



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et
de la Recherche Scientifique



Projet de Fin d'Étude
Université Echahid Hamma Lakhdar d'El Oued
Faculté de Technologie

Mémoire de fin d'étude
En vue de l'obtention du diplôme de
MASTER ACADEMIQUE
Domaine : Sciences et Technologies
Filière: Département Génie des Procédés et Pétrochimie

Spécialité : Génie Pétrochimie.

Présenté par

- ✚ Ben kaddour insaf
- ✚ Korichi islam
- ✚ Layes mohamed amine

Thème

Préparation de charbon à base des déchets agricoles

Soutenu le : 04/06 /2024

Devant le jury composé de :

Président	MENACEUR Souhila	Docteur	Université d'El Oued.
Examineur	BOUDOUH Issam	Docteur	Université d'El Oued.
Promoteur	ROUAHNA Noureddine	Docteur	Université d'El Oued.

Année universitaire : 2023/2024



Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu Tout-Puissant qui nous a donné la capacité et la volonté d'accomplir ce travail.

Nous remercions Monsieur le Docteur Rouahana Nour Eddine qui nous a supervisés et guidés, et nous lui adressons nos remerciements pour tous ses précieux conseils qui nous ont beaucoup aidés à réaliser ce travail modeste.

Nous remercions également les membres du jury pour avoir accepté d'évaluer ce travail.

Nous adressons également nos remerciements à toute l'équipe des laboratoires pédagogiques de l'Université d'El Oued qui nous ont accueillis et nous ont apporté leur aide pour mener à bien nos expériences.

Enfin, nous tenons à exprimer notre gratitude à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail modeste.

Dédicace

قال تعالى: (قل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله و المؤمنين).

الهي لا يطيب الليل الا بشكرك ولا يطيب النهار الا بطاعتك ولا تطيب اللحظات الا بذكرك .. ولا تطيب الآخرة الا بعفوك .. ولا تطيب الجنة الا برؤيتك.

"الله جل جلاله"

الى من بلغ الرسالة وادى الأمانة .. ونصح الأمة .. الى نبي الرحمة ونور العالمين.

"سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم"

الى من كلله الله بالهيبة والوقار.. الى من علمني العطاء بدون انتظار.. الى من احمل اسمه بكل افتخار .. الى والدي الغالي حفظه الله.

"احمد بن قنور"

الى نورٍ يضيئ عمتي عندما تطفئني الأيام .. الى من تدعمني بكل قوتها لكي احقق الاحلام.. الى من جعلت الجنة تحت اقدامها الى ضوء حياتي امي.

"صورية بوقفة"

الى سندي ومسندي وضلعي الثابت الذي لا يميل الى اخي العزيز .

"محمد"

اليك يا قطعة نزلت من السماء .. اليك يا ملاكاً بلطفه يخفف عني الأعباء .. اختي الحبيبة

"ملاك"

الى توام روجي ورفيقة دربي .. الى اخت لم تلدها امي .. صديقتي الصدوقة

"اية فتيتي"

انصاف بن قنور.

Dédicace

أهدي ثمرة جهدي. هذا إلى من ربّتي، وأنارت دربي، وأعانتني بالصلوات والدعوات إلى من لا
يمكن للكلمات

ان توفي حقها إلى من حملتني وهنا على وهن

♥. أمي الغالية. حفظها الله ♥

من عمل بكدي في سبيلي وعلمني معنى الكفاح إلى من أنا عليه

♥ أبي الكريم. أدامه الله لي ♥

الى من اقسامهم احزاني وافراحي اخوتي واخواتي

الى جميع اصدقائي الذين ساروا معي هذا الدرب

الى الذين بذلوا كل جهد وعطاء اساتذتي الكرام

الى جميع من اعزهم وذكروهم قلبي ونساهم قلبي

لعيس محمد الأمين

Dédicace

اهدي تخرجي الى من ارجو لقاءه إلى من طاب الخاطر ليذكر ممشاه الى روح ابي

الطاهرة رحمه الله "المهدي"

الى الصوت الذي عندما اسمعه يطمئن قلبي وتسكن جوارحي الى الذي سكبت

دموعها أياما وليالي لتري البسمة مرسومه على وجوهنا الى من نذرت حياتها لنا

فنسيت بذلك نفسها الى التي جاورت قلبها قبل ان تراني عيناها الى اعظم هبه

وهيها الله لي امي الحبيبة "سمية عمراني"

الى من طال بهم الشوق ليجنوا ثمار صبرهم ويفرح بنتاج

محصولهم الي من اعطوني بدون مقابل واحبوني بلا حدود دلوني علي الطريق

وسلموني مفتاح النجاح الي من حرصوا على تعليمي وتأديبي وسعادتي الى من افتخر

بانهم اخوتي

قريشي إسلام.

