



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences et de la technologie
Department de chimie industrielle

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences et Techniques

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie chimique

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :

Slimani Zineb

Le : lundi 28 septembre 2020

Etude d'effet des paramètres physico-chimique sur fabrication du charbon actif à partir des coquilles des Noix

Jury :

Dr.	Aidi Amel	MCA	Université de Biskra	Président
Dr.	Chebbi Rachid	MCB	Université de Biskra	Rapporteur
Dr.	Fadel Amar	MCA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2019 - 2020

REMERCIEMENTS

Avant tout, je remercie Allah pour tout le courage et la force qu'il m'a confié pour achever ce travail.

*Je tiens à remercier spécialement **Dr Chebbi Rachid**, mon encadreur de mémoire, pour sa gentillesse, ses conseils et de m'avoir guidé pas à pas dans mon travail.*

*J'exprime également ma gratitude au **Dr. Fadel Amar** pour l'intérêt qu'il a porté à mon travail, pour ses conseils judicieux et pour sa participation au jury.*

*Je remercie aussi bien **Dr Aidi Amel** de m'avoir fait l'honneur de présider mon jury.*

Merci à toute ma famille, notamment : mes parents, à tous qui m'ont aidé sans exception ; surtout pour leur soutien permanent.

J'adresse mes remerciements, également, à tous les membres du laboratoire.

*Enfin, j'exprime mes remerciements à tous **mes amis**, mes collègues, et à toutes les personnes qui m'ont encouragé et soutenu de près ou de loin durant la*

réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie

À mes parents

À mes frères et mes sœurs

À mes amis

SOMMAIRE

Remerciement

Dédicace

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction générale 1

Chapitre I

CHARBON ET DE NOIR DE CARBONE

I.1 Introduction 4

I.2 définition le charbon 4

I.3 La production et la qualité du charbon 4

I.4 Procédé de distillation o cokéfaction 5

I.5 L'actu du charbon 6

I.6 le noir de carbone 6

I.6.1 définition 6

I.6.2 propriété physique et chimique 7

I.6.2.1 Propriétés physiques 7

I.6.2.2 Propriétés chimiques 7

I.6.3 Production de noir de carbone 8

Sommaire

I.6.3.1 Noirs de carbone les plus courants	8
I.7 Pollution de l'atmosphère de du charbon et noir du carbone	9
I.8 Quelques sources de la pollution	9
I.8.1 La pollution des sols	9
I.8.2 Pollution de l'eau	9
I.8.3 La pollution naturelle	10
I.8.4 La pollution industrielle	10
I.8.5 Pollution agricole	10
I.8.6 Pollution urbaine	10

Chapitre II

GÉNÉRALITÉ SUR CHARBONE ACTIF ET ADSORPTION

II.1 Introduction	12
II.2 Charbon actif	12
II.2.1 Définition	12
II.2.2 Caractéristique du charbon	12
II.2.3 Différents types de charbon actif	13
II.2.3.1 Le Charbon actif Extrudé (CAE)	13
II.2.3.2 Charbon actif en poudre (CAP)	14
II.2.3.3 Charbon actif en grain (CAG)	15
II.2.4 Procédés de fabrication de charbon actif	16
II.2.4.1 Activation physique	16
II.2.4.2 Activation chimique	16

II.2.5 Les étapes de préparations	17
II.2.6 Structure et texture du charbon actif	18
II.3 Charbon actif nano (nano dimension)	19
II.3.1 Définition	19
II.4 l'adsorption	20
II.4.1 Définition	20
II.4.2 Types d'adsorption	21
II .4.2.1 Adsorption physique	21
II.4.2.2 Adsorption chimique	21
II.4.3 Mécanisme d'adsorption	21
II.4.4 Facteurs influençant le phénomène l'adsorption	22
II.4.5 Isothermes d'adsorption	22
II.4.5.1 Isotherme de Langmuir	22
II.4.5.2 Isotherme de Freundlich	24

Chapitre III

PARTIR EXPERIMENTALE

III.1 Introduction	26
III.2 Matériels et méthodes de préparation du charbon actif	27
III.2.1 carbonisation des coquilles de noix commerciales (CN)	27
III.2.2 Méthode	27
III.2.2.1 Activation chimique du charbon actif	28
III.2.2.2 Activation avec le chlorure de zinc	28
III.2.2.3 Activation avec le chlorure de sodium	29

Sommaire

III.3 Adsorption de bleu de méthylène en solution aqueuse sur charbons actifs	29
III.3.1 Spectres d'absorption en UV-visible	30
III.3.2 Préparation de solution de colorant BM	31
III.3.2.1 La courbe d'étalonnage	31
Chapitre IV	
RESULTATS ET DISCUSSIONS	
IV.1 Effet des paramétra physique	35
IV.1.1 Effets de la température d'activation sur la masse de charbon noire en charbon actif	35
IV.2 Méthodologie	37
IV.2.1 La capacité d'adsorption	37
IV.2.2 Le rendement d'élimination du bleu de méthylène	37
IV.3 Etude paramétrique de l'adsorption	37
IV.3.1 Effet de la température de la solution d'activation de BM	37
IV.3.2 Effet de la masse de l'adsorbant	39
IV.3.3 Effet de la concentration sur l'adsorption bleu de méthylène	40
IV.3.4 Effet de la température de l'adsorbant	41
IV.3.5 Effet du temps de d'agitation	42
Conclusion général	46
Références	48

Liste des tableaux

LES TABLES	TITRES	PAGES
Tableau II.1	les Avantages et les Inconvénients du charbon actif en poudre.	15
Tableau II.2	les Avantages et les Inconvénients du charbon actif en granulé.	16
Tableau III.1	Propriété physico-chimique de Bleu de Méthylène.	30
Tableau III.2	variation de l'absorbance en fonction de concentration de BM	32
Tableau IV.1	La masse obtenue après carbonisation du carbone.	35
Tableau IV.2	L'effet de différentes températures sur l'activation du carbone et sur l'absorption de BM sur CAP .	38
Tableau IV.3	Influence de la masse sur l'adsorption du BM sur le CAP .	39
Tableau IV.4	Influence de la concentration sur l'adsorption du BM sur le CAP .	40
Tableau IV.5	Influence de la température sur l'adsorption du BM sur le CAP .	41
Tableau IV.6	Influence du le temps sur l'adsorption sans filtration du BM sur le CAP .	43
Tableau IV.7	Influence du le temps sur l'adsorption avec filtration du BM sur le CAP .	43

Liste des figures

LES FIGURES	TITRES	PAGES
Figure I.1	Présente le procédé de distillation du charbon.	5
Figure I.2	Différentes structures du noir de carbone.	6
Figure II.1	Structure du charbon actif vu sous un microscope électronique.	13
Figure II.2	CA en Extrudé.	14
Figure II.3	CA en poudre.	14
Figure II.4	CA en Grain.	15
Figure II.5	Représentation de la microstructure d'un charbon actif	18
Figure II.6	Représentation schématique de la structure des pores d'un charbon actif obtenu par activation chimique.	19
Figure II.7	Domaines d'existence d'un soluté lors de l'adsorption sur un matériau microporeux.	22
Figure II.8	Application du modèle de Langmuir.	23
Figure III.1	Présente coquilles des noix (CN) comme matière première.	26
Figure III.2	Les déche de coquille de noix.	27
Figure III.3	Lavage des CN.	28
Figure III.4	Coquille de noix Après séchage.	28
Figure III.5	Procédé présente de l activation du charbon.	29

Liste des figures

Figure III.6	Structure chimique de la molécule du colorant Bleu de méthylène (BM).	30
Figure III.7	Spectres d'absorption en UV-visible des BM .	31
Figure III.8	Présente les différentes Solutions diluées de BM .	32
Figure III.9	Courbe étalonnage d'adsorption du Bleu de Méthylène.	32
Figure.III.10	Four à moufle et Les creuser utilisé dans l'activation du noir de carbone.	33
Figure III.11	Le tamiseur utilise pour la mesure du charbon.	33
Figure IV.1	L'effet de la température sur la masse en Carbone Grain $m(g) = f(T)$	36
Figure IV.2	L'effet de la température sur la masse en Carbone Poudre $m(g) = f(T)$	36
Figure IV.3	Effet de différentes températures sur l'activation du carbone et sur l'absorption de BM sur CAP .	38
Figure IV.4	Influence de la masse sur l'adsorption du BM sur le CAP .	39
Figure IV.5	Influence de la concentration sur l'adsorption du BM sur le CAP .	41
Figure IV.6	Influence de la température sur l'adsorption du BM sur le CAP .	42
Figure IV.7	Influence du temps sans filtration sur l'adsorption du BM sur le CAP .	43
Figure IV.8	Influence du temps avec filtration sur l'adsorption du BM sur le CAP .	44

Liste des abréviations

Liste des abréviations

BM	Bleu de Méthylène
CA	Charbon Active
CN	Coquille de Noix
C_f	Concentration initiale
C_i	Concentration finale
CAP	Charbon Active Poudre
CG	Carbone Grain
CP	Carbone poudre



Introduction générale

Introduction générale

La croissance de la population mondiale augmente chaque année, cette augmentation besoin plus d'énergies et de développement, ceci résulte une intensité industrielle qui se produit des nouvelles méthodes et technique de fabrication des produits chimiques pour utilisation quotidienne.

L'utilisation de ses nouveaux produits comme les composés organiques volatiles VOC (peinture, détergeant, pigment...), H_2S , NO_x , SO_x , tous ces effluents soit solide, liquide ou gaz influe sur la concentration de la composition des gaz résiduels dans l'environnement.

Les chercheurs dans le domaine de chimie industrielle spécialement du côté environnement essayant de trouver des meilleurs matériaux adsorbants et les méthodes d'adsorptions pour le traitement et de protection de l'environnement, une recherche complémentaire dans la fabrication des charbons activés à partir des matières non classiques, en particulier à partir des déchets végétaux et de biomasse.

Les matières premières servant de précurseurs pour la fabrication du charbon actif ou le carbone active sont d'origines biomasse qui sont : dérivés ligno-cellulosiques (les bois ; les coques de noix de coco ; Les coques d'amandes de noisettes et de noix, les noyaux d'abricot, pulpe de pomme, les noyaux de pêches ainsi que les noyaux d'olives, les noyaux de dattes, ainsi que les charbons minéraux.

Le but de notre étude est de fabriquer du charbon actif à partir de déchets agricoles à partir des coquilles de noix et l'effet des paramètres physico-chimiques tels que : la température d'activation, les différents activateurs. Sur les quantités de carbone obtenues afin ensuite on applique ce charbon actif au traitement des eaux (bleu méthylène), notamment pour éliminer la couleur des déchets liquides utilisés dans l'industrie.

Le premier chapitre de travail présente une étude bibliographique sur le charbon et le carbone, basant des généralités sur charbon et le carbone, et aussi les différents types de pollution.

Dans le deuxième chapitre de ce travail, nous présenterons tout d'abord la description du phénomène de l'adsorption, Puis la description de la méthode de synthèse du charbon actif par la méthode d'activation chimique avec différents agents chimiques, puis la caractérisation du charbon physico-chimique.

Introduction générale

Troisième chapitre consiste à l'étude expérimentale qui contient la fabrication du charbon (noir du carbone), charbon actif. L'absorption des colorants cationiques (bleu de méthylène) du meilleur charbon actif extrait à une température donnée fera l'objet.

Dernier chapitre comporte les résultats obtenues et discussion, finalement conclusion du travail réalisé



Chapitre I:
Charbon et le Noir de Carbone

I.1 Introduction

Depuis l'existence de l'humanité le charbon et le moteur de la révolution industrielle jusqu' au aujourd'hui ; d'allumant le premier feu et le produit chimique vers L'exploitation des propriétés filtrantes du charbon de bois pour la purification et en médecine débute avec les égyptiens en l'an 1500 avant Jésus Christ. Quant aux anciens hindous, ils filtraient déjà leur eau avec des charbons pour la rendre potable. [1]

Les activités industrielles représentent une source de pollution très importante et contribuent d'une façon certaine à la détérioration de l'environnement et de la santé publique. Ces activités, génératrices de pollution, couvrent les domaines suivants : l'agro- alimentaire, l'extraction et la transformation du phosphate, la transformation du papier, les matériaux de construction, la production d'énergie et le textile. [2]

I.2 définition le charbon

Le charbon est une roche sédimentaire formée à partir de la dégradation partielle de la matière organique des végétaux et composée principalement de carbone, d'oxygène et d'hydrogène. [3]

Terme générique qui désigne un ensemble de combustibles solides de compositions et de pouvoir calorifiques très variés. Il résulte de l'accumulation de microorganismes. La teneur en carbone des charbons croît avec l'ancienneté du gisement : 60% pour les tourbes, 65% pour les houilles, jusqu'à 94% pour les anthracites. Le charbon est un combustible encore très employé, soit directement, soit pour produire du gaz (Exemple : production de méthane en remplacement du gaz naturel).

I.3 La production et la qualité du charbon

La production de charbon mondiale est de 3,5 millions de tonnes auxquelles s'ajoutent 900 millions de tonnes de lignite. 50 % du charbon produit sert à la production d'électricité, 16% à la sidérurgie, 5% aux cimenteries, le solde (29%) au chauffage et aux autres industries, dont la carbochimie.

