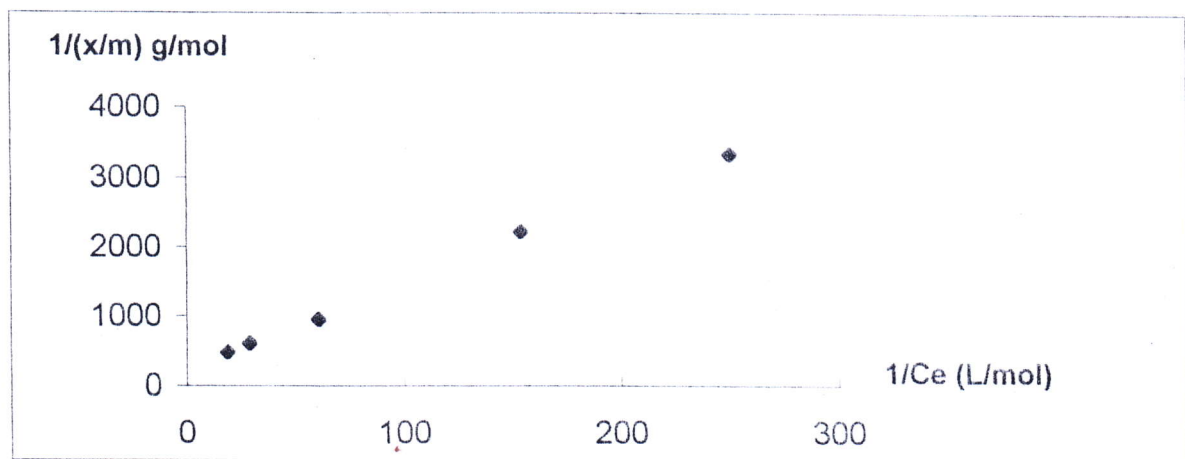
m (g)	$C_0$ (mol/L)	$C_e$ (mol/l)	X/m (mol/g)	$1/C_e$ (L/mol)	$1/(x/m)$ (g/mol)	$\ln(x/m)$	$\ln c_e$
0.1	0.005	0.004	0.0003	250	3333.3333	-8.11173	-5.52146
0.1	0.008	0.0065	0.00045	153.8461	2222.2222	-7.70626	-5.03595
0.1	0.02	0.0165	0.00105	60.60606	952.38095	-6.85897	-4.10439
0.1	0.04	0.0345	0.00165	28.98550	606.06061	-6.40698	-3.3668
0.1	0.06	0.053	0.0021	18.86792	476.19048	-6.16582	-2.93746



**Figure 11 :** Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur charbon activé P<sub>3</sub>.



**Figure 12:** Isotherme d'adsorption de Freundlich sur charbon activé P<sub>3</sub>.



**Figure 13:** Isotherme d'adsorption de Langmuir sur charbon activé P<sub>3</sub>.

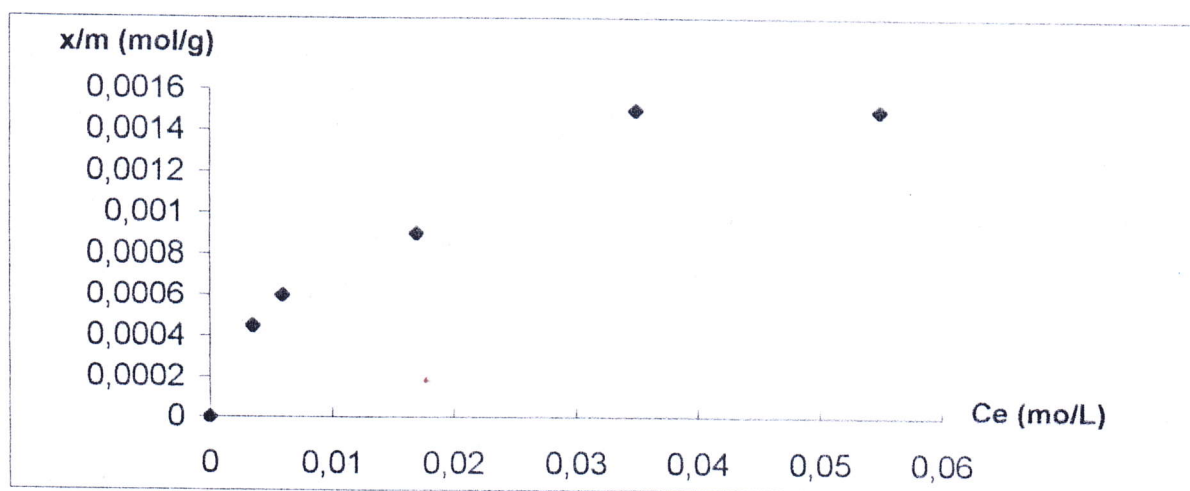
Les paramètres équationnels des deux modèles ainsi que le coefficient de régression  $R^2$  sont regroupés dans le tableau.

**Tableau 8 :** Paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le charbon activé P<sub>3</sub>.

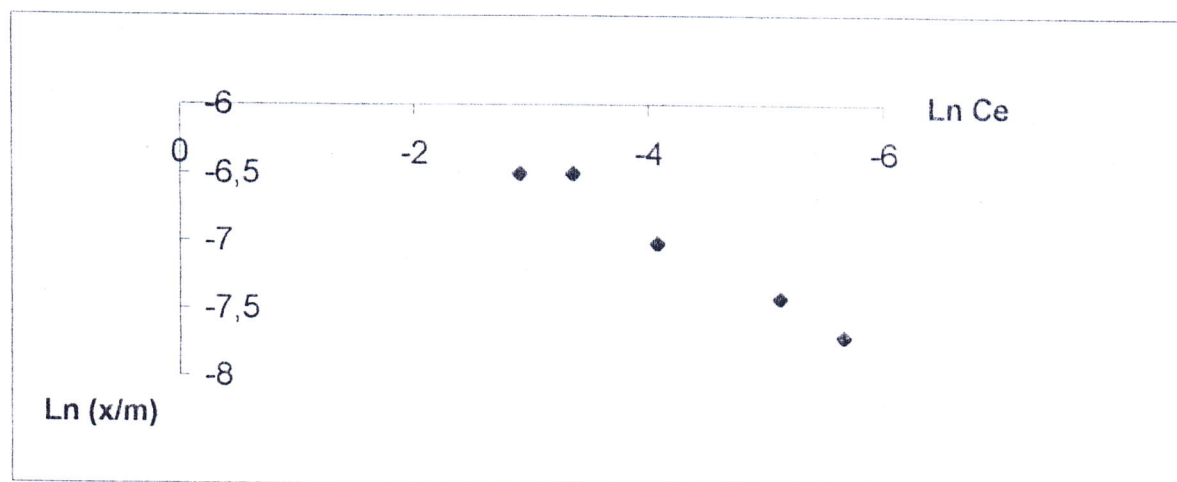
Modèle de Freundlich				Modèle de Langmuir		
$K_F$	$1/n$	$n$	$R^2$	$q_0(\text{mol/g})$	$b(\text{l/mol})$	$R^2$
0.02133	0.7638	1.30924	0.9916	0.0042124	18.9927	0.9989

**Tableau 9:** les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le charbon activé P<sub>4</sub>.

m (g)	C <sub>0</sub> (mol/L)	C <sub>e</sub> (mol/l)	X/m (mol/g)	1/C <sub>e</sub> (L/mol)	1/(x/m) (g/mol)	Ln(x/m)	Ln ce
0.1	0.005	0.0035	0.00045	285.7142	2222.2222	-7.70626	-5.65499
0.1	0.008	0.006	0.0006	166.6666	1666.6667	-7.41858	-5.1160
0.1	0.02	0.017	0.0009	58.82352	1111.1111	-7.01312	-4.07454
0.1	0.04	0.035	0.0015	28.57142	666.66667	-6.50229	-3.35241
0.1	0.06	0.055	0.0015	18.18181	666.66667	-6.50229	-2.90042

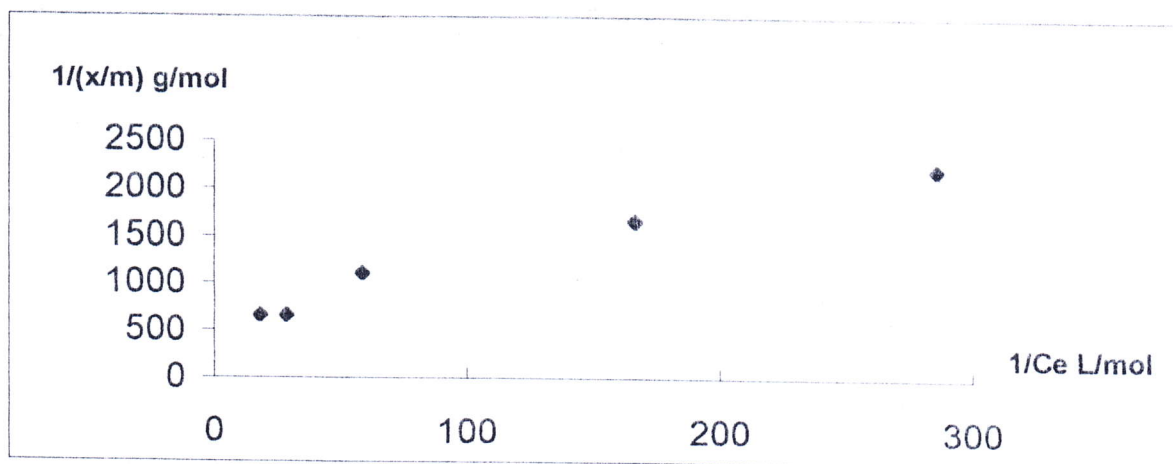


**Figure 14 :** Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur charbon activé P<sub>4</sub>.



**Figure 15 :** Isotherme d'adsorption de Freundlich sur charbon activé P<sub>4</sub>.





**Figure 16:** Isotherme d'adsorption de Langmuir sur charbon activé P<sub>4</sub>.

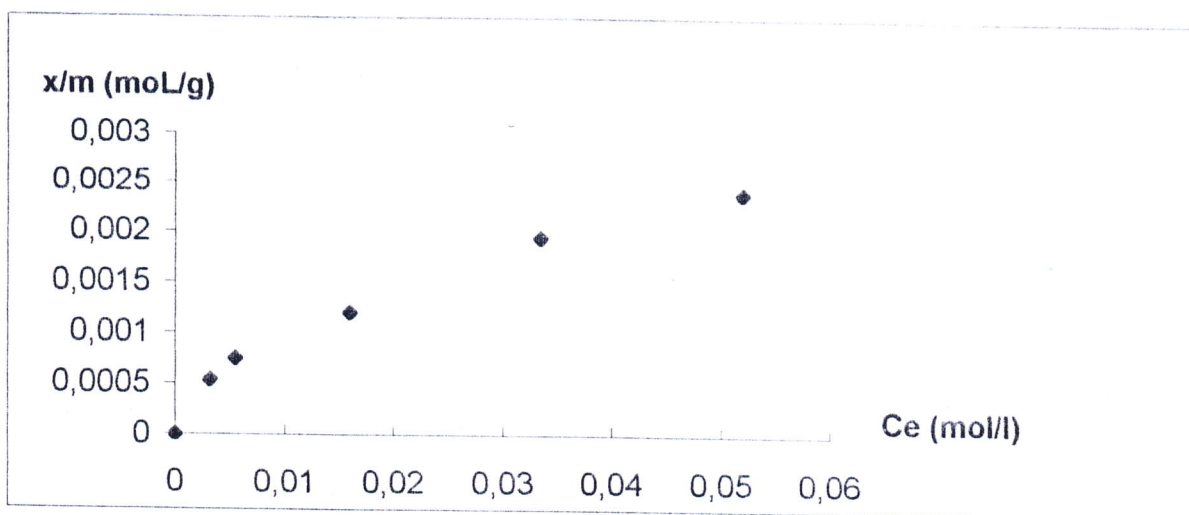
Les paramètres équationnels des deux modèles ainsi que le coefficient de régression R<sup>2</sup> sont regroupés dans le tableau.

