



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et science de la nature et de la vie
Département science de la matière

MÉMOIRE DE MASTER

En vue de l'obtention d'un diplôme de Master dans le cadre de l'arrêté ministériel n° 1275

Science de la matière
Filière : chimie
Spécialité : chimie des matériaux

Réf. :

Présenté et soutenu par :
Aroub Meriem

Le : 25/06/2023

Production du charbon actif par activation chimique de biomasse

Jury :

Mme Kribaa Oum kaltoum	MCA	Université de Biskra	Président
Mme Ouakkaf Amira	MCA	Université de Biskra	Rapporteur
Mr Djail Kamal	MAA	Université de Biskra	Examineur
Mme Brahimi Nawel	MCA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2022/2023

Remerciement

Avant tout, je dois remercier Dieu le tout puissant qui m'a donné la force pour compléter ce long et dur travail.

Je tiens particulièrement à remercier mes parents mes frères et sœurs, qui ont toujours cru en moi, pour leurs soutient durant toute me vie.

Je remercie madame Dr Ouakkaf Amira, maitre de conférence A, à l'université de Biskra d'avoir consacré une partie de son temps à la direction de cetravail ainsi qu'à la confiance qu'il m'a accordée pendant la réalisation de ce mémoire.

Mes remerciements vont également à madame Dr kribaa oum Kaltoum, maitre de conférences A à l'université de Biskra, pour avoir accepté de présider le jury de ce mémoire. Qu'il me soit permis également de remercier ; Mme Brahimi Nawel, maitre de conférence A, à l'université de Biskra, je voudrais également exprimer toute ma reconnaissance à Monsieur Djail Kamel, maitre-assistant A à l'université de Biskra pour l'honneur qu'il me fait en acceptant de juger ce travail.

Je remercie toutes les autres personnes que j'ai rencontrées au sein des laboratoires : de chimie (SM) et d'hydraulique.

Je remercie également Monsieur Dr Sehnoune Derradji, Ingénieur de recherche au centre de recherche CRAPC de Biskra, pour les analyses MEB.

Dédicace

Ce travail est dédié

À la mémoire de mon cher père, En ce jour de réalisation et d'accomplissement, je tiens à honorer la mémoire d'un homme extraordinaire qui a été une source constante d'inspiration dans ma vie. Papa, tu étais mon pilier, mon guide et mon plus grand soutien.

Mon guide dans ma vie, le symbole de tendresse ma chère mère

A mes frères Idris, Abbas, Aboubakkeur et sœurs Sakina

A la famille khellaf

A toute mes amies et mes collègues le long de mes

études

Sommaire

Remerciement**Liste des figures****Liste des tableaux****Liste des abréviations**

Introduction générale	1
Chapitre I : Etude bibliographique	
Introduction	4
I-1-La pollution de l'eau	4
I-1-1-Origine de la pollution de l'eau	4
I-1-2-Source de pollution	4
I-1-3- Types de polluants	7
I-1-3- Types de polluants	7
I-2-Les colorants	8
I-2-1- Colorants synthétiques	8
I-2-2- Classification des colorants	8
I-2-3- Bleu de Méthylène	9
I-2-3-1-Propriétés physico-chimiques	9
I-2-3-2- Utilisation	10
I-2-3-3-Toxicité	10
I-3- Traitement des effluents textiles selon des méthodes traditionnelles	10
I-3-1- Méthodes biologiques	10
I-3-2- Méthodes chimiques	10
I-3-3- Méthode physiques	11
I-4- le phénomène d'adsorption	11
I-4-1- Définition de l'adsorption	12
I-4-2-Types d'adsorption	12
I-4-3-Description du mécanisme d'adsorption	13
I-4-4- Facteurs influençant l'adsorption	14
I-4-5-Les principaux adsorbants	15
I-4-5-1-Les zéolithes	15
I-4-5-2- Argile	15
I-4-5-3- Les gels de silice	16
I-4-5-4- Les alumines	16
I-4-5-5- Charbon actif	16
I-4-5-5-1-Procédés de fabrication du charbon actif	16
I-4-5-5-2-Propriétés de composition du charbon actif	18
I-4-5-5-3- Différentes formes de charbon actif	19

I-4-5-5-4- Différents Utilisations du charbon actif	20
I-5- conclusion	23
Les références	24

Chapitre II : Partie expérimentale

II-1-Introduction	29
II-2- Préparation des charbons actifs	29
II-2-1- La matière première utilisé (les noyaux de Rhamnus)	29
II-2-2- Préparation du charbon actif	30
II-3- Résultats et discussion	35
II-3-1- Introduction	35
II-3-2- Le rendement de la synthèse du charbon actif préparer	35
II-3-3 Détermination du taux d'humidité	36
II-3-4- Détermination de la masse volumique	37
II-3-5-Le taux d'activation « Burn-off »	38
II-4- Caractérisation par Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier(FTIR)	38
II-4-1- Spectre infrarouge du matériau brut (matièrepremière)	39
II-4-2- Spectres infrarouge des charbonsactifs préparés	40
II-5- Etude de l'adsorption du bleu de méthylène en solution aqueuse	45
II-5-1 La courbe d'étalonnage	45
II-5-2- Le taux d'élimination du colorant BM	47
II-5-3- Influence du temps de contact sur d'adsorption du BM	47
II-5-4- L'influence de la masse sur l'élimination BM	48
II-5-5- L'influence de la concentration sur l'élimination de BM	48
Références bibliographiques	50
Conclusion générale	51
Résumés	

Liste de figure

<i>Chapitre I : étude bibliographique</i>		
Figure I.1	Image montrant les principales causes de la pollution naturelle de l'eau.	02
Figure I.2	Pollution industrielle de l'eau.	03
Figure I.3	Principe du phénomène de l'adsorption.	09
Figure I.4	Domaines d'existence d'un soluté lors de l'adsorption sur un matériau	11
Figure I.5	Les structures des zéolithes.	12
Figure I.6	Les structures de l'argile.	12
Figure I.7	Représentation schématique de la surface interne et externe du charbon actif.	15
Figure I.8	Représentation de la structure poreuse de charbon actif.	16
Figure I.9	Charbon actif en poudre.	16
Figure I.10	Charbon actif grains.	17
Figure I.11	Charbon actif extrudé.	17
<i>Chapitre II: étude expérimentale</i>		
Figure II.1	L'arbre de Rhamnus et ces fruits.	30
Figure II.2	Protocole de préparation de charbon actif.	31
Figure II.3	Noyaux de Rhamnus lavé.	32
Figure II.4	Noyaux séchés à l'étuve.	32
Figure II.5	Le broyeur et les noyaux broyés.	33
Figure II.6	Tamiseuse.	33
Figure II.7	Les granulés imprégnés.	34
Figure II.8	Calcination le produit en poudre et grain dans le four.	35
Figure II.9	Matériel utilisé pour faire spectroscopie infrarouge	39
Figure II.10	Spectre infrarouge (IR) de l'échantillon brut.	40
Figure II.11	Spectres infrarouge (FTIR) des l'échantillon (CAP 400°C, CAP 500°C et CAP 600°C).	41
Figure II.12	Spectres infrarouge (FTIR) des échantillons (CAG 400°C, CAG	41

	500°C et CAG 600°C).	
Figure II.13	Préparation de la solution mère et les solutions filles du bleu de méthylène.	46
Figure II.14	Courbe d'étalonnage de la concentration initiale de BM en fonction de l'absorbance mesurée à $\lambda = 664 \text{ nm}$.	46
Figure II.15	Effet du temps de contact sur l'élimination de BM.	47
Figure II.16	L'influence de la masse sur l'élimination du BM.	48
Figure II.17	L'influence de la concentration sur l'élimination du BM	49

Liste des tableaux

<i>Chapitre I : étude bibliographique</i>		
Tableau I.1	Principaux groupements chromophores et auxochromes classés par intensité croissante.	05
Tableau I.2	Classification chimique et tinctoriale des colorants.	06
Tableau I.3	Structure du Bleu de Méthylène.	06
<i>Chapitre II: étude expérimentale</i>		
Tableau II.1	Les rendements de synthèse des charbons actifs obtenus en grains et en poudre.	36
Tableau. II.2	Taux d'humidité des charbons actifs en grains et poudre .	37
Tableau.II.3	La masse volumique des charbons actifs en grains et poudre.	38
Tableau II.4	Taux d'activation (Burns-off) du charbon actif en grain et poudre .	38
TableauII.5	Caractéristion des charbons actifs en grain (400 ,500 et 600) par spectroscopie infrarouge (FTIR) .	42
TableauII.6	Caractéristion des charbons actifs en poudre (400 ,500 et 600) par spectroscopie infrarouge (FTIR) .	44

Liste des abréviations

Les abréviations	
AC	Charbon actif
BM	Bleu méthylène
B.E.T	(Brunaur, EMMET et théorie TELLER).
CAG	Le charbon actif granulaire.
CAP	Le charbon actif en poudre.
DCO	Représente les ressources susceptibles de consommer de l'oxygène dans l'eau.
ØERU	Les eaux usées municipales ou les eaux usées dans le réseau d'égouts.
HVP	Les protéines végétales hydrolysées

introduction générale

Introduction générale

La protection et la préservation de l'environnement est l'un des piliers du développement durable, qui constitue aujourd'hui un enjeu majeur pour l'avenir de l'homme et de la planète Terre. L'humanité est actuellement confrontée à une augmentation alarmante de la pollution de l'environnement naturel par diverses substances organiques ou inorganiques : pesticides, détergents, métaux lourds et autres substances toxiques [1].

Souvent, les produits chimiques contenus dans les eaux usées industrielles sont difficiles à décomposer, de sorte que l'absence ou l'insuffisance des systèmes de traitement entraîne leur accumulation. L'amélioration de la production et la réduction de la pollution sont les défis auxquels sont confrontés les fabricants dans tous les secteurs. Les eaux usées des industries textiles sont également pleines de nombreux polluants micro-organiques, en particulier certains détergents et colorants [2].

Les chercheurs scientifiques de diverses disciplines (chimie, géologie, agronomie, physiologie végétale, médecine, etc.) s'intéressent de plus en plus à l'identification et à l'élimination des polluants. Il est donc nécessaire de réduire au maximum la pollution en mettant en place un procédé de traitement approprié. De nombreuses méthodes et technologies de décontamination ont été développées au cours des dernières années. Parmi ces techniques on mentionne la précipitation chimique, la floculation, l'échange d'ions, l'électrolyse, les procédés membranaires et l'adsorption [3,4]. Actuellement, l'adsorption sur charbon actif est largement appliquée pour l'élimination des polluants organique ou inorganique.

Le charbon actif est un matériau composé principalement de matière carbonée à structure poreuse. La surface développée par le charbon actif est importante et peut atteindre plus de 3000 m²/g. La propriété du charbon actif est sa capacité d'adsorption, c'est-à-dire la propriété de fixer sur sa surface des molécules, sous l'effet de forces d'attraction moléculaire chimique ou physique [5,6].

Différentes études ont été consacrées à la production des charbons actifs à partir de résidus ligno-cellulosiques tel que les noyaux des fruits, des bois [7-9].

Le charbon actif est un matériau polyvalent et largement utilisé dans de nombreux secteurs à cause de ses propriétés adsorbantes tel que : Filtration de l'eau, traitement de l'air, dentisterie (éliminer les taches et les colorations des dents), industrie alimentaire (décolorer certains produits alimentaires, tels que le sucre et les huiles

végétales), décontamination des sols des substances chimiques, des hydrocarbures ou des métaux lourds, raffinage de produits pétroliers (éliminer les impuretés et les substances indésirables des produits pétroliers), Stockage d'énergie (dans les super condensateurs, et les batteries pour améliorer leur capacité de stockage d'énergie).

La présente travail commence par une introduction générale, et comprend deux chapitres principaux :

- Le premier était consacré aux points de vue théoriques, qui incluent les définitions nécessaires pour comprendre la pollution de l'eau de toutes sortes et sa source, ainsi que les colorants, le processus d'adsorption et les différents types d'adsorbants, en particulier les adsorbants préparés à partir de déchets agricoles et leurs applications dans le domaine de l'absorption des colorants.
- De plus, dans ce manuscrit, nous présenterons une description de la méthode de synthèse des adsorbants à base de déchets agricoles par la méthode d'activation chimique avec la base KOH à trois différentes températures 400, 500, 600°C, et avec deux diamètres de particules différents, puis la caractérisation physico-chimique, et la caractérisation texturales des six échantillons de charbons actifs obtenus, les principales techniques utilisées pour la caractérisation des échantillons sont :
 - ✓ Le rendement de synthèse des charbons actifs.
 - ✓ Le taux d'humidité.
 - ✓ La masse volumique
 - ✓ Le « Burn-off ».
 - ✓ L'étude par spectroscopie infrarouge (FTIR).

Pour optimisation les conditions opératoires en faveur de la meilleure adsorption du bleu de méthylène par l'étude de :

- ✓ l'effet de la masse de charbon.
- ✓ l'effet de La concentration d'adsorbat.
- ✓ l'effet du le temps de contact.

Et enfin, on termine avec une conclusion générale.

Références bibliographiques

- [1] PIKKOV L, KALLAS J, RUTMAN T, RIKMANN E. « Characteristics of activated carbon produced from biosludge and its use in wastewater post-treatment ». Environ Technol.22:229 – 36. (2001).
- [2] SANKAR M, SEKARAN G, SADULLA S, RAMASAMI T. «Removal of diazo and triphenylmethanedyes from aqueous solutions through an adsorption process». J ChemTechnol Biotechnol. 74 (4):337 – 44. (1999).
- [3] JANOS P. «Sorptions of basic dyes onto iron humate. Environ». Sci. Technol.37, 5792-5798 .(2003).
- [4] GREGG S.J, SING K.S.W, «Adsorption, Surface Area and Porosity», 2nd Edition, no. ISBN 0 - 12-300956 – 1. Academic Press. (1982).
- [5] LAZANO-CASTELLO D, LILLO-RODENAS M A, CAZORLA-AMOROS D, LINARES-SOLANO A. «Preparation of activated carbons from Spanish anthracite: I. Activation by KOH». Carbon . 39: 741–749. (2001).
- [6] HSIEH C, TENG H. «Influence of mesopore volume and adsorbate size on adsorption capacities of activated carbons in aqueous solutions». Carbon .38(6):863 – 9. (2000).
- [7] LUA A.L, YANG T.« Characteristics of activated carbon prepared from pistachio-nutshell by zinc chloride activation under nitrogen and vacuum conditions» J. Colloid Interf. Sci. 290.505 – 513. (2005).
- [8] MARCIA GARCIA A, DIAZ-DIEZ M.A, GOMEZ-SERRANO V, FERNANDEZ GONZALEZ M.C.« Preparation and characterization of activated carbons made up different woods by chemical activation with H₃PO₄», Smart Mater. Struct. 12 .24 - 28. (2003).
- [9] CARROT P. J. M, BEIROCARROTT M. M. L. R, MOURAO P. A. M.« Pore size control in activated carbons obtained by pyrolysis under different conditions of chemically impregnated cork», J. Anal.Appl. Pyrolysis 75. 120-127. (2006).

chapitre:I

Etude bibliographique

Introduction :

La pollution est la dégradation de l'environnement [1] causée par l'entrée de substances non naturelles dans l'environnement dans l'air, l'eau ou le sol en raison de changements dans la concentration d'éléments chimiques naturels. Par conséquent, les eaux usées doivent être traitées avant d'être rejetées dans la nature [2], comprendre leur nature et leur origine est essentiel pour leur adapter un traitement approprié. Ce qui nous intéresse c'est la pollution de l'eau causée par les rejets industriels [3].

I-1- La pollution de l'eau :

La pollution de l'eau peut être définie comme la dégradation par des changements de ses propriétés physiques, chimiques et biologiques qui sont directement ou indirectement produites par les activités humaines [4,5], de sa qualité et ses propriétés sont modifiées de telle sorte qu'elles ne sont pas sûres pour être consommées utiliser et/ou perturber les écosystèmes aquatiques. Il peut s'agir d'eaux de surface (rivières, plans d'eau) et/ou souterraines. Ces polluants peuvent avoir différentes sources primaires : urbaines (activités domestiques et humaines, eaux usées, eaux de cuisson, etc.), agricoles (engrais, pesticides), industrielles (chimico-pharmaceutiques, pétrochimiques, raffinage du pétrole, etc.) [6], et domestiques et décharges de déchets industriels [7].

I-1-1-Origine de la pollution de l'eau :

Les eaux usées municipales ou les eaux usées dans le réseau d'égouts, composé de déchets liquides, de matières solides, de débris et de Polluants chimiques principalement issus des activités humaines. (Résidentiel, institutions, entreprises et industries). Du fait de cette charge polluante, il est important d'épurer ces eaux en station d'épuration avant de les rejeter dans l'environnement ou dans un milieu récepteur. En effet, ce rejet peut avoir des effets délétères sur le milieu récepteur, notamment sur ses organismes hôtes mais aussi sur l'homme ou ses activités dans ce milieu [8,9]. La charge polluante contenue dans les eaux usées provient de diverses sources. Nous sommes d'accord pour considérer l'industrie comme une source majeure de pollution [10].

I-1-2-Source de pollution :

Les différents types de pollution atmosphérique fréquemment observés peuvent être regroupés selon leurs origines et classés comme suite :

➤ **La pollution naturelle :**

La teneur en substances nocives ou indésirables dans l'eau n'est pas toujours le résultat d'activités humaines (Figure I.1). Certains phénomènes naturels peuvent également y contribuer par exemple :

- Poussière du sol (en particulier lors de grands chantiers de construction ou de zones agricoles).
- Pollution naturelle d'origine marine.
- Sable transporté par les vents dans les zones désertiques [11].
- Le contact de l'eau avec des gisements minéraux par corrosion ou dissolution, peut générer des concentrations anormales de métaux lourds, d'arsenic, etc. Éruptions volcaniques déversements sous-marins d'hydrocarbures, etc. peut également être une source de pollution [12].



Figure I.1 : Image montrant les principales causes de la pollution naturelle de l'eau[13].

➤ **La pollution industrielle :**

Si la pollution locale des ressources est relativement constante les rejets industriels au contraire, se distinguent par leur grande diversité en fonction de l'utilisation de l'eau au cours du processus industriel (Figure I.2). La pollution industrielle provient des fumées émises à proximité des raffineries, des cimenteries, des complexes sidérurgiques et chimiques, même autour des centrales thermiques. Pour les zones sans fumée, cette pollution peut provenir (chauffage, voiture, voiture, etc.) [14].



Figure I.2 : Pollution industrielle de l'eau [15].

➤ **La pollution urbaine :**

C'est l'eau des maisons et des entreprises qui cause la pollution de l'eau urbaine. Les polluants urbains sont les déchets ménagers et les eaux de lavage.

- Caisses de transport en suspension telles que (déchets organiques) et caisses en solution (telles que phosphates de produits ménagers).

- Les déchets solides augmentent en quantité et les décharges sont de plus en plus saturées. Certains déchets sont dangereux (piles, solvants, etc.) [16].

➤ **La pollution agricole :**

La pollution agricole provient principalement des engrais et des pesticides appliqués sur le sol sur de grandes surfaces à proximité de cours d'eau ou non [17].

➤ **La pollution microbiologique :**

La qualité microbiologique de l'eau peut également être une source de problèmes aigus et chroniques. Une mauvaise désinfection des tuyaux peut provoquer des accidents entraînant une mauvaise qualité de l'eau [18].

I-1-3- Types de polluants :

La pollution chimique (minérale) entraîne la libération de divers composés dans ces derniers tels que les nitrates, les phosphates et les sels utilisés en agriculture en plus de divers résidus qui sont rejetés par les métaux (plomb, cadmium et mercure) et d'autres activités (hydrocarbures) [19].