Les réserves sont estimées à environ 1.000 milliards de tonnes, soit entre 200 et 250 ans de consommation future pourrait être concurrencée par d'autres future pourrait être concurrencée par d'autres sources d'énergie moins onéreuses et surtout moins polluantes. [4]

La qualité d'un charbon dépend de sa teneur en carbone, en éléments volatils (méthane, hydrogène...), en eau, en soufre, en cendres et de son pouvoir calorifique (l'énergie dégagée sous forme de chaleur par la combustion). Les charbons issus de dépôts végétaux anciens, qui ont subi les effets du temps, de la pression et de la chaleur, sont plus durs, secs et riches en énergie. On distingue différentes catégories de charbon qui reflètent les stades de formation :

- Les houilles et les anthracites ont un fort pouvoir calorifique. Ces types de charbon sont destinés à la sidérurgie et aux chaudières qui produisent de la vapeur et de l'électricité.
- Le charbon brun a une plus faible valeur énergétique et sert à la production d'énergie électrique dans des centrales thermiques à charbon.

I.4 Procédé de distillation o cokéfactions

La cokéfaction consiste à éliminer du charbon les matières volatiles par distillation à l'abri de l'air afin d'éviter la combustion du charbon en présence d'oxygène. A la fin de ce traitement, le charbon est transformé en coke. La qualité du coke dépend du charbon utilisé et des conditions opérationnelles du procédé de cokéfaction. [5]

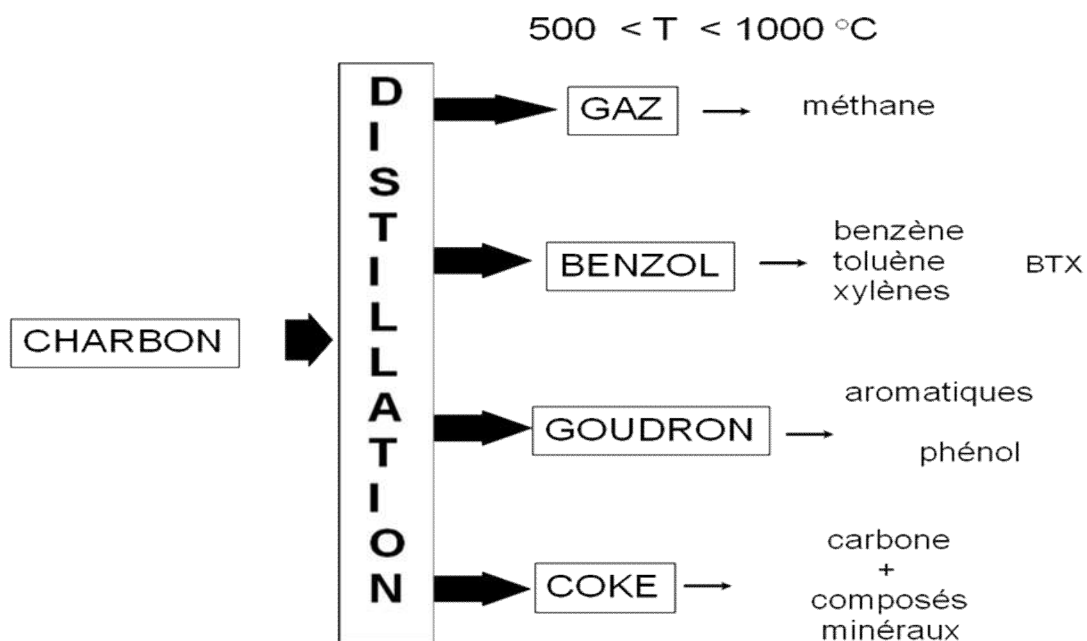


Figure I.1 : Présente le procédé de distillation du charbon.

I.5 L'actu du charbon

Plusieurs pays, dont la France, développent des systèmes de captage et de séquestration géologique du dioxyde de carbone. Ces technologies consistent à enterrer sous terre les gaz à effet de serre. Fortement critiquées, elles sont toutefois considérées comme un outil essentiel pour réduire les émissions qui émanent des centrales électriques alimentées au charbon. Le charbon vert est un produit sans bois, fabriqué avec de la biomasse (résidus végétaux), qui limite la déforestation. 50% moins cher, il a un pouvoir calorifique égal à celui du charbon de bois. [6]

I.6 le noir de carbone

I.6.1 Définition

Le noir de carbone NC est une forme amorphe de carbone obtenue par deux procédés, l'un basé sur la combustion incomplète d'hydrocarbures et l'autre sur la décomposition thermique. Le noir de carbone présente sous forme d'une poudre constituée de particules sphériques appelée nodules. Ces nodules s'agglomèrent en agrégats. Comme le montre la (**figure I.2**), des forces électriques peuvent maintenir ces agrégats entre eux pour former des agglomérats [7]

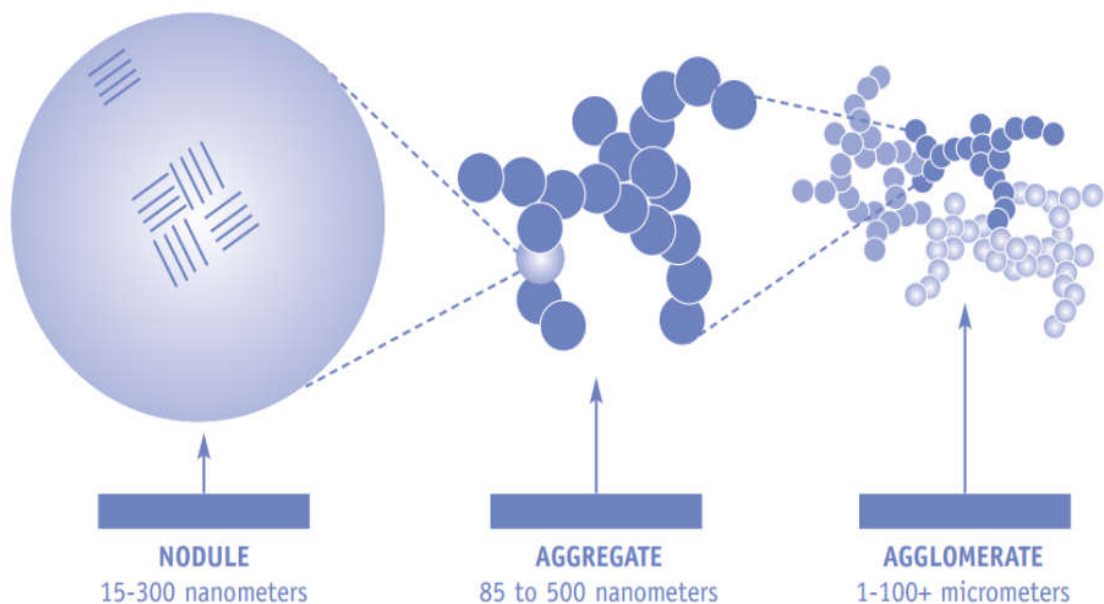


Figure I.2 : Différentes structures du noir de carbone.

I.6.2 propriété physique et chimique

I.6.2.1 Propriétés physiques

Les noirs de carbone se présentent sous l'aspect de poudres inodores formées de carbone élémentaire (> 97 %). Ces poudres sont constituées de particules sphériques de très petite taille (de 10 à 500 nm) qui s'agglomèrent en agrégats (de 100 à 800 nm), chaînes de particules de carbone plus ou moins sphériques ayant fusionné au hasard pour créer une structure en branches. Des forces électriques peuvent maintenir ces agrégats entre eux pour former des agglomérats peu compacts (de 1 à 100 µm). Le noir de carbone commercial se présente sous forme d'agglomérats. Il peut également être transformé en granules (de 0,1 à 1 mm) afin d'en faciliter la manipulation et réduire la formation de poussières.

Les noirs de carbone contiennent de faibles quantités de sous-produits adsorbés à leur surface (hydrocarbures aromatiques polycycliques - HAP - ainsi que des dérivés nitrés et soufrés de HAP).

La surface spécifique des noirs de carbone s'étend de 10 m²/g (noir thermique) à 300 m²/g (noir de fourneau).

Ils sont insolubles dans l'eau ainsi que dans les solvants organiques.

I.6.2.2 Propriétés chimiques

Le noir de carbone peut réagir avec des oxydants forts comme les chlorates, les bromates, les nitrates.

Lors de sa combustion, il se forme essentiellement du monoxyde et du dioxyde de carbone et, en quantité moindre, des oxydes de soufre et d'azote. [8]

Le noir de carbone est surtout utilisé comme agent de renforcement dans les produits de caoutchouc tels que les pneus, les boyaux, les bandes transporteuses, les câbles et autres accessoires mécaniques en caoutchouc. Il est aussi utilisé comme pigment noir dans les encres d'imprimerie, de lithographie et de typographie; dans le papier carbone et le ruban des machines à écrire, dans les peintures (incluant les poudres électrostatiques), les revêtements et enduits, les vernis, les laques, les plastiques, les fibres, les céramiques, les émaux, les papiers, les disques d'enregistrement et l'encre en poudre à photocopieur. Il est aussi employé à l'apprêtage du cuir et

à la fabrication de batteries de piles sèches, d'électrodes et de balais de carbone, de conducteurs électriques, de produits en caoutchouc et en plastique conductibles et antistatiques, de blindage contre l'interférence électromagnétique, de vidéodisques et de bandes vidéo. Il sert à la fabrication de matériaux isolants résistant aux hautes températures. [9]

I.6.3 Production de noir de carbone

Il existe plusieurs méthodes ou procédés de fabrication de carbone ou noir de carbone parmi eux, la méthode de pyrolyse, qui est la décomposition thermique de matières organiques sous vide ou en atmosphère inerte à des températures comprises entre 400 et 1000 ° C. Le matériau devient plus riche en carbone, Les hétéroatomes (oxygène et hydrogène) sont éliminés sous l'effet de la chaleur. Les atomes de carbone restants se regroupent en feuillets aromatiques possédant une certaine structure planaire. Ensuite, ces feuillets s'arrangent d'une manière irrégulière laissant ainsi des interstices entre eux. [10]

I.6.3.1 Noirs de carbone les plus courants

➤ **Noir de fumée (lamp black)**

- Initialement produit en Chine par combustion incomplète dans des lampes à huile destinées à fournir le pigment de l'encre de Chine, en 1912 on a découvert ses qualités exceptionnelles de renforcement des pneumatiques.

➤ **Le noir « tunnel » (Channel black)**

- Produit à partir de gaz naturel vers la fin du 19ème siècle.
- C'est la forme la plus commercialisée au début du 20ème pour le caoutchouc et les pigments (sa production est actuellement interrompue sauf en Allemagne).
- Ses particularités : granulométrie très fine (inférieur à 30nm), faible degré d'agrégation, taux élevé de substances volatiles : environ 5 %.

➤ **Le « noir d'acétylène »**

- C'est l'un des noirs de carbone le plus pur et qui possède un caractère conducteur marqué.

- Il est obtenu par craquage de l'acétylène.
- Il présente une très forte agrégation.

➤ **Le « noir de fourneau »**

- C'est la forme la plus commercialisée :

- Produit surtout par combustion incomplète de gaz naturel ou de résidus pétroliers lourds.
- **Le « noir thermique »**
- Obtenu par chauffage d'une chambre réfractaire suivi d'une injection de gaz naturel qui génère la formation de carbone et d'hydrogène.
- C'est celui qui présente les particules les moins fines. [11]

I.7 Pollution de l'atmosphère de du charbon et noir du carbone

Pollution atmosphérique est l'un des problèmes majeurs pour l'humanité, cette pollution due à l'augmentation des gazes, des liquides, et des solides dans l'atmosphère ; ces polluants comme CO₂ ; NO_x ; SO_x ; HCL ; ... Qui sont due à la combustion du charbon, pétrole, le gaz Naturel, et d'autres composés chimiques.

On peut dire en quelques mots que cette pollution est le résultat de l'activité humaine qui conduit à un transfert de quantités nocives de matériaux naturels et chimiques dans l'atmosphère. Les polluants peuvent être mélangés directement dans l'air nous appelons ce phénomène " les polluants primaires ", ou bien qui sont créés dans l'air nous appelons ça " les polluants secondaires ". [12]

I.8 Quelques sources de la pollution

I.8.1 La pollution des sols

Elle aussi est provoquée par une série de produits chimiques et les pesticides constituent le plus grand groupe. On retrouve aussi le nylon, les plastiques et les caoutchoucs. [13]

I.8.2 Pollution de l'eau

L'eau est la deuxième en importance après l'air pour la vie humaine sur Terre. Notre eau est composée d'eau de surface telle que les rivières, les lacs, les mers et d'eau souterraine.