**Tableau 10:** Paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le charbon activé P<sub>4</sub>.

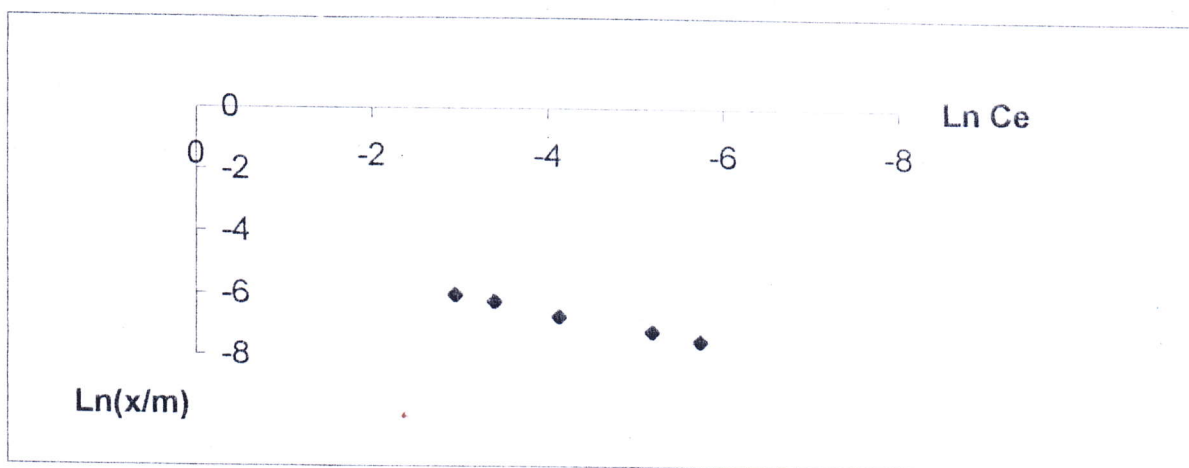
Modèle de Freundlich				Modèle de Langmuir		
K <sub>F</sub>	1/n	n	R <sup>2</sup>	q <sub>0</sub> (mol/g)	b(l/mol)	R <sup>2</sup>
0.006182	0.4603	2.17249	0.9776	0.0016274	105.132	0.9728

**Tableau 11:** les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le charbon activé P<sub>5</sub>.

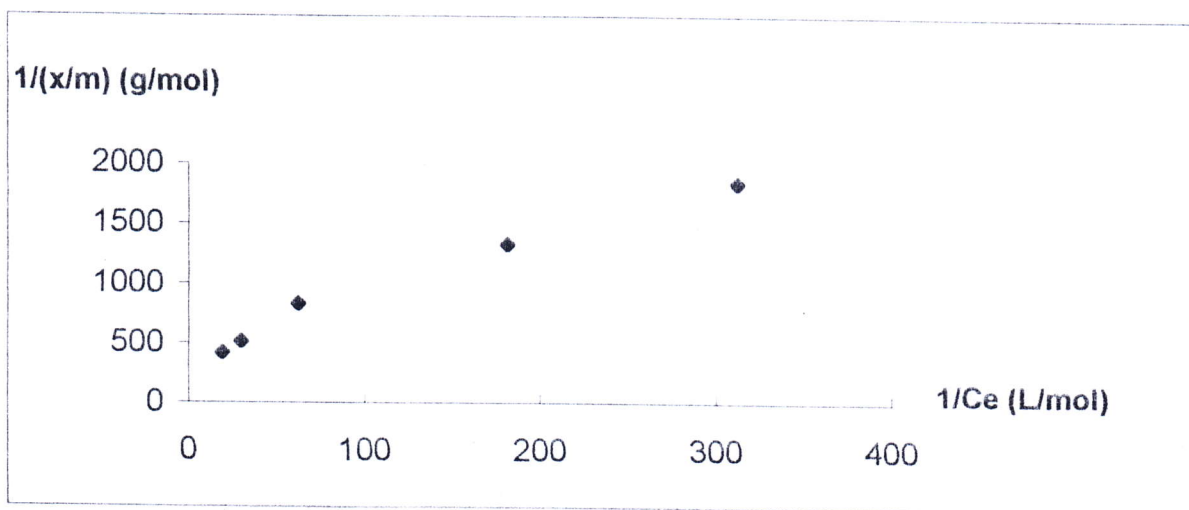
m (g)	C <sub>0</sub> (mol/L)	Ce (mol/l)	X/m (mol/g)	1/C <sub>e</sub> (L/mol)	1/(x/m) (g/mol)	Ln(x/m)	Ln Ce
0.1	0.005	0.0032	0.00054	312.5	1851.8519	-7.52394	-5.7446
0.1	0.008	0.0055	0.00075	181.8181	1333.3333	-7.19544	-5.20301
0.1	0.02	0.016	0.0012	62.5	833.33333	-6.72543	-4.13517
0.1	0.04	0.0335	0.00195	29.85074	512.82051	-6.23993	-3.39621
0.1	0.06	0.052	0.0024	19.23076	416.66667	-6.03229	-2.95651



**Figure 17 :** Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur charbon activé P<sub>5</sub>.



**Figure 18 :** Isotherme d'adsorption de Freundlich sur charbon activé P<sub>5</sub>.



**Figure 19 :** Isotherme d'adsorption de Langmuir sur charbon activé P<sub>5</sub>.

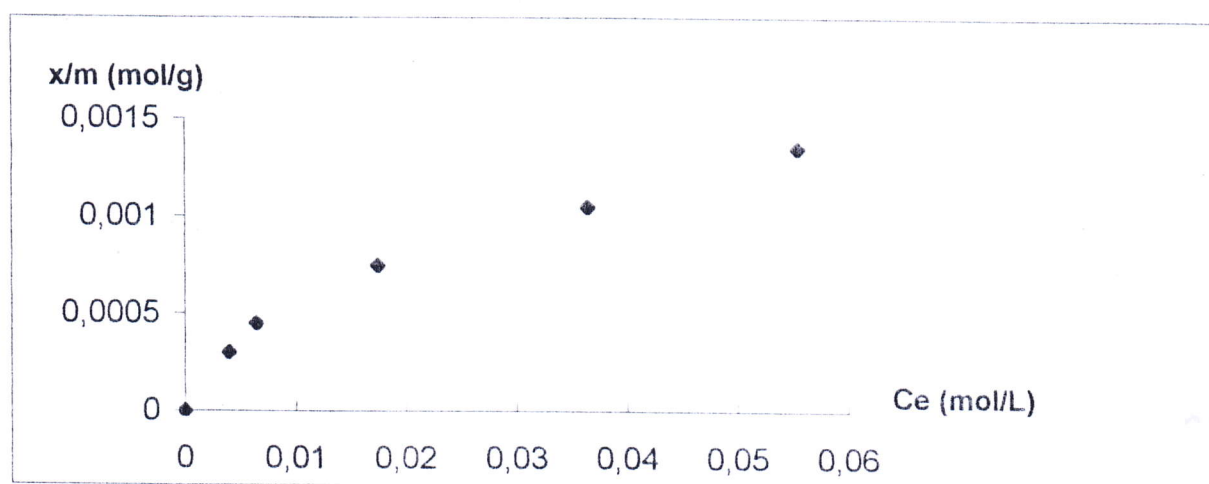
Les paramètres équationnels des deux modèles ainsi que le coefficient de régression  $R^2$  sont regroupés dans le tableau.

**Tableau 12:** Les paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le charbon activé P<sub>5</sub>.

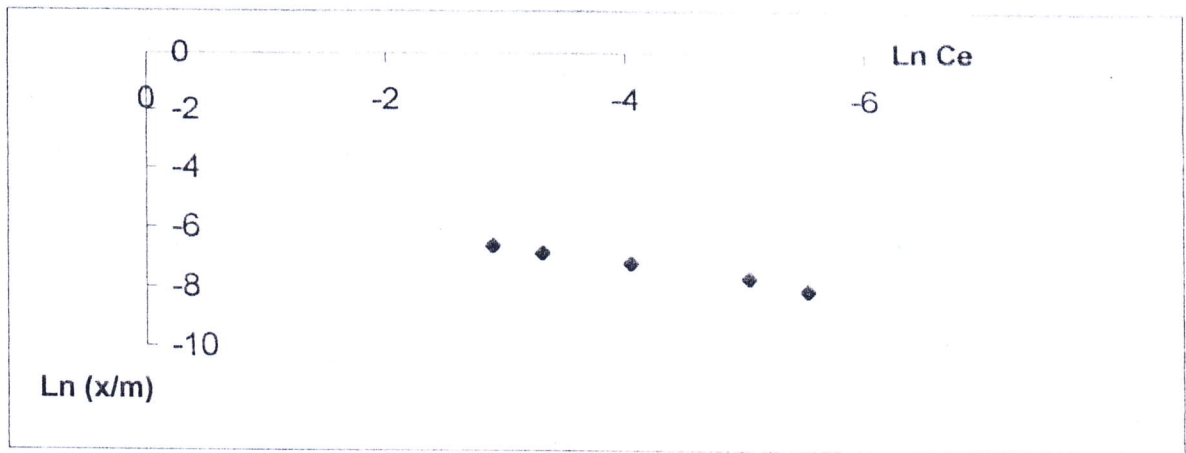
Modèle de Freundlich				Modèle de Langmuir		
$K_F$	$1/n$	$n$	$R^2$	$q_0(\text{mol/g})$	$b(\text{l/mol})$	$R^2$
0.011498	0.5313	1.88217	0.9961	0.0024183	86.9775	0.9792