➤ **Les polluants inorganiques :**

Les éléments présents sous forme de traces sont présents à l'état solide dans le sol par abrasion ce qui le met dans une solution ou une suspension. Le ruissellement de surface sur les surfaces imperméables (sol, chaussée) ainsi que les sources anthropiques s'ajoutent à ces sources naturelles associées à l'érosion [20].

➤ **Les métaux lourds :**

Les métaux lourds sont des éléments métalliques naturels dont la densité dépasse 5 g/cm³ [20]. Ces éléments sont généralement présents dans l'environnement à l'état de traces : chrome, mercure, plomb, cadmium, cuivre, arsenic, nickel, zinc, cobalt, manganèse. Les plus toxiques d'entre eux sont le plomb, le chrome et le mercure [21].

➤ **Les polluants organiques :**

Les polluants organiques sont les plus nombreux et les plus dangereux. Quelques substances sont même cancérigènes ou mutagènes d'où l'importance de les éliminer. Ils peuvent être classés en phénols, hydrocarbures, colorants, détergents et pesticides, et ils sont de loin la principale cause de pollution des ressources en eau. Ces matières organiques proviennent principalement des effluents ménagers (déchets animaux et humains, graisses, etc.) mais aussi des déchets industriels [19].

I-2- Les colorants :

I-2-1- Colorants synthétiques:

Un colorant est défini comme un produit capable de teindre de façon permanente une substance. Les colorants ont été pendant très longtemps extraits de l'environnement naturel : plantes, animaux et minéraux [21].

Les colorants se caractérisent par leur capacité à absorber le rayonnement lumineux dans le spectre visible (de 380 à 800 nm). La molécule qui les contient devient chromogène et n'a de capacités de coloration qu'en ajoutant d'autres groupes d'atomes appelés : auxochromes [22]. Les principaux groupes chromophore et auxochrome sont donnés dans le tableau I.1.

Tableau I.1 : Principaux groupements chromophores et auxochromes classés par intensité croissante[23,24].

Groupements chromophores	Groupements auxochromes
Azo (-N=N-)	Amino (-NH ₂)
Nitroso (-NO ou -N-OH)	Méthylamino (-NHCH ₃)
Carbonyl (=C=O)	Diméthylamino (-N(CH ₃) ₂)
Vinyl (-C=C-)	Hydroxyl (-HO)
Nitro (-NO ₂ ou =NO-OH)	Alkoxy (-OR)
Sulphure (> C=S)	Groupements donneurs d'électrons

I-2-2- Classification des couleurs :

La classification rationnelle des matières colorantes organiques présente de grandes difficultés. Certains auteurs regroupent ces pigments en fonction de leur constitution chimique et d'autres en fonction de la variété des techniques d'application [25].

➤ Classification chimique :

La classification des pigments en fonction de leur composition chimique dépend de la nature du groupe chromophore (tableau précédent). Les classes chimiques les plus utilisées dans les colorants textiles sont principalement les colorants azoïques, suivis des anthraquinones et des phtalocyanines[26].

➤ **Classification tinctoriale :**

Ceci est de force variable selon que la liaison colorant/substrat est de type ionique, hydrogène, Van der Waals ou covalent. Il existe différentes classes de cinématique qui est définies cette fois par les auxochromes[27]. Le tableau suivant nous donne les classifications chimiques et chromosomiques des pigments.

Tableau I.2 : Classification chimique et tinctoriale des colorants[27].

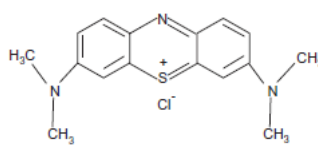
Classification chimique	Classification tinctoriale
Les colorants anthropiques	Les colorants acides ou anioniques
Les colorants indigoïdes	Les colorants basiques ou cationiques
Les colorants xanthines	Les colorants de cuve et à mordants
Les phtalocyanines	Les colorants directs
Les colorants nitrés et nitrosés	Les colorants azoïques insolubles
	Les colorants dispersés, réactifs

I-2-3- Bleu de Méthylène :

I-2-3-1-Propriétés physico-chimiques :

Le tableau ci-dessous représente les propriétés physico-chimiques du Bleu de Méthylène

Tableau I.3 : Structure du Bleu de Méthylène [28].

			
Formule brute	C ₁₆ H ₁₈ ClN ₃ S	Densité apparente	400 kg/m ³ à 600 kg/m ³
Masse molaire	319.86 g/mole	Couleur	bleu foncé
Etat physique	Solide	Odeur	Inodore
Température de fusion	180 °C	Solubilité à 20°C	dans l'eau 50g/L et dans l'éthanol 10g/L.

I-2-3-2- Utilisation :

Le bleu de méthylène est largement utilisé dans les textiles comme colorant, et est particulièrement utilisé dans les décorations. Il peut être utilisé dans la prévention de toutes les maladies causées par des champignons (par exemple, ichtyose et taches blanches). Il peut également être utilisé pour protéger les poissons des changements de température qui provoquent souvent le développement de maladies fongiques[29].

I-2-3-3-Toxicité :

La dose utilisée est de 0,15 à 0,2 mg par litre. La dose toxique pour les poissons est dix fois supérieure à la dose précédente, Ce qui en fait un produit sûr à manipuler. Autres informations toxicologiques : L'ingestion de grandes quantités provoque une irritation des voies respiratoires. Cependant, dans des conditions de manipulation appropriées, un danger est peu probable[29].

I-3- Traitement des effluents textiles selon des méthodes traditionnelles :**I-3-1- Méthodes biologiques :**

La présence de polluants organiques dans l'eau ou dans le sol a toujours existé. Leur élimination par les micro-organismes constitue le moyen biologique que la nature a utilisé pour purifier les milieux naturels. Ces processus biologiques se produisent de deux manières : le traitement aérobie (effectué en présence d'oxygène) et le traitement anaérobie (auquel cas les micro-organismes dégradent la matière organique en l'absence d'oxygène)[26].

I-3-2- Méthodes chimiques :

Les techniques d'oxydation chimique sont généralement appliquées pour traiter les composés organiques dangereux présents à de faibles concentrations, en prétraitement avant les processus biologiques pour réduire la charge polluante, pour traiter les eaux usées chargées avec des composants résistants aux méthodes de biodégradation, en post-traitement pour réduire la toxicité aquatique [25].

I-3-3- méthode physiques :

➤ Filtration sur membrane :

Dans ce procédé, les contaminants sont retenus par une membrane semi-perméable dont le diamètre des pores est inférieur à celui des particules à éliminer. Cette technologie est largement utilisée dans le dessalement de l'eau de mer et en fonction de la qualité de l'eau souhaitée, une distinction est faite entre microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration ou même osmose inverse. La nanofiltration est principalement appliquée dans le traitement des piscines de colorants réactifs en agissant comme un filtre à particules tandis que la microfiltration retient les matériaux colloïdaux tels que les colorants dispersés ou les vaisseaux grâce à une « membrane de criblage »[30].

➤ Méthode physico-chimique : coagulation – floculation :

Le terme coagulation-floculation fait référence à tous les processus physiques et chimiques par lesquels les particules colloïdales ou les solides dans une suspension fine sont convertis par des floculants chimiques en types plus clairs et séparables (grumeaux). Les amas formés sont ensuite séparés par sédimentation et filtration, puis aspirés. Les coagulants inorganiques tels que l'alun (sulfate d'aluminium) donnent les résultats les plus satisfaisants pour blanchir les déchets textiles contenant des colorants dispersifs, astringents et soufrés, mais sont totalement inefficaces avec les colorants réactifs, azoïques, acides et colorants basiques [31].

➤ Adsorption sur charbon actif et autres matériaux :

L'adsorption est un procédé permettant de se débarrasser des contaminants organiques ou minéraux présents dans les déchets liquides et gazeux. Plusieurs modèles théoriques ont été développés pour décrire les mécanismes de ces phénomènes [26].

I-4-Le phénomène d'adsorption :

Le terme adsorption est apparu en 1881, utilisé par Kaiser pour décrire le phénomène de condensation du gaz sur une surface, par opposition au terme « adsorption » qui désigne une molécule de gaz qui pénètre dans un solide sans réagir [32].

I-4-1-définition de l'adsorption :

L'adsorption est un phénomène de surface dans lequel des atomes, des ions ou des molécules (adsorbat) (gaz ou liquide) peuvent être organiques ou inorganiques pour adhérer à la surface d'un solide (adsorbant) à partir d'une phase gazeuse, liquide ou en solution solide [33]. Ce phénomène (Figure I.3) est très important dans de nombreux processus physiques et chimiques : captage des polluants [34], séparation des gaz, catalyse, etc. C'est aussi la base de nombreuses méthodes de caractérisation des solides telles que la mesure de surface finie ou l'étude de la porosité [35].

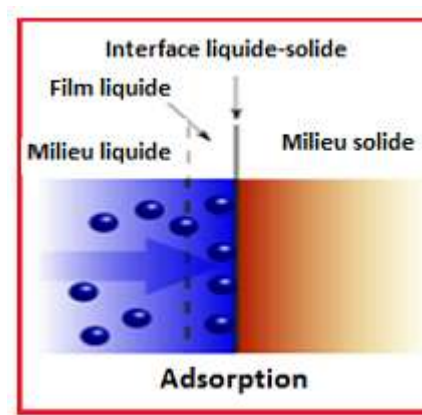


Figure I.3 : Principe du phénomène de l'adsorption [35].

I-4-2-Types d'adsorption :

Il existe deux types d'adsorption : adsorption Chimique (chimisorption) et adsorption physique (physisorption).

➤ Adsorption chimique (chimisorption) :

Un phénomène lent et irréversible qui conduit à la formation de liaisons chimiques de type covalent ou ionique [36], et il se produit à des températures élevées. Ce qui inclut de grandes énergies de liaison et l'énergie de réaction impliquée est plus élevée (de 40 kJ / mol à 400 kJ / mol). Elle résulte d'une réaction chimique entre les particules de l'absorbant qui composent la surface du solide et les particules du soluté. Les molécules adsorbées subissent généralement des modifications de leur structure chimique [37].

Ce type d'adsorption se produit généralement à haute température et est uniquement monomoléculaire car la présence de liaisons de valence entre l'adsorbant et le solide ne permet pas la formation de couches multimoléculaires[38,39].

➤ **Adsorption physique (physisorption) :**

Une fixation de molécules adsorbants à la surface de l'adsorbant principalement réalisée par des forces de VanDerWaals (liaison de type électrostatique) [40], qui est un phénomène physique réversible, peu spécifique, rapide et généralement limité par le phénomène de diffusion, impliquant de faibles interactions entre des entités moléculaires telles que l'attraction et les forces de van der Waals dues aux interactions de polarisation électrostatique [41]. Se produisent à basse température, et ont une énergie d'adsorption considérablement faible comprise entre 5 et 40 J/mol⁻¹[42].

I-4-3-Description du mécanisme d'adsorption :

La séparation par adsorption repose sur l'adsorption sélective (thermodynamique et/ou cinétique) des polluants par un adsorbant grâce à des interactions spécifiques entre la surface du matériau et les produits adsorbés[2] : il s'agit d'un simple transfert de masse de la phase liquide vers la surface du solide(Figure I.4), ce processus se déroule principalement en quatre étapes :

- a) **Diffusion externe** : correspond au transfert de son propre soluté ou à la diffusion de l'adsorbant de la solution à la surface externe de l'adsorbant, et le transfert du matériau dépend de l'écoulement du liquide à la surface de l'adsorbant.
- b) **Diffusion interne** : les molécules liquides pénètrent à l'intérieur des pores et la diffusion dépend du gradient de concentration du soluté.
- c) **Diffusion de surface** : correspond à l'adhérence des particules à la surface des pores du matériau adsorbant.
- d) **Adsorption** : C'est l'étape de coupure[43].

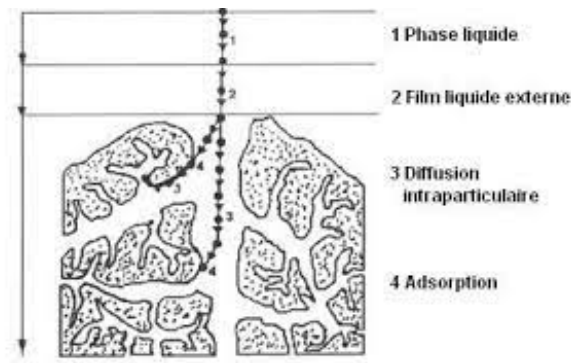


Figure I.4 : Domaines d'existence d'un soluté lors de l'adsorption sur un matériau microporeux [44].

I-4-4- Facteurs influençant l'adsorption :

- **Concentration :** Pour de faibles concentrations du produit dissous, on observe généralement que le taux d'adsorption en fonction de la concentration du soluté suit la loi de Freundlich. Cette loi ne s'applique plus à des concentrations élevées et on observe souvent qu'avec l'augmentation de la concentration, l'absorption atteint un maximum puis diminue pour devenir négative [45].
- **Vitesse d'adsorption :** Alors que l'absorption physique des gaz ou des vapeurs par les adsorbants solides est très rapide en phase liquide, l'absorption est beaucoup plus lente. La viscosité de la solution devrait être un facteur affectant le taux d'adsorption et il est probable que la réduction de la viscosité augmentera la vitesse [46].
- **Température :** L'adsorption chimique est généralement considérée comme un processus endothermique où des températures plus élevées sont préférées. D'autre part, l'adsorption physique est un processus exothermique, elle est donc effectuée à des températures plus basses. Vous devez donc d'abord régler la température du processus dès le début [47].
- **Solubilité :** La solubilité d'un adsorbant joue un rôle important lors de son absorption. Plus la solubilité est élevée, plus l'absorption est faible [48].
- **pH électronique :** Le pH d'une solution affecte à la fois les adsorbants et les adsorbés (groupes fonctionnels). Pour les solutés non ionisants au pH étudié, l'effet du pH sera négligeable. Cependant, pour les composés dont $\text{p}K_a$ est proche du pH considéré ce paramètre aura un effet sur la capacité d'adsorption de ces solutés [47].

I-4-5-Les principaux adsorbants :

Les critères de performance du matériau adsorbant sont son pouvoir adsorbant, sa sélectivité, sa capacité d'adsorption, et enfin son prix [49].

I-4-5-1-Les zéolithes :

Structurellement, les zéolithes sont des aluminosilicates poreux microcristallins de formule universelle (AlO_2M , $n\text{SiO}_2$) résultant d'une séquence tridimensionnelle de tétraèdres TO_4 (SiO_4^{2-} ou AlO_4^{5-}) (Figure I.5) reliés par des atomes d'oxygène [26]. Où M est souvent un métal alcalin ou alcalino-terreux et $n \geq 1$. Il existe plus de 100 types de zéolithes qui diffèrent par la valeur de n et par la structure cristalline [50].

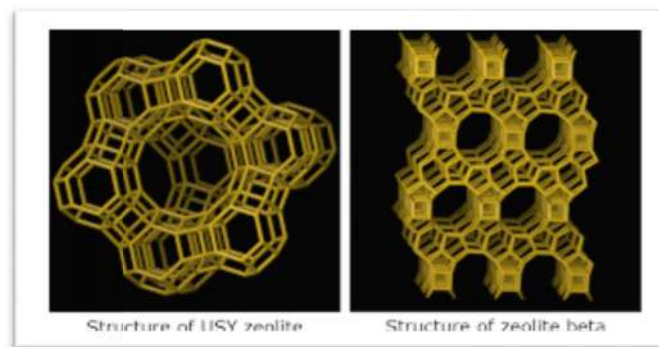


Figure I.5 : Les structures des zéolithes[51].

I-4-5-2-Les argiles :

L'argile de formule générale (Al_2O_3 , XSiO_2 , YH_2O), en tant que matière première est une classe de sols ou encore une classe de granulés comprenant des particules minérales, dont les grains ont un diamètre inférieur à $2 \mu\text{m}$ [52]. Ce sont des produits naturels, capables d'avoir de meilleures propriétés adsorbantes.

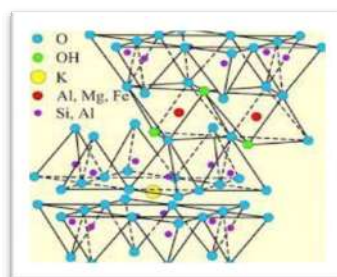


Figure I.6 : La structures de l'argile[26].

I-4-5-3- Les gels de silice :

Il existe deux types de gels de silice : microporeux, souvent hydrophiles, et multiporeux, dont la taille des pores varie comme leur nom l'indique. Sa surface spécifique varie de 350 à 800 m²/g. Les principales utilisations du gel de silice sont le séchage, la séparation des composés aromatiques et le traitement du gaz naturel [53].

I-4-5-4- Les alumines :

Les aluminates actifs sont des adsorbants amorphes, modérément polaires et hydrophiles. Sa superficie varie de 150 à 300 m²/g. Elle résulte de l'utilisation de l'alumine dans le séchage des gaz et des liquides [54].

I-4-5-5- Charbon actif :

Le charbon actif est un produit à base de charbon poreux inerte, il possède des propriétés qui lui permettent d'être un grand adsorbant, sa surface spécifique varie de 400 à 2000 m² / g et il est indéterminé[55], Divers procédés ont été adoptés pour l'utilisation du charbon actif comme adsorbant ou comme base dans les produits pharmaceutiques, cosmétiques et industriels [51], purification industrielle de produits pharmaceutiques, chimiques ou alimentaires (sucre, huile végétale, etc.), traitement de l'eau potable... etc.

Les matières premières qui entrent dans la fabrication du charbon actif sont d'origine organique ou végétale telles que : bois, tourbe, noix de coco, amande de datte..., et les résidus agricoles sont utilisés comme précurseurs pour la préparation du charbon actif [26,55].

I-4-5-5-1- Procédés de fabrication du charbon actif :

Une méthode fréquemment utilisée pour préparer du charbon actif implique la pyrolyse du précurseur dans une atmosphère inerte suivie d'une activation [58].

➤ Sélection des matériaux originaux :

Tout matériau peu coûteux avec un pourcentage élevé de carbone et un faible pourcentage de matière inorganique peut être utilisé pour fabriquer du charbon actif (CA). Généralement obtenu à partir de bois, de charbon, de fibre de coco ...[59].

➤ **Carbonisation :**

La pyrolyse ou carbonisation est le processus de décomposition thermique d'une substance organique sous vide ou sous atmosphère inerte (généralement de l'azote est utilisé), où l'échantillon est exposé à des températures élevées comprises entre 400 et 1000°C, libérant de l'humidité et éliminant la volatilisation de substances (liquides et gazeuses) telles que le monoxyde de carbone, l'hydrogène, l'oxygène, des traces de sulfure ou d'azote [60]. Les différents paramètres principaux qui déterminent la qualité, les propriétés et le rendement de la pyrolyse sont :

- vitesse de chauffage du four (°C/min) : La vitesse de chauffage affecte le processus de pyrolyse à une vitesse assez douce peu de composés volatils sont obtenus et la structure d'origine est conservée dans une certaine mesure.
- température finale de pyrolyse (°C) : La température finale détermine la perte de masse et l'aspect de surface du carbone, la taille de produit présente alors une microporosité maximale à température constante mais différent pour chaque matériau [61].
- le temps de séjour (heure ou minute).
- la nature du matériau de départ.
- la taille des particules.
- décomposition thermique des composants chimiques [62] :

➤ **L'activation :**

Le processus d'activation a pour but d'augmenter la taille des pores, l'activation augmente le nombre de sites actifs nécessaires à l'adsorption [63], il existe deux types d'activation : l'activation physique ou l'activation chimique.