Resumé

Le développement des procédés d'adsorption sur charbon actif constitue actuellement un domaine de recherche majeur. La préparation de charbon actif aux propriétés spécifiques suscite un intérêt croissant des chercheurs, et le marché des produits secondaires industriels connaît une croissance significative. Ce travail s'inscrit dans ce contexte. Son objectif était de préparer du charbon actif en utilisant des acides aminés extraits des branches de tabac pour éliminer la coloration de la méthylène sur les feuilles par adsorption, avec un taux d'élimination de cette substance pour le charbon actif supérieur à 42,66 % et pour le charbon brut dépassant 32,50 %. Différents critères expérimentaux ont été analysés, tels que la masse de la substance adsorbée et le temps de contact.

Le travail a impliqué la préparation du charbon actif de manière durable et écologiquement efficace, en mettant l'accent sur l'utilisation des ressources naturelles disponibles localement. Les résultats préliminaires ont également montré que le charbon actif présente une capacité d'adsorption supérieure par rapport au charbon brut, ce qui en fait un choix idéal pour le traitement des eaux contaminées par des colorants industriels.

Les mots clé : Adsorption. charbon actif. acides aminés. pollution.

ملخص:

تطوّر عمليات الامتزاز على الفحم النشط يشكّل حاليًا مجال بحث أساسي. في إعداد الفحم النشط ذو الخصائص المحددة يجذب اهتمام الباحثين بشكل متزايد، وتشهد تسويق المنتجات الثانوية الصناعية نموًا ملحوظًا. يندرج هذا العمل ضمن هذا السياق. كان الهدف منه إعداد فحم نشط باستخدام الاحماض الامينية من اغصان نبات التبغ لإزالة صبغة الميثيلين الاورق بواسطة الامتزاز، حيث كان معدل ازالة هذا الممتر للفحم النشط أعلى من 42.66% وللحم الخام أكثر من 32.50%. تم تحليل مختلف المعايير التجريبية مثل كتلة المادة الممتزة ووقت التلامس. تضمن العمل إعداد الفحم النشط بطريقة مستدامة وفعالة من الناحية البيئية، مع التركيز على استخدام الموارد الطبيعية المتاحة بشكل محلي. كما أظهرت النتائج الأولية أن الفحم النشط يمتلك قدرة امتصاصية أعلى مقارنة بالفحم الخام، مما يجعله خيارًا مثاليًا لمعالجة المياه الملوثة بالصبغات الصناعية.

الكلمات المفتاحية: الامتزاز، الفحم النشط، الاحماض الامينية، التلوث.

Liste des abréviations

- TBC:** La biomasse de charbon de tabac
- HDA-TBC:** Hexamethylenediamine- La biomasse de charbon de tabac.
- BM:** blue de méthylène.

Liste des figures

Figure I-1 : Synoptique des principales sources de pollution [11]	9
Figure II.1 : phénomène d'adsorption [12].	10
Figure II.2: Types adsorption [15].....	11
Figure II.3: Schéma du mécanisme de transport d'un adsorbat au sein d'un grain de CA [19].	13
Figure II.4: Isothermes d'adsorption. [29].....	16
Figure III.1: arginine formule [30].	19
Figure III. 2: arginine formule [32].	20
Figure III.3 : Spectre visible du colorant bleu de méthylène étudié (Concentration en colorant 25 mg/l) [2].....	21
Figure III.4 : La gamme du bleu de méthylène	22
Figure III.5 : Courbe d'étalonnage du bleu de méthylène.	22
Figure IV.1: Evolution de bleu méthylène en fonction du temps.....	30
FigureIV.2: Rendements d'élimination du bleu de méthylène en fonction du temps.....	31
FigureIV.3: Evolution de bleu méthylène en fonction du temps.....	31
Figure IV.4: Rendement d'élimination du bleu de méthylène en fonction du temps.	32

Liste des Tableaux

Tableau II. 1: Différences entre l'adsorption physique et chimique [16].....	12
Tableau III.2 :Caractéristiques physico-chimiques du Bleu de Méthylène[31].	20