La pollution de l'eau décrit généralement l'introduction ou la présence des substances nocives ou inacceptables dans l'ampleur suffisante pour modifier les indices de qualité de l'eau naturelle. La pollution de l'eau douce (par exemple par le biais de l'eutrophisation, l'acidification, et la pollution des eaux souterraines) est celle qui diminue sa pureté. [14]

I.8.3 La pollution naturelle

La teneur de l'eau en substances indésirables n'est pas toujours le fait de l'activité humaine. Certains phénomènes naturels peuvent également y contribuer. Par exemple, le contact de l'eau avec les gisements minéraux peut, par érosion ou dissolution, engendrer des concentrations inhabituelles en métaux lourds, en arsenic, etc. Des irrptions volcaniques, des épanchements sous-marins d'hydrocarbures... peuvent aussi être à l'origine de pollutions. [15]

I.8.4 La pollution industrielle

Le degré et la nature de la pollution générée par des rejets industriels varient suivant la spécificité de chaque activité industrielle

Si la pollution domestique des ressources est relativement constante, les rejets industriels sont au contraire caractérisés par leur très grande diversité suivant l'utilisation qui est faite de l'eau au cours du processus industriel. [16]

I.8.5 Pollution agricole

La pollution d'origine agricole provient surtout des engrais et pesticides épanchus dans le sol sur de très grandes surfaces à proximité ou pas de cours d'eau. Ce type de pollution s'est intensifié depuis que l'agriculture est entrée dans un stade d'industrialisation assez avancé. La concentration des élevages entraîne un excédent de déjections animales qui finissent par enrichir les cours d'eau et les nappes souterraines en dérivés azotés, encourageant ainsi une source de pollution bactériologique. L'utilisation massive des engrais chimiques (nitrates et phosphates) altèrent aussi la qualité des nappes souterraines vers lesquelles ils sont entraînés. [17]

I.8.6 Pollution urbaine

Les eaux usées urbaines comprennent les eaux usées domestiques et les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marches et des cours). Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marches entraînent toutes sortes de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des boues, des silts, des sables, des déchets végétaux (herbes, pailles, feuilles, graines, etc.) et toutes sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides venant des jardins,

détergents utilisés pour le lavage des cours, des voies publiques, des automobiles, débris microscopique de caoutchouc venant de l'usure des pneumatiques des véhicules). [13]

La solution de ce problème de la pollution est donc le charbon elle-même et le noir de carbone, mais avec des transformations vers le charbon actif ou le noir de carbone actif.



Chapitre II :

Génialité sur charbon active et adsorption

II.1 Introduction

Les premiers adsorbants utilisés depuis des siècles furent les argiles et les terres décolorantes, puis arrivé à la fin du XIX siècle de développés les charbons actifs. C'est en 1945 que furent reconnues les propriétés exceptionnelles d'adsorption du charbon actif. Actuellement, le charbon actif est le plus couramment utilisé. Les charbons actifs sont définis comme étant des matériaux carbonés très poreux qui présentent une grande surface spécifique d'une grande porosité, d'où les propriétés d'adsorptions exceptionnelles. Ils sont des adsorbants ayant un très grand nombre d'application surtout dans le traitement des eaux et celles des eaux usées ils sont utilisés pour purifier l'eau du goût et de l'odeur (élimination des colorants). Le charbon actif présente une meilleure technologie par son adsorption et ceci pour éliminer une variété considérable de contaminants organiques et inorganiques comme Métaux lourds, Zinc, plomb. [18]

II.2 Charon actif

II.2.1 Définition

Le charbon actif est un matériau solide noir carboné, sans goût, est un produit adsorbant obtenu à partir de matières premières riches en carbone (le bois, la tourbe, le charbon, le lignite, l'écorce de noix de coco, noyaux de fruits, etc.). [19]

Le charbon actif est un carbone microporeux inerte qui a subi un traitement pour augmenter sa surface. Il possède ainsi une très grande surface spécifique pouvant aller de 100 à 2000 m² .g⁻¹ d'où sa grande capacité d'adsorption.

II.2.2 Caractéristique du charbon

La structure du charbon actif est proche de celle du graphite, ordonnée sous la forme d'un empilement de couches successives planes d'atomes de carbone disposés en hexagones réguliers.

Le charbon actif est un adsorbant non spécifique avec une structure poreuse bien développée formée majoritairement par des micropores et des mésopores de différents diamètres, elle est représentée sur la (figure II.1). [20]



Figure II.1 : Structure du charbon actif vu sous un microscope électronique.

Le charbon actif également appelé charbon activé est un matériau noir principalement sous forme granulaire ou pulvérulente composé essentiellement de matière carbonée à structure poreuse. De part cette porosité, la surface développée par le charbon actif est énorme, un gramme de charbon actif présente une surface interne pouvant atteindre plus de $1500 \text{ m}^2.\text{g}^{-1}$ et cette caractéristique unique est responsable de ses propriétés d'adsorption.

L'adsorption est un phénomène exothermique qui définit la propriété de certains matériaux, appelés adsorbants, à fixer sur leur surface des molécules, appelées adsorbats, extraites d'une phase liquide ou gazeuse. C'est une propriété fondamentale de la matière, ayant comme origine les forces attractives entre les molécules. Le phénomène d'adsorption peut être décomposé en deux types à savoir la physisorption et la chimisorption.

II.2.3 Différents types de charbon actif

Les propriétés d'adsorption des charbons actifs sont étudiées depuis plusieurs décennies dans des domaines variés allant des industries chimiques et pharmaceutiques aux applications environnementales. [21]

II.2.3.1 Le Charbon actif Extrudé (CAE)

Le charbon actif extrudé comme présentée dans la (**figure II.2**) est de forme cylindrique avec des diamètres allant de 0.8 mm à 5 mm. Il est principalement utilisé pour des applications en phase gazeuse à cause de sa faible perte de charge, de sa grande résistance mécanique et de sa faible teneur en poussières. [22]



Figure II.2 : Présente le CA en Extrudé [23].

II.2.3.2 Charbon actif en poudre (CAP)

Le CAP est un réactif pulvérulent de granulométrie très fine de 10 à 50 μm . Sa masse volumique varie suivant la fluidisation et le tassement du matériau, elle varie entre 200 et 600 Kg.m^{-3} .

La mise en œuvre du CAP est simple et nécessite des coûts d'investissement assez faibles. Toutefois, son utilisation de façon continue et à des taux importants ($> 20 \text{ g/m}^3$) peut entraîner des coûts d'exploitation élevés. Il est donc surtout utilisé pour lutter contre des pollutions légères et/ou de courte durée. Néanmoins, il représente un traitement de sécurité appréciable pour faire face à une pollution accidentelle. [24]



Figure II.3 : Présente le charbon actif (CA) en poudre [23].

Tableau II.1 : les Avantages et les Inconvénients du charbon actif en poudre. [22]

Avantages	Inconvénients
Le charbon actif en poudre est 2 à 3 fois moins cher que le charbon actif en granulé.	Le charbon actif en poudre ne peut pas être régénéré quand il est mélangé avec des boues d'hydroxyde.
L'adsorption est rapide dans la mesure où une grande partie de la surface de contact est directement disponible.	La détection des pointes de pollution est problématique et sa concentration applicable est limitée.

II.2.3.3 Charbon actif en grain (CAG)

L'élimination des micropolluants organiques et de la matière organique, est l'enjeu majeur de l'emploi du CAG. Les pesticides et les composés sapides sont les principaux micropolluants organiques.

Le charbon actif en poudre est 2 à 3 fois moins cher que le charbon actif en grain (CAG). Sa cinétique d'adsorption est très rapide, mais le charbon actif en grain est généralement le plus préféré car il peut être facilement séparé de l'eau après utilisation. [24]



Figure II.4 : Présente le charbon actif (CA) en Grain [25].

Tableau II.2 : les Avantages et les Inconvénients du charbon actif en granulé. [22]

Avantages	Inconvénients
Il a une grande capacité d'adsorption pour les substances organiques en particulier les solvants.	Une durée de vie limitée.
Il fonctionne bien dans un domaine large de température et d'humidité.	

II.2.4 Procédés de fabrication de charbon actif

Ils existent quelque procédé de fabrication du charbon actif a partir des matières premières d'origines biomasses telle que ;

II.2.4.1 Activation physique

L'activation physique ou la gazéification partielle du carbonisât se fait avec des gaz oxydants tels que la vapeur d'eau ou le dioxyde de carbone à haute température (750-1000°C). Le niveau de température joue un rôle important dans le processus d'activation. En effet, à basse température, la cinétique d'oxydation est faible et l'activation conduit à une distribution de la taille de pores homogènes dans tout le volume du matériau. Quand la température augmente, la vitesse de réaction croît plus rapidement que la diffusion du gaz oxydant. Le procédé est donc limité par le transport du gaz oxydant au sein du matériau, ce qui conduit à une perte d'homogénéité de la porosité.

II.2.4.2 Activation chimique

L'activation chimique est un procédé alternatif qui met en jeu un agent chimique tel qu'un acide, une base ou un sel (exemple : H_3PO_4 , KOH ou $ZnCl_2$) favorisant l'oxydation et/ou déshydratation, puis une réorganisation structurale à des températures entre 400 °C et 800 °C à l'abri de l'air. Le précurseur est imprégné avec H_3PO_4 afin d'améliorer le développement d'une structure poreuse à la suite d'un traitement thermique. L'activation par l'acide phosphorique a donné de meilleurs résultats pour l'obtention de grandes surfaces en comparaison avec l'activation physique pour certains précurseurs. [25]

II.2.5 Les étapes de préparations

A). L'activation

L'activation assure un meilleur développement de la surface spécifique et de la structure poreuse obtenue à l'étape de carbonisation. Elle est réalisée à l'aide d'agents oxydants physiques ou chimiques. Le procédé d'activation qui utilise la vapeur d'eau le dioxyde de carbone ou l'oxygène correspond à la méthode physique. Consiste en une gazéification du matériau carbonisé au moyen du dioxyde de carbone, de la vapeur d'eau.

La nature de l'agent d'activation influence la distribution poreuse du matériau par exemple, l'utilisation. Adsorption du dioxyde de carbone comme agent oxydant, favorise le développement de la microporosité alors que la vapeur d'eau favorise une porosité aux dimensions plus larges, et la formation des groupements fonctionnels de surface généralement oxydés qui sont à l'origine des interactions entre le solide et les molécules adsorbées.

En générale l'activation physique a été opérée à une température élevée et à un temps d'activation très longue.

Par ailleurs, lors de l'activation chimique, la carbonisation et l'activation sont réalisées simultanément. L'utilisation d'agents oxydants (tels que l'acide phosphorique (H_3PO_4), le chlorure de Zinc ($ZnCl_2$) ou l'acide sulfurique (H_2SO_4) influence sur la décomposition pyrolytique, en jouant le rôle d'agent déshydratant. Les conditions d'activation (température, durée, agent d'activation) influencent fortement la structure du produit final. En effet, les agents oxydants chimiques inhibent la formation de goudron et la production de composés volatils (méthanol, acide acétique, etc...), conduisant ainsi à un meilleur rendement. Dans l'activation chimique la carbonisation et l'activation sont normalement réalisées à des températures plus basses.

B). La carbonisation

La carbonisation est la décomposition thermique des matières carbonées : les espèces autres que le carbone sont éliminées. Cette étape s'effectue à des températures inférieures à $700^\circ C$ et sous un courant continu d'un gaz inerte (absence d'oxygène). Lors de la carbonisation, la teneur en carbone du précurseur croît, l'oxygène et l'hydrogène étant éliminés sous l'effet de la chaleur. La carbonisation entraîne également une évolution de la structure du précurseur vers l'état cristallin du graphite, selon les conditions de traitement du matériau : plus la structure de celui-ci

se rapproche de celle du graphite, plus elle est dite ordonnée. Les atomes de carbone restants se regroupent en réseaux aromatiques avec une structure en feuillet, lesquels s'arrangent entre eux d'une manière irrégulière laissant ainsi des interstices : c'est la porosité primaire du matériau carbonisé. [26]

II.2.6 Structure et texture du charbon actif

• Structure du charbon actif :

La structure et la nature chimique d'un charbon activé, évoluent au long des processus de carbonisation et d'activation. Les processus de polymérisation et de polycondensation débutent vers 400°C, avec une augmentation de la teneur en carbone sous la forme de cycles aromatiques condensés. La montée de température, facilite le réarrangement de la matière organique, et conduit à une structure poreuse. Ce qui provoque une compression sur les parois des différents pores, et par conséquent diminue leur volume. Au-delà de 1000°C, on aboutit à une structure cristalline de type graphitique. En revanche l'ordre dans lequel les feuillets sont arrangés, est moins parfait que dans le cas du graphite. Cette structure finale, turbo statique, est appelée « noir de carbone »(Figure II. 5). [27]

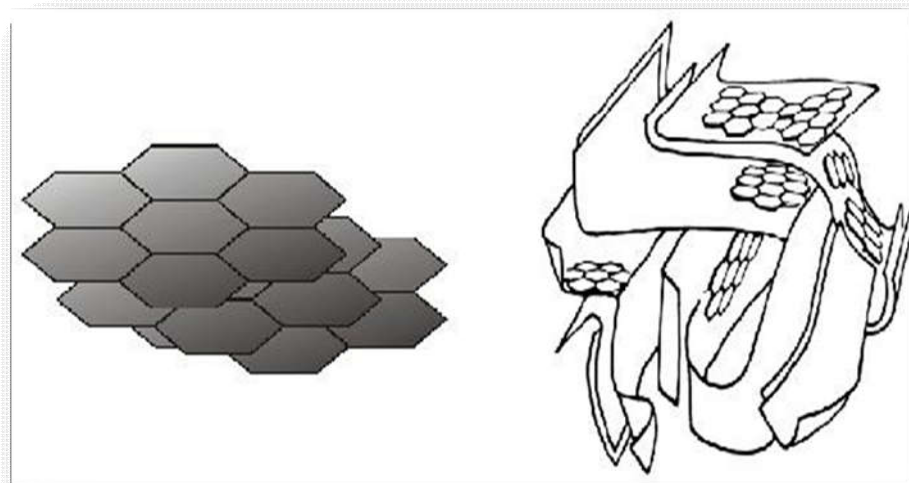


Figure II.5 : Représentation de la microstructure d'un charbon actif.