1) **L'activation physique :**

L'activation physique ou gazéification partielle du charbon consiste en l'oxydation du charbon obtenu à haute température (750-1000°C) par gaz principalement faiblement oxydants utilisée seule ou en mélanges tels que : l'air, la vapeur ou gaz carbonique [64].

2) L'activation chimique :

Elle consiste à imprégner la matière première avec des solutions concentrées d'agents fortement oxydants tels que acide, base ou sel (exemple : acide sulfurique(H_2SO_4), chlorure de zinc ($ZnCl_2$), ou hydroxyde de potassium (KOH)...etc) en faveur de l'oxydation et/ou de la déshydratation, puis lavé et séché. Ainsi le charbon actif est obtenu en une seule étape. Le degré d'imprégnation du matériau par l'oxydant détermine la structure poreuse finale [65].

I-4-5-5-2-Propriétés de composition du charbon actif :

➤ La surface spécifique du charbon actif :

La surface spécifique de l'adsorbant, qui est une surface par unité de masse (m^2/g), La connaissance de la surface spécifique est d'une grande importance dans la caractérisation du charbon actif. Ce paramètre peut être déterminé expérimentalement par B.E.T. (Brunaur, EMMET et théorie TELLER). La surface spécifique comprend la surface extérieure et la surface interne de l'adsorbant. La surface interne est la surface poreuse (Figure I.7) représentée par les parois des micropores[56].

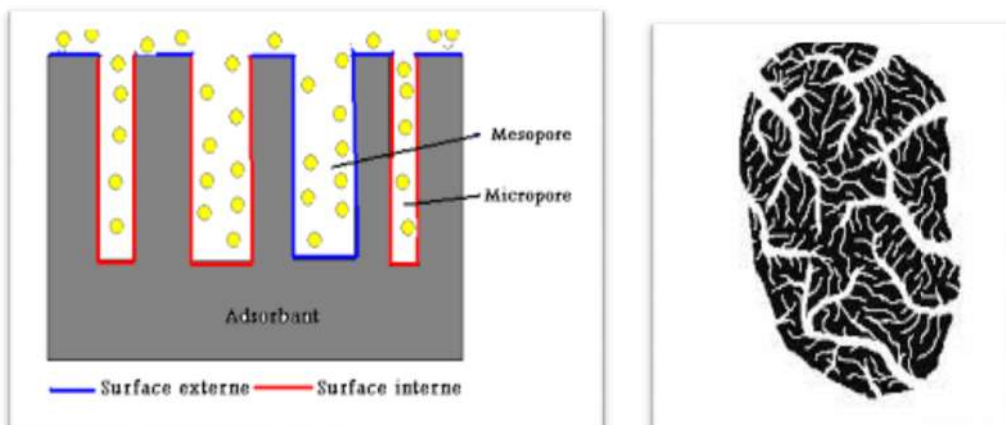


Figure I.7 : Représentation schématique de la surface interne et externe du charbon actif.

➤ La porosité du charbon actif :

Les pores sont généralement classés en fonction de leur taille en trois catégories [57]:

-**Macropores(>50 nm)** : ont un rayon moyen compris entre 500 et 1 000 et peuvent atteindre 20 000nm. L'ordre de taille de leurs surfaces spécifiques ($0,5$ à $2 m^2 g^{-1}$) montre qu'elles ont un faible effet sur la capacité d'adsorption.

-**Mésopores (2–50 nm)** : Leurs surfaces spécifiques (de 25 à 75 m² g⁻¹) montrent qu'elles peuvent affecter modérément la capacité d'absorption.

-**Micropores (<2 nm (1 nm = 10⁻⁹ μm))** : ils constituent pratiquement la majeure partie de la surface totale spécifique (95 %).lui donne un rôle très important dans le processus d'adsorption.

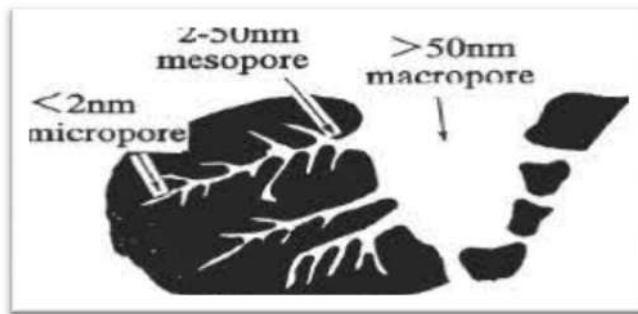


Figure I.8 : Représentation de la structure poreuse de charbon actif.

I-4-5-5-3-Différentes formes de charbon actif :

Selon ses applications, le charbon actif est disponible sous forme de poudre (CAP), de granulés (CAG) ou de forme extrudée [66].

➤ Charbon actif en poudre (CAP) :

Le charbon actif en poudre se présente sous la forme de granulés d'une taille comprise entre 10 et 50 micromètres, sous cette forme, il est souvent utilisé pour traiter l'eau et le gaz.



Figure I.9 : Charbon actif en poudre.

➤ **Charbon actif en granulé (CAG) :**

La forme du CAG est irrégulière et sa taille est comprise entre 0,2 et 5 mm, principalement utilisé pour éliminer les micropolluants organiques et la matière organique de l'eau, les pesticides et les composés aromatiques sont les principaux micropolluants organiques, mais également utilisés dans le traitement des gaz.



Figure I.10 : Charbon actif grains.

➤ **Le charbon actif extrudé :**

Comme le montre la figure, il est de forme cylindrique avec des diamètres allant de 0,8 mm à 5 mm. Principalement utilisé dans les applications en phase gazeuse en raison de sa faible perte de charge, de sa résistance mécanique élevée et de sa faible teneur en poussière [67].



Figure I.11 : Charbon actif extrudé [67].

I-4-5-5-4-différentes utilisations du charbon actif :

Le charbon actif est utilisé dans de nombreux domaines :

a) Filtration :

- Systèmes de filtration pour l'air pollué, en particulier dans les abris antichute et aussi pour la climatisation.
- Désinfection de l'eau potable : Le charbon actif retient un grand nombre de composés organiques tels que les pesticides. Cette utilisation représente 20% du marché mondial.
- Masques à gaz.
- Filtres de cigarettes.
- Filtres utilisés dans les systèmes de ventilation en circuit fermé (tels que les hottes de cuisinière).
- Purification des polluants organiques (en particulier le traitement médicamenteux)[68].
- Utilisé comme adsorbant pour extraire les substances toxiques de l'eau (ions métalliques, matière organique, etc.) et de l'air (SO₂, NO, Cl₂, etc.)[69].

b) Industrie :

Dans l'industrie, le charbon actif utilisé pour la séparation en phase liquide a des tailles de pores distribuées autour ou plus de 3 nanomètres (nm) tandis que ceux utilisés en phase gazeuse ont des tailles de pores plus petites :

- Décoloration de l'eau : eau potable et autres liquides alimentaires (bière, boissons gazeuses, etc.).
 - Traitement des déchets liquides.
 - Élimination des taches dans les vins blancs, tels que le champagne produit à partir de Pinot Noir (raisins noirs à jus blanc): Les pigments de la peau de raisin, qui peuvent colorer le jus, sont absorbés par le carbone chimiquement activé et sans fer afin d'éviter les kystes ferriques dans le vin[68].
 - Décoloration du sucre (adaptées à la décoloration des sirops de canne à sucre avant la cristallisation des sucres granulés blancs raffinés).
- Café ou thé décaféiné : La caféine extraite des grains de café ou du thé (soit par le procédé d'extraction dans l'eau, soit à l'aide de dioxyde de carbone supercritique) peut être éliminée sélectivement à l'aide de produits au CAG appropriés [69].

- Extraction de l'or des minerais (fixation sur charbon actif) ou extraction de l'or à partir de solutions épuisées.
- Support pour métaux catalytiques hautement clivables (ex : platine ou nickel sur charbon actif).
- Élimination des hydrocarbures dans l'eau.
- Stockage de l'hydrogène (nanofibres de charbon actif ou dérivés du carbone).
- Balais (essuie-glaces) dans les générateurs et les moteurs (leur utilisation est de plus en plus rare).

c) Médecine :

- Antidiarrhéique en cas de diarrhée.
- Brûlures d'estomac, déglutition, flatulences.
- Purifier le système digestif et abaisser le taux de cholestérol.
- Traitement des intoxications alimentaires. (Antidote en cas d'empoisonnement avec des médicaments, des produits chimiques, des métaux lourds, des détergents et des solvants organiques).
- Séparation moléculaire des préparations pharmaceutiques [70].

d) Catalyseurs :

Le charbon de bois peut agir comme catalyseur pour diverses réactions (hydrogénation, oxydation et polymérisation) en raison de ses propriétés électroniques, parfois comme conducteur, semi-conducteur ou isolant.

e) Support catalytique :

Le charbon actif présente de nombreux avantages qui lui permettent d'être utilisé comme support catalytique : haute qualité de surface, résistance à la corrosion, stabilité chimique dans les milieux acides et forts, stabilité thermique relativement élevée, et une variété de formes (poudre, granulés, extrusion, tissus, fibres, etc.), propriétés physiques et chimiques (distribution de la taille des pores, polarité de surface, etc.). De plus, après la

réaction, le charbon actif peut être brûlé pour récupérer les minéraux qui s'accumulent dans les cendres [71].

f) Alimentation :

Le nombre d'applications du charbon actif dans le secteur alimentaire est infini. La bonne nourriture doit avoir l'air, l'odeur et le goût bons. Ceci est fondamental pour la qualité des aliments ainsi que pour leur commercialisation. C'est pourquoi le charbon actif est l'agent par excellence dans l'élimination des contaminants organiques indésirables pour toute une gamme de matières premières ou d'intermédiaires et de produits finis dans le secteur alimentaire[69].

I-5-Descriptions des différentes techniques de caractérisation :

La caractérisation de la nature chimique de leur surface, ainsi que la porosité des échantillons, est réalisée par les techniques suivantes :

I-5-1- Analyse FTIR :

Elle s'utilise principalement pour l'analyse quantitative d'une molécule. Elle permet de mettre en évidence la présence d'une liaison particulière. Le domaine de fréquences étudié est compris entre 4000 et 400 cm^{-1} , ce qui permet de caractériser les groupes fonctionnels qui nous intéressent.

I-5-2-Spectroscopie UV-Visible :

La spectroscopie d'absorption dans l'UV et le visible est une méthode très commune dans les laboratoires. Elle est basée sur la propriété des molécules d'absorber des radiations lumineuses de longueur d'onde déterminée. Cette technique est basée sur la loi de Beer Lambert : $A = \log I_0 / I = \epsilon c L$

A : Absorbance.

I : Intensité du faisceau émergent.

I_0 : Intensité du faisceau incident.

ϵ : Coefficient spécifique d'absorption massique dépendant du composé et de la longueur d'onde considérée (L/mol.cm).

C : Concentration massique du composé dosé (g/l).

L : longueur du trajet optique (épaisseur de la cuve) (cm).

I-6-Conclusion

Cette étude bibliographique a permis d'identifier les différentes conditions de préparation du charbon actif à partir de diverses matières premières, ce qui est donné une grande importance de ce type de matériaux dans l'industrie d'adsorption des composés organiques et /ou minéraux et la purification de l'air. Ainsi son utilisation dans de nombreux domaines tel que l'industrie, la médecine, stockage d'énergie...

Plusieurs recherches montrent qu'il y a plusieurs facteurs mis en jeu sur la préparation du charbon actif par différentes méthodes dans le but de la valorisation des différentes ressources naturelles.

Références bibliographiques

- [1] RODIER Jean ,LERUBE Bernard. « l'analyse de l'eau ».Duand, (2009).
- [2] YAKOUBI Kahina , SAMI Lidya, « Valorisation des eaux usées épurées de la STEP de boukhalfa en agriculture : impact sur le rendement de quatre espèces céréalières. Approche Expérimentale ». Mémoire de Master.(2015).
- [3] OULADSLIMANE Asma. NESSIL Lamia, « Evaluation du traitement des rejets de charbon actif. »,Mémoire de Master ,(2020).
- [4] FRANKLIN L, BURTON and DAVID STENSEL H, METCALF & EDDY, inc.«Waste water Engineering:Treatment, Disposal», George Tchobanoglous, Reuse, (2003).
- [5] LÉONARD, Angélique. « Etude du séchage convectif de boues de station d'épuration- Suivi de la texture par microtomographie à rayons X. » Thèse de doctorat. Université de Liège, Belgique. (2003).
- [6] ECKENFELDER W, « Gestion des eaux usées urbaines et industrielles- technique et documentation ». La voisier Paris. Edition.(1982).
- [7] CHOCAT Bernard, BERTRAND-KRAJEWSKI Jean-Luc et BARRAUD Sylvie. « Eaux pluviales urbaines et rejets urbains par temps de pluie ». (2007).
- [8] REJSEK F, « Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques», Edition Centre régional de documentation pédagogique d'aquitaine, France, p71, (2002). .
- [9] AISSAOUI. A, « Evaluation de niveau de contamination des eaux de barrage hammam grouz de la région de oued Athamnia de la (wilaya de Mila) par les activités agricoles ».Mémoire de Magister, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, (2013).
- [10] BOURRINET Patrick, RAMADE François , RÉMOND Martine , GOUILLOUD.
- [11] Mayet J. « La pratique de l'eau ». Paris. 2^{ème} édition, (2011).
- [12] MG. Miquel, « Les effets des métaux lourds sur l'environnement et santé -rapport de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques », 26-56, France, (2001).
- [13] <https://www.eaufrance.fr/les-impacts-de-la-pollution-de-leau>.
- <https://www.projetecolo.com/pollution-de-l-eau-les-polluants-naturels-de-l-eau-432.html>.

- [14] EDELINE F, «Traitement des eaux industrielles chargées en métaux lourds, tribune de l'eau » N° 565,5. Paris, (1993).
- [15] <https://www.actu-environnement.com/ae/news/eaux-usees-industrielles-agence-europeenne-environnement-meilleure-connaissance-effet-cocktail-33212.php4>
- [16] DEBIECHE T, « Evolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle », présenté pour l'obtention de doctorat en Hydrogéologie et Environnement, U. F. R. des Sciences et Techniques de l'Université de Franche Comté, (2002).
- [17] OLIVIER Atteia «Chimie et pollution des eaux souterraines ».Tec et Doc Lavoisier, (2005)
- [18] KHALFAOUI Amel, « Etude Expérimentale de L'élimination de Polluants Organiques et Inorganiques par Adsorption. ».Thèse doctorat, Université Mentouri de Constantine, (2012).
- [19] EMILIAN Koller, « Traitement de pollutions industrielles ».2^{ème} édition, (2004).
- [20] Actes d'une réunion d'experts de l'OCDE, « indicateurs environnementaux pour l'agriculture » volume 3, édition OCDE, Zurich, Suisse, novembre, (2001).
- [21] ERRAIS E. « Réactivité de surface d'argiles naturelles. Etude de l'adsorption de colorants anioniques. ». Thèse de Doctorat ,Université de Strasbourg, (2011).
- [22] al. D.K.L.e, «The extraction and classification of dyes from cotton and viscose fibers, Forensic Science International, 50, Issue 1». pp. 23-35, (1991).
- [23] SUNDARAMN.K. E .M.M, « Kinetics and mechanism of removal of méthylene blue by adsorption on various carbons-a comparative study Dyes and Pigments ».
- [24] El-Geundi M S. Adsorbents for industrial pollution control. Adsorp. Sci. Technol.: 15: 777–787,(1997).
- [25] ARSLAN I, BALCIOGLU A.I. «Degradation of commercial reactive dyestuffs by heterogeneous and homogenous advanced oxidation processes: A comparative study». Dyes and pigments, 43, 95-108, (1999).
- [26] BOUTALBI Abdelhakim, « Préparation De Charbon Actif A Base De Résidus Agricole ».Mémoire de MASTER , Université EL OUED, (2018). (04/06/2018).

- [27] WANG Y, « Solar photocatalytic Degradation of eight commercial dyes in TiO₂ suspension ». Wat. Res. Vol. 34, N°3, 990-994, (2000).
- [28] «Proceedings Rencontres Scientifiques sur l'Environnement Sciences et Techniques Proceedings». RSE-2016, Volume 1, 109-115, (2016)
- [29] MEENAKSHI Goyal ,SUKHMEHAR Singh and ROOP C. BANSAL D, «Equilibrium and Dynamic Adsorption of Methylene Blue from Aqueous Solutions by Surface Modified Activated Carbons». Journal of Carbon Science Vol. 5, pp. 170-179, (2004).
- [30] GROSCLAUDE G. «L'eau : tome II, usages et polluants». INRA, Paris, France, 154 p. (1999).
- [31] DENG N. LUO F. WU F.XIAO M et WU X , « Discoloration of aqueous reactive dye solutions in UV/Fe⁰ system». Wat. Res. Vol. 34, N°16, 2408-2411, (2000).
- [32] CARDOT C, « Les traitement de l'eau procédés physico-chimiques et biologiques (cours et problèmes)». Edition Ellipses, (1999).
- [33] MCNAUGHT A. D and WILKINSON A.Blackwell «Adsorption IUPAC Compendium of Chemical Terminology, 2nd ed. (the "Gold Book")».Scientific Publications,(1997).
- [34] P. Le Cloarec. «Adsorption en traitement de l'air», Techniques de l'Ingénieur. G1770 V1, (2003).
- [35] ROUQUEROL J. AVNIR D. EVERETT D. H et al. «Recommendations for the characterization of porous solids» Applied Chemistry. vol 66(8). P 1739-1758, (1994).
- [36] GILOT B. GUIRAUD R, «Cinétique et catalyse hétérogène». France , ellipses. (Février)
- [37] MEKARZIA A,«Utilisation du charbon actif préparé à partir du marc de café dans le traitement et l'épuration des eaux».Thèse de Magister ,Ecole Nationale Polytechnique,(2000).
- [38] J. D «Contribution à l'étude du mode de l'élimination de molécules organiques modèles sur le charbon actif en grain».Thèse de doctorat de 3ème cycle ,Unive de Poitiers, (1988).
- [39] S. S.M.a.C, «Active carbon .Manufacture properties and applications». Elsevier Publishing Company Amesterdam,(1970).

- [40] CROWELL A.D, « Evaluation of Inorganic Adsorbents for the Removal of Problematic Textile Dyes and Pesticides Water» Sci. Technol, 173–80, (1997).
- [41] GHERBI N. «Etude expérimentale et identification du processus de rétention des cations métalliques par des matériaux naturels». Mémoire de doctorat ,Université de Constantine, (2008).
- [42] COLOMBANI- BOSINCO S. « Elimination du chrome hexavalent par adsorption et adsorption-réduction sur biomatériaux. Applications au traitement des eaux ». Thèse de Doctorat, Université de Pau et des pays de l'Adour, (1997).
- [43] ERRAIS E. «Réactivité de surface d'argiles naturelles - étude de l'adsorption de colorants anioniques», Mémoire de doctorat, Université de Strasbourg, (2011)
- [44] WEBER W.J. VANVLIT B.M end SUFFET I.H. GUIRE M.J. Mc. 1.55.80-115. (1998).
- [45] EMILLAN. KCOLLER, génie chimique pages 340-341, (2001).
- [46] THOMAZEAU Robert, « Station d'épuration eaux potables - eaux usées» Précis théorique et technologique, Paris LAVOISIER. Edition(1981).
- [47] DORE M, «Chimie des oxydants de traitement des eaux Ed Lavoisier». Paris. (1989).
- [48] AREZOUG Mahfoud . MR AIT-OUALI IDIR, «Valorisation De Déchets Textiles (Coton Et Viscose) En Charbons Actifs En Vu De L'élimination Par Adsorption De L'acide Clofibrique, La Tétracycline Et Le Paracétamol». Mémoire de Master, Université A.Mira BEJAIA. P 25 – 26, (2015).
- [49] IDIR A, « Utilisation des noyaux de dates pour l'élimination des ions Fe²⁺ en solution aqueuse», (2016).
- [50] www.futura-sciences.com/sciences/definitions/chimie-adsorption.
- [51] KOULOUCHE S, «Etude expérimentale des mélanges sable-bentonite leur performance comme barrières de confinement dans CET ». Thèse de doctorat, université Mentouri de Constantine-Algérie, (2007).
- [52] Industrial alumina chemicals, ACS Monograph. 184, (1986).
- [53] Barrer, «Zeolites and clay minerals as sorbents and molecular sieves, Academic Press»,(1996).