Tables des matières

Remercîments	I
Dédicace.....	II
Resumé.....	V
Liste des abréviations.....	VI
Liste des figures	VII
Liste des Tableau.....	VIII
Tables des matières.....	IX
Introduction général.....	1
Chapitre I : Le procédé d'adsorption et les différents adsorbants	
INTRODUCTION:	5
I-1. Définitions:	6
I-2. Classification selon le type de polluant:	6
I-2-1. Pollution physique:	6
I-2-2. Pollution chimique:.....	6
I-2-3. Pollution biologique :.....	7
I-3. Classification selon l'origine de la pollution:	7
I-3-1. Pollution domestique:	7
I-3-2. Pollution urbaine :.....	8
I-3-3. Pollution agricole:.....	8
I-3-4. Pollution industrielle:.....	9
II-1. Définition de l'adsorption:	9
II.2. les types d'absorption :	10
II.2.1. Adsorption chimique (ou chimisorption) :.....	10
II.2.2. Adsorption physique (ou physisorption) :.....	11
II.3. Le mécanisme d'adsorption:	12
Chapitre II : DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE MATÉRIELS, MÉTHODES ET CARACTÉRISATIONS	
I. METHODES EXPERIMENTALES:	18
II. Origine des matériaux bruts :	18
III. Adsorbant et Adsorbat:	18
III.1 Préparation de l'absorbant :.....	18
III.2. Adsorbat :.....	20
III.3. Préparation des solutions:	21

III.3.1. Préparation des solutions mères et filles:.....	21
III.3.2. Etablissement de la courbe d'étalonnage du bleu de méthylène:	21
III.4. Préparation et caractérisation de charbon actif :.....	23
III.4.1. Les étapes de préparation le charbon actif:.....	23
III.5. Description des essais d'adsorption:	24
III.5.1. Les rendements d'élimination du bleu de méthylène:	26
III.5.2. Les cinétiques d'adsorption :	27
III.5.3. Les isothermes d'adsorption :	27
III.6. Conclusion :	28
CHAPITRE III: L'élimination du bleu de méthylène sur deux adsorbants préparés à partir des branches de tabac	
I. Introduction :	30
II. Influence du temps de contact.....	30
II.1. Cas de charbon non activé :	30
II.2. Cas de charbon actif préparé à partir de brindilles de tabac :	31
III. conclusion	33
Conclusion général	34
Références bibliographiques.....	36

Introduction général

Introduction général

Parmi les industries qui consomment de grandes quantités d'eau, l'industrie textile se distingue, avec en tête de liste le tannage. Les secteurs de la teinture, de l'impression et du finissage des textiles jouent également un rôle important. Ces activités génèrent de grandes quantités de pollution. Ces effluents font partie des eaux usées les moins bien traitées, car ils contiennent de fortes concentrations de colorants acides et basiques, de sels et d'additifs. Le déversement d'eaux usées chargées de colorants dans les milieux récepteurs sans aucun prétraitement est devenu un problème majeur en raison de ses effets néfastes sur l'environnement et la santé publique. De nombreuses méthodes physiques, chimiques et biologiques existent pour le traitement et la décontamination des effluents contaminés, telles que la technologie d'adsorption.[1]

L'adsorption est la méthode la plus favorable pour l'élimination des colorants, devenant ainsi une méthode analytique de choix en raison de son efficacité et de sa simplicité d'utilisation. Le principe du traitement par adsorption consiste à piéger les colorants à l'aide d'un matériau solide appelé adsorbant. Dans la littérature, plusieurs matériaux solides sont mentionnés, tels que les argiles, les zéolites, les alumines activées, la boue, les biomasses, les résidus agricoles, les sous-produits industriels et le charbon actif, qui peuvent être utilisés dans des procédés de décoloration des eaux.[2]

Les recherches se concentrent sur l'utilisation d'adsorbants à faible coût, disponibles localement et biodégradables, fabriqués à partir de sources naturelles. Ces dernières années, les charbons actifs synthétisés à partir de résidus agricoles ont été largement utilisés comme adsorbants pour traiter les effluents colorés en raison de leur structure poreuse, leur grande surface spécifique et leur forte capacité d'adsorption. [3]

De nombreux résidus végétaux à forte teneur en carbone peuvent être utilisés comme précurseurs pour la production de charbon de bois ; ces précurseurs sont beaucoup moins chers et plus régénératifs que le charbon actif commercial. Par exemple, les noyaux de dattes, les épis de maïs, les noyaux d'olives, les grains de café et le marc de café...etc

Le but de notre étude est de préparer du charbon actif à partir de branches d'arbre à fumée afin d'obtenir un produit qui peut être utilisé dans le traitement de l'eau, en particulier pour l'élimination du colorant bleu de méthylène des solutions synthétiques par adsorption avec du charbon actif préparé à partir de branches d'arbre à fumée.