**Tableau 13:** les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le charbon activé C<sub>1</sub>.

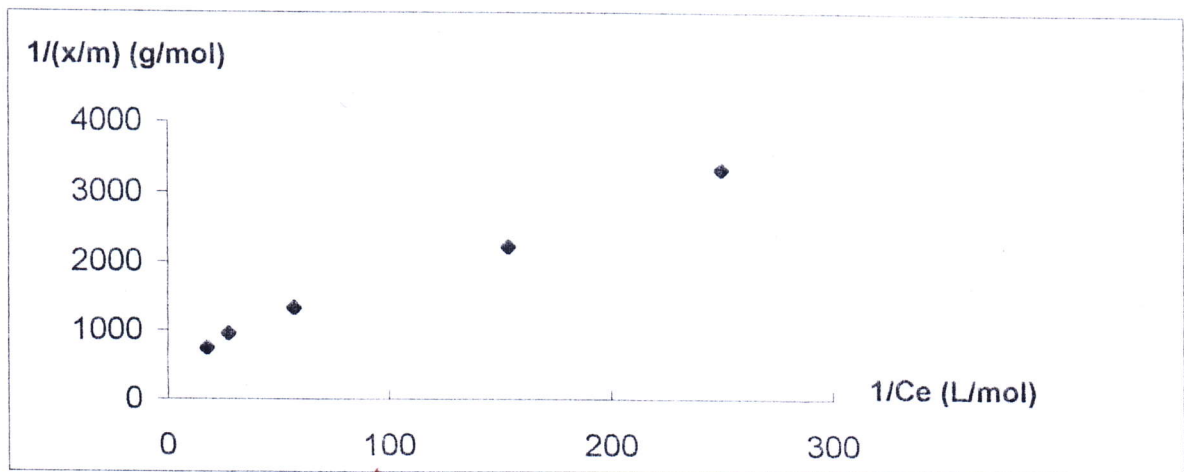
$m$ (g)	$C_0$ (mol/L)	$C_e$ (mol/l)	$X/m$ (mol/g)	$1/C_e$ (L/mol)	$1/(x/m)$ (g/mol)	$\ln(x/m)$	$\ln C_e$
0.1	0.005	0.004	0.00030	250	3333.3333	-8.11173	-5.52146
0.1	0.008	0.0065	0.00045	153.8461	2222.2222	-7.70626	-5.03595
0.1	0.02	0.0175	0.00075	57.1428	1333.3333	-7.19544	-4.04555
0.1	0.04	0.0365	0.00105	27.3972	952.38095	-6.85897	-3.31044
0.1	0.06	0.0555	0.00350	18.018	740.74047	-6.60765	-2.89137



**Figure 20 :** Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur charbon activé C<sub>1</sub>.



**Figure 21:** Isotherme d'adsorption de Freundlich sur charbon activé  $C_1$ .



**Figure 22 :** Isotherme d'adsorption de Langmuir sur charbon activé  $C_1$ .

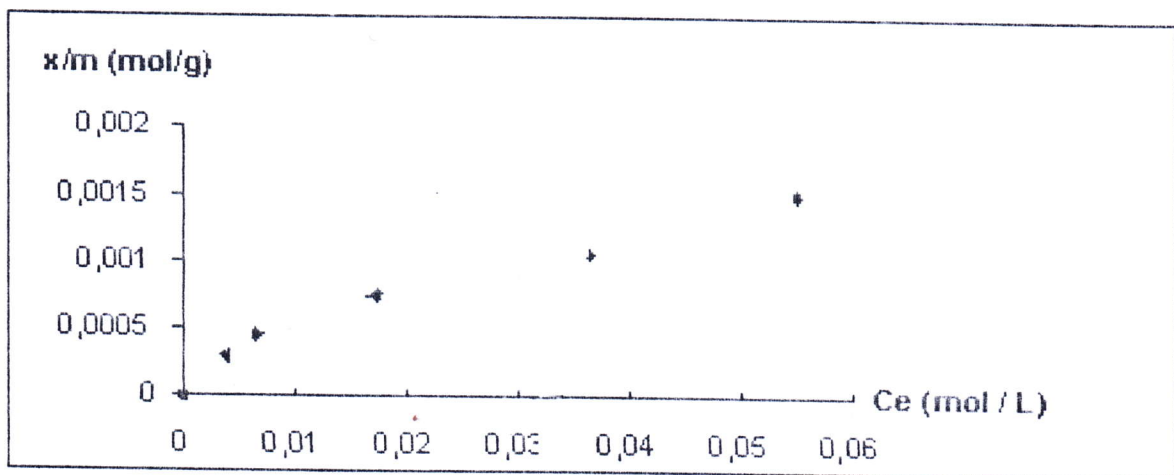
Les paramètres équationnels des deux modèles ainsi que le coefficient de régression  $R^2$  sont regroupés dans le tableau

**Tableau 14 :** Les paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le charbon activé  $C_1$ .

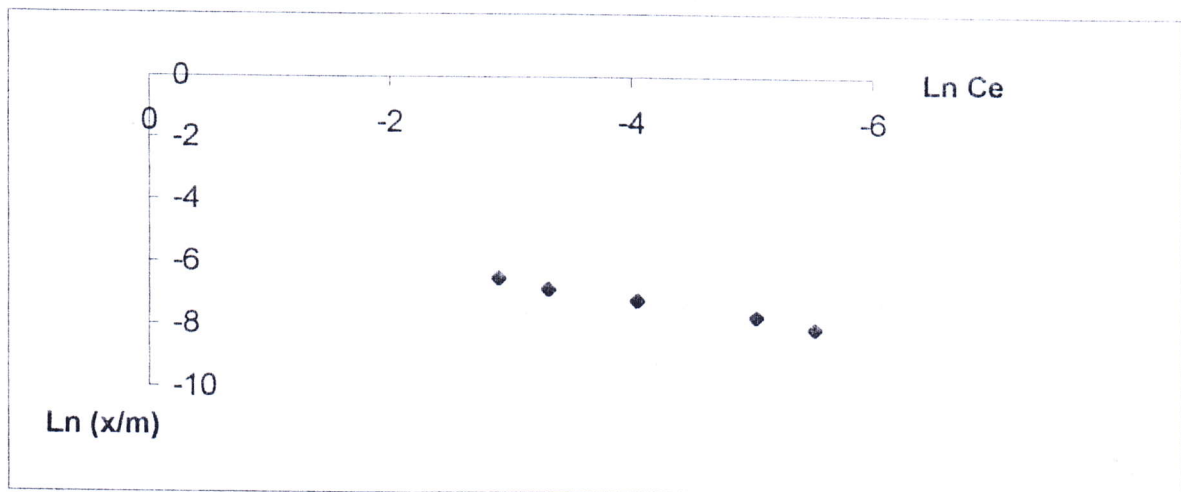
Modèle de Freundlich				Modèle de Langmuir		
$K_F$	$1/n$	$n$	$R^2$	$q_0(\text{mol/g})$	$b(\text{l/mol})$	$R^2$
0.006666	0.549	1.8214	0.992	0.001593	58.3731	0.9957

**Tableau 15:** les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le charbon activé C<sub>2</sub>.

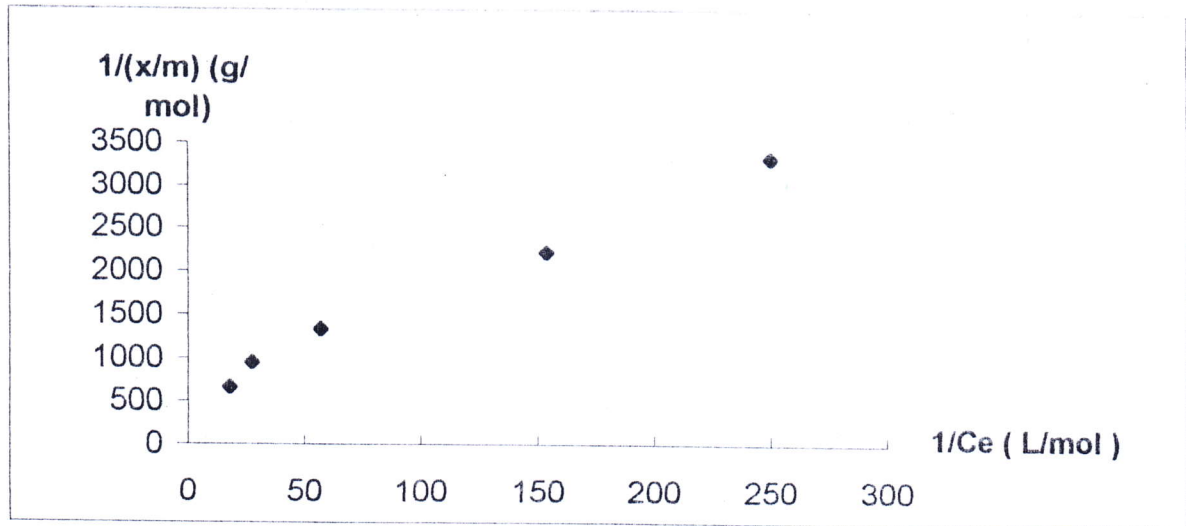
m (g)	C <sub>0</sub> (mol/L)	C <sub>e</sub> (mol/l)	X/m (mol/g)	1/C <sub>e</sub> (L/mol)	1/(x/m) (g/mol)	Ln(x/m)	Ln Ce
0.1	0.005	0.004	0.0003	250	3333.3333	-8.11173	-5.52146
0.1	0.008	0.0065	0.00045	153.8461	2222.2222	-7.70626	-5.03595
0.1	0.02	0.0175	0.00075	57.14285	1333.3333	-7.19544	-4.40555
0.1	0.04	0.0365	0.00105	27.39726	952.38095	-6.85897	-3.31044
0.1	0.06	0.055	0.0015	18.18181	666.66667	-6.50229	-2.90042



**Figure 23:** Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur charbon activé C<sub>2</sub>.



**Figure 24:** Isotherme d'adsorption de Freundlich sur charbon activé C<sub>2</sub>.



**Figure 25:** Isotherme d'adsorption de Langmuir sur charbon activé C<sub>2</sub>.

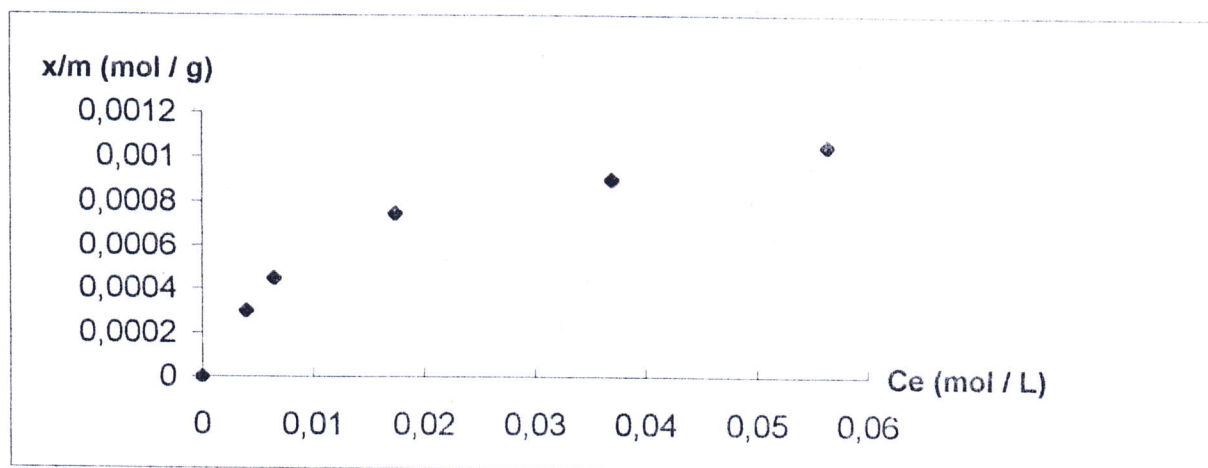
Les paramètres équationnels des deux modèles ainsi que le coefficient de régression R<sup>2</sup> sont regroupés dans le tableau.