- [54] BENAMROUI F, « Elimination des colorants cationiques par des charbons actifs synthétisés à partir des résidus de l'agriculture ». Mémoire de Magister, université FERHAT ABBAS SETIF, (2014).
- [55] THERMOUL M « Préparation et caractérisation d'un charbon actif à partir de noyaux d'olive pour l'adsorption des substances organiques et inorganiques », Mémoire de Magister .Université de Mostaganem (2004-2005).
- [56] CARMEN Z. DANIELA S, «Textile Organic Dyes-Characteristics, Polluting Effects and Separation- Elimination Procedures from Industrial Effluents-A Critical Overview, Organic Pollutants Ten Years After the Stockholm Convention-Environmental and Analytical Update» Edition Dr. Tomasz Puzyn) 55-87. (2012).
- [57] DE LAAT J, «Contribution à l'étude du mode d'élimination de molécules organiques modèles sur charbon actif en grain – Interaction entre les processus d'adsorption et de biodégradation». Thèse de l'université de Poitiers, France, (1988).
- [58] BENGOUA S ,« suivi par spectrophotométrie de l'élimination du vert de Malachite par deux algues marines *Ulva Lactuca* et *Cystoseira Stricta* ». Mémoire de Magister, Université de Mostaganem , (2005).
- [59] GREGG S.J. SING K.S,« Adsorption surface area and porosity», Academic Press, London,(1982).
- [60] ATHEBA, GrahPatrick ,« Traitement Des Eaux Par Action Combinée De La Photocatalyse Solaire Et De L'adsorption Sur Charbon Actif : Conception Et Réalisation Du Procédé»,Thèse De Doctorat, Université Paul Verlaine, Metz, (2009).
- [61] WILLEKE K. GRINSHPUN S.A. ULEVICUIS V. TERZIEVA S. DONNELLY J. STEWART S. JUOZAITIS A ,«Microbial stress, bounce and re-aerosolization in bioaerosol samplers, Journal of Aerosol Sciences 26(1)». S883-S884, (1995).
- [62] STOECKLI H.F ,«Microporous carbons and their characterization: the present state of the art, Carbon 28(1)».1-6,(1990).
- [63] BELAIDI Ouahiba ,«Utilisation d'un charbon actif préparé à partir des noyaux de dattes locales dans l'épuration des eaux usées urbaines. Influence de la variété de dattes.»Thèse de doctorat, Université KasdiMerbah – Ouargla. (2017)

[64] BOUCHELTA C. MEDJRAM M.S. BERTRAND O. BELLAT J.P , «Preparation and characterization of activated carbon from date stones by physical activation with steam J. Anal. Appl. Pyrolysis ».82.70–77.(2008).

[65] Sites web : <http://www.charbonactif.com>.

[66] <https://www.lenntech.fr/francais/charbonactif-grain-poudre.htm>

[67] <https://www.chemviron.eu/>

[68] DEGREMONT S, «Mémento technique de l'eau».Edition du cinquanteaire. 2 (1989).

[69] Epuration digestive lors des intoxications digestives, Nimes .(27 novembre 1992).

[70] RODRIGUEZ-REINOSO F. MOLINA-SABIO M, «Advances in Colloid and Interface Science». (1998).

[71] GOYAL M. SINGH S and BANSAL R.C. «Equilibrium and dynamic adsorption of methylene blue from aqueous solutions by surface modified activated carbons». Carbon Science. 5, 170. (2004).

chapitre II: Etude expérimentale

II-1-Introduction :

Le but de ce travail est l'amélioration de la surface des charbons actifs, préparés à partir des déchets agricoles, tel que les noyaux de fruit Rhamnus que nous avons choisis comme matière première, est intéressante pour obtenir des propriétés de texture et de chimie de surface particulières. Parmi ces traitements d'amélioration de surface, l'activation en voie liquide en utilisant l'agent oxydants KOH qui est connu pour augmenter la teneur en groupes oxygénés de surface [01]. L'étude comprend aussi la caractérisation, et étude des performances des charbons actifs préparés pour l'élimination du bleu de méthylène en milieu aqueux.

Les charbons actifs préparés sont polyvalent et peuvent être largement utilisé dans de nombreux secteurs à cause de ses propriétés adsorbantes tel que : la filtration des eaux, la dentisterie, l'industrie alimentaire, le stockage d'énergie...

II-2- Préparation des charbons actifs :

II-2-1- La matière première utilisé (les noyaux de Rhamnus) :

L'arbre de Rhamnus est l'un des arbres connus depuis l'Antiquité, c'est un arbre du désert jusqu'à cinq mètres de long et vieillie pendant plusieurs années, il se distingue par ses larges feuilles ovales de 3 cm de longueur, et des fleurs à pointe verte. Les fruits de cet arbre sont nommés Rhamnus de petits diamètres (1.5-2 cm), et ils ont un arôme parfumé, un goût sucré et se distingue par sa couleur jaune lorsqu'il est mûr et marron lorsqu'il est sèche. Les peaux fines des fruits de Rhamnus contiennent des glycosides d'anthraquinone, ils sont très riches en vitamines notamment : la vitamine C, la vitamine B, ainsi que les glycosides et flavonoïdes.

Le noyau est une graine de forme sphérique de grosseur variable sont poids oscille autour de 0,5g. Il représente environ 50 % du poids total du fruit.

Dans le but d'une valorisation de sous-produits locaux, nous avons utilisé les noyaux de fruit de l'arbre Rhamnus de la région de Batna comme précurseur. Ces résidus agricoles sont très disponibles sur le sol algérien, et constituent par nature une source renouvelable respectueuse de l'environnement.



Figure II.1 : L'arbre de Rhamnus et ces fruits

II-2-2- Préparation du charbon actif :

La préparation de ces charbons actifs suit les étapes suivantes : lavage, séchage, broyage et caractérisation, tamisage suivi par activation chimique avec une solution de (KOH) comme agent activant, on termine la préparation par la calcination à différentes températures 400°C, 500°C et 600°C, comme le montre la (Figure II.2).

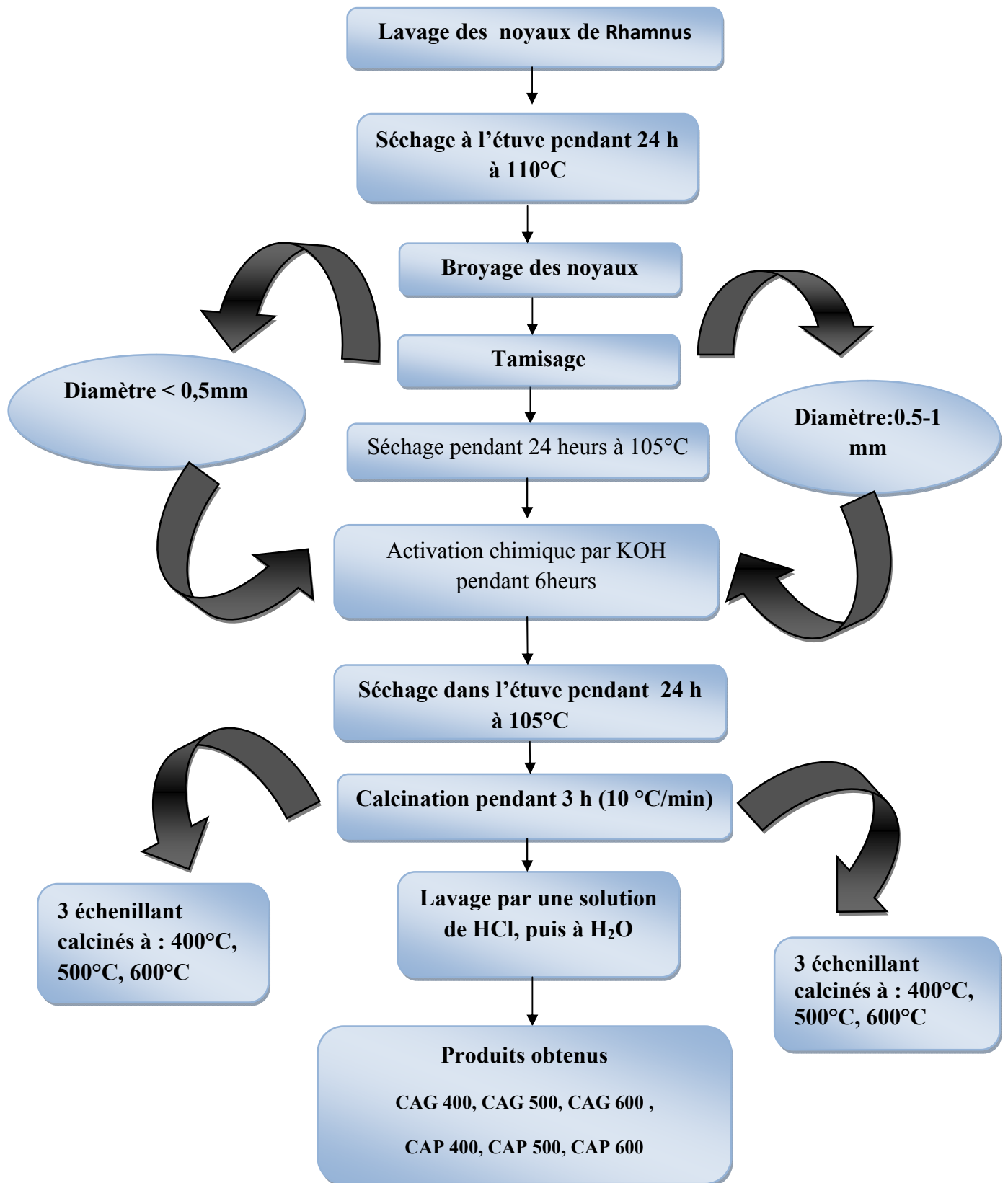


Figure II.2 Protocole de préparation de charbon actif.

➤ **Lavage des noyaux :**

Le lavage des noyaux avec de l'eau de robinet, puis de l'eau distillée afin d'éliminer et de se débarrasser des impuretés.



Figure II.3 : Noyaux de Rhamnus lavés.

➤ **Séchage :**

Après un bon lavage, mettez les noyaux dans les creusets pour les sécher à l'intérieur du l'étuve pendant 24 heures à une température de 110 °C.



Figure II.4 : Noyaux séchés à l'étuve.

➤ **Broyage :**

Les noyaux sont broyés par un broyeur mécanique pour les décomposer en granules et en particules de différentes tailles.



Figure II.5 : Le broyeur et les noyaux broyés.

➤ **Tamisage :**

À cette étape, après le broyage, nous passons au crible à l'aide d'une tamiseuse, à l'aide d'un tamis d'un diamètre de 0,5 mm et d'un autre d'un diamètre de 1 mm, et enfin on obtient des granules de deux tailles différentes : ($0,5 \text{ mm} < \text{diamètre} < 1 \text{ mm}$) et des granules de diamètre $< 0,5 \text{ mm}$.



Figure II.6 : Tamiseuse

➤ **Activation chimique :**

L'activation assure une amélioration de la surface spécifique et de la structure poreuse [02].

Les granules ont été activé chimiquement avec le KOH, selon le protocole suivant :

Mettre les quantités de granulés de la matière première en gains (1/1) divisée en trois échantillons, chacun séparément dans bécher et on active en ajoutant une solution KOH (0,5 N) pour les trois échantillons avec la continuité de l'agitation pendant 6 heures, puis on filtre à pour se débarrasser de l'excès de la solution KOH, de la même manière ; le traitement chimique des granulés de taille inférieure à 0.5mm. Enfin les six échantillons sont mets à l'étuve pour séchage pendant 24 heures à une température de 105°C.



Figure II.7 : Les granulés imprégnés.

➤ **Pyrolyse :**

C'est un processus important et nécessaire pour convertir la matière activée en charbon actif au four à différentes températures (400°C, 500°C, 600°C) pendant 3 heures à une vitesse de chauffage (10°C / min).

➤ **Lavage :**

Le charbon actif obtenu est bien lavé par une solution de HCl diluée puis à l'eau distillée jusqu'à pH 7. Ensuite, nous mettons les échantillons séparément dans l'étuve à une température de 105°C pour séchage.

Les échantillons de charbon actif préparés sont représentés comme suit:

- 1) Trois échantillons de charbon actif de diamètre: 0.5-1 mm traités chimiquement par KOH et calcinés aux températures 400°C, 500°C, 600°C sont nommés CAG 400, CAG 500, CAG 600 successivement.
- 2) Trois échantillons de charbon actif de diamètre inférieur à 0.5mm traités chimiquement par KOH et calcinés aux températures 400°C, 500°C, 600°C sont nommés CAP 400, CAP 500, CAP 600 successivement.



Figure II.8 : Calcination le produit en poudre et en grain dans le four.

II-3- Résultats et discussion :

II-3-1- Introduction :

Une étude chimique expérimentale aboutit à des résultats qui doivent être organisés et présentés sous forme des tableaux, courbes ... Ces derniers nécessitent des analyses et des interprétations afin de bien expliquer les phénomènes qui peuvent être en jeu. Nous présentons les résultats expérimentaux des essais texturales tels que :

- Le rendement de synthèse des charbons actifs.
- Le taux d'humidité.
- La densité apparente.
- Le « Burn-off ».

Ainsi nous présentons les principales techniques utilisées pour la caractérisation des échantillons sont :

- Études par spectroscopie infrarouge (FTIR).
- La mesure de la capacité adsorbante d'un polluant organique dans un milieu aqueux.

II-3-2- Le rendement de la synthèse du charbon actif préparé :

Le rendement de synthèse des charbons actifs est défini comme le rapport du poids du charbon actif obtenu (m_1) à celui des granulés secs (m_0) [03]:

$$\text{Rendement \%} = \frac{m_1}{m_0} \cdot 100$$

m_0 : masse initial avant pyrolyse.

m_1 : masse du CA (après pyrolyse).

Les résultats des échantillons sont illustrés dans le (tableau II.1)

Tableau II.1 : Les rendements de synthèse des charbons actifs obtenus en grains et en poudre.

Echantillons	CAG 400	CAG 500	CAG 600	CAP 400	CAP 500	CAP 600
Rendement r (%)	43.45	39.69	32.68	45.70	39.20	37.74

Les résultats de rendement de la synthèse du charbon actif préparé présenté au (Tableau II.1) ont été déterminés dans la gamme (37.74% et 45.70%) pour les poudres et dans la gamme (32.68% et 43.45%) pour les grains. on a observé que le rendement diminue avec l'augmentation température de pyrolyse Cela peut être expliqué par la dégradation des composants essentiels de notre matière première au fur et à mesure l'augmentation de la température.

II-3-3 Détermination du taux d'humidité :

Au contact permanent de l'humidité de l'air, les charbons actifs se chargent d'une certaine humidité du fait de la diffusion de molécules d'eau dans les pores et à la surface du charbon. La teneur d'humidité peut indiquer la viabilité hydrophile de ce solide [04].

➤ Mode opératoire

On place une masse (5g) du charbon actif en poudre et grains à (105°C) pendant 1 heure dans l'étuve.

La relation ci-dessous permet d'obtenir le taux d'humidité relatif pour les adsorbants. Les résultats sont rassemblés dans le (tableau. II.2).

$$H (\%) = \left[\frac{(m_0 - m_f)}{m_0} \right] \times 100$$

m_0 : poids avant séchage en grammes.

m_f : poids après séchage en grammes.

Tableau II.2 : Taux d'humidité des charbons actifs en grains et poudre .

Echantillons	CAG 400	CAG 500	CAG 600	CAP 400	CAP 500	CAP 600
taux d'humidité H (%)	2.9	2.6	2.0	4.6	3.3	3.1

Les résultats du taux d'humidité des charbons actifs (Tableau II.2) ont été trouvés dans l'intervalle (2 % et 4.6 %) pour tous les charbons en poudres et en grains. dans différentes température, on remarque que Le taux d'humidité déminé légèrement avec l'augmentation de la température. ce qui indique que la quantité de molécule d'eau qui pénètre dans les pores déminée avec l'amélioration des propriétés de surface du charbon.

II-3-4- Détermination de la masse volumique :

La masse volumique est l'ensemble des fractions solides et pores [05]. Elle est déterminée par la méthode de l'éprouvette graduée. On met la masse de charbon actif obtenue après la pyrolyse dans éprouvette, puis enregistre le volume observé.

On calcul la densité par la relation suivant :

$$d = \frac{m}{v} \text{ (g/ml)}$$

m: la masse de la substance.

v: le volume occupé par **m**.

Prendre une quantité de 5g de charbon actif en poudre et grain après passe cette masse dans l'éprouvette gardée pour calcule le volume (cm³). Les résultats dans le tableau suivant :

Tableau II.3 : La masse volumique des charbons actifs en grains et poudre.

Echantillons	CAG400	CAG 500	CAG 600	CAP 400	CAP 500	CAP 600
La densité (g/ml)	0.488	0.422	0.410	0.443	0.437	0.473

Les masses volumiques des charbons actifs préparés varient d'une façon non régulière grâce à la diminution des tailles des particules durant la calcination.

II-3-5-Le taux d'activation « Burn-off »:

Le burn-off représente la perte de masse des fractions imprégnés par KOH due au traitement thermique à l'étape d'activation.

$$\text{Burn-off \%} = \left[\frac{(m_i - m_f)}{m_i} \right] \times 100$$

Tableau II.4 : Taux d'activation (Burns-off) du charbon actif en grain et poudre .

Echantillons	CAG 400	CAG 500	CAG 600	CAP 400	CAP 500	CAP 600
Burn-off (%)	62.55	66.01	72.31	59.99	68.32	80.86

Les résultats du taux d'activation (Burns-off) du charbon actif (Tableau II.4) ont été déterminés dans la gamme (59.99 % et 80.86 %) pour les charbons en poudres et dans la gamme (62.55% et 72.31) pour les charbons en grains. dans différents température, on remarque que Le taux d'activation augmente légèrement avec l'augmentation de la température. ce qui indique que l'activation résulte d'une réaction de KOH avec la matière première et qui limite la perte de masse en matière volatile.

II-4- Caracterisation par Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier(FTIR) :

Afin d'une identification complémentaire des fonctions de surface des échantillons de charbons actif, leurs structures ont été observées par spectroscopie infrarouge, L'étude par spectroscopie infrarouge (FTIR) des charbons actifs ont été sur un spectromètre FTIR-8400S à la température ambiante.

L'analyse infrarouge a été réalisée sur des pastilles préparées à partir d'un mélange de bromure de potassium (KBr) en ajoutant une masse de matériau finement broyé en respectant des proportions déterminées [06].

On prend une quantité de charbon actif en grain préparé trois échenillant (400C°, 500C°, 600C°) de masse $m = 0.001\text{g}$ et on met chacun séparément dans un mortier en verre après l'avoir pesé et on broyer bien, puis on y ajoute du KBr avec une masse $m = 0.3\text{g}$ et on broyer bien jusqu'à ce que la solution soit homogène et de la même manière pour le charbon actif en poudre préparé trois échenillant (400C°, 500C° et 600C°) ainsi que la matière première sans traitement pur granulaire et poudre puis on le met dans l'appareil à pression pour obtenir une pastille et on le met dans l'appareil IR, et enfin la courbe IR apparaît.