✚ Le premier chapitre de ce mémoire présente, nous présenterons tout d'abord les notions et les définitions sur : la pollution et ses types, l'adsorption, classification des phénomènes d'adsorption, charbon actif.

✚ Le deuxième chapitre traite la partie expérimentale, décrira l'ensemble des méthodes expérimentales et les différentes techniques analytiques ainsi que le matériel utilisé dans cette étude.

✚ Le troisième chapitre est consacré à la capacité de rétention et à la cinétique d'adsorption du colorant cationique (bleu de méthylène) sur le carbonate actif préparé à partir de brindilles de tabac.

✚ Enfin, nous terminons par une conclusion générale.

Références

[1] V.K. Gupt, Suhas. Application of low-cost adsorbents for dye removal – A review. *Journal of Environmental Management* 90 (2009) 2313–2342.

[2] S. Rangabhashiyam, N. Anu, N. Selvaraju. Sequestration of dye from textile industry wastewater using agricultural waste products as adsorbents. *J. of Envir. Chem. Engin.* 1 (2013) 629-641.

[3] G.Z. Kyzas, N.K. Lazaridis, A.Ch. Mitropoulos. Removal of dyes from aqueous solution with untreated coffee residues as potential low-cost adsorbents: Equilibrium, reuse and thermodynamic approach. *Chem. Eng. J.* 189 (2012) 148-159

**Chapitre I : Le procédé
d'adsorption et les différents
adsorbants**

INTRODUCTION:

Dans ce chapitre, nous aborderons deux parties, dont la première est la pollution de l'environnement

Tout d'abord l'environnement est le milieu qui entoure les organismes vivants et comprend l'air, l'eau, le sol et les organismes vivants, y compris les plantes, les animaux et les microbes. Il joue un rôle essentiel dans le maintien de la vie et fournit de la nourriture, un abri et des ressources naturelles essentielles. Il joue un rôle essentiel dans le maintien de la vie et fournit de la nourriture, un abri et des ressources naturelles essentielles. Avec l'industrialisation croissante et l'augmentation de la population, les questions environnementales sont devenues l'un des défis les plus importants auxquels le monde est confronté. Ces problèmes vont de la dégradation des écosystèmes et de la perte de biodiversité à l'épuisement des ressources naturelles et au changement climatique. Différents facteurs, notamment les activités industrielles, agricoles et urbaines, ont un impact sur l'environnement de multiples façons. Ces impacts peuvent être négatifs et affecter les organismes et l'écologie en général.

La pollution est un grave problème environnemental auquel le monde est confronté aujourd'hui. La pollution fait référence à l'introduction de substances nocives ou polluantes dans l'environnement, entraînant des changements négatifs dans ce dernier. La pollution peut avoir de graves répercussions sur l'environnement et la santé humaine, notamment la pollution de l'air qui affecte la qualité de l'air et augmente les cas de maladies respiratoires, la pollution de l'eau qui affecte la santé des organismes aquatiques et peut également affecter les réserves d'eau douce pour l'homme, et la pollution du sol qui affecte la production agricole et la sécurité alimentaire.

ensuite, L'adsorption est l'une des techniques les plus adoptées pour l'élimination des polluants, à cause de sa grande capacité d'épurer les eaux contaminées. Le carbone activé est l'adsorbant le plus utilisé dans le traitement des eaux polluées. Ce matériau est obtenu à partir de différents ressources riches en carbone, comme le bois, la noix de coco, la houille . Sa chimie de surface et ses remarquables propriétés d'adsorption lui permet de trouver des applications dans différents domaines tel que la décoloration et la purification des liquides, la récupération des solvants, l'adsorption des polluants ou encore la séparation des gaz.[1]

Le charbon actif est l'adsorbant le plus couramment utilisé mais reste très onéreux et nécessite en plus une régénération, constituant un facteur limitant. Ceci a donc encouragé des travaux de recherche en les orientant vers des procédés de traitement faisant appel à des matériaux naturels moins coûteux et largement disponibles. En effet la performance et

l'efficacité de cette technique d'adsorption dépend d'une façon prépondérante de la nature du support utilisé comme adsorbant, son coût, son abondance, sa régénération, etc.[2]

I-1. Définitions:

La pollution est l'introduction ou la présence d'un altéragène dans un milieu et le résultat de son action. Cette pollution est essentiellement attribuée aux activités humaines, mais quand on analyse les différentes pollutions produites, on s'aperçoit qu'en dehors de l'homme qui est au centre de cette responsabilité, il y a aussi des causes naturelles (les volcans, les orages, les tremblements de terre, etc.).[3]

I-2. Classification selon le type de polluant:

Il existe plusieurs façons de classer la pollution. Selon le type de polluant, on peut classer la pollution en trois catégories : la pollution physique, la pollution chimique et la pollution biologique.