**Tableau 16 :** Les paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le charbon activé C<sub>2</sub>.

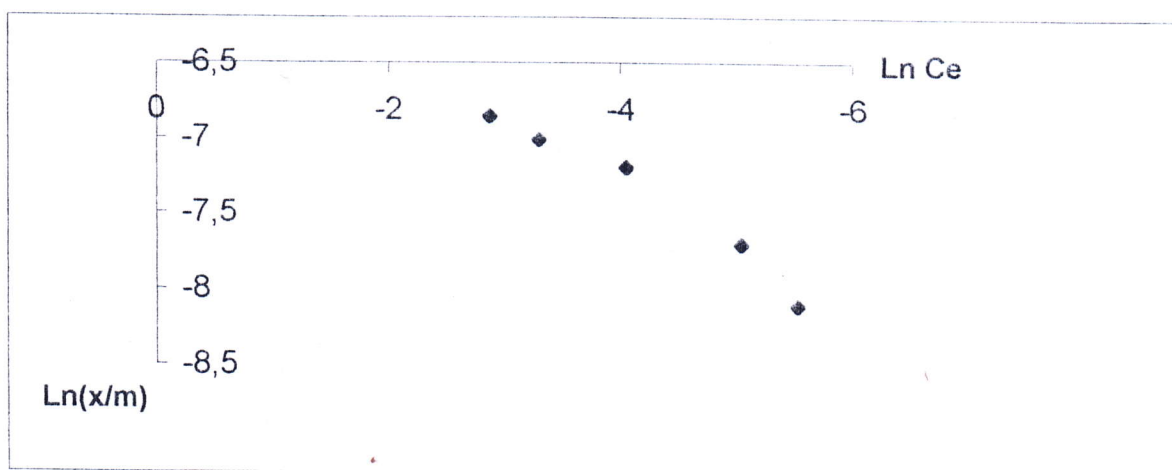
Modèle de Freundlich				Modèle de Langmuir		
K <sub>F</sub>	1/n	n	R <sup>2</sup>	q <sub>0</sub> (mol/g)	b(l/mol)	R <sup>2</sup>
0.007657	0.5772	1.7325	0.9904	0.0016775	54.6347	0.9925

**Tableau 17:** les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le charbon activé C<sub>3</sub>.

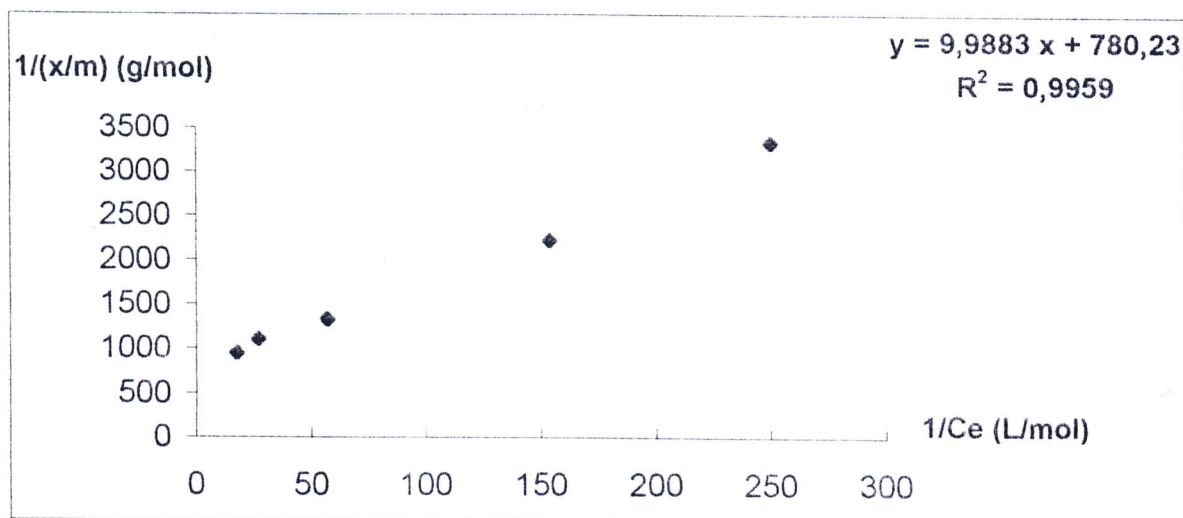
m (g)	C <sub>0</sub> (mol/L)	C <sub>e</sub> (mol/l)	X/m (mol/g)	1/C <sub>e</sub> (L/mol)	1/(x/m) (g/mol)	Ln(x/m)	Ln C <sub>e</sub>
0.1	0.005	0.004	0.0003	250	3333.3333	-8.11173	-5.52146
0.1	0.008	0.0065	0.00045	153.8461	2222.2222	-7.70626	-5.03595
0.1	0.02	0.0175	0.00075	57.14285	1333.3333	-7.19544	-4.04555
0.1	0.04	0.037	0.0009	27.02702	1111.1111	-7.01312	-3.29684
0.1	0.06	0.0565	0.00105	17.69911	952.38095	-6.85897	-2.87351



**Figure 26 :** Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur charbon actif  $C_3$ .



**Figure 27:** Isotherme d'adsorption de Freundlich sur charbon actif  $C_3$ .



**Figure 28:** Isotherme d'adsorption de Langmuir sur charbon actif  $C_3$ .

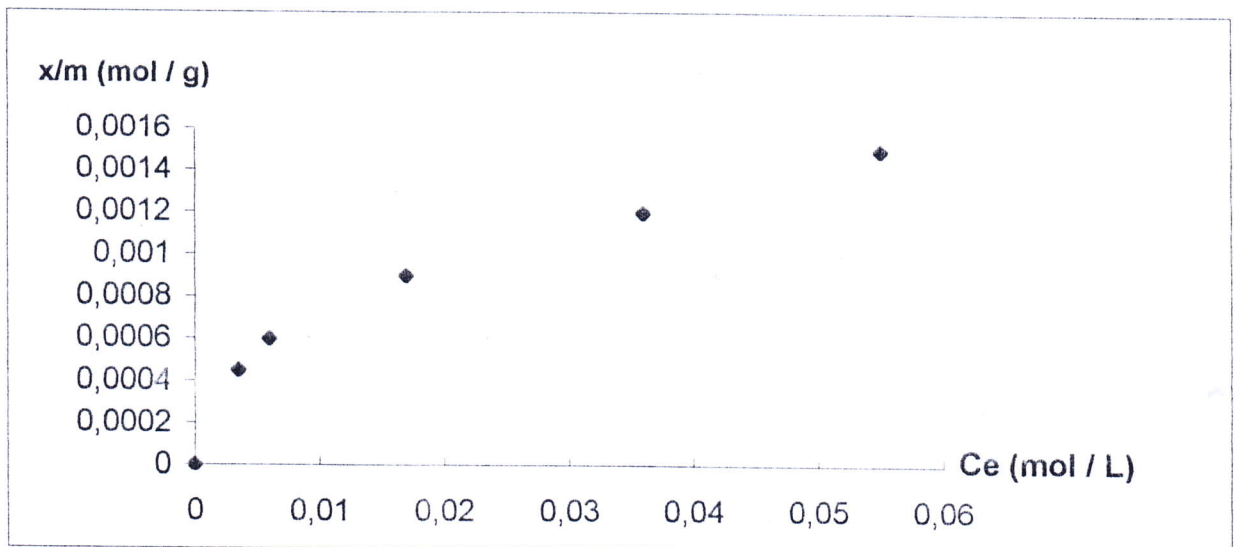
Les paramètres équationnels des deux modèles ainsi que le coefficient de régression  $R^2$  sont regroupés dans le tableau

**Tableau 18:** Les paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le charbon activé C<sub>3</sub>.

Modèle de Freundlich				Modèle de Langmuir		
$K_F$	$1/n$	$n$	$R^2$	$q_0(\text{mol/g})$	$b(\text{l/mol})$	$R^2$
0.004139	0.4549	2.19828	0.9629	0.0012816	78.1143	0.9959

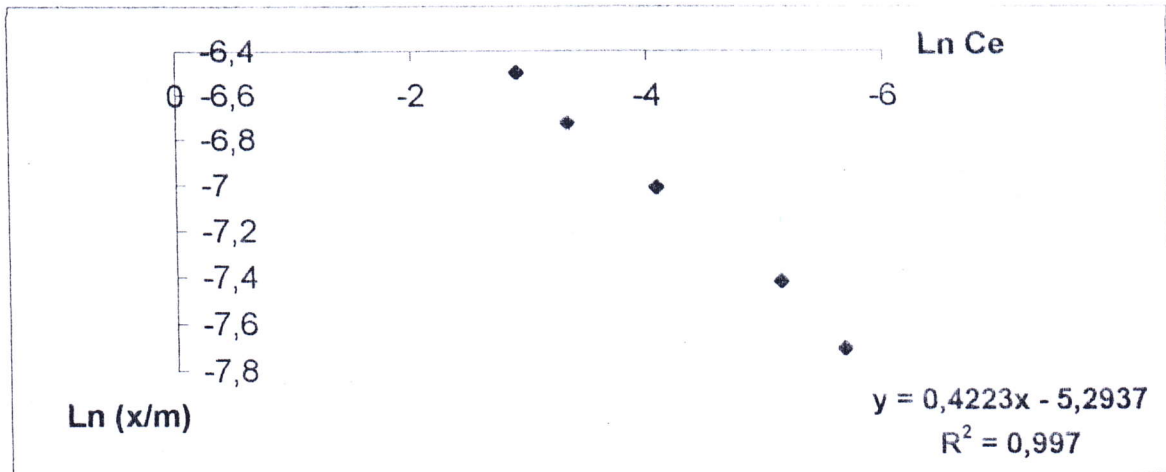
**Tableau 19:** les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le charbon activé C<sub>4</sub>.