Figure II.9 : Protocole de l'obtention des spectres infrarouges.

II-4-1- Spectre infrarouge du matériau brut (matière première) :

Le spectre IR du matériau à l'état brut est présenté sur la figure II.10.

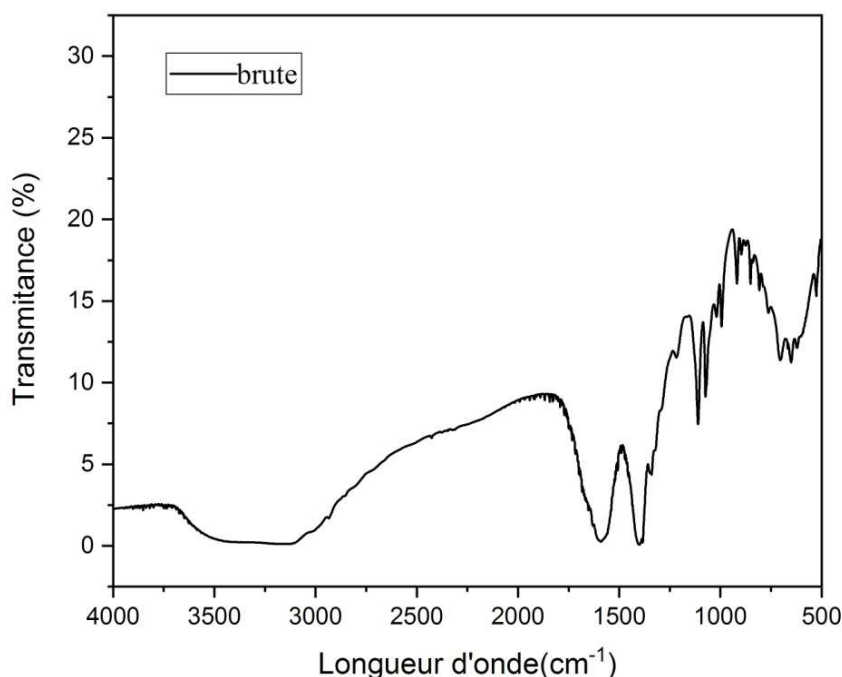


Figure II.10 Spectre infrarouge (IR) de l'échantillon brut

Le spectre de l'échantillon brut contient une large bande dans la région de 3674 – 3200 cm^{-1} qui est assignée à la vibration d'élongation (stretching) des groupements hydroxyles OH (peut être attribué au carboxyle, phénols ou alcools) ou peut être indiqué la présence des groupements amines (NH). Dans la même région, un maximum vers 3550 cm^{-1} est observé ce qui confirme l'existence des groupements fonctionnels hydroxyles. La bande apparaissant sur le spectre à 1728 cm^{-1} peut être attribuée aux groupements C=O des acides carboxyliques, groupes acétate (COO^-), cétones, aldéhydes ou lactones [07].

II-4-2- Spectres infrarouge des charbons actifs préparés :

Les spectres infrarouge des échantillons CAG (400, 500 et 600) sont rassemblés dans la figure II.11, et ceux des CAP (400, 500 et 600) sont rassemblés dans la figure II.12.

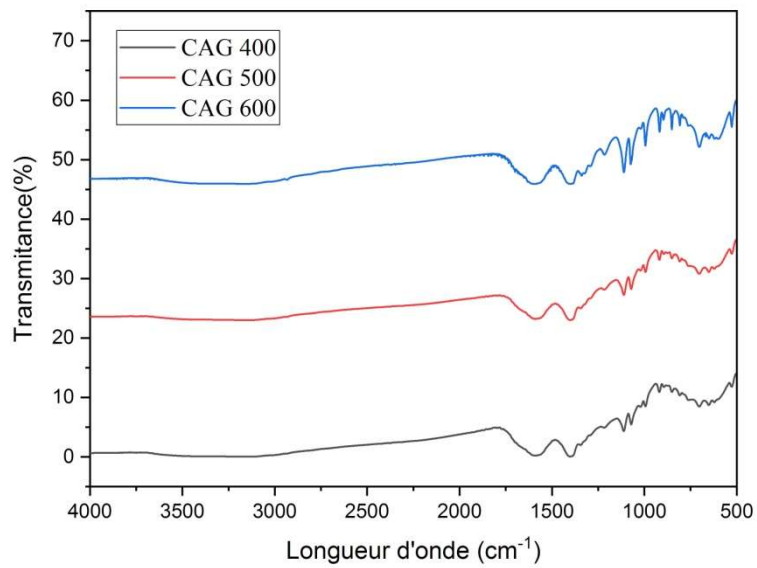


Figure II.11 : Spectres infrarouge (FTIR) des échantillons (CAG 400, CAG 500 et CAG 600)

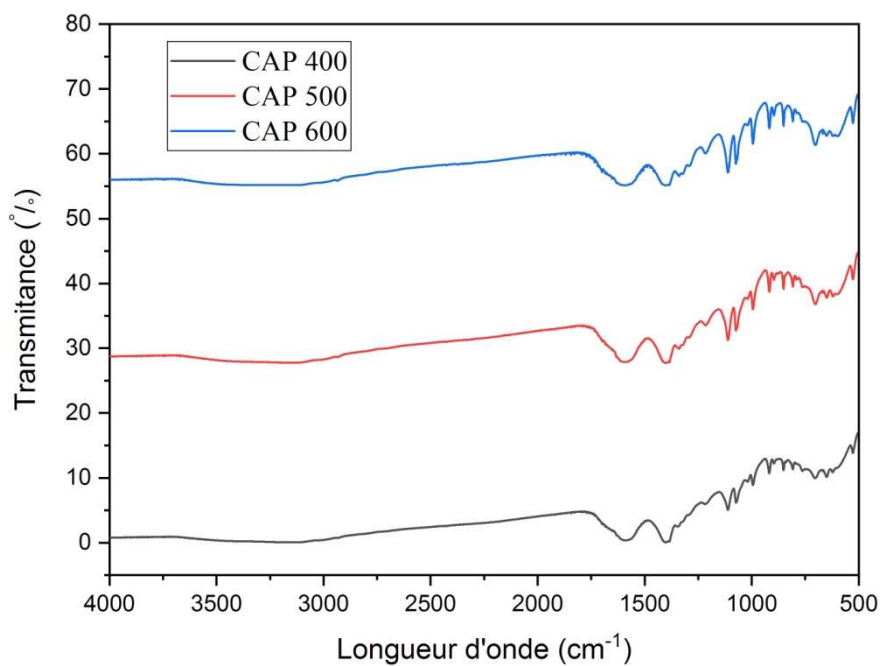


Figure II.12 : Spectres infrarouge (FTIR) des l'échantillon (CAP 400, CAP 500 et CAP 600)

Les interprétations des principaux signaux existant dans les spectres infrarouge sont illustrées dans le tableau II.5 et le tableau II.6.

Tableau II.5 : Caractérisation des charbons actifs en grain (400 ,500 et 600) par spectroscopie infrarouge (FTIR) [6,7].

Echantillons	Nombre d'onde bibliographique (cm ⁻¹)	Nombre d'onde dans notre spectre (cm ⁻¹)	Liaisons et leur intensité
CAG 400	1510-1580 1560-1640	1567	N=O N H amines ou amide fort /moyenne intensité.
	1365-1385	1385	C-H (CH3)
	1000-1250 1070-1150	1100	C-C C-O-C (éther) C-O ester
	1000-1250	1072	C-C
	950-1000	988	C-H de HC=CH-(E)
	650-1000	912	C-H alkenes
	800-860	849	C-H aromatique tri-substitué 1,2,3. C-H aromatique p-disubstitué .
	680-720 680-720	702	C-H aromatique monosubstitué. C-H aromatique m-disubstitué.

CAG 500	1510-1580		N=O
	1560-1640	1567	N H amines ou amide fort /moyenne intensité.
	1365-1385	1385	C-H (CH3)
	1000-1250		C-C
	1070-1150	1100	C-O-C (étheroxydes)
	1000-1300		C-O ester
CAG 600	680-720		C-H aromatique monosubstitué.
	680-720	702	C-H aromatique m-disubstitué.
	1510-1580		N=O
	1560-1640	1567	N H amines ou amide fort /moyenne intensité.
	1365-1385	1385	C-H (CH3)
	1000-1250		C-C
CAG 600	1070-1150	1100	C-O-C (étheroxydes)
	1000-1250	1072	C-C
	950-1000	988	C-H de HC=CH
	800-860	849	C-H aromatique.

Tableau II.6 : Caractérisation des charbons actifs en poudre (400, 500 et 600) par spectroscopie infrarouge (FTIR) [6-7]

Echantillons	Nombre d'onde bibliographique (cm ⁻¹)	Nombre d'onde dans notre spectre (cm ⁻¹)	Liaisons et leur intensité
CAP 400 CAP 500 CAP 600	1510-1580	1594	N=O
	1560-1640		N H amines ou amide fort /moyenne intensité.
	1365-1385	1399	C-H (CH ₃)
	1000-1250	1114	C-C
	1070-1150		C-O-C (étheroxydes)
	1000-1300		C-O ester
	1000-1250	1106	C-C
	1000-1300		C-O ester
	1070-1150	1072	C-O-C (étheroxydes)
	950-1000	995	C-H de HC=CH-(E)
680-720	710	C-H aromatique monosubstitué.	
680-720		C-H aromatique m-disubstitué.	
650-770	654	C-H de HC=CH-(Z)	

On constate qu'avec l'augmentation de température nous ne formons pas de structures oxygénées sur les charbons. Par contre, nous identifions un certain nombre des structures telles que : C-H, O-H, C=O et C-O-C.

L'aromatisation progressive du matériau rend possible la perte d'une grande partie des groupes fonctionnels au fur et à mesure que la température de calcination augmente.

La décomposition de la cellulose sous l'effet de température est régie d'un côté par la formation des différents groupes fonctionnels (groupes carbonyles, éthyléniques et aromatiques, radicaux) et de l'autre côté par le départ des groupes OH et CH [08]. Estime qu'un des produits intermédiaires est le levoglucosan. Sa formation a lieu entre 200 et 400°C et elle est signifiée par la présence de la bande de vibration du carbonyle (C=O) autour du 1700 cm^{-1} [09].

II-5- Etude de l'adsorption du bleu de méthylène en solution aqueuse :

Dans le cadre de notre étude, nous avons également réalisé des tests de caractérisation par adsorption par nos charbons activés, du bleu de méthylène à partir de solutions aqueuses. En raison des contraintes de temps et de la disponibilité des conditions en laboratoire, nous avons choisi les trois échantillons de charbon actif suivant CAG (400, 500 et 600).

II-5-1 La courbe d'étalonnage :

Pour réaliser les différentes expériences d'adsorption, il fallait dessiner une courbe d'étalonnage pour faciliter les calculs dans les tests d'adsorption.

-On a préparé une solution mère de BM à une concentration $C_0 = 20 \text{ mg/l}$.

-Une série de solutions de concentrations bien déterminées (0,8 ; 1,6 ; 2,4 ; 3,2 ; 4 mg/l) a été obtenue en prenant des différents volumes de solution mère (20 mg/l) et par dilutions successives pour obtenir cinq solutions filles.



Figure II.13 : Préparation de la solution mère et des solutions filles du bleu de méthylène

Une courbe d'étalonnage définie par :absorbance (A) = f (concentrations des solutions aqueuses de BM). est déterminée par mesure spectrophotomètre UV-Vis, à une longueur d'onde ($\lambda_{\max}=664 \text{ nm}$) comme le montre la (Figure II.14).

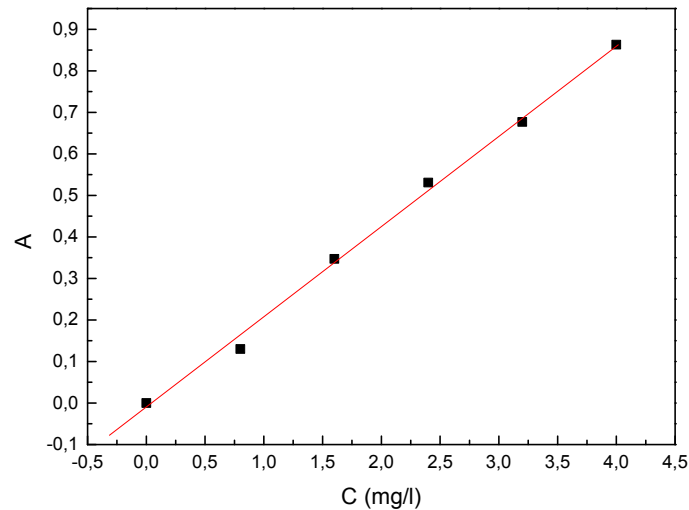


Figure II.14 Courbe d'étalonnage de la concentration initiale de BM en fonction de l'absorbance mesurée à $\lambda = 664 \text{ nm}$.

II-5-2- Le taux d'élimination du colorant BM :

Le taux d'élimination du colorant noté R et exprimé en pourcentage (%), il est calculé par la formule suivant :

$$R (\%) = \left[\frac{C_0 - C_e}{C_0} \right] \times 100$$

C_0 : Concentration initiale de l'adsorbant.

C_e : Concentration à l'équilibre de l'adsorbant (mg/l).

II-5-3- Influence du temps de contact sur d'adsorption du BM :

Nous avons étudié les cinétiques d'adsorption du bleu de méthylène sur les trois charbons actifs de textures différentes.

Les cinétiques d'adsorption du bleu de méthylène à une concentration de 20 mg/l pour une masse de charbon actif de 0,5g ont montré qu'une grande proportion de bleu de méthylène est adsorbée dans les premières 15 minutes du départ de contact entre la solution et les charbons (Figure II.15).

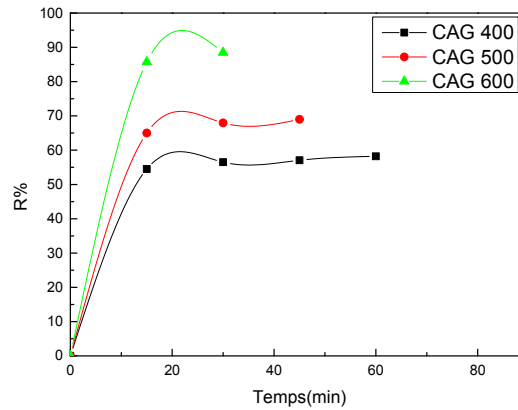


Figure II.15 : Effet du temps de contact sur d'élimination de BM.

En effet la quasi-totalité du bleu de méthylène éliminée, peut être expliquée par le fait qu'au début d'adsorption, le nombre des sites actifs disponibles à la surface du matériau adsorbant est beaucoup plus important que celui des sites restant après un certain temps. Dans le test de (CAG 400) le temps d'élimination de 58.2% de la concentration initiale du polluant a été estimé par une heure, une quantité estimée de 69% a été éliminée par le charbon (CAG 500) dans une durée de 45min. et on remarque un meilleur taux d'élimination égal à 88.5% dans 30 min pour (CAG 600). On peut conclure que le dernier échantillon est le meilleur parmi les trois charbons de point de vue temps et quantité de polluant éliminée cela peut être expliqué par l'effet de température de calcination à température élevée sur l'amélioration de la surface spécifique des charbons.

II-5-4- L'influence de la masse sur l'élimination BM :

On prend un volume de 50 ml de la solution de BM de concentration $C_0 = 20 \text{ mg/L}$, et on change chaque fois la masse de chaque charbon actif (0.1g, 0.2g, 0.3g, 0.4g, 0.5g et 0.6g), on maintient le temps de contact comme il a été estimé dans l'étude de l'effet de temps. Les résultats obtenus sont présentés dans les graphes de la (Figure II.16).

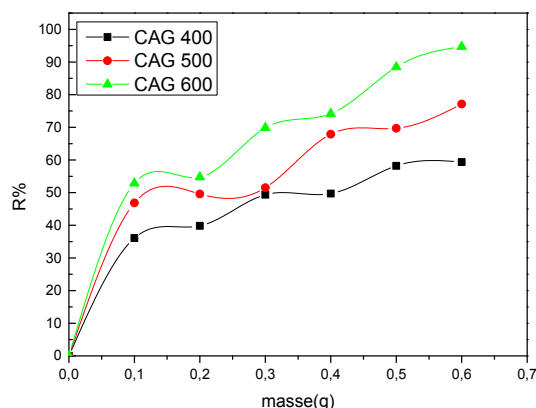


Figure II.16 : L'influence de la masse sur l'élimination du BM

Le pourcentage d'élimination des BM augmente lorsque la masse de l'adsorbant augmente. L'augmentation de la masse de l'adsorbant s'explique par l'augmentation de la surface spécifique et donc le nombre des sites disponibles d'adsorption par conséquent.

Les courbes de la (Figure. II.16) montre que le pourcentage d'élimination des BM est pratiquement (94.71 %) pour le charbon actif à 600°C et (78 %) pour le charbon actif à 500°C et (59.35%) pour le charbon actif à 400°C, et la masse de charbon actif qui sera prise en compte dans les études ultérieures sera 0.6g.

On constate que l'augmentation de la quantité adsorbée augmente avec l'augmentation de la masse du charbon, ce qui explique l'augmentation des surfaces spécifiques en augmentant la température de calcination.

II-5-5- L'influence de la concentration sur l'élimination de BM :

Afin d'étudier l'effet de la concentration du bleu de méthylène sur le charbon actif pendant le processus d'adsorption, on a préparé quatre solutions de concentration différentes ($C_1=5\text{mg/l}$, $C_2=10\text{mg/l}$, $C_3=15\text{mg/l}$, $C_4=20\text{mg/l}$) dans 50ml puis on ajoute 0.5g de charbon actif (CAP 400°C, CAP 500°C, CAP 600°C) séparément, sous agitation pendant des durées de temps trouvée dans les essais de l'influence de temps.

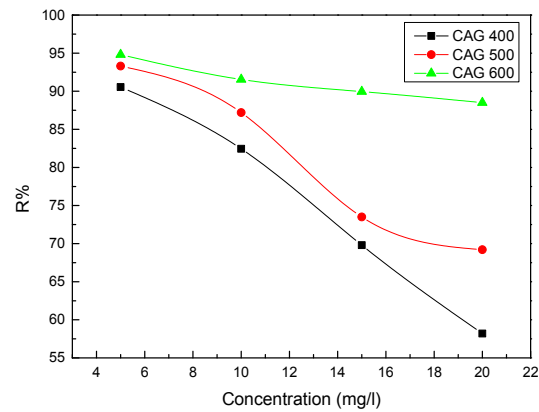


Figure II.17 : L'influence de la concentration sur l'élimination du BM

On observe que la quantité adsorbée diminue avec l'augmentation de la concentration, cela s'explique par le fait que lorsque la concentration augmente, le nombre des molécules libres présents dans la solution augmente, et donc la compétition pour le lien entre l'ion chargé positivement et les sites actifs que le charbon actif est plus important et donc la connexion est plus difficile [8].