• Texture :

La texture d'un solide est définie par la structure poreuse et la surface spécifique. On détermine le type de pores par rapport à la classification en taille établie par Dubinin³⁹, ce qui

permet de distinguer trois catégories de pores classés selon leur diamètre : les micropores (>50 nm), les méso pores (compris entre 2 et 50 nm) et les micropores (< 2 nm). Les charbons actifs obtenus par activation chimique possèdent généralement une large gamme de porosité dans laquelle les micropores (appelés pores d'adsorption) sont reliés aux méso pores puis aux micropores (appelés pores de transports) qui débouchent vers l'extérieur (**figure II.6**) En revanche, les charbons actifs obtenus par activation physique proposent principalement une microporosité directement reliée à la surface extérieure. [21]



Figure II.6 : Représentation schématique de la structure des pores d'un charbon actif obtenu par activation chimique.

II.3 Charbon actif nano (nano dimension)

II.3.1 Définition

Les nanotubes de carbone (NTC), nouvelle forme allotropique du carbone, sont considérés comme une espèce unique de systèmes carbonés situés à mi-chemin entre les fibres de carbone dites "classiques" et les nouvelles formes du carbone telles que les fullerènes. Ils ont une longueur de l'ordre de 0,5 à 10 μm et un diamètre voisin du nanomètre. Leur rapport longueur sur diamètre est si grand qu'ils peuvent être considérés, à l'égard de certaines propriétés, comme des structures unidimensionnelles.

Depuis, de nombreux travaux tant expérimentaux que théoriques ont permis d'améliorer les méthodes de synthèse des NTC, de déterminer leur structure, de calculer et de mesurer leurs propriétés physiques.

Il existe deux types de nanotubes de carbone : les mono feuillets (SWNT – Single Wall Nanotube) et les multi feuillets (MWNT – Multi Wallis Nanotube) résultant d'un empilement concentrique de nanotubes mono feuillets. Leur longueur est de l'ordre de plusieurs micromètres et leur diamètre est respectivement de l'ordre de quelques nanomètres pour les mono feuillets et à quelques dizaines de nanomètres pour les multi feuillets. [28]

II.4 l'adsorption

L'adsorption est un phénomène d'interface pouvant se manifester entre un solide et un gaz, ou entre un solide et un liquide. Le support solide est l'adsorbant, tandis que le composé adsorbé et appelé adsorbat. Le processus d'adsorption se poursuit jusqu'à l'obtention d'un équilibre auquel correspond une concentration d'équilibre du soluté. La concentration du soluté adsorbé, est donc liée à la concentration résiduelle du soluté. L'adsorption peut être effectuée avec charbon actif en poudre qui est mélange, flocule et décante avec l'eau à traiter ou avec du charbon en grains de maille de 40 à 80 mm disposé dans des colonnes ou avec des lits fluidisés à contre courant. [27]

Les colorants sont des composés organiques qui sont utilisés dans de nombreuses industries telles que : les textiles, la papeterie, les cosmétiques et les produits alimentaires.

La plupart de ces colorants sont toxiques et causent beaucoup de dommages à l'environnement et à la santé humaine, parmi lesquels le bleu de méthylène. Il existe plusieurs méthodes qui peuvent être utilisées pour éliminer les colorants des eaux usées. Ces processus comprennent : l'adsorption, l'échange d'ions, la coagulation - floculation et oxydation. L'adsorption reste la technologie la plus prometteuse et la moins coûteuse. Plusieurs études se concentrent sur l'utilisation de certains adsorbants issus de déchets naturels. Les exemples incluent : sciure de bois, cosses de noix, cosses de cuir ou restes de blé. [29]

II.4.1 Définition

L'adsorption est un phénomène de surface dans lequel les atomes d'un corps se fixent à la surface d'une autre substance généralement solide.

L'adsorption est définie comme étant un enrichissement d'un constituant ou une augmentation de la densité d'un fluide (liquide ou gaz) au voisinage d'une interface. Le solide sur lequel l'adsorption a lieu est appelé adsorbant et le fluide qui va s'adsorber l'adsorbat. L'adsorption est un phénomène physico-chimique qui se traduit par une modification de concentration à l'interface de surface de deux phases non miscibles. [30]

II.4.2 Types d'adsorption

La nature des liaisons formées ainsi que la quantité d'énergie échangée lors de la rétention d'une molécule à la surface d'un solide permettent de distinguer deux types d'adsorption : l'adsorption physique et l'adsorption chimique.

II .4.2.1 Adsorption physique

Appelée également physisorption, elle est caractérisée par une faible énergie de liaison (inférieure à 40 KJ/mol^1) et elle correspond à l'établissement de liaisons de type Van der Waals. Dans le cas d'une telle adsorption, le temps de rétention de la substance adsorbée est court et la surface absorbante peut être recouverte de multiples couches moléculaires de produit adsorbé.

II.4.2.2 Adsorption chimique

Appelée également chimisorption, elle met en jeu une énergie élevée (supérieure à 40 kJ mol^{-1}) et correspond aux liaisons covalentes plus permanentes entre l'adsorbant et la molécule adsorbée. Les mécanismes les plus fréquents dans ce cas sont la prolongation et l'échange d'ions. Dans ce type d'adsorption, le temps de rétention est long et seule la première couche liée à la surface adsorbant est chimiquement adsorbée, les autres couches, dans le cas où elles existent, sont retenues par physisorption. [31]

II.4.3 Mécanisme d'adsorption

L'adsorption se produit principalement en quatre étapes. La **figure II.7** représente un matériau (adsorbant) avec les différents domaines dans lesquels peuvent se trouver les molécules organiques ou inorganiques qui sont susceptibles de rentrer en interaction avec le solide.

Avant son adsorption, le soluté va passer par plusieurs étapes :

1. Diffusion de l'adsorbât de la phase liquide externe vers celle située au voisinage de la surface de l'adsorbant,
2. Diffusion extra-granulaire de la matière (transfert du soluté à travers le film liquide vers la surface des grains),
3. Transfert intra-granulaire de la matière (transfert de la matière dans la structure poreuse de la surface extérieure des graines vers les sites actifs) [32].

4. Réaction d'adsorption au contact des sites actifs, une fois adsorbée, la molécule est considérée comme immobile.

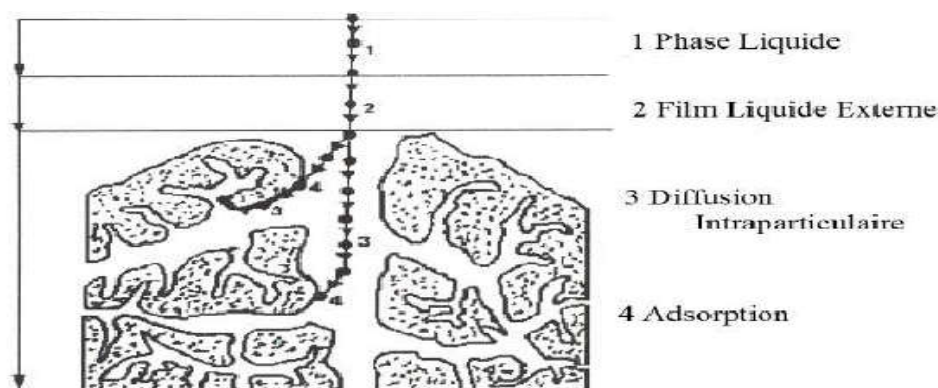


Figure II.7. Domaines d'existence d'un soluté lors de l'adsorption sur un matériau microporeux.

II.4.4 Facteurs influençant le phénomène l'adsorption

L'équilibre d'adsorption dépend de nombreux facteurs dont les principaux sont :

Les caractéristiques de d'adsorbant : polarité, volume poreux, surface spécifique et fonctions superficielles ;

Les caractéristiques de l'adsorbat : polarité, solubilité et poids moléculaire ;

Les paramètres physico-chimiques du milieu : température et pH. [1]

II.4.5 Isothermes d'adsorption

D'une façon générale, tous les systèmes adsorbant/adsorbât ne se comportent pas de la même manière. Les phénomènes d'adsorption sont souvent abordés par leur comportement isotherme. Cette isotherme est une courbe qui représente la relation entre la quantité adsorbée par unité de masse et la concentration du soluté en solution. De telles courbes sont obtenues en laboratoire à température constante. [33]

II.4.5.1 Isotherme de Langmuir

La théorie de Langmuir (1918) a permis l'étude de l'adsorption de molécules de gaz sur des surfaces métalliques. Elle repose sur les hypothèses suivantes :

- ❖ L'adsorption se produit sur des sites localisés d'égale énergie ;
- ❖ L'adsorption se produit en monocouche ;
- ❖ Il n'y a pas d'interaction latérale entre les molécules adsorbées à la surface ;
- ❖ La réaction est réversible (c'est-à-dire qu'il y a équilibre entre l'adsorption et la désorption);
- ❖ Le nombre de sites d'adsorption sur la surface est limité [34].

Elle s'exprime par :
$$q_e = \frac{X}{m} = q_{max} \frac{K C_e}{1 + K C_e} \quad (\text{II.1})$$

Où :

q_e : Quantité de soluté adsorbé par unité de masse de l'adsorbant (mg/g) à l'équilibre;

q_{max} : Quantité maximale adsorbée par unité de masse d'adsorbant pour couvrir la surface d'une monocouche moléculaire ;

K : Constante d'équilibre thermodynamique. Elle dépend de l'énergie d'adsorption ;

C_e : Concentration résiduelle du soluté à l'équilibre

En mettant l'équation précédente sous la forme linéaire :

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{C_e}{K q_{max}} + \frac{1}{q_{max}} \quad (\text{II.2})$$

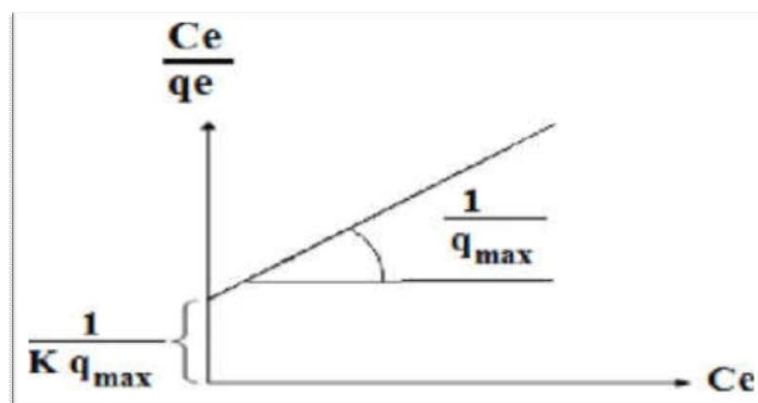


Figure II.8. Application du modèle de Langmuir

II.4.5.2 Isotherme de Freundlich

L'isotherme d'adsorption de Freundlich repousseur l'équation empirique suivante

$$q_e = k C_e^{1/n} \quad (\text{II.3})$$

- **K** : Capacité d'adsorption.
- **N** : Constante dépendant de la constante énergétique de distribution numérique

Les constantes K et n dépendent de la nature du soluté et du charbon actif utilisé Cette isotherme présente une singularité lorsque $n < 1$: sa pente à l'origine est infinie. [35,36]



Chapitre III :
Parte expérimental

Introduction

Les adsorbants microporeux sont abondamment utilisés dans le traitement des divers polluants, eaux usées urbaines, et les eaux huileuses à cause de leurs excellentes capacités d'adsorption, qui sont liées à leur grande surface spécifique et au développement. L'un des adsorbants le plus efficace est le charbon actif.

Le charbon actif généralement utilise les déchets agricole ou biomasses, dans notre travail en utiles des coquilles des noix de la disponible sur le marché **figure III.1**.

Les noix sont des noix comestibles. Il est produit par les noyers et les arbres du genre (*Juglans L.*), de la famille des *Juglandaceae*. Ces arbres se trouvaient à l'origine dans des environnements tempérés sur le continent eurasien et en Afrique.

Au Québec, le terme noix fait presque toujours référence aux noix en général, et les noix ne sont pas AOC / AOP; Ce nom fait référence aux fruits des noyers en général (*Juglans* mais pas les autres *Juglandaceae*), quelle que soit leur origine. Il sert également de traduction du terme anglais walnut. [37]



Figure III.1 : Présente coquilles des noix (CN) comme matière première.

III.1 Partie expérimentale

Cette partie consiste à la fabrication du charbon actif à partir des coquilles des noix commerciales (CN) **figure III.1** et l'application de ce charbon pour le phénomène de traitement (adsorption) sur le bleu méthylène.

III.2 Matériels et méthodes de préparation du charbon actif

III.2.1 carbonisation des coquilles de noix commerciales (CN)



Figure III.2 : Les déche de coquille de noix.

-Les coquilles de noix ont été lavées soigneusement avec de l'eau distillée pour

Éliminer toutes les matières, puis placées dans un endroit ensoleillé pendant 8 heures

Et ensuite séchées dans une étuve à 100 ° C pendant 24 heures, On obtient un matériau sec, d'une couleur marron clair homogène.