$m$ (g)	$C_0$ (mol/L)	$C_e$ (mol/l)	$X/m$ (mol/g)	$1/C_e$ (L/mol)	$1/(x/m)$ (g/mol)	$\ln(x/m)$	$\ln C_e$
0.1	0.005	0.0035	0.00045	285.7142	2222.2222	-7.70626	-5.65499
0.1	0.008	0.006	0.0006	166.6667	1666.6667	-7.41858	-5.116
0.1	0.02	0.017	0.0009	58.82352	1111.1111	-7.01312	-4.07454
0.1	0.04	0.036	0.0012	27.77778	833.33333	-6.72543	-3.32424
0.1	0.06	0.055	0.0015	18.18181	666.66667	-6.50229	-2.90042

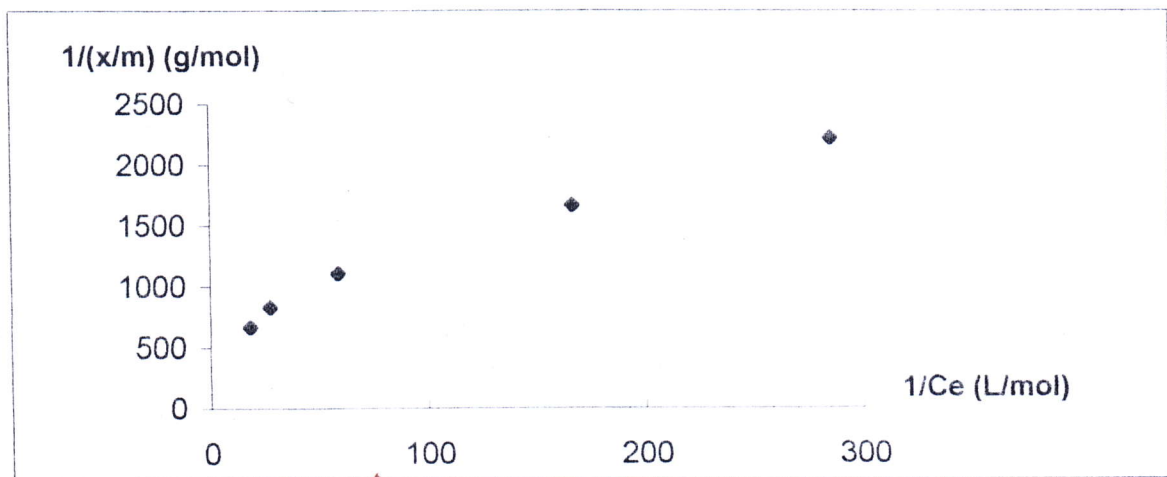


**Figure 29 :** Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur charbon activé C<sub>4</sub>.





**Figure 30 :** Isotherme d'adsorption de Freundlich sur charbon activé C<sub>4</sub>.



**Figure 31:** Isotherme d'adsorption de Langmuir sur charbon activé C<sub>4</sub>.

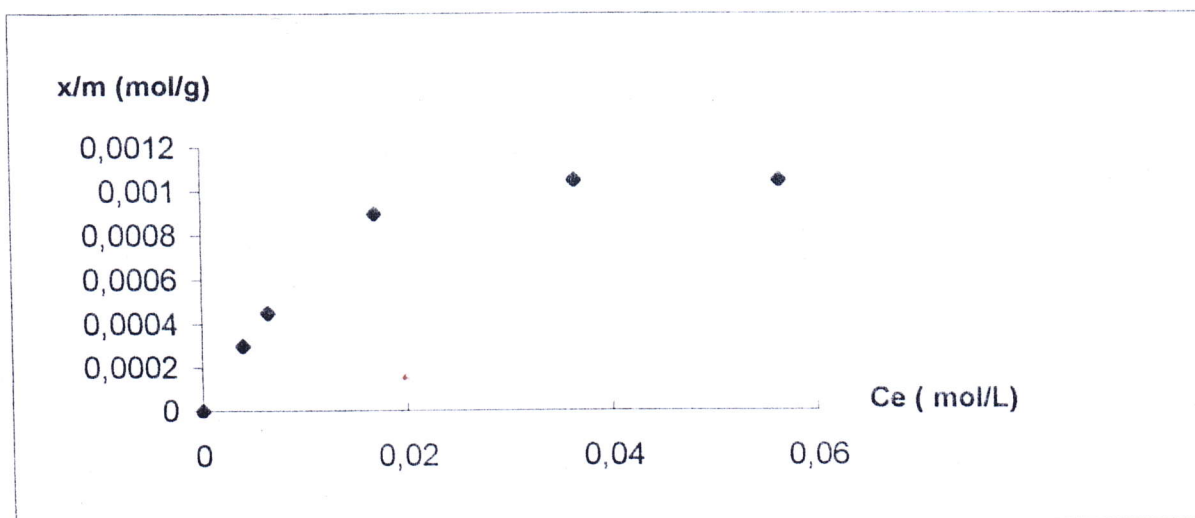
Les paramètres équationnels des deux modèles ainsi que le coefficient de régression R<sup>2</sup> sont regroupés dans le tableau

**Tableau 20 :** Les paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le charbon activé C<sub>4</sub>.

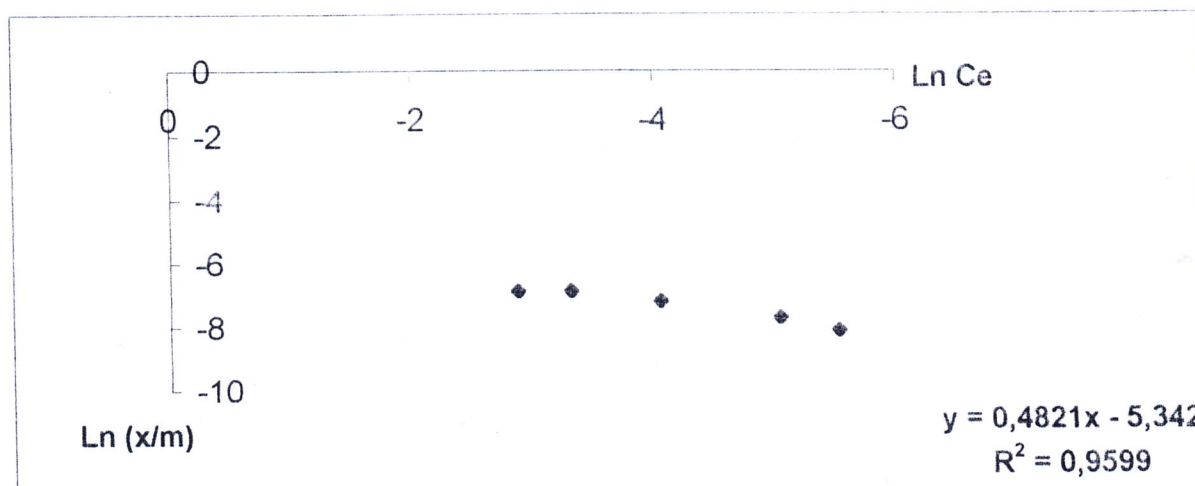
Modèle de Freundlich				Modèle de Langmuir		
K <sub>F</sub>	1/n	n	R <sup>2</sup>	q <sub>0</sub> (mol/g)	b(l/mol)	R <sup>2</sup>
0.0050231	0.4223	2.36798	0.997	0.0014720	121.956	0.9819

**Tableau 21 :** les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le charbon activé C<sub>5</sub>.

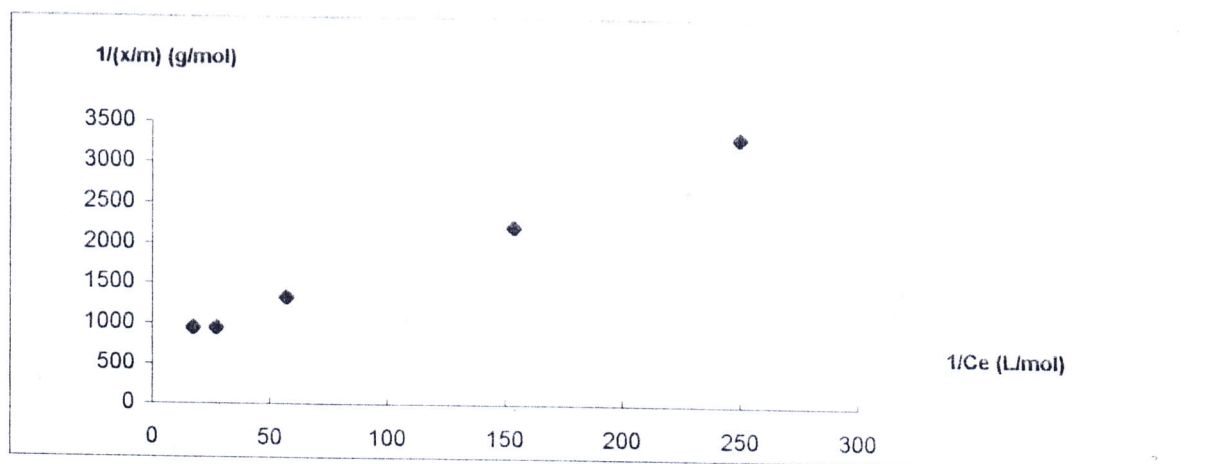
m (g)	C <sub>0</sub> (mol/L)	C <sub>e</sub> (mol/l)	X/m (mol/g)	1/C <sub>e</sub> (L/mol)	1/(x/m) (g/mol)	Ln(x/m)	Ln C <sub>e</sub>
0.1	0.005	0.004	0.0003	250	3333.3333	-8.11173	-5.52146
0.1	0.008	0.0065	0.00045	153.8461	2222.2222	-7.70626	-5.03595
0.1	0.02	0.0175	0.00075	57.14285	1333.3333	-7.19544	-4.04555
0.1	0.04	0.0365	0.00105	27.39726	952.38095	-6.85897	-3.31044
0.1	0.06	0.0555	0.00105	17.69911	952.38095	-6.85897	-2.87351