Références bibliographiques

- [1] BANSAL R.C , DONNET J-B , STOECKLI . active carbon . Marcel Dekker New York .(1988) .
- [2] Rapport the economics of activated carbon , Roskill information services. Londres .p 193.(2003).
- [3] ZHONG ZHONG Ye, XIANG Xia, Ping Mei, DAI Jie , ZHANG Lin-Lin , LIU Yi , journal Spectrochimica Acta Part A 72. 907– 914. (2009).
- [4] BATZIAS F. A , SIDIRAS D.K .Simulation of methylene blue adsorption by salts-treated beech sawdust in batch and fixed-bed systems. Journal of Hazardous Materials 149. 8–17. (2007).
- [5] SETRA – C. T. O. A , coulis de précontrainte adjuvantes (suite...) Bulletin des ouvrages d'art 23,mars (1996).
- [6] Résumé de cours : Spectres Infrarouge (<http://mirage.ticedu.fr/?p=2398>).
- [07] ناصري وحمادة. «امتاز صبغة البلورة البنفسجية من محاليلها المائية بواسطة أطياف الإيليت بطريقة الدفعات والعمود»الوادي. مذكرة ماستر أكاديمي. جامعة قاصدي مرباح ورقلة (2019) .
- [08] BIKALES N.H and SEGAL L, Cellulose and Cellulose Derivatives, Wiley-Interscience, New York,(1971).
- [09] BYRNE C.E and NAGLE D.C, Carbon 35, 2 ,259-266. (1997).

conclusion générale

Conclusion générale

La première partie de ce travail a été consacrée à la valorisation des matériaux abondant à l'étude du processus d'activation chimique on utilisant le KOH comme agent activant et de carbonisation en utilisant des déchets agricoles (noyaux *Ziziphus mauritiana* Lam connu rhamnus).

Concernant les résultats des synthèses des charbons actifs végétaux à partir de biomasses locales :

- ✓ Les valeurs de rendements de synthèse de nos échantillons de charbons actifs préparés en grains et en poudre sont satisfaisant, ils sont situés dans la gamme 32.68 % et 45.70% pour la température 400°C, 500°C et 600°C.
- ✓ Le taux d'activation (Burn-off) dues au traitement thermique et à l'opération d'activation sont dans le même ordre de grandeur environ(32.68% et 43.45%) ce qui indique la bonne préparation des charbons actifs. Nous avons aussi mesurés les taux d'humidité et les densités de chaque charbon obtenu.
- ✓ les échantillons sont aussi caractérisés par la spectroscopie-infrarouge (FTIR), Les résultats de cette étude montre bien que la teneur en carbone dans nos charbon actif est très élevé cela confirme l'effet de la pyrolyse dans l'étape de synthèse de charbon.

La deuxième partie de cette étude est la caractérisation de nos charbons actifs illustré par l'étude de l'influence de quelques paramètres qui influencés sur la capacité d'adsorption du polluant organique : bleu de méthylène, tels que l'effet de temps, l'effet de masse et l'effet de concentration.

- ✓ L'ensemble des résultats obtenues, sont évidents que :La quantité adsorbée de bleu de méthylène dont tous les échantillons est obtenue sont de pourcentage élevés et relativement proches, mais la meilleure capacité d'adsorption est remarquée dans le cas des charbons préparés à la température 600°C.

Les charbons actifs préparés dans le cadre de ce mémoire, pourraient être d'une grande utilité dans un traitement économique et environnementale des eaux usées contenant du bleu de méthylène, et d'autre proviennent de matières végétales largement disponibles en Algérie. Ils peuvent être largement utilisé dans de nombreux secteurs à cause de ses propriétés adsorbantes tel que : Filtration de l'air, dentisterie, industrie alimentaire, décontamination des sols des substances chimiques, des hydrocarbures ou des métaux lourds, raffinage de produits pétroliers, stockage d'énergie ...

Abstract:

The Rhamnus cores studied in this dissertation are an abundant and locally widely available resource. The aim of this study is to illustrate the valorization of this agricultural waste and its use in the production of six activated carbon samples. Activated carbon is a versatile material that can be used in a variety of fields. In this work, we used it to treat aqueous solutions loaded with the organic pollutant methylene blue.

The first step was to prepare and determine the physicochemical characteristics of the materials. In particular, chemical activation with the activating agent KOH and pyrolysis at different temperatures 400, 500 and 600°C of crushed cores with two different diameters.

The physico-chemical and textural characterization of the six activated carbon samples obtained shows that our samples are of good quality as the pyrolysis temperature increases, and the synthesis yields of the activated carbons prepared are in the range **32,68 %** and **45,70 %**.

The performance of these activated carbons for treating BM in aqueous media, and the effect of a number of experimental parameters was studied using a methylene blue batch adsorption technique (contact time effect, mass effect and initial pollutant concentration effect). The results showed that pollutant retention is very rapid, with equilibrium reached after 30 minutes with an activated carbon mass of 0.5 g of 600°C carbon.

Key words: activated carbon, agricultural waste, adsorption, pollution, methylene blue.

ملخص

تشكل نوى Rhamnus التي تمت دراستها في هذه الأطروحة موردًا وفيرًا ومناخًا للغاية محليًا في الطبيعة. تهدف هذه الدراسة إلى توضيح استرجاع هذه المخلفات الزراعية واستخدامها لإنتاج ست عينات من الكربون النشط ، وهذه الأخيرة مادة متعددة الاستخدامات يمكن استخدامها في مختلف المجالات. في هذا العمل استخدمناه لمعالجة المحاليل المائية المحملة بالملوثات العضوية وهي الميثيلين الأزرق.

الخطوة الأولى هي إعداد وتحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمواد، التنشيط الكيميائي بواسطة العامل المنشط KOH والكربنة عند درجات حرارة مختلفة 400,500 و 600 °م، بالنسبة إلى قطرين مختلفين.

يُظهر التوصيف الفيزيائي والكيميائي والتوصيف النسيجي للعينات الست من الكربون المنشط التي تم الحصول عليها أن عيناتنا ذات نوعية جيدة مع زيادة درجة حرارة الكربنة، وتنحصر مردودية إنتاج الكربون النشط المحضر في النطاق % 32.68 و % 45.70 .

أداء هذه الكربونات المنشطة التي تم الحصول عليها لمعالجة الميثيلين الأزرق في وسط مائي. وبتأثير بعض المتغيرات التجريبية تمت دراستها باستخدام تقنية الامتزاز للميثيلين الأزرق (تأثير زمن التلامس وتأثير الكتلة وتأثير التركيز الأولي للمادة الملوثة). أظهرت النتائج أن امتزاز الملوثات يكون سريعًا جدًا حيث يتم الوصول إلى التوازن بعد 30 دقيقة مع كتلة الكربون المنشط 0.5 جرام من الكربون عند 600 درجة مئوية.

الكلمات المفتاحية: الكربون النشط ، المخلفات الزراعية ، الامتزاز ، إزالة التلوث ، الميثيلين الأزرق.

Résumé :

Lesnoyaux de Rhamnus étudiées dans le cadre de ce mémoire constituent une ressource abondante et localement très disponible à la nature. Cette étude a pour objectif d'illustrer la valorisation de ces déchets agricoles et leur utilisation pour la production de six échantillons de charbon actif, ce dernier est un matériau polyvalent qui peut être utilisé dans divers domaines. Dans ce travail nous l'avons utilisé au traitement des solutions aqueuses chargées en polluants organique qui est le bleu de méthylène.

La première étape consistait à préparer et à déterminer les caractéristiques physicochimiques des matériaux. En particulier, l'activation chimique par l'agent activant KOH et la pyrolyse à différentes températures 400,500 et 600°C des noyaux broyés à deux diamètres différents.

La caractérisation physico-chimique, et la caractérisation texturales des six échantillons de charbons actifs obtenus montre que nos échantillons sont de bonne

qualité en fur et à mesure l'augmentation de température de pyrolyse, les rendements de synthèse des charbons actifs préparés sont situés dans la gamme 32.68 % et 45.70%

La performance de ces charbons actifs obtenus pour traiter les BM en milieu aqueux. Et par l'effet de quelques paramètres expérimentaux a été étudié en utilisant une technique d'adsorption en batch du bleu de méthylène (effet de temps de contact, effet de masse et effet de concentration initiale du polluant). Les résultats ont montré que la rétention des polluants est très rapide où l'équilibre est atteint au bout de 30 minutes avec une masse de charbon actif de 0.5 g de charbon 600°C.

Mots clés : charbon actif, déchets agricoles, adsorption, dépollution, bleu de méthylène.

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة محمد خيضر بسكرة

عنوان المشروع :

إنتاج الكربون المنشط

Production du charbon actif

مشروع لنيل شهادة مؤسسة ناشئة في إطار القرار الوزاري 1275

العلامة التجارية



الاسم التجاري

BIO - Charb

السنة الجامعية: 2023/2022

بطاقة معلومات :

حول فريق الإشراف وفريق العمل

1- فريق الإشراف :

فريق الإشراف	
التخصص: كيمياء المواد	المشرف الرئيسي (01): وقاف أميرة

2- فريق العمل :

الكلية	التخصص	فريق العمل
كلية العلوم الدقيقة والعلوم الطبيعية والحياة	كيمياء المواد	الطالبة: عروب مريم

فهرس المحتويات :

المحور الأول : تقديم المشروع

المحور الثاني: الجوانب الابتكارية

المحور الثالث: التحليل الاستراتيجي للسوق

المحور الرابع : خطة الإنتاج والتنظيم

المحور الخامس : (الخطة المالية)

المحور السادس : النموذج الأولي التجريبي

المقدمة :

يعد مشروع المؤسسة الناشئة منتج مهم وفعال في مختلف المجالات وفي العديد من التطبيقات ويمكن تحقيق عدة فوائد بيئية واقتصادية. الفحم المنشط أو الكربون المنشط هو نوع من الكربون المختزل عالي المسامات يستخدم كمادة ماصة للمواد العضوية وغير القطبية وأيضا في معالجة الغازات والمياه وهو أكثر مادة مستخدمة كمادة ماصة للروائح والغازات والرطوبة، كما يستخدم أيضا في تكرير الزيوت والسكر والبتروكيماويات وأيضا في شركات الأدوية وتنقية المياه، وهذا يعزى إلى مساحة السطح العالية التي يتميز بها القدرة على امتصاص مواد ضارة أو غير مرغوب فيها، نتمنى أن يلقي مشروعنا الدعم لكي يتطور وينمو مستقبلا .

المحور الأول : تقديم المشروع

1- فكرة المشروع (الحل المقترح)

2- القيم المقترحة

3- فريق العمل

4- أهداف المشروع

5- جدول زمني لتحقيق المشروع

1- فكرة المشروع (الحل المقترح):

استخدام المخلفات الزراعية لإنتاج الفحم المنشط من خلال تحويل المخلفات النباتية لنواة ثمرة النبق *Zizyphus mauritiana Lam* إلى فحم نشط بنوعيه الحبيبي والمسحوق باستخدام عملية التفحيم والقيام بطحنها ثم بتعريضها إلى عملية التفحيم بدرجات حرارة تصل إلى 600° م و التنشيط الكيميائي بواسطة أحماض أو قواعد قوية لاستخدامه في مختلف المجالات خاصة تصفية المياه الملوثة ومعالجتها وتنقية الهواء وصناعة الأدوية وصناعة البطاريات...

2- القيم المقترحة:

يعتمد إنتاج الكربون المنشط على عدة عوامل بما في ذلك طريقة الإنتاج المستخدمة والمواد الأولية المستخدمة وشروط العمل بشكل عام يتم قياس قيمة الكربون المنشط من خلال عدة معايير مثل مساحة السطح النشطة وحجم المسام وقدرة الامتصاص. يمكن استخدام الكربون المنشط في عدة تطبيقات مثل معالجة المياه وتنقية الهواء وصناعة الأدوية وصناعة البطاريات والعديد من التطبيقات الأخرى لذلك يمكن ان تختلف القيمة المقترحة للكربون المنشط وفقا للغرض المحدد للاستخدام ومتطلبات الجودة ومواصفات المطلوبة .

- الحدائة: منتج موجود مسبقا يكمن الاختلاف في المادة الأولية مع تحسين وتطوير في التقنيات الحديثة لإنتاج الكربون المنشط بخواص محسنة وأداء أعلى .
- الأداء : منتج ذو جودة لتوافقه مع المواصفات المطلوبة ويكون له أداء فعال في التطبيقات المختلفة , وكذا ذو كفاءة عملية كونها قد تكون محسنة لتحقيق أعلى إنتاجية ممكنة وتقليل الفاقد .
- التكيف: تحسين الأداء وتكييفه مع الظروف المتغيرة والمتنوعة وتلبية احتياجات السوق والتنوع.

- التصميم: فعال وعملي يتوافق مع رغبات وظروف العمل ويتماشى مع متطلبات العملية الإنتاجية وتيسير تدفق المواد والعمليات .
- السعر: تقديم منتج بسعر اقل لتلبية متطلبات شرائح العملاء .
- سهولة الوصول: بنية تحتية جيدة ونظام فعال للترويج والتسويق لضمان وصول المنتج إلى العملاء المحتملين .

3- فريق العمل :

فريق العمل	التخصص	الكلية
الطالبة :عروب مريم	كيمياء المواد	العلوم الدقيقة والعلوم الطبيعية والحياة

4- أهداف المشروع :

يعتبر الهدف الرئيس للمشروع هو تحويل المخلفات الزراعية إلى منتج نهائي قيم يستخدم في مجموعة متنوعة من الصناعات .

يكن الهدف العام للمشروع استخدام المخلفات الزراعية واستغلالها عن طريق إعادة تدويرها عبر تحويلها إلى مادة مستهلكة وذات فائدة على الطبيعة البشرية وتساهم في اقتصاد البلاد، من خلال التطرق إلى إعادة تحويل المخلفات الزراعية نواة ثمرة النبق *Zizyphus mauritiana Lam* إلى فحم منشط واستعماله في القضاء على الملوثات العضوية في المحاليل المائية المنبعثة من المصانع ومياه الصرف الصحي المنزلية وكذا في مختلف التطبيقات صناعة مواد التجميل , الادوية وغيرها .

هذا يعني الاستفادة من الفضلات والنفايات الزراعية التي قد تكون متاحة في كميات كبيرة وغالبا ما يتم التخلص منها بشكل غير فعال من خلال تحويل مخلفات الزراعة إلى كربون نشط ويمكن تحقيق عدة فوائد بيئية واقتصادية بما في ذلك :

- استغلال الموارد: من خلال الاستفادة الأمثل من المخلفات الزراعية وتحويلها إلى منتج ذو قيمة مضافة بدلا من التخلص منها بطرق غير فعالة .
- تقليل التلوث البيئي: يساهم استخدام المخلفات الزراعية في إنتاج الكربون المنشط في تقليل التلوث البيئي والنفايات الزراعية التي قد تسبب مشاكل صحية وبيئية إذا تم التخلص منها بشكل غير صحيح.

- منتج مستدام: يمكن أن يعتبر الكربون المنشط الناتج من المخلفات الزراعية بديلا مستداما للكربون المنشط التقليدي المشتق من المواد الاحفورية.
 - تحسين دخل المزارعين: يمكن للمزارعين أن يستفيدوا من بيع أو استخدام مخلفات الزراعة لإنتاج الكربون المنشط مما يعزز دخلهم ويحسن استدامة أنشطتهم الزراعية.
- مع مراعاة تصميم عملية الإنتاج واختيار المعدات اللازمة والتقنيات المناسبة لاستخدام المخلفات الزراعية في إنتاج الكربون المنشط بكفاءة وجودة عالية، يتطلب ذلك البحث والتطوير والتحسين المستمر للعملية وتحليل المخلفات الزراعية المتاحة.

5- جدول زمني لتحقيق المشروع:

يعتمد الجدول الزمني للمشروع على عدة عوامل مثل حجم المشروع ونطاقه وتوافر الموارد المتاحة والتحديات الفنية والبيئية المرتبطة به والتمويل والتعقيد والصعوبات المحتملة في تنفيذ المشروع ومع ذلك يمكن ان نقدم تقدير عام للجدول الزمني المحتمل لهذا المشروع وهذا التقدير قد يختلف بناء على ظروف المشروع الفردية والعوامل والاعتبارات الخاصة به.

- كيفية تقييم الهدف .

- تحديد الوقت اللازم لكل مهمة

- تحديد النتائج الرئيسية لكل مهمة .

المدة الزمنية المقدرة بالأشهر										الأعمال المنجزة
10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	
							X	X	X	01 - الدراسة الأولية :تشمل اختيار الموقع المناسب للمشروع وإعداد الدراسات الأولية المتعلقة بتوافر المواد الخام والسوق المستهدفة المدة المتوقعة من 1 إلى 2 أشهر - تجهيز الوثائق : يتضمن إعداد المستندات اللازمة للحصول على التراخيص والتصاريح اللازمة لبدء المشروع المدة المتوقعة من 2 إلى 3 أشهر.
				X	X	X				02 - طلب واقتناء التجهيزات وبناء المقر يشمل تجهيز الموقع بالمعدات اللازمة لعملية الإنتاج بما في ذلك المباني والهياكل والبنية التحتية المدة المتوقعة 4 الى 6 اشهر.
				X	X	X				03 بناء مقر الإنتاج (الوقت الحالي كراء مقر)
		X	X	X						04 - تركيب المعدات يتطلب تجهيز الموقع بالمعدات اللازمة لعملية الإنتاج وتوصيلها وتركيبها بشكل صحيح المدة المتوقعة 2 الى 3 أشهر .
	X	X	X							05 اقتناء المواد الأولية
X	X									06 بداية إنتاج أول منتج

المحور الثاني: الجوانب الابتكارية

- 1- طبيعة الابتكار
- 2- مجالات الابتكار

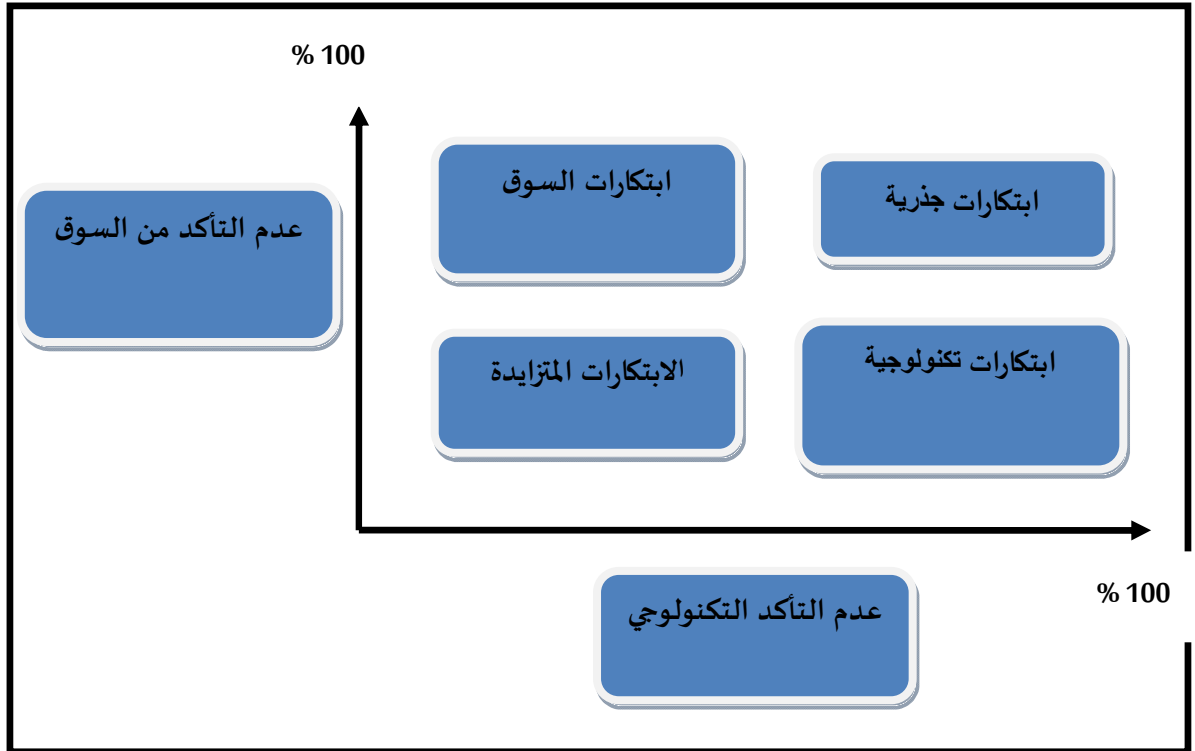
1- طبيعة الابتكارات ومجالاتها :

مشروع إنتاج الكربون المنشط من مخلفات زراعية يمثل ابتكار في مجال استخدام الموارد المتجددة والحفاظ على البيئة. الكربون المنشط هو مادة مسامية مصنوعة من مصادر عضوية مثل قشور الأرز أو قشور الفول السوداني أو غيرها من مخلفات الزراعة . يعتبر الكربون المنشط مادة قابلة للاستخدام في عدة صناعات , فهو يتمتع بسطح مسامي كبير يجعله ممتازا لامتصاص المواد الضارة والروائح الكريهة والتلوث من الهواء والماء , ويستخدم في عمليات التنقية وتنقية المياه وأيضا في صناعة البطاريات والكثير من التطبيقات الأخرى.