Figure III.3 : Lavage des CN.



Figure III.4 : Coquille de noix Après séchage.

Un échantillon d'environ 400g est placé d'aluminium, dans une étuve. Ensuite, on chauffe à 200°C durant 2h et ensuite, Broyer et tamiser pour obtenir de la poudre de deux tailles différentes (0,64 et 1 mm)

III.2.2 Activation chimique du charbon actif

La poudre obtenue, dans l'étape précédente, est utilisée comme une matière première. Et le choix de l'activation chimique vient de fait que, Le charbon actif est préparé à différentes températures et avec un coût d'activation moindre. En plus, ce procédé permet de connaître la meilleure température pour obtenir du charbon actif de haute qualité, avec une structure poreuse très importante et de grande surface spécifique. Pour notre pays, il est très important de penser à valoriser ces résidus de l'agriculture, pour préparer des charbons actifs très utiles dans le traitement des eaux. L'objectif de cette étude consiste en la préparation des charbons actifs, à partir de déchets de la l'agriculture ; afin d'obtenir un produit applicable dans le traitement des eaux. Les agents activant utilisés chlorure de zinc ($ZnCl_2$), et chlorure de sodium ($NaCl$) et sans activant chimique.

III.2.3. Activation avec le chlorure de zinc

Le chlorure de zinc a été cité, plusieurs fois en littérature, dans l'activation des charbons.

Pour l'activation avec $ZnCl_2$, 10g de la matière première et diamètre 0.63mm ont été placés dans un creuset en porcelaine et mélangés avec 20 ml de la solution de chlorure de zinc (0.1N).

Le temps de contact initialement fixé à 15 min avec agitation ; et Pour l'activation avec $ZnCl_2$,

10 g chaque échantillon brut et diamètre 1 mm ont été dispersés dans 7.5 ml d'une solution de chlorure de zinc (0.1N). Ensuite, il est placé à 200 ° C pendant 30 minutes, puis la température monte à 400 ° C pendant quatre heures. Le produit obtenu et lavé plusieurs fois à l'eau froide jusqu'à pH = 7, puis mis à sécher en étuve pendant 24 heures à une température de 100 ° C.

La même chose avec différentes températures 600° C, 800° C et 1000° C.

III.2.4 Activation avec le chlorure de sodium

L'hydroxyde de sodium a été aussi cité, en littérature, pour l'activation des charbons. Cette fois, 10g de la matière première et diamètre 0.63mm ont été placés dans un creuset en porcelaine et mélangés avec 20 ml de la solution de chlorure de sodium NaCl (0.1N). Le temps de contact initialement fixé à 15 min avec agitation ; et Pour l'activation avec NaCl, 10 g chaque échantillon brut et diamètre 1 mm ont été dispersés dans 7.5 ml d'une solution de NaCl (0.1N). Ensuite, il est placé à 200 ° C pendant 30 minutes, puis la température monte à 400 ° C pendant quatre heures. Le produit obtenu et lavé plusieurs fois à l'eau froide jusqu'à pH = 7, puis mis à sécher en étuve pendant 24 heures à une température de 100 ° C.

La même chose avec différentes températures 600° C, 800° C et 1000° C.



Figure III.5 : Procédé présente de l'activation du charbon.

III.3 Adsorption de bleu de méthylène en solution aqueuse sur charbons actifs

Le bleu de méthylène est un colorant cationique, il est utilisé dans plusieurs applications.

Le **BM** est l'un des polluants commun les effluents colorés. Plusieurs recherches ont été publiées sur la possibilité d'élimination du bleu de méthylène par différents adsorbants.

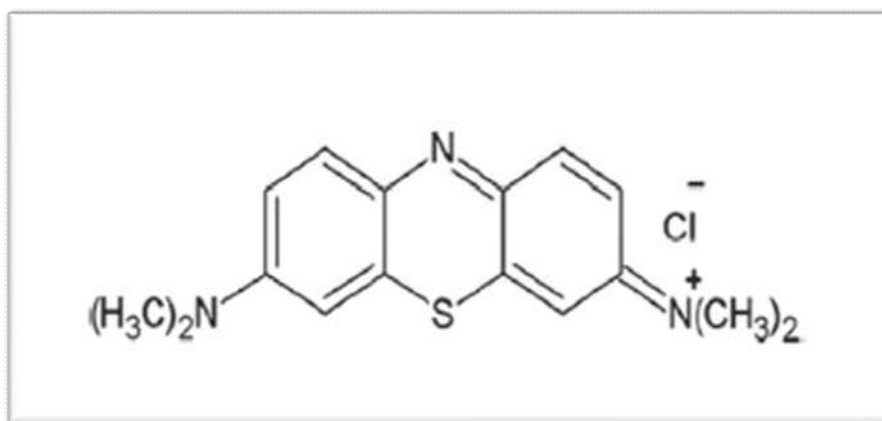


Figure III.6 : Structure chimique de la molécule du colorant Bleu de méthylène (**BM**).

Tableau III.1 : Propriété physico-chimique de Bleu de Méthylène. [19]

Propriétés chimique	Propriétés physique
Formule brute : $C_{16}H_{18}CN_3S$ [Isomères]	T° fusion : 210–211 °C décomposition
Masse molaire ¹ : 319.86 g/mol	Solubilité dans l'eau: élevé à 20 °C
C 70,21 %, H 6,52 %, Cl 7,4 %, N 5,85 %, O 10,02 %,	
λ_{max} (nm) = 663.63	

III.3.1 Spectres d'absorption en UV-visible

Les spectres d'absorption en UV-visible (**Figure III.7**) du BM ont été obtenus par un balayage spectral, entre 395 et 995 nm, Ces spectres montre bien la longueur d'onde du maximum d'absorption du BM (663nm).

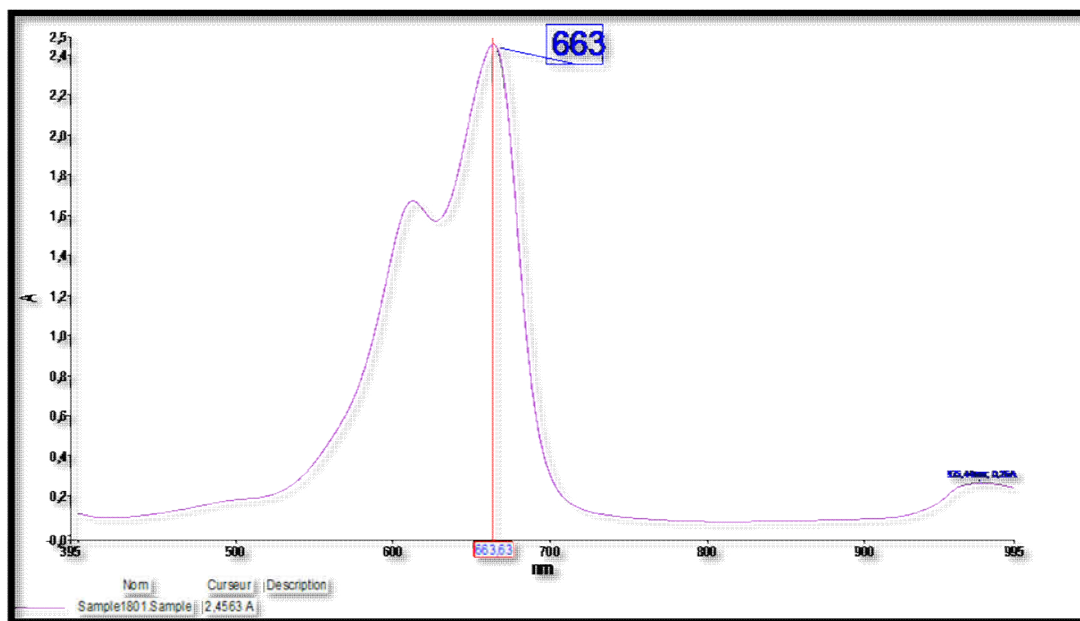


Figure III.7 : Spectres d'absorption en UV-visible des BM.

III.3.2 Préparation de solution de colorant BM

Des solutions mères du BM avec une concentration de 0.02 g/l ont été préparées en mélangeant une quantité appropriée de BM avec de l'eau distillée. La solution mère a été convenablement diluée par l'eau distillée à la concentration initiale désirée. Ainsi, l'adsorption du (Bleu de Méthylène), ont été étudiées sur le matériau coquille de noix qui présentent une grande surface spécifique.

III.3.2.1 La courbe d'étalonnage

La spectrophotométrie est utilisée pour déterminer l'absorbance d'une solution colorée en bleu de méthylène. Pour cela, nous préparons d'abord une solution mère de BM avec une concentration massique de 20 mg / L, et à partir de cette solution, nous préparons les sous-solutions diluées dans des flacons de 50 ml.



Figure III.8 : Présente les différentes Solutions diluées de BM.

Tableau III.2 : variation de l'absorbance en fonction de concentration de BM

C (mg/l)	0	1	2	3	4	5
Abs	0	0,437	0,902	1,263	1,645	1,979

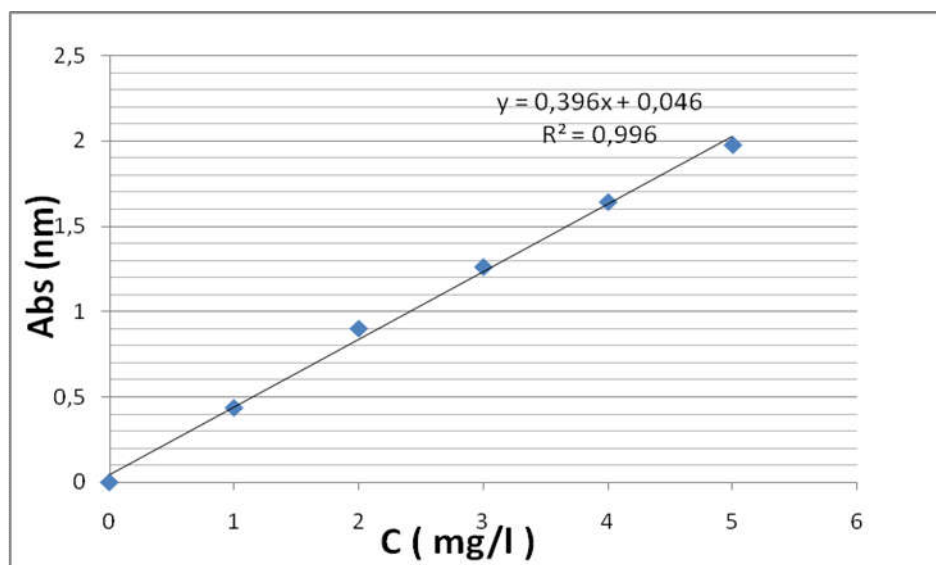


Figure III.9 : Courbe étalonnage d'adsorption du Bleu de Méthylène.

L'équation de la droite donnant l'absorbance A en fonction de la concentration du **Bleu de Méthylène** est : $C_e = \frac{A}{0,396}$ avec un coefficient de régression $R^2 = 0,996$ ce qui peut être considéré comme un bon ajustement linéaire. Cette équation est utilisée pour calculer la concentration d'une solution inconnue du **Bleu de Méthylène**



Figure III.10 : Four à moufle et Les creuser utiliser dans l'activation du noir de carbone.

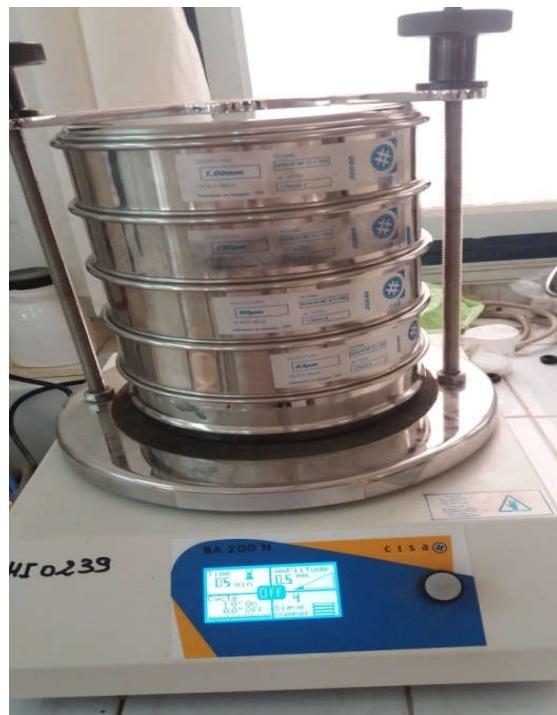


Figure III.11 : Le tamiseur utilise pour la mesure du charbon.



Chapitre IV :
Résultats et discussion

IV.1 Effet des paramétra physique

IV.1.1 Effets de la température d'activation sur la masse de charbon noire en charbon actif

Étudiez l'effet de la température d'activation sur la masse, Des échantillons de carbone ont été prélevés avec une quantité de 10 g et activés avec $ZnCl_2$ et $NaCl$ et un échantillon sans aucune addition, À différentes températures de $400^\circ C$, $600^\circ C$, $800^\circ C$ et $1000^\circ C$. Cela a été fait sur du carbone avec un diamètre de 0,64 mm et 1 mm.