I-2-1. Pollution physique:

On parle de ce type de pollution quand le milieu pollué est modifié dans sa structure physique par divers facteurs. Elle regroupe la pollution mécanique (effluents solides), la pollution thermique (réchauffement de l'eau par des usines) et la pollution atomique (retombées de radioéléments issus des explosions d'armes nucléaires, résidus des usines atomiques et accidents nucléaires).[4]

I-2-2. Pollution chimique:

La pollution chimique est engendrée par des substances chimiques normalement absentes, ou présentes dans l'environnement avec des concentrations naturelles plus faibles. Elle peut être chronique, accidentelle ou diffuse. Le risque chimique est lié à la présence de constituants géologiques ou de contaminants issus des activités humaines (agriculture, industrie et aménagement).[5]

Les pratiques agricoles et pastorales contribuent à la contamination des eaux de surfaces et souterraines par l'utilisation excessive d'engrais et de produits phytosanitaires pour l'agriculture et de produits pharmaceutiques pour l'élevage apporte traditionnellement du nitrogène et du phosphore et plus récemment des polluants émergents, qui, transportés par écoulement aux lacs et aux eaux de ruissellement, contribuent à la prolifération de la biomasse verte par les algues. Ces algues entraînent une diminution de la luminosité et une consommation excessive d'oxygène dissous dans l'eau [6], ce phénomène est connu par l'eutrophisation.

L'industrie chimique moderne exploite un très grand nombre de composés minéraux ou organiques de toxicité souvent élevée ou encore peu dégradables. On estime que plus de 530 nouvelles molécules sont mises sur le marché chaque année et qu'au total environ 120000 molécules minérales ou organiques de synthèse font l'objet d'un usage commercial dans le monde [7].

L'évolution des connaissances toxicologiques et la performance des méthodes analytiques conduit à des nouvelles questions quant à la présence des polluants émergents tels que les médicaments ou les perturbateurs endocriniens. Par ailleurs, les effets de ces substances ainsi que leurs produits de décomposition, aux doses retrouvées dans l'eau restent insuffisantes [8].

L'évaluation des risques liés à la présence de ces nouvelles substances est l'un des enjeux majeurs pour l'amélioration de la qualité de l'eau potable. Pour cette raison une liste prioritaire des molécules qui doivent faire l'objet de l'évaluation a été établie [9].

I-2-3. Pollution biologique :

La pollution biologique se réfère à la contamination de l'environnement par des organismes vivants ou leurs déchets, ce qui peut avoir un impact néfaste sur la santé humaine, la vie sauvage et les écosystèmes. Cela peut inclure la propagation de maladies infectieuses par des agents pathogènes comme les bactéries, les virus ou les parasites, ainsi que la présence de toxines produites par des organismes vivants tels que les algues toxiques.

I-3. Classification selon l'origine de la pollution:

La pollution peut être classée en quatre catégories en fonction de son origine : la pollution domestique, la pollution urbaine, la pollution agricole et la pollution industrielle.

I-3-1. Pollution domestique:

La pollution domestique, également connue sous le nom de pollution ménagère, fait référence à la pollution générée par les activités quotidiennes des ménages. Cela comprend la production de déchets solides, liquides et gazeux, ainsi que les émissions provenant de diverses sources domestiques telles que la cuisine, le nettoyage, le chauffage et la climatisation résidentiels.

Les principales sources de pollution domestique comprennent les déchets solides tels que les emballages, les plastiques et les déchets alimentaires, les eaux usées provenant des salles de bains, des toilettes et des cuisines, ainsi que les émissions de gaz à effet de serre provenant du chauffage domestique au bois, du chauffage au gaz et de la consommation d'électricité.

La pollution domestique peut avoir un impact significatif sur la qualité de l'air, de l'eau et des sols, ainsi que sur la santé humaine et environnementale. Par exemple, les produits chimiques toxiques présents dans les produits de nettoyage ménagers peuvent contaminer les eaux souterraines et les cours d'eau, tandis que les émissions de gaz à effet de serre provenant des systèmes de chauffage domestique contribuent au changement climatique.

I-3-2. Pollution urbaine :

La pollution urbaine se réfère à la contamination de l'environnement dans les zones urbaines en raison des activités humaines. Elle englobe une gamme variée de polluants provenant de diverses sources urbaines telles que les transports, les industries, les bâtiments résidentiels et commerciaux, ainsi que les déchets solides.