- يتمثل الجانب الابتكاري في المشروع تقديم منتج يتمثل في الكربون المنشط بنوعيه الحبيبي والمسحوق كونه موجود لكن يكمن الاختلاف في استخدام المادة الأولية المتمثلة في نواة ثمرة النبق *Zizyphus mauritiana* Lam باستعمال تقنية التفحيم في عملية الإنتاج .

استغلال المخلفات الزراعية واستخدامها في إنتاج المنتج واستهداف جميع الفئات من المستهلكين .

- ينتمي مشروعنا إلى نطاق الابتكار المتزايد نظرا إلى عدم التأكد في السوق منخفض كون أن المنتج موجود وطبقنا عليه تعديلات بمادة أخرى وكذا واختلاف المادة الأولية .



2-مجالات الابتكار: مجال الإنتاج .صناعة الكربون المنشط بنوعيه الحبيبي والمسحوق الأول من نوعه في الجزائر لاختلاف المادة الأولية .

المحور الثالث: التحليل الاستراتيجي للسوق

يتضمن تحليل المتغيرات الكلية (POSTEL) وتحليل القوى التنافسية (POTER) وتحليل (SWOT) :

أولاً : تحليل المتغيرات الكلية (POSTEL): هي العوامل التي تستخدم من طرف المؤسسات لتحليل ومراقبة

العوامل البيئية التسويقية الخارجية التي تؤثر على هذه المؤسسات , ويتكون من العناصر التالية :

العوامل السياسية	العوامل الاقتصادية	العوامل الاجتماعية	العوامل التكنولوجية	العوامل البيئية	العوامل القانونية
- منع الاستيراد(-) (- التشريعات والتنظيمات البيئية: قد تكون هناك قوانين ولوائح بيئية محددة تحكم صناعة إنتاج الكربون المنشط. المؤسسة يجب أن تلتزم بمعايير السلامة البيئية والتصاريح والترخيص المطلوبة . - يمكن للسياسات البيئية المحلية والدولية أن تؤثر على القدرة التنافسية	- الضرائب - المساهمة في نقص معدل البطالة . - القوة الشرائية للمستهلكين - تغيير في الأسعار - الأسعار وتكلفة الإنتاج تؤثر تكلفة إنتاج الكربون النشط وأسعاره على قدرة المؤسسة على تنافسية السوق . إذا كانت التكلفة مرتفعة بشكل كبير قد يصعب على المؤسسة المنافسة في السوق وجذب العملاء علاوة	- زيادة الوعي البيئي, قد يؤدي هذا الوعي المتزايد إلى زيادة الطلب على الخدمات والمنتجات التي تعزز الاستدامة البيئية بما في ذلك استخدام الكربون المنشط - المسؤولية الاجتماعية للشركات : يتوقع الجمهور والمستهلكون من المؤسسات أن تتبنى مبادرات بيئية والتزامات بالمسؤولية الاجتماعية البيئية بالتالي يمكن أن يكون	- الاستثمار في البحث والتطوير - يمكن أن تساعد التقنيات الجديدة في تقليل استهلاك الموارد والطاقة و تحسين أداء المؤسسة.	- توفير المواد الأولية بشكل كبير محلياً.	- قانون العمل - القانون التجاري - قانون الصحة و السلامة - قانون الاستثمار - حماية المستهلك - إجراءات الحفاظ على السلامة البيئية والصحة العامة . - القوانين البيئية .

			لديهم تفضيل للتعامل مع المؤسسات التي تعتبر مستدامة وتهتم بحماية البيئة .	على ذلك إذا ارتفعت أسعار الكربون المنشط بشكل عام فقد يؤدي ذلك إلى انخفاض الطلب والتأثير السلبي على عوائد المؤسسة .	للمؤسسة واستدامتها . - الدعم الحكومي :قد تتوفر حوافز حكومية مثل الإعفاءات الضريبية أو التمويل المشروعات البيئية .توفر الحكومة الدعم والتشجيع لمشاريع الابتكار البيئي .قد يساهم في نجاح المشروع وتعزيز وتنميته - السياسية بين الدول قد تؤدي إلى فرض قيود تجارية أو رسوم جمركية تؤثر على التداول الدولي للمنتجات .
--	--	--	---	--	--

ثانيا : تحليل القوى التنافسية (POTER) : إطار عمل بسيط لتقييم وضع أي مؤسسة والقوى التنافسية الخاصة بها , ويقوم هذا الإطار على فكرة أن هناك خمس قوى تنافسية أساسية تشكل كل صناعة وتساعد على تحديد حدة المنافسة وجاذبية السوق , مما يساعد على فهم مدى قوة المركز التنافسي الحالي للمؤسسة ومدى قوة المركز الذي تتطلع للوصول إليها , ويتكون من العناصر التالية :

1- حدة المنافسة:

في السوق هناك عدة شركات ذات علامات تجارية كبرى منافسة ويتمثلون في : مؤسسات و وحدات إنتاج الكربون المنشط ويكمن الاختلاف في المادة الأولية .

ويقدر عدد المنافسين المباشرين وغير مباشرين الحاليين ب : عدد لا باس به من المنافسين على المستوى الوطني.

وتتمثل إمكانيات كل منافس نقاط الضعف والقوة في :

- حدة وشدة المنافسة فيما بينهم

- وفرة المادة الأولية او انعدامها

- علامة تجارية كبرى في السوق

2- قوة العملاء :

تتعلق بقدرة العملاء على التأثير على أداء المؤسسة وسلوكها من خلال قوة شرائية وتفضيلاتهم وفيما يلي بعض النقاط التي توضح قوة العملاء في هذا السياق :

- **الطلب والشراء:** إذا كان هناك عدد كبير من العملاء المحتملين للكربون المنشط وهم يظهرون طلبا قويا لهذا المنتج فان ذلك يزيد من قوة العملاء يمكن للعملاء المؤثرين أن يؤثروا على تحديد الأسعار وشروط البيع ويدفعوا المؤسسة إلى تلبية احتياجاتهم ومتطلباتهم .
- **التوجهات البيئية:** في ظل ازدياد الاهتمام بالاستدامة والحماية البيئية يمكن لقوة العملاء المتمثلة في تفضيلهم للمنتجات الصديقة للبيئة أن تؤثر على المؤسسة , إذا كان العملاء يفضلون المنتجات البيئية ويتجنبون المنتجات ذات الآثار البيئية السلبية فان المؤسسة قد تجد نفسها مضطرة لتحسين أدائها البيئي للتوافق مع تلك التوجهات .
- **القوة التفاوضية:** قد يتمتع العملاء الكبار والمؤثرين بقوة تفاوضية اكبر في التعامل مع المؤسسة . يمكنهم طلب تخفيض الأسعار أو تحسين الجودة أو طلب الخدمات إضافية كشرط للتعاون المستمر . وبالتالي قد يتعين على المؤسسة تلبية هذه المطالب للحفاظ على عملائها الهامين .
- **الانتقال إلى المنافسين:** في حالة عدم رضا العملاء عن المنتجات أو خدمات المؤسسة .

3- قوة الموردين:

تتعاقب قدرة الموردين على التأثير على أداء المؤسسة وسلوكها من خلال توفير المواد اللازمة وشروط العقود وفيما يلي بعض النقاط التي توضح قوة الموردين في هذا السياق:

- **قلة الموردين:** إذا كان هناك عدد قليل من الموردين للمواد الخام اللازمة لإنتاج الكربون المنشط فإن الموردين قد يتمتعون بموقف قوي قد يكون من الصعب على المؤسسة العثور على بدائل للموردين الحاليين وبالتالي قد تتعرض لضغوط في شروط العقود والتسعير.
- **التحكم في الموارد الرئيسية:** إذا كانت المواد الخام المستخدمة في إنتاج الكربون المنشط نادرة أو ذات قيمة إستراتيجية عالية فقد يتمتع الموردين بمزيد من السلطة يمكن للموردين زيادة الأسعار أو فرض شروط محددة على المؤسسة خاصة إذا كانت هناك قلة في الموردين المتاحين .
- **الجودة والابتكار:** إذا كان لدى الموردين سمعة قوية في توفير المواد ذات الجودة العالية أو التكنولوجيا المتقدمة فقد يتمتعون بقوة تفاوضية أكبر يمكنهم تحديد شروط الجودة والابتكار وتوجيه المؤسسة لتحسين عملياتها أو تطوير المنتجات.
- **التبادل التجاري الرئيسي:** إذا كان المورد يمثل نسبة كبيرة من الإنتاج الكلي للمؤسسة فإن المورد قد يكون لديه قوة تفاوضية قوية يمكن للمورد استخدام هذه القوة للتفاوض على شروط العقود والأسعار والتسليم .

4- تهديد المنتجات البديلة :

- **تكنولوجيا بديلة:** قد تظهر تكنولوجيا جديدة أو تحسينات تقنية تسمح بإنتاج منتجات بديلة للكربون المنشط بطرق أكثر كفاءة أو بأسعار أقل، إذا كانت هذه المنتجات البديلة قادرة على تلبية احتياجات العملاء وتقدم فوائد مشابهة أو أفضل فقد يتجه العملاء نحوها ويشكلون تهديدا للمؤسسة .
- **اتجاهات السوق والطلب:** قد يتغير الطلب والاتجاهات الاستهلاكية بمرور الوقت إذا ظهرت اهتمامات بيئية أكبر وزاد الطلب على المنتجات البيئية والمستدامة فقد يزيد الطلب على المنتجات البديلة للكربون المنشط ويقلل من الطلب على منتجات المؤسسة .
- **التشريعات واللوائح البيئية:** قد تفرض التشريعات واللوائح الحكومية قيودا أو معايير صارمة على استخدام الكربون المنشط أو تعزيز استخدام المواد البديلة، قد يتسبب ذلك في تقليل الطلب على منتجات الكربون المنشط وتعزيز البدائل البيئية .
- **التوعية والإعلام:** توعية العملاء بالتحديات البيئية والتأثيرات السلبية لاستخدام الكربون المنشط قد يزيد من الاهتمام بالمنتجات البديلة .

5- تهديد دخول منافسين جدد:

- انخفاض حواجز الدخول: إذا كانت حواجز دخول السوق منخفضة مثل التكاليف المنخفضة للدخول أو قلة التنظيم الحكومي فقد يتسنى للمؤسسات الجديدة دخول سوق إنتاج الكربون النشط بسهولة وتحدي منافسة مؤسسة موجودة .
- الابتكار التكنولوجي: إذا ظهرت تكنولوجيا جديدة تمكن المؤسسات الجديدة من تقديم منتجات بديلة للكربون المنشط بكفاءة أو بأسعار تنافسية فقد يؤدي ذلك إلى جذب المزيد من المنافسين الجدد.
- الاهتمام المتزايد بالتنمية المستدامة البيئية: قد يزيد الاهتمام المتزايد بالحفاظ على البيئة واستخدامها من إقبال المؤسسات الجديدة على تقديم منتجات بديلة للكربون المنشط, يمكن أن تستغل هذه المؤسسات التوجه نحو المنتجات البيئية للتنافس مع مؤسسة إنتاج الكربون المنشط.
- قدرة المنافسين على التخصص: إذا كان لدى المنافسين الجدد مهارات أو تخصصات فريدة تمنحهم ميزة تنافسية, فقد يكونون قادرين على جذب عملاء المؤسسة الموجودة والتنافس معها بشكل فعال.

ثالثا : تحليل (SWOT) : وهي طريقة للتحليل الاستراتيجي تساعد على تحليل البيئة الداخلية للمؤسسة والممثلة بنقاط قوتها ونقاط ضعفها من جانب , وما يقابلها من تحليل للبيئة الخارجية المتمثلة بالفرص المتاحة والتهديدات التي قد تواجهها , وقد سميت هذه المصفوفة بتحليل SWOT اختصارا للحرف الأول من كل عنصر من عناصرها :

نقاط الضعف (Weakness)	نقاط القوة (Strengths)	التهديدات (Threats)	الفرص (Opportunities)
<ul style="list-style-type: none"> - صعوبة التعامل مع العميل . - نقص الخبرة في التسويق 	<ul style="list-style-type: none"> - المنتج ذو نوعية جيدة ومقبولة. - إمكانية التوصيل - التعامل المباشر بين المستهلك والعميل . - جودة المنتج إذا كانت مؤسسة إنتاج الكربون المنشط تقدم منتجات عالية الجودة وذات أداء 	<ul style="list-style-type: none"> - مؤسسات منافسة المنافسة الشرسة قد تواجه المؤسسة منافسة قوية من جانب شركات أخرى في صناعة الكربون المنشط (غير متوفرة حاليا - تغيرات في الطلب والاتجاهات السوقية 	<ul style="list-style-type: none"> - إعانة الدولة - توفر المادة الأولية محليا - عدم وجود منافس يقدم نفس المادة المنتجة.

	<p>- قيود التشريعات البيئية</p>	<p>متفوق فقد تحظى بميزة تنافسية قوية . - منتج أفضل وأكثر كفاءة من المنتج المتوفر في السوق. (المستورد) - العلاقات مع العملاء إذا كانت المؤسسة قد بنت علاقات قوية ومستدامة مع عملائها فقد تتمتع بميزة تنافسية . - القدرة على فهم احتياجات العملاء وتقديم حلول مخصصة ودعم في قوي يمكن أن يساهم في بناء قاعدة عملاء متينة والحفاظ عليها . - التوجه البيئي والاستدامة إذا كانت المؤسسة ملتزمة بالاستدامة البيئية وتسعى لتقديم منتجات بيئية ومستدامة .</p>	
--	---------------------------------	--	--

رابعاً : المزيج التسويقي : هو عبارة عن مجموعة من الخطط والسياسات والعمليات التي تمارسها الإدارة التسويقية بهدف إشباع حاجات المستهلكين وتحقيق الربح للمؤسسة، ويتضمن المزيج التسويقي أربع عناصر في المؤسسة الإنتاجية متمثلة في: المنتج والسعر والترويج والتوزيع، وهذه المجموعات تتأثر ببعضها البعض .

عناصر المزيج التسويقي للمؤسسات الخدمية :

- 1- المنتج (Product): منتج صناعي يتمثل في كربون منشط بنوعيه الحبيبي والمسحوق , يعتبر مادة صلبة تتميز بسطحها الكبير وقدرتها على امتصاص المواد الضارة والغازات يتم استخدامه في مجموعة واسعة من التطبيقات بما في ذلك :
- تنقية المياه: يستخدم الكربون لإزالة الشوائب والرواسب العضوية والكيميائية من المياه الملوثة مما يساهم في تحسين جودة المياه المستخدمة في الشرب والصناعة.
 - تنقية الهواء: يستخدم الكربون المنشط في أنظمة تنقية الهواء لامتصاص وإزالة الملوثات العضوية والغازات الضارة مثل الروائح والدخان والغازات السامة .
 - تنقية الغازات والسوائل: يستخدم الكربون المنشط في صناعات النفط والغاز والكيماويات لامتصاص المركبات العضوية وإزالة الشوائب والرواسب من الغازات والسوائل.
 - التطبيقات الطبية: يستخدم الكربون المنشط في صناعة الأدوية والمنتجات الطبية مثل تنقية المصل وإزالة السموم من الجسم ومعالجة التسمم .
 - التطبيقات الصناعية :يستخدم الكربون المنشط في عمليات التنقية والتنقية في الصناعات مثل الصناعات الكيماوية , وصناعة الأغذية , وصناعة الالكترونيات.
- يتم إنتاج الكربون المنشط عن طريق تفحيم المواد العضوية مثل قشور جوز الهند وقطع الخشب ثم يتم تنشيطه لزيادة سطحه وقدرته على الامتصاص .

2- السعر (Prix):

- يوضع على حسب التكاليف (مصاريف الكهرباء , الغاز, النقل)
- على حسب سعر المنافس ويوضع على هذا الأساس
- قدرة المستهلك على تقبل السعر
- على حسب السيطرة بالتكاليف :

السعر المقترح	اقل سعر	أعلى سعر
كربون منشط حبيبي		
150.00 دج	131,57 دج	542.56 دج ل 1 كغ
كربون منشط مسحوق		
200.00 دج	81.39 دج ل 1 كغ	229.23 دج ل 1 كغ

3- التوزيع (Place):

- البيع المباشر: توفير النقل و تعامل المؤسسة مباشرة مع بعض العملاء أو القطاعات الصناعية الكبيرة التي تتطلب كميات كبيرة من الكربون المنشط يتم توزيع المنتجات عن طريق الشحن المباشر من المصنع إلى الموقع المطلوب والدفع يكون عن طريق ccp أو cash .
- الانترنت والتجارة الالكترونية: قد تقدم المؤسسة خيارا للعملاء لشراء الكربون المنشط عبر الانترنت عن طريق موقع الويب الخاص بها يمكن للعملاء تصفح المنتجات واختيار الكميات المطلوبة وتقديم الطلبات عبر الانترنت.

4- الترويج (Promotion): مواقع التواصل الاجتماعي وكذا الإشهار والمقابلات , المشاركات العامة كالمعارض مثلا .

خامسا: الإستراتيجية التسويقية

تعتمد المؤسسة في السوق على إستراتيجية السيطرة بالتكاليف من اجل توفير المنتج محليا وعلى المستوى الوطني بسعر اقل من أسعار المنافسين .