Par les résultats présentés dans le **tableau IV.1**, nous notons

Tableau IV.1 : La masse obtenue après carbonisation du carbone.

D (mm) \ T ($^\circ C$)	1			$64 \cdot 10^{-3}$		
	ZnCl ₂	Na Cl	Carbone pur	ZnCl ₂	Na Cl	Carbone pur
400	3,85g	3,97g	2,9g	4,1g	3,8g	4,5g
600	1,84g	2,37g	2,22g	3,01g	0,95g	1,63g
800	0,29g	0,93g	0,8g	1,58g	0,73g	1,4g
1000	1,1g	1,53g	0g	0,38g	1,07g	0g

1. La quantité obtenue est pour le charbon actif d'un diamètre de 1 mm comme indiqué sur la **figure IV.1**.

- En ce qui concerne le stimulant $ZnCl_2$, on trouve une quantité de 3,85g pour la température $400^\circ C$ et diminuant à $600^\circ C$ et $800^\circ C$ à 0,29g puis augmentant en température de $1000^\circ C$ à 1,1g.
- En ce qui concerne le stimulant $NaCl$, on trouve une quantité de 3,97g pour la température $400^\circ C$ et diminuant à $600^\circ C$ et $800^\circ C$ à 0,93g puis augmentant en température de $1000^\circ C$ à 1,53g.
- Pour la quantité de carbone à laquelle l'activateur n'a pas été ajouté, la masse décroît continuellement aux températures de $400^\circ C$, $600^\circ C$ et $800^\circ C$ jusqu'à ce que la masse atteigne une température de 0 g à une température de $1000^\circ C$.

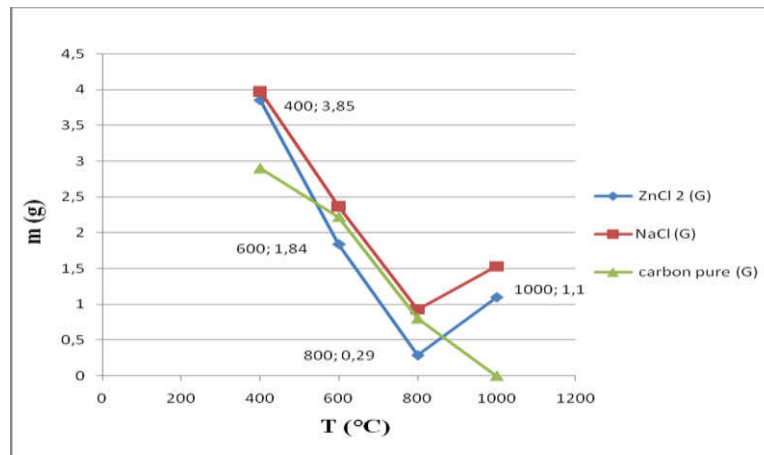


Figure IV.1 : L'effet de la température sur la masse du Carbone Grain (CG).

2. La quantité obtenue est pour le charbon actif d'un diamètre de 0.64 mm comme indiqué sur la figure IV.2.

- En ce qui concerne l'activateur $ZnCl_2$, on retrouve la quantité de carbone obtenue à la température de $400^\circ C$ avec une valeur de 4,1g, ce qui correspond à une diminution des températures restantes de $600^\circ C$ et $800^\circ C$, et à $1000^\circ C$ la masse atteint 0,38g.
- En ce qui concerne l'activateur $NaCl$, on retrouve la masse de carbone 3,8g à la température $400^\circ C$ et la masse diminue à 0,95g à la température $600^\circ C$ et à $800^\circ C$ on trouve la masse 0,73 puis la masse augmente à 1,07g à la température $1000^\circ C$.
- Pour la quantité de carbone à laquelle l'activateur n'a pas été ajouté, la masse décroît continuellement aux températures de $400^\circ C$, $600^\circ C$ et $800^\circ C$ jusqu'à ce que la masse atteigne une température de 0 g à une température de $1000^\circ C$.

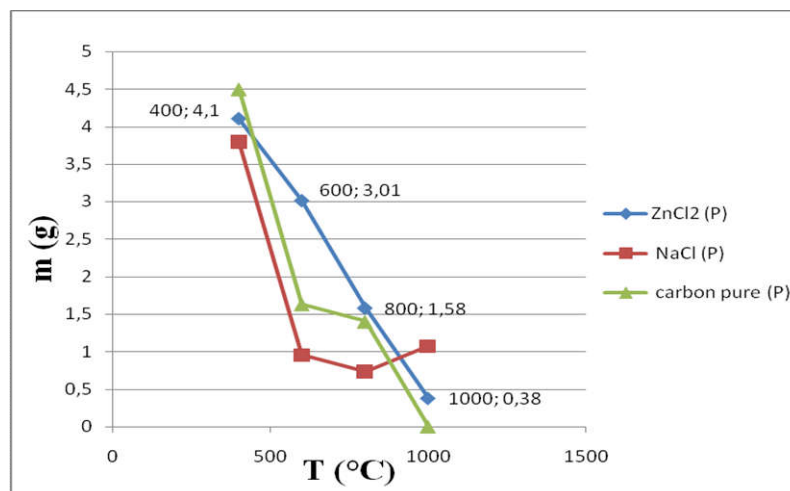


Figure IV.2 : L'effet de la température sur la masse du Carbone Poudre (CP).

IV.2 Méthodologie

IV.2.1 La capacité d'adsorption

Du colorant bleu de méthylène a été calculée en utilisant la formule suivante :

$$q_t = (C_0 - C_e) * \frac{v}{m} \quad (\text{III.4})$$

- ❖ q_t : La quantité adsorbée à l'instant t (mg/g).
- ❖ C_0 : La concentration initiale en colorant (mg/l).
- ❖ C_e : La concentration en colorant à l'instant t (mg/l).
- ❖ v : Le volume de la solution (l).
- ❖ m : La quantité de l'adsorbant en solution (g).

IV.2.2 Le rendement d'élimination du bleu de méthylène :

Ou encore par la détermination du taux d'élimination du colorant, noté **R** et exprimé en pourcentage (%), il est défini par :

$$R\% = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100 \quad (\text{III.5})$$

Où :

- ❖ C_0 : Concentration initiale du colorant (mg/l).
- ❖ C_e : Concentration du colorant à l'instant t (mg/l).

IV.3 Etude paramétrique de l'adsorption

IV.3.1 Effet de la température de la solution d'activation de BM

- Pour étudier l'effet de différentes températures d'activation du charbon actif avec $ZnCl_2$ et d'un diamètre de 0,64 mm sur le phénomène d'adsorption, nous préparons 4 échantillons d'une solution BM de 250 ml, chaque échantillon travaille sous une température différente en activant le charbon (400°C, 600°C, 800°C et 1000°C).

La masse de charbon actif 0,5 mg, le volume de la solution est de 250 ml, la température du charbon actif est différente, le temps de contact est de 50 minutes, la concentration 5 mg/l, la vitesse d'agitation est de 200 tr/min (JAR TESTE), à température ambiante 27°C.

- Sans l'utilisation d'un filtre, le spectrophotomètre UV visible est mesuré.
- À travers les résultats obtenus, et comme on peut le voir sur la **figure (IV.3)**, le taux de rendement est élevé aux deux températures de 800°C, estimées $R = 99,56\%$ et à 1000°C estimées $R = 99,58\%$.
- Pour cela, nous utilisons du charbon actif à une température de 1000 ° C activé avec du $ZnCl_2$ d'un diamètre de 0,64 mm dans les expériences restantes.

Tableau IV.2 : L'effet de différentes températures sur l'activation du carbone et sur l'absorption de **BM** sur **CAP**.

T (°C)	400	600	800	1000
Abs (avant)	2,028	2,028	2,028	2,028
Abs (après)	1,611	1,083	0,058	0,054
pH après	5,93	6,47	7,60	7,16
pH avant	6,20	6,20	6,20	6,20
C_f (mg/l)	0,637	0,428	0,022	0,021
R%	87,26	91,44	99,56	99,58
Q (mg/g)	21,815	22,86	24,89	24,90

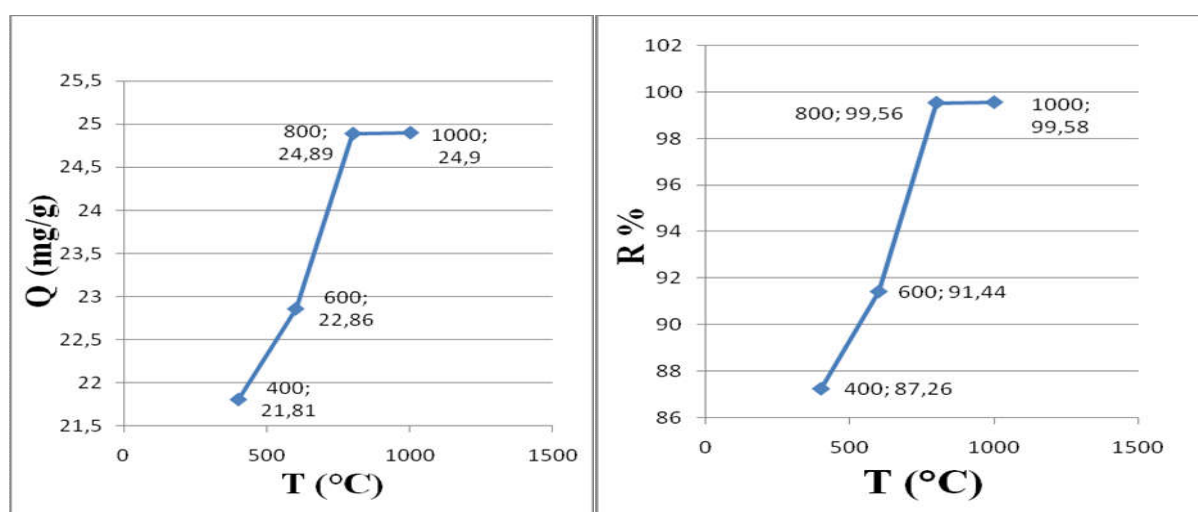


Figure IV.3: la variation du rendement et la capacité d'adsorption en fonction des températures d'activation du (CAP)

IV.3.2 Effet de la masse de l'adsorbant

- ✓ Pour étudier l'effet de la masse sur le phénomène d'adsorption, nous préparons 3 des échantillons de solution BM d'un volume de 250 ml, chaque échantillon est travaillé sous Masse différente (0,025 g, 0,075 g, 0,1 g) pH = 6,67 et à température ambiante.
- ✓ Le volume de la solution est de 250 ml, la température d'active de charbon 1000 °C, le temps de contact est de 50 minutes, la concentration 5mg/l et la vitesse d'agitation sont de 200 tr/min (JAR TESTE).
- ✓ Sans l'utilisation d'un filtre, le spectrophotomètre UV visible est mesuré.

Le **tableau (IV. 3)** et la **figure (IV.5)** représentent les résultats sur l'effet de la masse sur l'adsorption du bleu de méthylène.

Tableau IV.3 : Influence de la masse sur l'adsorption du **BM** sur le **CAP**.

m(g)	0	0,025	0,075	0,1
T (°C)	0	1000	1000	1000
Abs	0	0,304	0,129	0,232
C _i (mg/l)	0	5	5	5
C _f (mg/l)	0	0,120	0,051	0,091
R %	0	97,6	98,98	98,18
Q (mg/g)	0	16,26	16,49	16,36

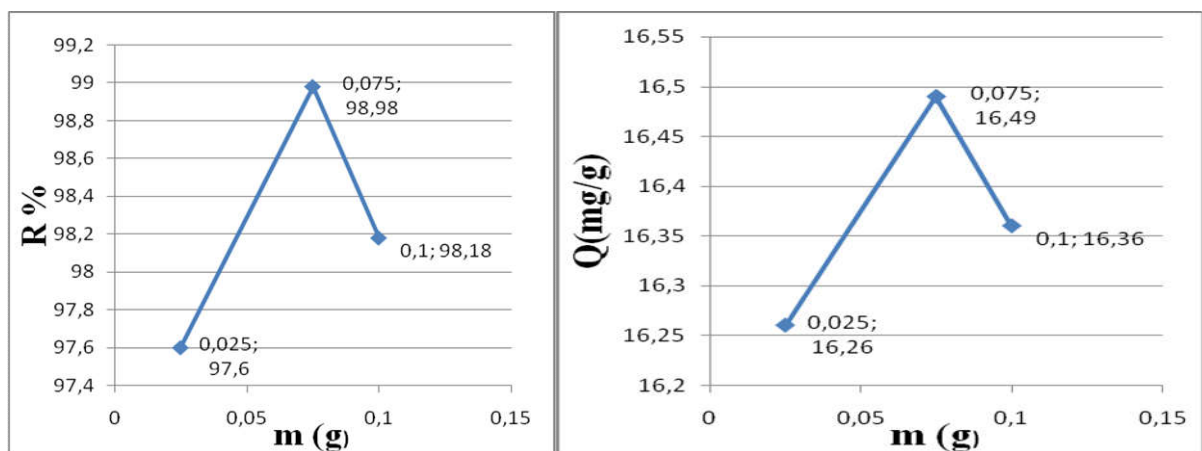


Figure IV.4 : Influence de la masse du charbon actif sur l'adsorption du **BM** sur le **CAP**.