Les principales sources de pollution urbaine comprennent les émissions des véhicules à moteur, telles que les gaz d'échappement contenant des polluants atmosphériques tels que les oxydes d'azote (NOx) et les particules fines, ainsi que les émissions provenant des usines et des installations industrielles, telles que les gaz et les produits chimiques toxiques. De plus, les activités domestiques et commerciales contribuent également à la pollution urbaine par le biais de la production de déchets solides, liquides et gazeux.

I-3-3. Pollution agricole:

La pollution agricole fait référence à la contamination de l'environnement résultant des pratiques agricoles et de l'utilisation d'intrants agricoles tels que les pesticides, les engrais et les déchets animaux. Cette forme de pollution peut avoir des effets néfastes sur les sols, les eaux souterraines, les cours d'eau et les écosystèmes environnants.

Les principales sources de pollution agricole comprennent l'utilisation excessive ou inappropriée de produits chimiques agricoles tels que les pesticides et les engrais. Lorsqu'ils sont appliqués de manière excessive ou mal gérés, ces produits chimiques peuvent s'infiltrer dans le sol et contaminer les eaux souterraines, ce qui affecte la qualité de l'eau potable et nuit à la biodiversité des écosystèmes aquatiques.

De plus, les déchets animaux provenant des élevages intensifs peuvent également contribuer à la pollution agricole en contaminant les sols et les eaux environnantes par le biais de l'épandage excessif ou inapproprié de lisier et de fumier.

Les effets de la pollution agricole peuvent être variés et inclure la dégradation des sols, la contamination des sources d'eau potable, la perte de biodiversité, ainsi que des impacts sur la santé humaine, tels que les maladies causées par l'exposition aux produits chimiques agricoles.

I-3-4. Pollution industrielle:

Le développement accéléré des techniques industrielles modernes a engendré une pollution très importante. En effet, celle-ci est devenue plus massive, plus variée et plus insidieuse. Devant l'extrême diversité de ces rejets, une investigation propre à chaque type d'industrie est nécessaire : il est donc primordial d'être parfaitement informé sur les procédés de fabrication et le circuit des réactifs et des produits [10]. Et La pollution industrielle se réfère à la libération de substances nocives dans l'environnement résultant des activités industrielles. Ces substances peuvent inclure des produits chimiques toxiques, des gaz polluants, des particules fines, des métaux lourds, des déchets solides et liquides, entre autres. Les industries telles que la fabrication, le traitement des métaux, la production d'énergie, la chimie et le raffinage sont des sources courantes de pollution industrielle.

La pollution industrielle peut avoir des conséquences graves sur l'environnement et la santé humaine. Elle peut contaminer l'air, l'eau et les sols, entraînant la destruction des écosystèmes, la perte de biodiversité et la détérioration de la qualité de l'air et de l'eau. De plus, elle peut causer des problèmes de santé chez les populations exposées, tels que les maladies respiratoires, les cancers, les troubles neurologiques et les problèmes de fertilité.

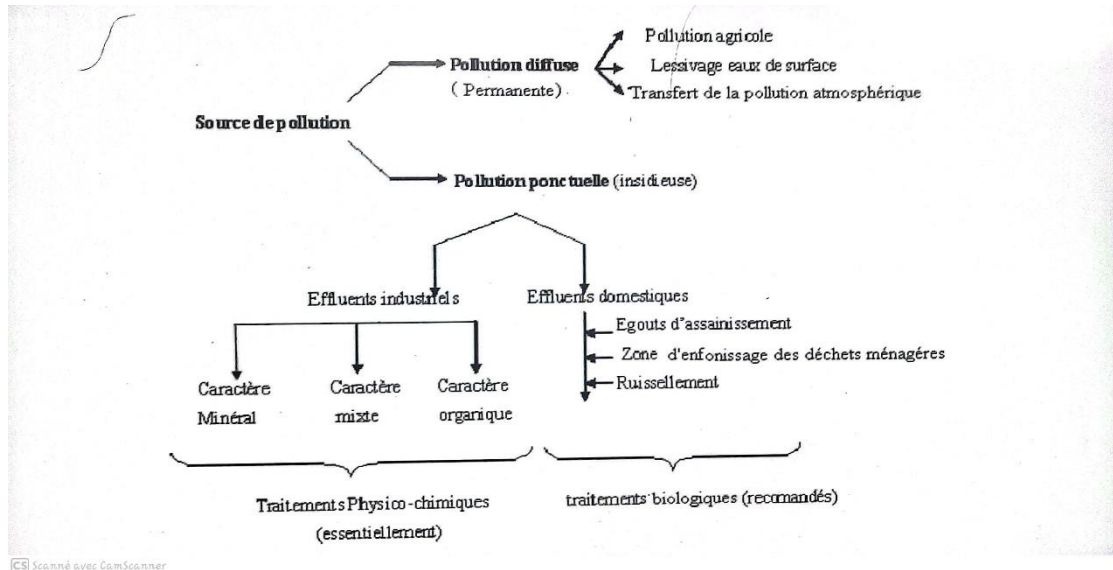


Figure I-1 : Synoptique des principales sources de pollution [11]