**Figure 32 :** Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur charbon activé C<sub>5</sub>.



**Figure 33:** Isotherme d'adsorption de Freundlich sur charbon activé C<sub>5</sub>.



**Figure 34:** Isotherme d'adsorption de Langmuir sur charbon activé C<sub>5</sub>.

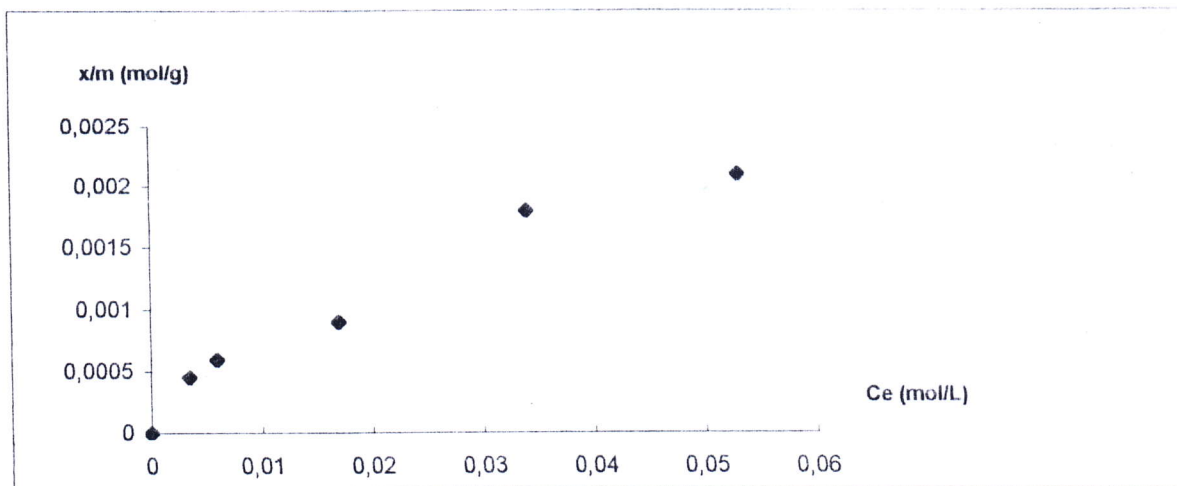
Les paramètres équationnels des deux modèles ainsi que le coefficient de régression  $R^2$  sont regroupés dans le tableau

**Tableau 22 :** Les paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le charbon activé C<sub>5</sub>.

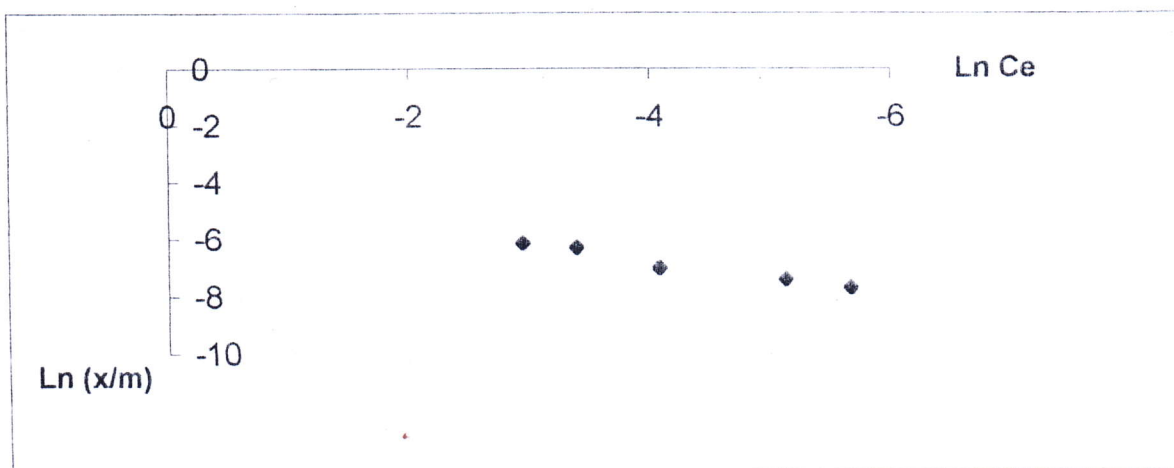
Modèle de Freundlich				Modèle de Langmuir		
$K_F$	$1/n$	$n$	$R^2$	$q_0(\text{mol/g})$	$b(\text{l/mol})$	$R^2$
0.0047862	0.0482	2.07425	0.9599	0.0013951	69.6318	0.9967

**Tableau 23 :** les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le charbon activé ST.

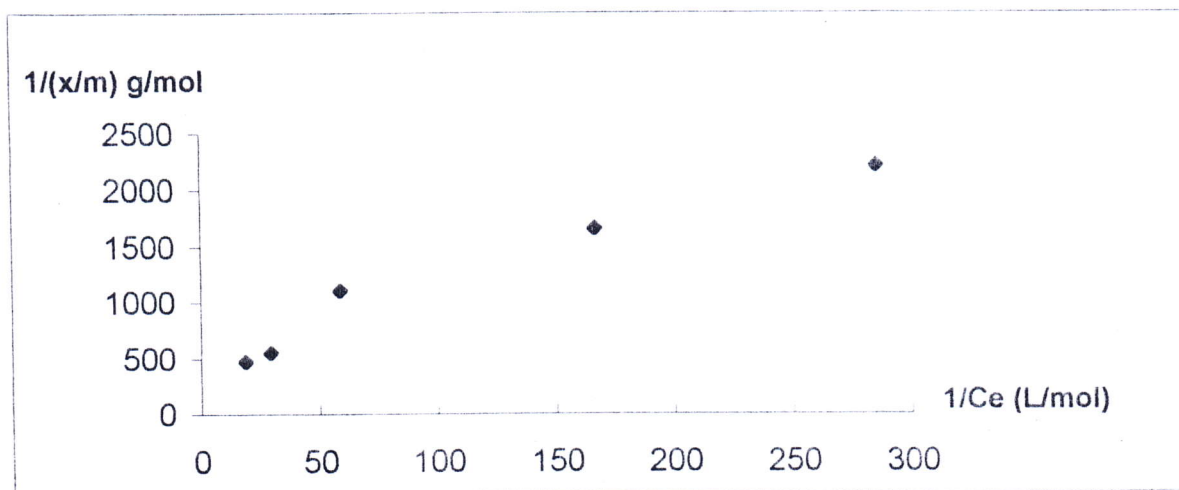
$m$ (g)	$C_0$ (mol/L)	$C_e$ (mol/l)	$X/m$ (mol/g)	$1/C_e$ (L/mol)	$1/(x/m)$ (g/mol)	$\ln(x/m)$	$\ln C_e$
0.1	0.005	0.0035	0.00045	285.7142	2222.2222	-7.70626	-5.65499
0.1	0.008	0.006	0.0006	166.6666	1666.6666	-7.41858	-5.116
0.1	0.02	0.017	0.0009	58.82352	1111.1111	-7.01312	-4.07454
0.1	0.04	0.034	0.0018	29.41176	555.5555	-6.31997	-3.38139
0.1	0.06	0.053	0.0021	18.86792	476.19048	-6.16582	-2.93746



**Figure 35 :** Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur charbon activé ST.



**Figure 36:** Isotherme d'adsorption de Freundlich sur charbon activé ST.



**Figure 37:** Isotherme d'adsorption de Langmuir sur charbon activé ST.

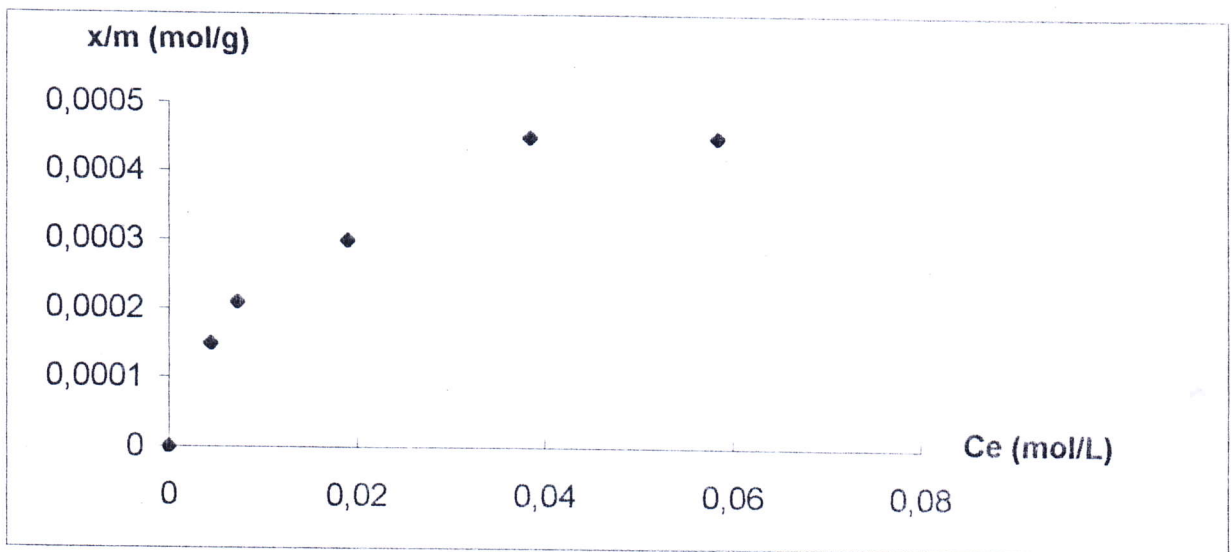
Les paramètres équationnels des deux modèles ainsi que le coefficient de régression  $R^2$  sont regroupés dans le tableau.