سادسا : تحليل السوق

1- تحديد نطاق السوق: سوق وطني

2- تحليل الزبائن :

العدد	طبيعة النشاط	نوع الزبون
03	صناعة الأغذية	مؤسسة الصناعات الغذائية
02	الإنتاج والتصنيع	مصانع كيميائية(النفط.البترول)
02	صناعة الأدوية	مخابر صناعة الأدوية
03	تنقية وتصفية ومعالجة المياه	مؤسسات معالجة المياه
05	تصنيع	مصانع إنتاج مواد التجميل
15	05	المجموع

3- تحليل المنافسين:

اسم المنافس	المصنع	سعر البيع	نقاط القوة	نقاط الضعف
منتج	- مؤسسة تحويل مخلفات مادة الزيتون الى فحم طبيعي معسكر	230.00 دج	- الخبرة - الاقدمية في السوق .	- ندرة وقلة المادة الأولية وامكانية وجود منافسة
- Eurl KBM POWER	- مؤسسة منتجة الجزائر .	270.00 دج ل 1 كغ	- الخبرة - الاقدمية في السوق .	- وجود منافسة دولية كبيرة

4- تحليل الموردين:

اسم المورد	الموقع	المادة	معيار المفاضلة
- مصانع المكملات الغذائية (SARL SCI (PHARMA (GOLD NBODY) - الصناعات التحويلية) استخراج السكر) - مصانع العصائر والمشروبات الغازية - صناعة الأغذية - مواد التجميل والعناية بالبشرة - مصانع المستحضرات الدوائية والإعشاب	الشرافة الجزائر سطيف - الجزائر - الجزائر العاصمة - الجزائر - القليعة (الجزائر)	مخلفات النبق	وفرة المادة الأولية قريب قريب قريب قريب

سابعاً : تقدير الطلب و المبيعات على المنتج

الكمية بالكيلوغرام

الحد الأدنى (Min)	الحد المتوسط (Moy)	الحد الأقصى (Max)	الأشهر
170 كغ	280 كغ	350 كغ	1- جانفي 2- فيفري 3- مارس
250 كغ	350 كغ	450 كغ	4- افريل 5- ماي 6- جوان
320 كغ	490 كغ	560 كغ	7- جويلية 8- اوت 9- سبتمبر
400 كغ	580 كغ	650 كغ	10- اكتوبر 11- نوفمبر 12- ديسمبر
1140 كغ	1700 كغ	2010 كغ	المجموع

التنبؤ بالمبيعات:

المبيعات		الأشهر
الكربون المنشط مسحوق	الكربون المنشط الحبيبي	
25.500 دج	42.000 دج	1- جانفي 2- فيفري 3- مارس
37.500 دج	52.500 دج	4- افريل 5- ماي 6- جوان
48.000 دج	73.500 دج	7- جويلية 8- اوت 9- سبتمبر
60.000 دج	87.000 دج	10- اكتوبر 11- نوفمبر 12- ديسمبر
171.000 دج	87.168 دج	المجموع

المحور الرابع : خطة الإنتاج والتنظيم

أولا - عملية الإنتاج :

يمثل المخطط الإنتاجي الأخذ بعين الاعتبار الطلب المستقبلي على سلعة معينة وعلى هذا الأساس يتم تعبئة الطاقات الإنتاجية اللازمة لمواجهة الطلب، إن هذا النشاط يتطلب التوقع بالمبيعات المستقبلية وترجمة هذا التوقع في مختلف المتطلبات الإنتاجية والعمل للحصول على هذه المتطلبات، وتتمثل خطوات إعداد المخطط الإنتاجي فيما يلي :

- اختيار موقع المشروع: الوقت الحالي كراء مقر

- طبيعة الإنتاج: منتج صناعي

- الطاقة الإنتاجية : بمقدار 1700 كغ في السنة الواحدة بالنسبة للحبيبي و 1140 كغ بالنسبة للكربون المنشط المسحوق .

- احتياجات الإنتاج (المشروع) : تتمثل هذه الاحتياجات في :

● المواد الأولية:

المادة الاولية	نواة ثمرة النبق
الكمية اللازمة	25 طن كحد اقصى
السعر	سعر زهيد كونها مخلفات زراعية
المصدر	- مصانع المكملات الغذائية (SARL SCI PHARMA) ، (GOLD NBODY) . - الصناعات التحويلية (استخراج السكر) - مصانع العصائر والمشروبات الغازية - صناعة الأغذية - مواد التجميل والعناية بالبشرة - مصانع المستحضرات الدوائية والإعشاب
المدة الزمنية بين الطلب والحصول عليها	فترة وجيزة

● الآلات والمعدات اللازمة لتنفيذ المشروع :

اسم الآلة	العدد	الثمن	الثمن الكلي
Broyeur	02	دج 480.000	دج 960.000
Tamiseuse	01	دج 108.500	دج 108.500
Etuve	01	دج 14.700	دج 14.700
Four	01	دج 162.700	دج 162.700
Agitateur	02	دج 271.000	دج 542.000
المجموع	07	دج 1036.900	دج 1787.900

● التجهيزات المكتبية و وسائل النقل :

نوع التجهيز	العدد	الثمن	الثمن الكلي
مكتب المدير	01	دج 22.650	دج 22.650
مكتب الاستقبال	01	دج 7.970	دج 7.970
خزانة ملفات	01	دج 2.440	دج 2.440
حاسوب	02	دج 10.170	دج 20.340
طابعة	02	دج 35.260	دج 70.520
مكيف هوائي	02	دج 128.840	دج 257.680
شاحنة نقل المنتج	01	دج 791.180	دج 791.180
المجموع	10	دج 998.510	دج 1172.780

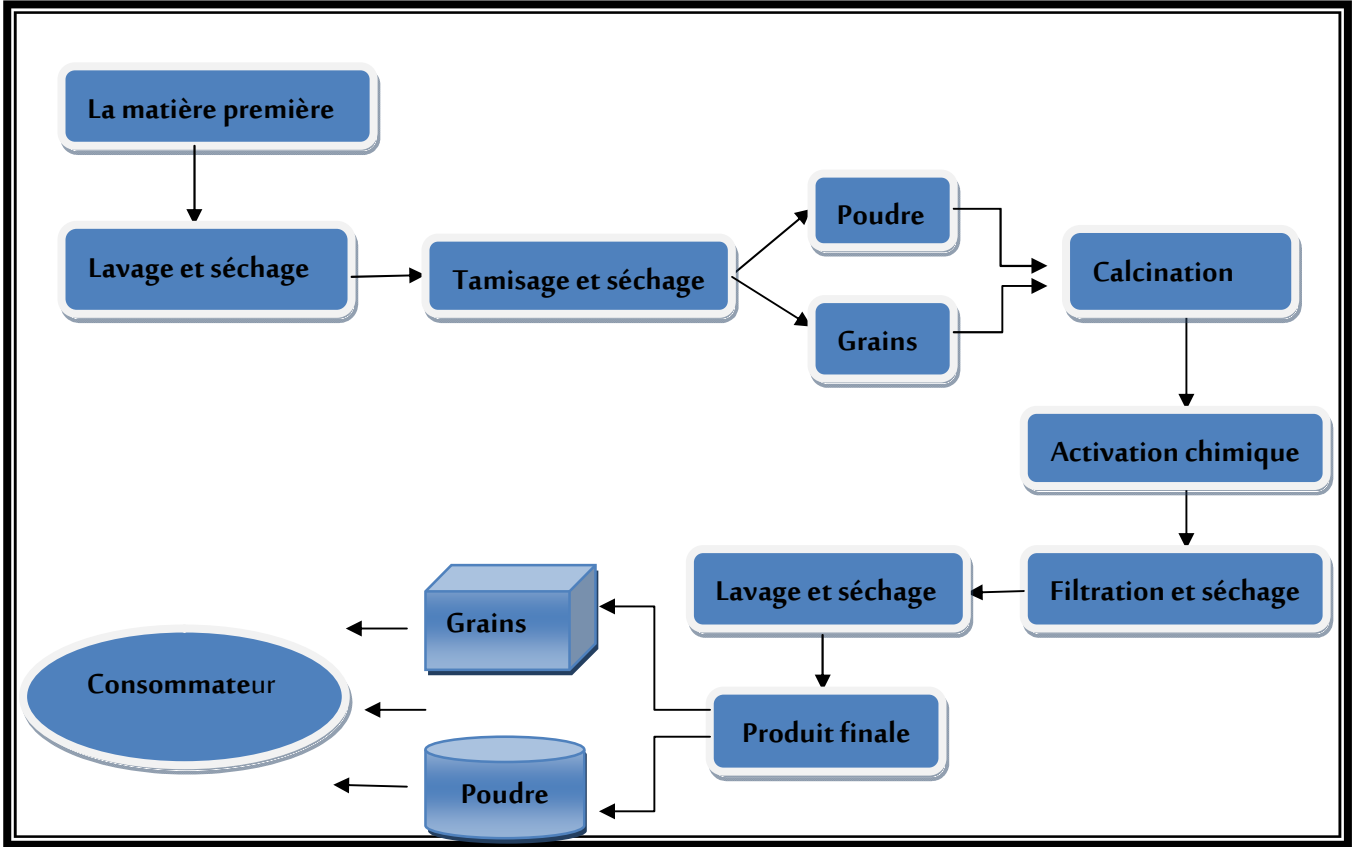
● المواد اللازمة :

المادة	العدد	السعر	السعر الكلي
ماء مقطر	1000 لتر	دج 150.00	دج 1500.00
KOH	50 كغ	دج 277.00 (25 كغ)	دج 554.00
HCl	25 كغ	دج 611.00	دج 15272.00
المجموع	05	دج 1038.00	دج 17326.000

● الموارد البشرية اللازمة لتنفيذ المشروع :

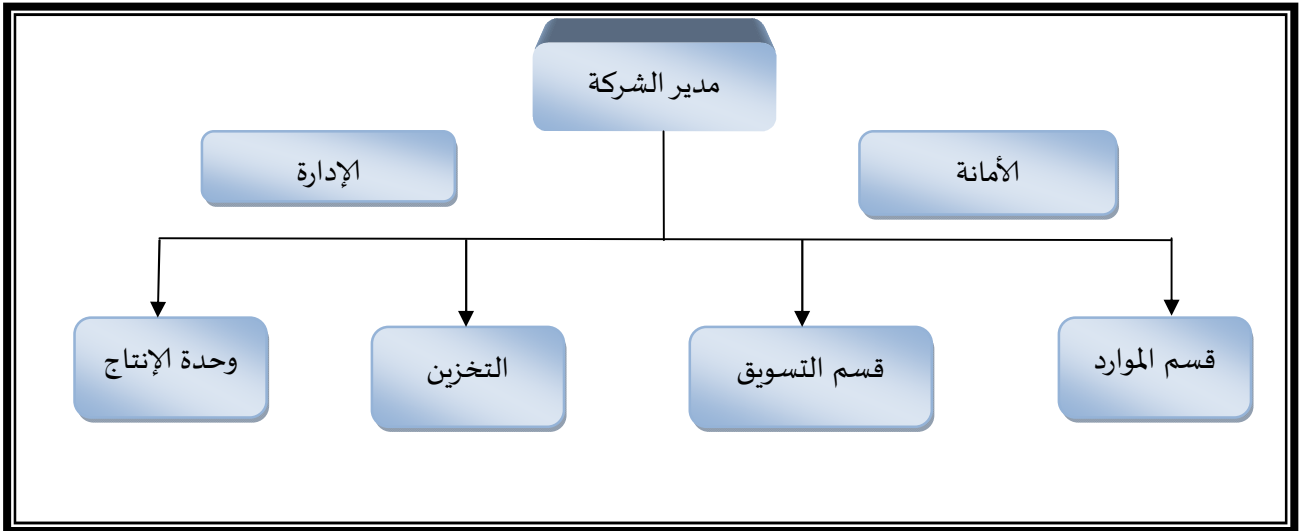
الأفراد	المستوى الدراسي	العدد	المهام
المدير التنفيذي والإنتاج	جامعي تخصص كيمياء	01	القيادة العامة للمؤسسة واتخاذ القرارات الإستراتيجية. يسهر على عمليات الإنتاج ويضمن توافر الموارد والجودة والكفاءة في عملية التصنيع
فريق الجودة	ماستر/ ليسانس تخصص كيمياء	01	بمراقبة عمليات الإنتاج وضمان الجودة والسلامة والامتثال للمعايير والمواصفات القياسية
مهندسو عمليات وتقنيين	تقني سامي	03	يقومون بمراقبة الأجهزة وتسييرها
عمال لجمع المادة الأولية	صحة جيدة / لياقة بدنية	02	جلب و تحضير المادة الأولية وتصفيتها
عامل نظافة	03 ثانوي التمتع بصحة جيدة ولياقة بدنية	01	التنظيف
حارس	ذو خبرة وكفاءة/ لياقة بدنية وصحة جيدة	02	حراسة المؤسسة
سائق شاحنة	الخبرة صحة جيدة ولياقة بدنية	02	نقل وتوصيل المنتج

- التنظيم الداخلي (بعد تحديد الاحتياجات السابقة يمكن معرفة : المساحة الكلية للمشروع.
المساحة الخاصة بالإدارة, المساحة الخاصة بأقسام الإنتاج ,مواقع الآلات,العلاقة بين الأقسام .



ثانيا- المخطط التنظيمي :

الهيكل التنظيمي للمشروع :



المحور الخامس : الخطة المالية (PLAN FINANCIER)

المخطط المالي يترجم التكاليف في شكل كمي ونقدي .

أولا - تكاليف المشروع وامتلاك الاستثمار :

تكاليف المشروع : تتمثل التكاليف الإجمالية للمشروع في التكاليف الاستثمارية والتكاليف التشغيلية:

✓ التكاليف الاستثمارية :

التكلفة	الأصول
2000.000 دج	المباني (كراء)
1787.900 دج	الألات والمعدات
1172.780 دج	الأثاث والتجهيزات ووسائل النقل
2500.000 دج	رأس مال العامل
7460.680 دج	المجموع

✓ التكاليف التشغيلية :

التكلفة	الأصول
1000.00 دج	مواد أولية
2000.00 دج	أجور العمال
1000.00 دج	الهاتف والانترنت
2000.00 دج	الكهرباء والماء
2000.00	كراء المقر
30000.00 دج	تكاليف الترويج طقم العمال احتياجات التعبئة والتغليف
38000.00 دج	المجموع

1- الهيكل التمويلي : يتم التمويل المشروع بعدة طرق إما بالاعتماد الكلي على الأموال الخاصة لصاحب المشروع وهذا ما يسمى بالتمويل الذاتي أو الاستعانة بأحد المؤسسات المالية وذلك عن طريق التمويل الثنائي أو الثلاثي، أما بالنسبة لمشروعنا إنتاج الكربون المنشط بنوعيه الحبيبي والمسحوق سيكون بالتمويل الذاتي كما هو موضح في الجدول التالي :

البيان	النسبة	القيمة
أموال خاصة	30	30.000 دج
القروض	70	70.000 دج
المجموع	%100	100.000 دج

Produit A: كربون منشط حبيبي

Produit B: كربون منشط مسحوق

	PREVISION					
	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
Produit A destiné client						
Quantité produit A	1700 كغ	1710 كغ	1725 كغ	1750 كغ	1800 كغ	1980 كغ
Prix HT produit A	150.000 دج	150.000 دج	150.000 دج	150.00 دج	150.000 دج	150.000 دج
Ventes produit A	1000 كغ	1500 كغ	1565 كغ	1600 كغ	1780 كغ	1900 كغ
CHIFFRE D'AFFAIRE GLOBAL	150.000.00	2.250.000	234.750.00	240.000.000	267.000.000	285.000.000

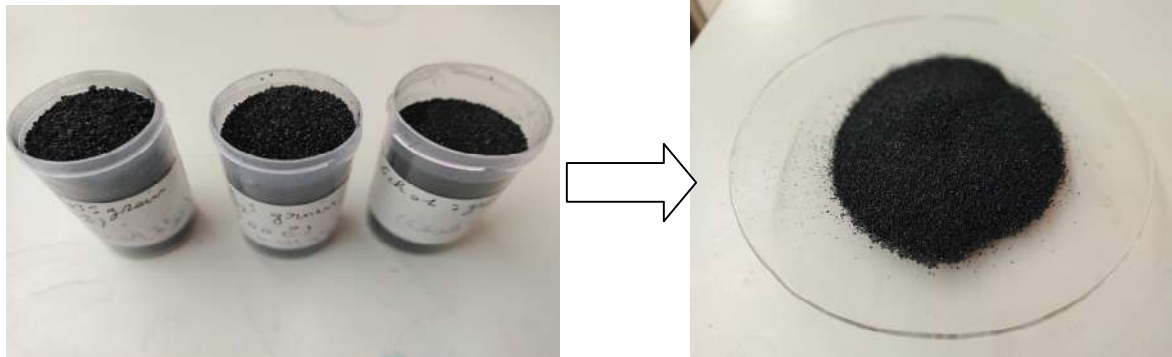
	PREVISION					
Produit B destiné client	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
Quantité produit B	كغ 1700	كغ 1720	كغ 1780	كغ 1785	كغ 1900	كغ 1985
Prix HT produit B	دج 200.000	دج 200.000	دج 200.000	دج 200.000	دج 200.000	دج 200.000
Ventes produit B	كغ 1600	كغ 1620	كغ 1750	كغ 1765	كغ 1800	كغ 1950
CHIFFRE D'AFFAIRE GLOBAL	320.000.00	324.000.00	350.000.00	353.000.00	360.000.00	390.000.00

المحور السادس : النموذج الأولي التجريبي

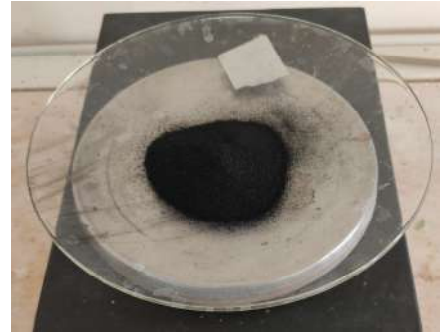
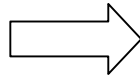
النموذج الأولي التجريبي هو النسخة الأولية التي تم صنعها من المنتج المتمثل في الكربون المنشط بنوعيه الحبيبي قطره يتراوح بين 0.5 و 1 مم والمسحوق ذو قطر اقل من 0.5 مم الذي سوف يتم إطلاقه في السوق رسمياً .

صورة للنموذج الأولي التجريبي :

أ- كربون منشط على شكل حبيبات :



ب - كربون منشط على شكل مسحوق :



كربون منشط مسحوق



كربون منشط حبيبي

الملحق رقم 4 : نموذج العمل التجاري

الشركات الرئيسية KeyPartnes	الانشطة الرئيسية KeyActivities	القيم المقترحة Value proposition	العلاقات مع العملاء Customer relationships	شرائح العملاء Customer Segments
- الفلاحين - محطات تنقية وتصفية المياه والمعالجة	- انتاج كربون منشط بنوعيه المسحوق والحبيبي - التخلص من المخلفات الزراعية	- اقل سعر - منتج صحي خال من المخاطر كربون منشط ذو اقطار اقل من 0.5 مم والحبيبي يتراوح قطره بين 0.5 و 1 مم .	- توفير خدمة استثنائية ومتميزة من خلال التواصل مع العملاء بشكل فعال والاستجابة لاحتياجاتهم ومتطلباتهم بسرعة واحترافية - توفير المنتجات والخدمات عالية الجودة - التواصل الفعال من خلال التواصل بانتظام وتزويدهم بالمعلومات اللازمة حول المنتجات والخدمات الجديدة. - بناء الثقة مع العملاء من خلال الالتزام بالتزاماتها وتلبية توقعاتهم . - الاستجابة بشكل فعال لردود الفعل من العملاء سواء إن كانت ايجابية أو سلبية .(كفرصة لتحسين المنتجات والعمليات وتلبية احتياجاتهم)	- شركة صناعة المواد الغذائية والمشروبات - شركة صناعة الأدوية . - صناعة منتجات التجميل - الصناعات الكيميائية . - شركات معالجة المياه والتنقية . - قطاع التنقية والمعالجة

	الموارد الرئيسية KeyRessources <ul style="list-style-type: none"> - التمويل المادي - العتاد اللازم - اليد العاملة - مراقبة الجودة - المكان (المبنى) - معدات للمراقبة 		القنوات Channels <ul style="list-style-type: none"> - التوزيع المباشر للمنتج - الإشهار - مواقع التواصل الاجتماعي - Site web 	
	هيكل التكاليف Cost Structure <ul style="list-style-type: none"> - تكاليف الكراء - تكاليف أجور العمال - تكاليف الإنتاج و التسويق - تكاليف النقل 		مصادر الإيرادات Revenue Stream <ul style="list-style-type: none"> - تمويل داخلي وخارجي - بيع المنتج 	