II-1. Définition de l'adsorption:

L'adsorption représente un processus de surface où les molécules de gaz ou de liquide se lient aux surfaces solides des adsorbants, à travers divers processus qui peuvent être plus ou moins intenses : la chimisorption et la physisorption. En opposition à ce phénomène, la

désorption se produit lorsque les molécules se détachent. De surcroît, l'adsorption est un phénomène spontané qui se déclenche dès qu'une surface solide entre en contact avec un gaz ou un liquide. On désigne généralement par "adsorbat" la molécule qui s'adsorbe, et par "adsorbant" le solide sur lequel la molécule s'adsorbe.

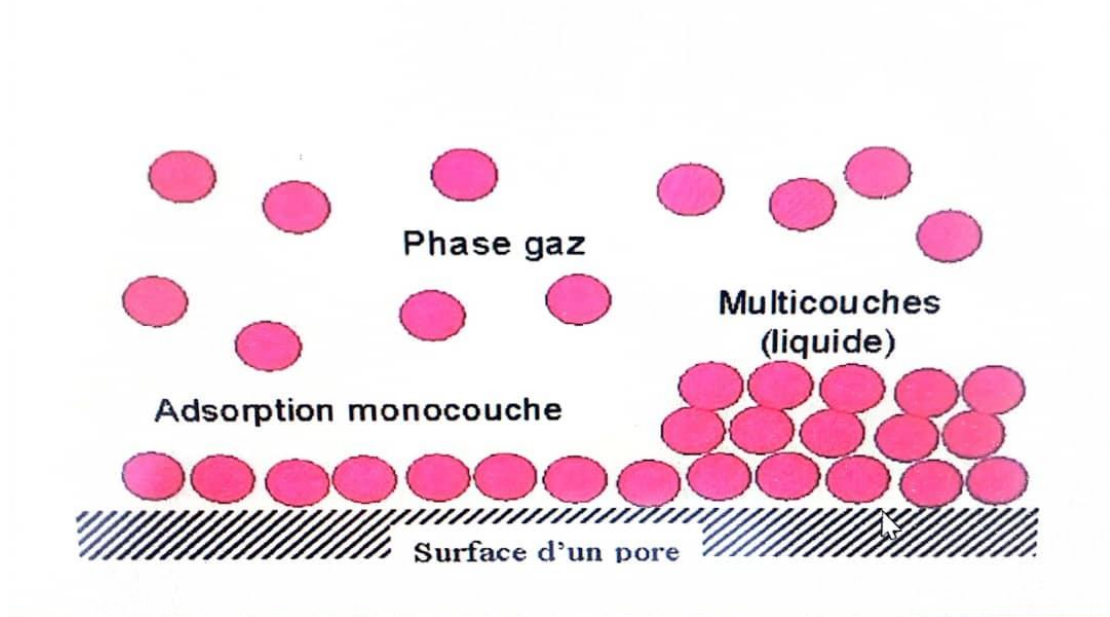


Figure II.1 : phénomène d'adsorption [12].

II.2. les types d'absorption :

II.2.1. Adsorption chimique (ou chimisorption) :

La chimisorption est un processus irréversible résultant d'une liaison chimique forte, généralement de type covalent, entre les atomes de surface d'un solide et les molécules adsorbées. Ce type d'adsorption implique des énergies d'attraction élevées, ce qui se traduit par des chaleurs d'adsorption importantes, souvent comparables aux énergies des liaisons chimiques covalentes, typiquement comprises entre 20 et 80 kcal/mol. [13] La chimisorption se produit généralement à des températures plus élevées, en raison de la nécessité de surmonter la barrière énergétique nécessaire à la formation de liaisons covalentes entre la surface et les molécules adsorbées. La chimisorption dépend fortement de la nature chimique de la surface du matériau et des molécules adsorbées, car il doit y avoir une certaine compatibilité pour la formation de liaisons covalentes. Ce type d'adsorption se caractérise également par une grande spécificité, ne se produisant qu'avec certaines molécules capables d'interagir chimiquement avec la surface du solide.