**Tableau 24** : Les paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le charbon activé ST.

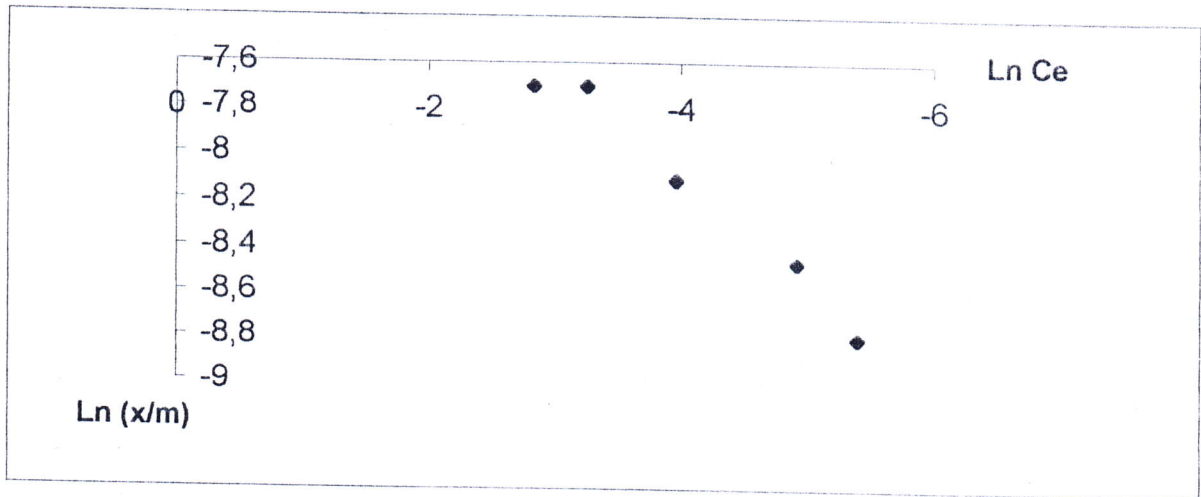
Modèle de Freundlich				Modèle de Langmuir		
$K_F$	$1/n$	$n$	$R^2$	$q_0(\text{mol/g})$	$b(\text{l/mol})$	$R^2$
0.0114313	0.5796	1.7253	0.9739	0.0020303	77.2874	0.9482

**Tableau 25** : les paramètres des isothermes d'adsorption de Langmuir et Freundlich pour le Brut B.

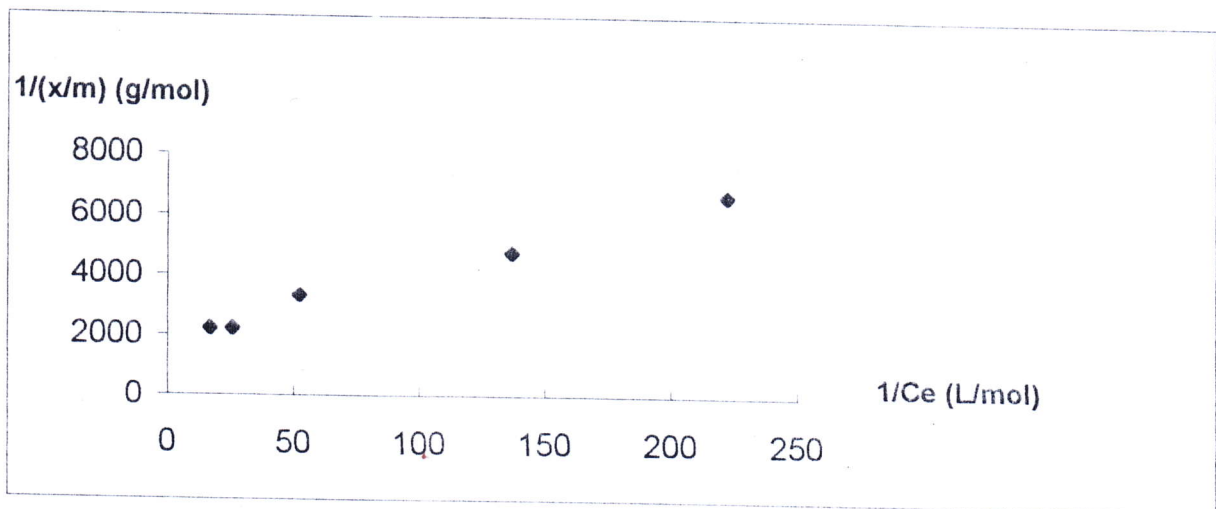
m (g)	$C_0$ (mol/L)	$C_e$ (mol/l)	X/m (mol/g)	$1/C_e$ (L/mol)	$1/(x/m)$ (g/mol)	$\ln(x/m)$	$\ln C_e$
0.1	0.005	0.0045	0.00015	222.2222	6666.6666	-8.80488	-5.40368
0.1	0.008	0.0073	0.00021	136.9863	4761.9048	-8.4684	-4.91988
0.1	0.02	0.019	0.0003	52.63157	3333.3333	-8.11173	-3.96332
0.1	0.04	0.0385	0.00045	25.97402	2222.2222	-7.70626	-3.2571
0.1	0.06	0.0585	0.00045	17.09401	2222.2222	-7.70626	-2.83873



**Figure 38** : Isotherme d'adsorption d'acide acétique sur le Brut B.



**Figure 39:** Isotherme d'adsorption de Freundlich sur le Brut B.



**Figure 40 :** Isotherme d'adsorption de Langmuir sur le Brut B.

Les paramètres équationnels des deux modèles ainsi que le coefficient de régression  $R^2$  sont regroupés dans le tableau.

**Tableau 26 :** paramètres équationnels des modèles de Freundlich et Langmuir pour le Brut B.

Modèle de Freundlich				Modèle de Langmuir		
$K_F$	$1/n$	$n$	$R^2$	$q_0(\text{mol/g})$	$b(\text{l/mol})$	$R^2$
0.0017068	0.4382	2.28206	0.9734	0.0005319	87.1846	0.9892

### III-7 Détermination de la surface spécifique

L'estimation de la surface spécifique d'un adsorbant est conventionnellement fondée sur des mesures de la capacité d'adsorption de cet adsorbant ( charbon actif) pour un soluté donné (acide acétique)

On peut déterminer la surface à l'aide de l'équation suivante

$$S = A \cdot S_m \cdot q_0 \quad (14)$$

A : Nombre d'avogadro ( $A = 6.023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ )

$S_m$  : aire occupée par une molécule d'acide d'acétique ( $S_m = 21 \text{ \AA}^2$ )

$q_0$  : capacité maximale d'adsorption (déterminée par l'isotherme de Langmuir) [18,19 ]

**Tableau 27** : capacité maximale d'adsorption et surfaces spécifiques des charbons actifs.

Charbons actifs	$q_0$ (mol/g)	$q_0$ (mg/g)	S (m <sup>2</sup> /g)
P <sub>1</sub>	0.0023526	141.273	297.565
P <sub>2</sub>	0.0025187	151.247	318.572
P <sub>3</sub>	0.0042124	252.954	532.806
P <sub>4</sub>	0.0016274	97.725	205.844
P <sub>5</sub>	0.0024180	145.200	305.883
C <sub>1</sub>	0.0015934	95.683	201.550
C <sub>2</sub>	0.0016775	100.733	212.177
C <sub>3</sub>	0.0012816	76.960	162.109
C <sub>4</sub>	0.0014720	88.393	186.193
C <sub>5</sub>	0.0013951	83.775	176.457
ST	0.0020303	121.919	256.802
B	0.0005319	31.940	67.2880

En vue des résultats obtenus, on constate que les échantillons P<sub>3</sub> et C<sub>2</sub> ont le plus grande capacité maximale d'adsorption et surface spécifique.

**Tableau 28** : caractéristiques physico-chimique de quelques échantillons.

Charbons actifs	$\varepsilon$	$\rho$ ( g/ml )	S ( m <sup>2</sup> /g )
P <sub>2</sub>	0.5966	0.7142	318.572
P <sub>3</sub>	0.6277	0.5263	532.806
C <sub>1</sub>	0.5333	0.6666	201.55
C <sub>2</sub>	0.5611	0.5882	212.177
ST	0.5833	0.625	256.802
B	0.4666	0.7692	67.288

**III-8 Cinétique d'adsorption** : L'étude de la cinétique d'adsorption permet de déterminer le temps d'équilibre pour les charbons actifs ( P<sub>3</sub> , C<sub>2</sub> ).

Pour cela, On met 0.1g dans un volume de 30 ml d'acide acétique à différentes concentrations initiales. Les résultats sont regroupés dans les tableaux n°(29, 30) , illustrés par les Figures n° (41,42)

**Tableau 29** : La cinétique d'adsorption sur charbon activé P<sub>3</sub>.

C <sub>0</sub> (mol/L)	0.005		0.08		0.02		0.04		0.06	
	C <sub>e</sub> (mol/L)	X/m (mol/g)	C <sub>e</sub> (mol/L)	X/m (mol/g)	C <sub>e</sub> (mol/L)	X/m (mol/g)	C <sub>e</sub> (mol/L)	X/m (mol/g)	C <sub>e</sub> (mol/L)	X/m (mol/g)
15	0.0036	0.00042	0.007	0.0003	0.017	0.0009	0.036	0.0012	0.0550	0.00150
25	0.0032	0.00054	0.0063	0.00051	0.0164	0.00108	0.0355	0.00135	0.0540	0.00180
40	0.0030	0.0006	0.00576	0.000672	0.0160	0.0012	0.0350	0.0015	0.0535	0.00195
60	0.0030	0.0006	0.0055	0.00075	0.0160	0.0012	0.0350	0.0015	0.0530	0.00210
80	0.0030	0.0006	0.0055	0.00075	0.0160	0.0012	0.0350	0.0015	0.0530	0.00210
120	0.0030	0.0006	0.0055	0.00075	0.0160	0.0012	0.0350	0.0015	0.0530	0.00210
150	0.0030	0.0006	0.0055	0.00075	0.0160	0.0012	0.0350	0.0015	0.0530	0.00210
180	0.0030	0.0006	0.0055	0.00075	0.0160	0.0012	0.0350	0.0015	0.0530	0.00210