Le **tableau (IV. 3)** nous donne la quantité du BM adsorbée à l'équilibre en fonction de la masse de l'adsorbant. Ce tableau montre que dans tous les cas, le pourcentage d'élimination des BM augmente lorsque la masse de l'adsorbant augmente. L'augmentation de la masse de l'adsorbant augmente la surface spécifique et donc le nombre des sites disponibles d'adsorption pour conséquence l'augmentation de la quantité de colorant adsorbé. Bien que le pourcentage d'adsorption augmente avec l'augmentation de la dose d'adsorbant, La courbes de la **Figure (IV.5)** montre que le pourcentage d'élimination des BM est pratiquement (98.98 %) pour les charbons actifs.

IV.3.3 Effet de la concentration sur l'adsorption bleu de méthylène

- ✓ Pour étudier l'effet de la concentration sur le phénomène d'adsorption, nous avons préparé 3 échantillons de solution BM d'un volume de 250 ml, chaque échantillon fonctionnant sous différentes concentrations (3 mg / L, 7 mg / L, 9 mg / L) à température ambiante.
- ✓ La masse de charbon actif est de 50 mg, le volume de la solution est de 250 ml, la température du charbon actif est de 1000 ° C, le temps de contact est de 50 minutes, la concentration est différente et la vitesse d'agitation est de 200 tr/min (JAR TESTE).
- ✓ Sans l'utilisation d'un filtre, le spectrophotomètre UV visible est mesuré.

Le tableau (IV.4) et la figure (IV.5) représentent les résultats sur l'effet de la température sur l'adsorption du bleu de méthylène.

Tableau IV.4 : Influence de la concentration du colorant sur l'adsorption du **BM** sur le **CAP**.

C_i (mg/l)	3	7	9
Abs (avant)	1,242	2,537	3,053
Abs (après)	0,062	0,072	0,101
pH (avant)	7,88	6,97	6,94
pH (après)	7,00	7,40	7,24
C_f (mg/l)	0,024	0,028	0,039
R %	99,20	99,60	99,56

Q (mg/g)	14,88	34,86	44,80
----------	-------	-------	-------

Nous notons sur la **figure IV.5** que le pourcentage d'élimination de BM augmente avec l'augmentation de la concentration du matériau absorbant, Où nous trouvons que R = 99,60% à la concentration 7 mg/l, alors il diminue légèrement à R = 99,58% à la concentration 9 mg/l.

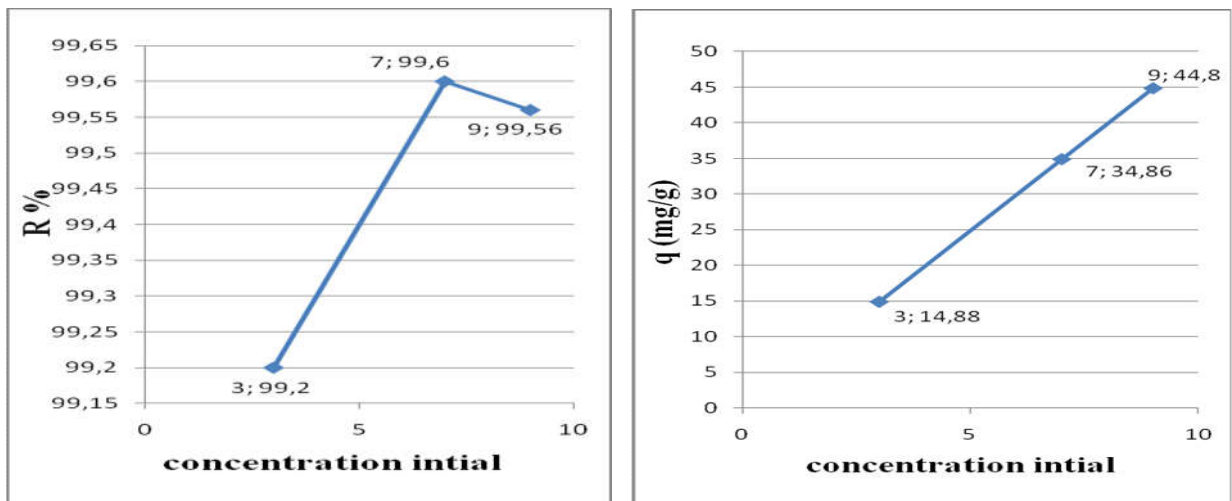


Figure IV.5 : Influence de la concentration du bleu méthylène sur l'adsorbat du **BM** sur le **CAP**.

IV.3.4 Effet de la température de l'adsorbant

- Pour étudier l'effet de la température sur le phénomène d'adsorption, nous avons préparé 4 échantillons de solution BM d'un volume de 250 ml, la concentration 3 mg/l, chaque échantillon fonctionnant à un temps différent (15, 20, 30 et 40).
- Masse de charbon actif 75 mg, volume de solution 250 ml, température du charbon actif 1000 ° C, temps de contact 50 minutes, concentration 3 et vitesse d'agitation 200 tr/min (JAR TESTE).
- Sans l'utilisation d'un filtre, le spectrophotomètre UV visible est mesuré.

Tableau IV.5 : Influence du la température sur l'adsorption du **BM** sur le **CAP**.

T °C	15	20	40
Abs	0,259	0,130	0,175
C _f	0,102	0,051	0,069

R %	96,60	98,3	97,70
Q (mg/g)	9,66	9,83	9,77

Remarque sur la **figure IV.6** Le pourcentage d'élimination de BM augmente avec l'augmentation de la température du matériau absorbant, car on constate que à R= 98,3% à la température de 20°C, puis il diminue à R= 97,23 % à la température de 30°C et augmente légèrement à R= 97.70% à la température de 40°C. On note que le meilleur pourcentage est à 20°C Lorsque la température augmente, le taux d'absorption diminue.

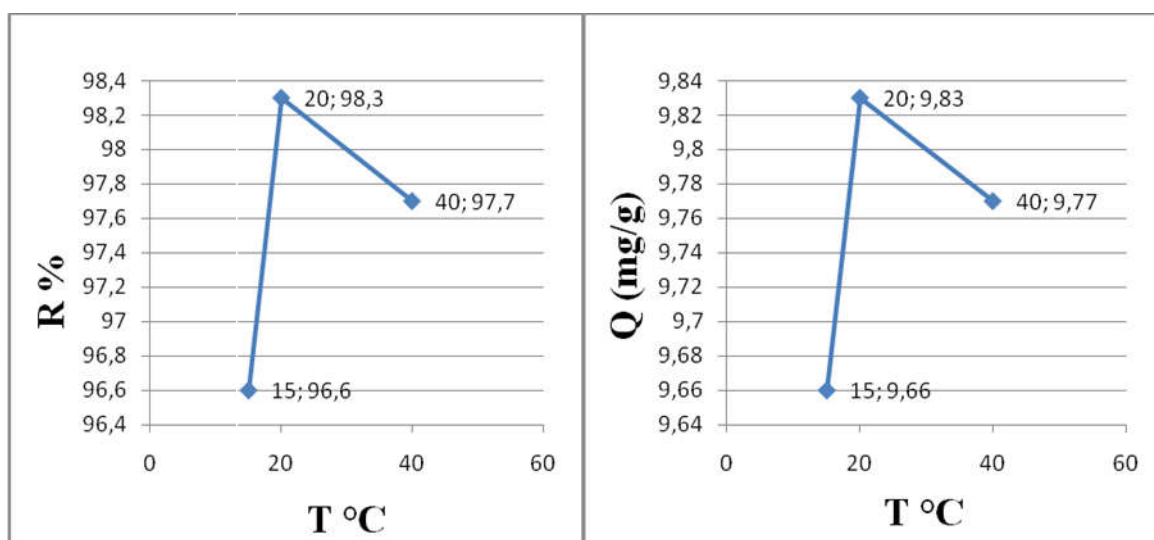


Figure IV.6 : Influence de la température sur l'adsorption du **BM** sur le **CAP**.

IV.3.5 Effet du temps d' agitation

- ✓ Pour étudier l'effet du temps sur le phénomène d'adsorption, nous avons préparé 4 échantillons de solution BM d'un volume de 250 ml, chaque échantillon fonctionnant à un temps différent (10 min, 30 min, 40 min et 60 min) à température ambiante.
- ✓ Masse de charbon actif 75 mg, volume de solution 250 ml, température du charbon actif 1000 ° C, temps de contact 50 minutes, concentration 3 et vitesse d'agitation 200 tr/min (JAR TESTE).
- ✓ Aucun filtre n'a été utilisé dans le **tableau IV.6**, comme pour le **tableau IV.7** un filtre a été utilisé, un spectrophotomètre UV-visible a été mesuré.

Tableau IV.6 : Influence du le temps sur l’adsorption sans filtration du **BM** sur le **CAP**.

Temps (min)	10	30	40	60
Abs	0,581	0,400	0,373	0,296
C_f	0,230	0,158	0,147	0,117
R %	92,33	94,73	95,1	96,1
Q (mg/g)	9,23	9,47	9,51	9,61

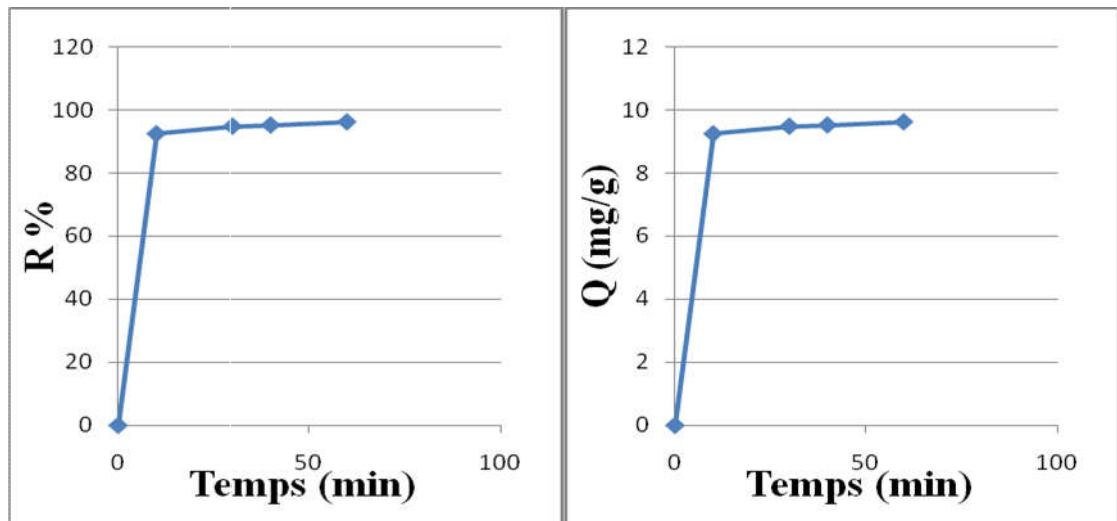


Figure IV.7 : présente la variation du rendement et la capacité d’adsorption en fonction du temps d’agitation sans filtration du **CAP** sur le **BM**.

Tableau IV.7 : présente la variation du rendement et la capacité d’adsorption en fonction du temps d agitation avec filtration du **CAP**.sur le **BM**.

Temps (min)	10	30	40	60
Abs	0,141	0,101	0,064	0,054
C_f	0,055	0,039	0,025	0,021
R %	98,16	98,70	99,16	99,30
Q (mg/g)	9,81	9,87	9,91	9,93

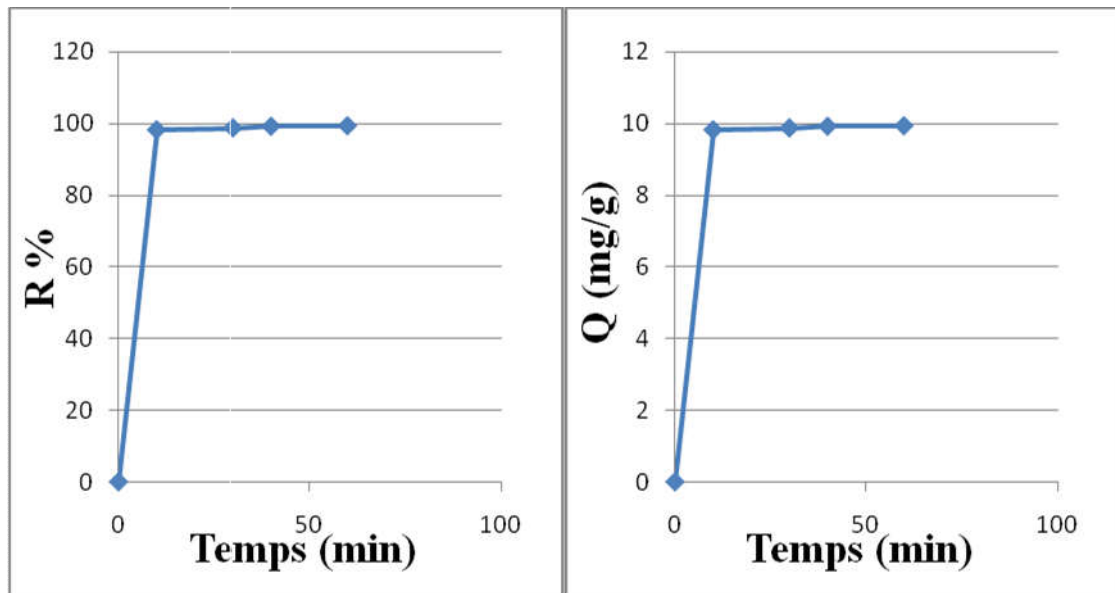


Figure IV.8 : présente la variation du rendement et la capacité d'adsorption en fonction du temps d'agitation avec filtration du sur le BM.