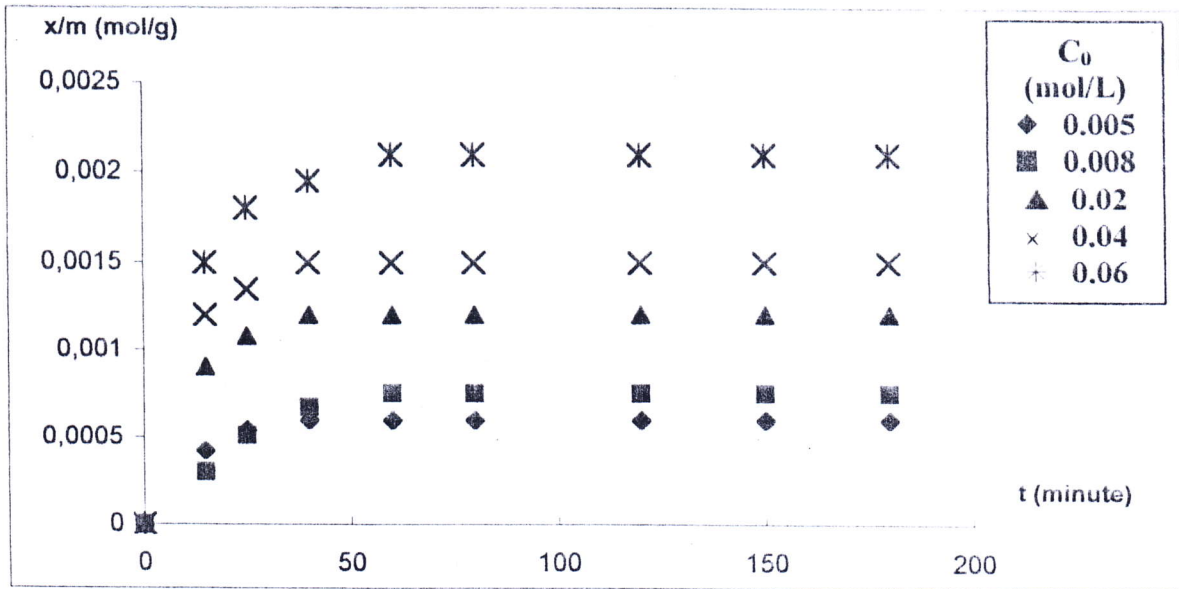
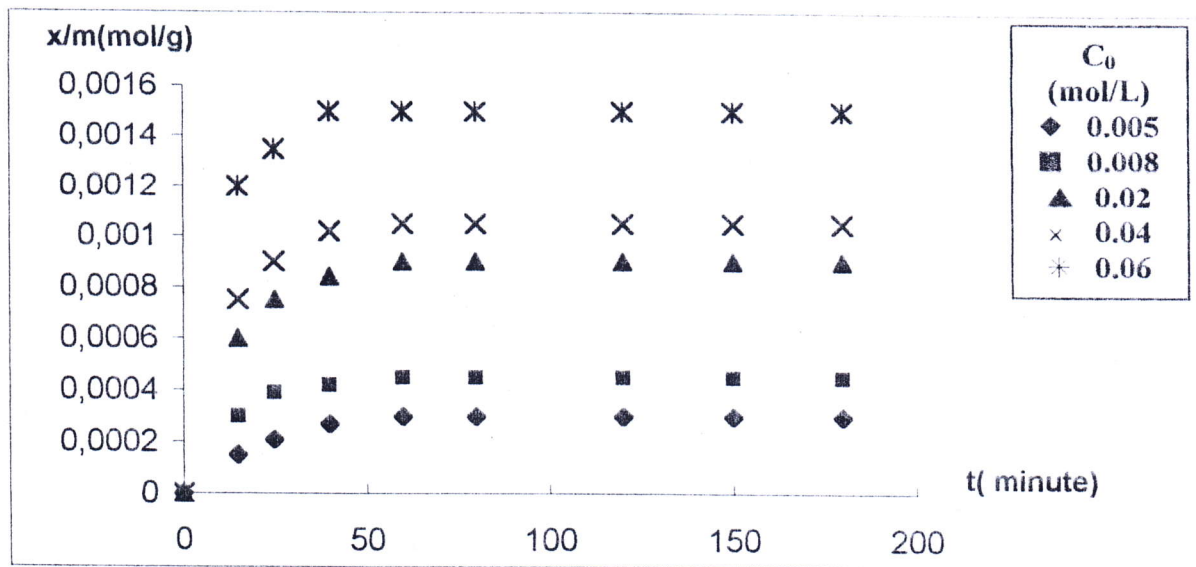


Figure 41: La cinétique d'adsorption sur charbon activé P<sub>3</sub>.

Tableau 30: la cinétique d'adsorption sur charbon activé C<sub>2</sub>.

C <sub>0</sub> (mol/L)	0.005		0.08		0.02		0.04		0.06	
	C <sub>e</sub> (mol/L)	X/m (mol/g)	C <sub>e</sub> (mol/L)	X/m (mol/g)	C <sub>e</sub> (mol/L)	X/m (mol/g)	C <sub>e</sub> (mol/L)	X/m (mol/g)	C <sub>e</sub> (mol/L)	X/m (mol/g)
15	0.0045	0.00015	0.0070	0.00030	0.0180	0.0006	0.0375	0.00075	0.0560	0.00120
25	0.0043	0.00021	0.0067	0.00039	0.0175	0.00075	0.0370	0.00090	0.0555	0.00135
40	0.0041	0.00027	0.0066	0.00042	0.0172	0.00084	0.0366	0.00102	0.0550	0.00150
60	0.0040	0.00030	0.0065	0.00045	0.0170	0.0009	0.0365	0.00105	0.0550	0.00150
80	0.0040	0.00030	0.0065	0.00045	0.0170	0.0009	0.0365	0.00105	0.0550	0.00150
120	0.0040	0.00030	0.0065	0.00045	0.0170	0.0009	0.0365	0.00105	0.0550	0.00150
150	0.0040	0.00030	0.0065	0.00045	0.0170	0.0009	0.0365	0.00105	0.0550	0.00150
180	0.0040	0.00030	0.0065	0.00045	0.0170	0.0009	0.0365	0.00105	0.0550	0.00150



**Figure 42 :** La cinétique d'adsorption sur charbon activé C<sub>2</sub>.

### III-9 Interprétations des résultats :

A travers les tableaux et les figures présentées précédemment nous pouvons donner les interprétations suivantes :

- 1) La cinétique d'adsorption montre que le temps de contact ( temps d'équilibre) est 60 minutes, à différentes concentrations initiales de l'adsorbant ;
- 2) Une comparaison des isothermes obtenues dans notre travail avec les plus connues en littérature fait apparaître que :
  - Les figures (5, 8, 11, 17, 20, 23, 26, 29, 32) sont comparables à l'isotherme d'adsorption type I ;
  - Les figures (14, 35, 38) sont similaires à l'isotherme de type II ;
- 3) La comparaison des paramètres équationnels apparaissant dans les figures représentant les modèles de Langmuir et de Freundlich, nous donnent une estimation de compatibilité des isothermes d'adsorption de l'acide acétique de nos échantillons avec ces modèles. Les charbons activés P<sub>3</sub>, C<sub>2</sub> sont parfaitement compatibles avec l'isotherme de Langmuir.
- 4) La porosité des meilleurs charbons actifs (tableau 28), comprise entre 0.46 et 0.62.
- 5) Le taux d'adsorption est 13.66% et 16.33% pour C<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> respectivement.

# *Conclusion*














## Conclusion








Parmi les techniques utilisées pour éliminer les micro polluants, l'adsorption sur charbon actif occupe une place de choix depuis plusieurs années.

Nous nous sommes proposés de caractériser et d'étudier l'efficacité adsorbante du charbon actif issu de noyaux de dattes (variété Deglet-Nour) de la région de Ouargla, (cas de l'acide acétique comme adsorbat), en milieu discontinu. On a montré avec ce travail qu'il est possible de préparer un charbon actif avec les caractéristiques d'adsorption désirées suivant le mode d'activation.

Les résultats obtenus sont modélisés par des équations classiques de cinétique d'adsorption (modèles de Langmuir et de Freundlich), caractérisés par les capacités maximales de fixation qui sont 100.73 mg/g et 252.95 mg/g pour les échantillons C<sub>2</sub> et P<sub>3</sub> respectivement sont prometteurs.

# *Bibliographie*

N° 	Référence
[1]	 <i>Technique d'ingénieur, Génie des procédés J.2.1 page 2730- 8 1993</i>
[2]	 <i>Med.L.Sekirifa, Annaba, Etude comparative de la capacité adsorbante des charbons activés issus de noyaux de datte, Thèse de magister, (2000) ;</i>
[3]	 <i>W.W. Eckerifelder, Gestion des eaux usées urbaines et industrielles, Technique et Documentation. Lavoisier, (1982) .</i>
[4]	 <i>Kienle (Von), H.,Ba der ,E. , Aktivnye Ugli i ikh promyshlennone primenemie Active carbons and their commercial application, khimiya, leningrad 1984 ;</i>
[5]	 <i>F'Edeline, l'épuration physico-chimique des eaux 2<sup>ème</sup> édition ;</i>
[6]	 <i>Kussajko, w., Mortka, s, buil.WATNO.4.29 81. (1980) ;</i>
[7]	 <i>DEGEREMONT, MEMENTO, Technique de l'eau, TOM 1, neuvième édition, du cinquantenaire, (1989) ;</i>
[8]	 <i>G. Scacki, M.Bouchy , J.F. Foucant , D . Zahra, Cinétique et Catalyse , Technique et Documentation (1996).</i>
[9]	 <i>Jaques oudar, la chimie des surfaces ; Dépôt légal- 1<sup>ère</sup> édition 1973</i>
[10]	 <i>LANGMUIR (I).. Modelisation of adsorption. Phys. Rev.. Vol. 6, PP.79-80 (1915);</i>
[11]	 <i>FREUNDLICH H.. On adsorption in solutions, Z. physik. chem. Vol.57,PP.385-471,(1906)</i>
[12]	 <i>TEMKIN M.I., Adsorption equilibre and kineetices of process on nonhomogeneous surfaces. and in the interaction between adsorbed mols, J. phys. Chem. (USSR), Vol. 15, PP. 296-332, (1941).</i>

- [13]  ZARROUKI M., *Etude de l'adsorption dans un système liquide-solide : solution d'ions dicyanurate-charbon actif, thèse de doctorat de l'école Nationale supérieure des mines de st Etienne.(1990).*
- [14]  M. MEGATELI Smain, M. AIDJA Boualem *Etude Biochimique des Noyaux de datte en vue de leur valorisation dans le traitement des eaux (mémoire d'ingénieur ) (1991) ;*
- [15]  Z. MERZOUGUI. *Préparation de matériaux a grand pouvoir adsorbant par activation de dérivés lignocellulosique, thèse de magister à L'USTHB (1996).*
- [16]  LAZAR MEROUANI ET AZEDDINE BELHAMRI *Procédés Expérimentaux de caractérisation de la structure interne des matériaux poreux, (2001).*
- [17]  R.I.L.E.M «*Adsorption d'eau par immersion sous vide »*  
*Recommandation de la R I L E M, CPC 11.3, Matériaux et construction, Vol. 17 N ° 101, (1984)*
- [18]  E. P. BARRETE, L. G. JOYNER et HALENDA  
*J. Am. Chem. Soc. 73,373 (1951)*
- [19]  D. p. SHOEMAKER, C. W. GARLANG, J. I. STEINFELD et J. W. NIBLER *experiments in pyisical Chemistry. 4 th edition, Mc Graw-Hill BOOK Co., New-York, 332-337. (1981)*

## Résumé

Les charbons actifs sont des matériaux bien adaptés à l'adsorption et à l'élimination des composés indésirables et des gaz suscitent un intérêt certain dans le domaine de la protection de l'environnement de façon générale.

Notre travail revêt un double aspect dont l'un est à caractère économique à savoir la valorisation des sous-produits naturels des régions arides, il s'agit dans notre cas des noyaux de dattes locales. Le deuxième aspect est à caractère fondamental et consiste à mettre en évidence la capacité adsorbante de nos échantillons en se basant sur des modèles donnés par la littérature.

Notre choix est porté sur la variété Déglet Nour. La préparation des échantillons et leur étude deux types d'activation (physique et chimique au NaOH) à traités dans ce travail. Les isothermes d'adsorption ont été caractérisées moyen des modèles de Freundlich et de Langmuir.

Les résultats obtenus sont intéressants et nous incitent à procéder, ultérieurement, à plusieurs applications, notamment dans le domaine des traitements des eaux.