Remarque à travers les **figures IV.7 et IV.8** Le pourcentage d'élimination de BM augmente avec l'augmentation du temps d'agitation du matériau absorbant, car il a été observé sur la **figure IV.7**, ce qui a été fait sans utiliser de filtre, de sorte que la valeur la plus basse était **R= 9,33%** à un temps de 10 minutes et la valeur la plus élevée a été estimée à **R=96,10%** un temps de 60 minutes, et pour la **figure IV.8**, cela a été fait à l'aide d'un filtre où On remarque la valeur la plus basse **R=98,16%** à un temps de 10 minutes et la valeur la plus élevée à un temps de 60 minutes, qui a été estimée à **R=99,30%**.

À travers les résultats, nous concluons que plus le temps d'agitation n'est grand, le taux d'absorption augmente. Nous notons également que le papier filtre a un rôle dans l'augmentation de l'absorption de la couleur restante du colorant.



Conclusion Générale

Conclusion Générale

On peut conclure que la température d'activation est efficace à 1000 °C pour activer le charbon à partir de résidus agricoles de coques de noix, En particulier pour décolorer les effluents industriels.

❖ Bonne préparation (coques de noix) L'échantillon torréfié à 1000 °C à 4 heures Cette étude est divisée en deux parties, avec un activant de chlorure de zinc " $ZnCl_2$ " comme agent d'activation. Il a également été observé que lorsque la température augmente, la masse de charbon actif diminue.

1. résultats montre que ;

- Le meilleur rendement d'adsorption de BM de concentration 5% dépend de 0.075 g du charbon actif ce rendement est de 98.98%.
- Le meilleur rendement d'adsorption de BM de concentration 7% dépend de 0.05 g du charbon actif ce rendement est de 99.60%.
- Le meilleur rendement d'adsorption de BM de concentration 3% dépend de 0.075 g du charbon actif et 20°C ce rendement est de 98.3%.
- Le meilleur rendement d'adsorption de BM de concentration 3% dépend de 0.075 g du charbon actif et 60 min ce rendement est de 96.1% sans filtre et ce rendement de 99.3% avec filtre.

❖ **Remarques**

- Plus la solution reste longtemps, plus la solution sera confortable, plus le taux d'absorption est élevé.
- On constate également que le filtre a un rôle d'absorption de la couleur pour augmenter le taux d'absorption.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] S. BELAID, Fixation d'un colorant sur une colonne d'adsorption garni de charbon actif granulé, Thèse de Master, Université d'ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM, (2014).
- [2] Errais, E., Réactivité de surface d'argiles naturelles. Etude de l'adsorption de colorants anioniques, thèse de Doctorat, Université de Strasbourg, (2011).
- [3]<https://enjeux-planetaires.e-monsite.com/pages/les-articles/c-le-charbon-resultat-de-la-transformation-d-une-biomasse.html>
- [4]https://www.dictionnaire-environnement.com/charbon_combustible_ID526.html
- [5] D. KOLANI, Modélisation Thermo-Chimio-Mécanique de la Cokéfaction : Contribution à la compréhension du mécanisme de poussée, Thèse de Docteur, Université D'ORLÉANS, (2013).
- [6] <https://www.geo.fr/environnement/charbon-41657>
- [7] S. AMMOUR, Mesure et analyse de l'efficacité du blindage électromagnétique à bas de polystyrène conducteur à impact élevé associé à des charges de noir de carbone, Thèse de Master, Université ABOU-BEKR BELKAID-TELMCEN, (2017)
- [8] Base de données FICHES TOXICOLOGIQUES, (2007) site www.inrs.fr/fichetox
- [9] https://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/Pages/fiche-complete.aspx?no_produit=14043
- [10] B. BERRIMA, Etude structurale et chimique de la lignine d'Alfa et sa valorisation comme macro monomère et/ou précurseur du charbon actif, Thèse de Docteur, Université Grenoble Alpes, (2015).
- [11] M. HASSAR, Influence des nano-charges de noir de carbone sur le comportement mécanique de matériaux composites Application au blindage électromagnétique, Thèse de Docteur, Université de Technologie de Compiègne, (2013).
- [12] F. MAHDJOUR, Les instruments financiers de protection de l'environnement contre les pollutions en Algérie : Cas de la pollution marine par les hydrocarbures, Thèse de Master, Université d' ORAN, (2011/2012).
- [13]G. Sofiane. LE ROLE DES BIOFILMS D'ALGUES DANS LES TRAITEMENTS BIOLOGIQUES DES EAUX, Thèse de Magister, Université de Sétif, (2010).

Références bibliographiques

[14] T. Mohammed. CONTRIBUTION AUX TRAITEMENTS DES EAUX USEES PAR DES MATERIAUX NATURELS, Thèse de Master, Université d'ABOU BEKR BELKAID-TLEMCEM, (2017).

[15] H. Malika. Evaluation de la qualité des rejets liquides de trois industries de la wilaya de Constantine, Thèse de Master, Université des Frères Mentouri Constantine, (2017).

[16] K. AMEL, Épouse DERBAL Etude Expérimentale de L'élimination de Polluants Organiques et Inorganiques par Adsorption sur des Matériaux Naturels: Application aux Peaux d'Orange et de Banane, Thèse de Docteur, Université de MENTOURI DE CONSTANTINE, (2012).

[17] Y. Soumia, K. Karima. Etude de l'élimination des colorants de textiles par adsorption sur des différents charbons actifs préparés à base des noyaux de dattes, Thèse de Master, Université de AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA, (2017).

[18] F. Nemchi, Modification physico-chimique de deux algues marines *Ulva lactuca* et *Cystoseira strict* en vue de l'élimination par adsorption du bleu de méthylène, Thèse de Magister, Université d'Oran, (2005/2006).

[19] B. Brahim, Fabrication et Application du Charbon Actif (Carbone Activé) A Partir Des Noyaux Des Dattes, Thèse de Master, Université de Biskra (2015)

[20] J. Omlin, L. Chesaux, Evaluation de charbons actifs en poudre (CAP) pour l'élimination des micropolluants dans les eaux résiduaires urbaines, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, (2010).

[21] N. Kania, Utilisations de charbons actifs dans des procédés d'adsorption de Composés Organiques Volatils et des procédés de catalyse dans l'eau, Thèse de Doctorat, Université d'Artois, (2010).

[22] L. Khelaifia, M. Mazouz, EVALUATION DU POUVOIR D'ADSORPTION D'UN CHARBON ACTIF COMMERCIAL, Thèse de Master, Université de OUM EL BOUAGHI, (2018).

[23] <https://donau-carbon.com/Products-Solutions/Aktivkohle?lang=fr-FR>

Références bibliographiques

- [24] B. Nasma, épouse Fellahi, Etude de l'élimination du Plomb, du Zinc et du cadmium par adsorption sur un charbon actif préparé à base des noyaux de jujube, Thèse de Magister, Université de Bejaïa, (2015).
- [25] M. Asema, Elimination des micropolluants par des adsorbants naturels, Thèse de Master, Université de Mostaganem, (2016).
- [26] N. Sedira, Etude de l'adsorption des métaux lourds sur un charbon actif issu de noyaux de dattes, Thèse de Magister, Université de Souk-Ahras, (2012/2013).
- [27] M. ZIATI, Adsorption et électro sorption de l'arsenic (III) sur charbon à base de noyaux de dattes activés thermiquement et chimiquement, Thèse de Doctorat, l'Université de BADJI MOKHTAR-ANNABA, (2012).
- [28] L. MAJOLI, Elaboration, Caractérisation et étude des performances de nouveaux adsorbants hydrophobes : application aux atmosphères odorantes ET/OU chargées en composés organiques volatils, Thèse de Doctorat, Université de Jean Monnet de Saint-Etienne, (2005).
- [29] N. LEFKI, Etude de l'adsorption du bleu de méthylène sur la poudre des feuilles d'olivier, Thèse de Master, Université MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU, (2017).
- [30] I. Azzi, Etude de l'adsorption de certains colorants par spectrophotométrie UV-visible et spectroscopie IR, Thèse de Master, Université de ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM, (2014).
- [31] H. Guedidi, Préparation et modification de carbones activés pour l'adsorption de polluants organiques émergents : molécules pharmaceutiques et liquides ioniques, Thèse de Doctorat, l'Université de Grenoble et l'Université de Tunis El Manar, (2005/2006).
- [32] M^{me} N. Narimane, Etude expérimentale du potentiel d'adsorption de polluants métalliques sur la sciure de bois brute et modifiée. Analyse cinétique et thermodynamique, Thèse de Doctorat, Université de DJILLALI LIABES, (2018).
- [33] B. MEROUFEL, Adsorption des polluants organiques et inorganiques sur des substances naturelles : Kaolin, racines de Calotropis procera et Noyaux de dattes, Thèse de Doctorat, Université de Lorraine, (2015).
- [34] K. Belazizia, Adsorption du bleu de méthylène sur différents matériaux activés, en milieu aqueux, Thèse de Master, Université Larbi Ben M'Hidi Oum El-Bouaghi, (2018).

Références bibliographiques

[35] L. Samanni-Vaute, J-L. Fanlo et P.Le Cloirec 1993, Elimination de l'ammoniac sur divers adsorbants : charbons actif, tourbes et boues de station d'épuration. Pollution Atmosphérique, 103-115.

[36] O.Talu, A.L. Myers (1988), Rigorous thermodynamic treatment of gas adsorption, Aiche. Journal 34(11), 1887-1893.

[37] Sabaté J, Oda K, Ros E, Nut consumption and blood lipid levels, a pooled analysis of 25 intervention trials [archive], Arch Intern Med, 2010;170:821-827

ملخص:

الكربون النشط ، أحد أفضل الممتزات ، ومحلول النفايات الملوثة مثل المركبات المتطايرة (الطلاء ، المنظفات ، الصباغ ، مياه الصرف الصحي ، تأثير الاحتباس الحراري ، كيريت الهيدروجين ، إلخ.

تصنيع الكربون المنشط الناتج من النفايات الزراعية (قشور الجوز) ، مع معالجة درجات حرارة متفاوتة (400 درجة مئوية ، 600 درجة مئوية ، 800 درجة مئوية ، 1000 درجة مئوية) بعد التنشيط الكيميائي باستخدام كلوريد الزنك ($ZnCl_2$) للحصول على الكربون المنشط

يتم تطبيق الكربون المنشط على الماء الملوث بصبغة (الميثيلين الأزرق) بطريقة الامتزاز. تظهر نتائج الامتزاز أن ؛ يلعب الكربون النشط دورًا مهمًا في امتصاص الملوثات من الماء ، وقد تمت دراسة تأثير العوامل المختلفة مثل الكتلة وزمن التلامس والتركيز ودرجة الحرارة.

تحضير جيد الكربون المنشط المحضر من قشور الجوز لمدة 4 ساعات عند 1000 درجة مئوية.

الكلمات المفتاحية: قشور الجوز ، فحم ، تنشيط ، امتصاص

Résumé

Le charbon actif l'un des meilleur d adsorbant, et la solution de plumeurs polluant tels que les composes volatils (peinture, détergeant, pigment ; eaux uses, effet de serre, hydrogène de soufre... etc.

La fabrication du charbon actif obtenu à partir déchets agricoles (coquilles de noix), avec un traitement de températures variante ($400^{\circ} C$, $600^{\circ} C$, $800^{\circ} C$ et $1000^{\circ} C$) suite par une activation chimique en utilisant le chlorure de zinc ($ZnCl_2$) Pour obtenir du charbon actif

Le charbon actif est d'appliquer à l'eau contaminée par un colorant (bleu de méthylène), par la méthode d'adsorption. Les résultats d adsorptions montre que ; Le charbon actif joue un rôle important dans l'absorption des polluants de l'eau, L'effet de divers facteurs tels que la masse, le temps de contact, la concentration et la température ont été étudiés.

Bonne préparation Charbon actif préparé à partir de coquilles de noix pendant 4 heures à $1000^{\circ} C$.

Mots clés : coquilles de noix, charbon de bois, activation, adsorption.

Abstract

Activated carbon, one of the best adsorbents, and the solution of polluting pluckers such as volatile compounds (paint, detergent, pigment ; wastewater, greenhouse effect, hydrogen sulfur, etc.).

The manufacture of activated carbon obtained from agricultural waste (walnut shells), with treatment of varying temperatures ($400^{\circ} C$, $600^{\circ} C$, $800^{\circ} C$ and $1000^{\circ} C$) following chemical activation using zinc chloride ($ZnCl_2$) To obtain activated carbon

Activated carbon is to apply to water contaminated with a dye (methylene blue), by the adsorption method. The adsorption results show that; Activated carbon plays an important role in the absorption of pollutants from water. The effect of various factors such as mass, contact time, concentration and temperature have been studied.

Good preparation Activated charcoal prepared from walnut shells for 4 hours at $1000^{\circ} C$.

Keywords: nut shells, charcoal, activation, adsorption.