De plus, la chimisorption joue un rôle crucial dans de nombreux processus industriels et applications technologiques, tels que la catalyse des réactions chimiques, le stockage de l'énergie et la purification des matériaux. La compréhension approfondie de ce phénomène permet d'améliorer l'efficacité et la durabilité des processus qui reposent sur la chimisorption.

II.2.2. Adsorption physique (ou physisorption) :

Contrairement à la chimisorption, l'adsorption physique se produit à des températures basses et se caractérise par une faible énergie d'adsorption, ce qui signifie que la molécule adsorbée n'est pas fortement liée. Ce type d'adsorption résulte des forces de Van der Waals. La molécule adsorbée est fixée sur un site spécifique mais peut se déplacer librement à l'interface. La physisorption est rapide, réversible et ne modifie pas les molécules adsorbées. Les énergies d'adsorption dans ce cas sont généralement comprises entre 2 et 10 kcal/mol. [14]

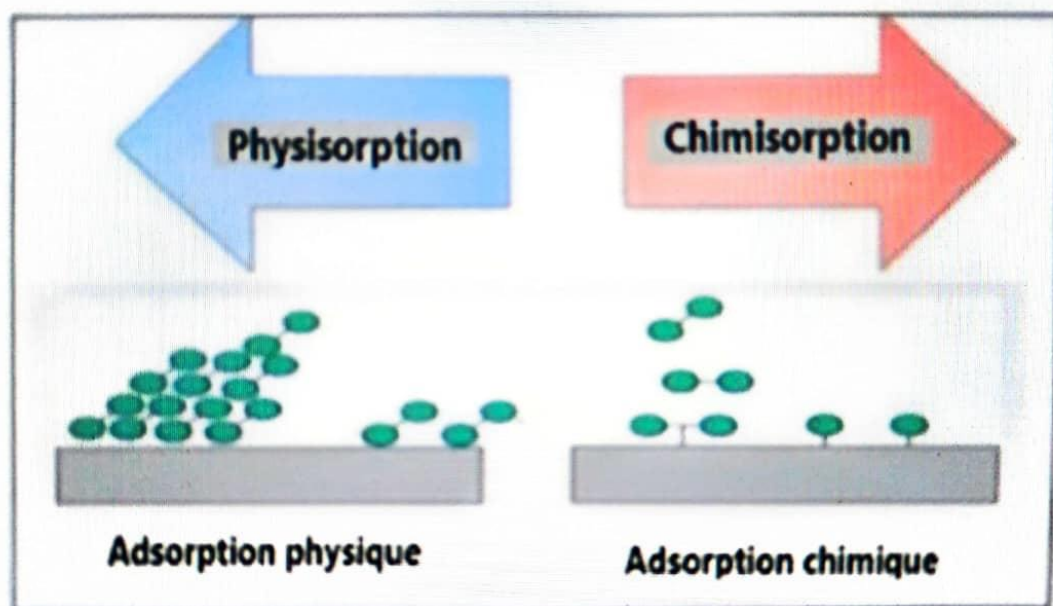


Figure II.2: Types adsorption [15]

La comparaison des deux types d'adsorption pourrait être appréciée à partir du tableau suivant.

Tableau II. 1: Différences entre l'adsorption physique et chimique [16].

Propriétés	Adsorption physique	Adsorption chimique
Energie d'adsorption	5 à 10 Kcal/mol	20 à 100 Kcal/mol
Température de processus	Inférieur à la température d'équilibre	Elevée
Nature de liaison	Physique (Van der Waals)	Chimique
La désorption	Plus ou moins parfait	Difficile
Energie d'activation	Non appréciable	Peut être mise en jeu
La cinétique	Très rapide	Lente
État de surface	Formation de multicouche	Formation de monocouche

II.3. Le mécanisme d'adsorption:

Le processus d'adsorption est l'un des transferts de matière qui s'effectue entre le fluide dite adsorbat et la surface solide dite l'adsorbant. Il se produit principalement en plusieurs étapes. Au cours de l'adsorption d'une espèce sur un solide, le transfert de matière a lieu de la phase fluide vers les sites actifs de l'adsorbant en passant par les étapes suivantes: [17]

- Diffusion de l'adsorbat de la phase liquide externe vers celle située au voisinage de la surface de l'adsorbant.
- Diffusion extra-granulaire de la matière (transfert du soluté à travers le film liquide vers la surface des grains).
- Transfert intra-granulaire de la matière (transfert de la matière dans la structure poreuse de la surface extérieure des grains vers les sites actifs).
- Interaction d'adsorption du colorant au contact des sites actifs. Une fois adsorbée, la molécule est considérée comme immobile. [18]

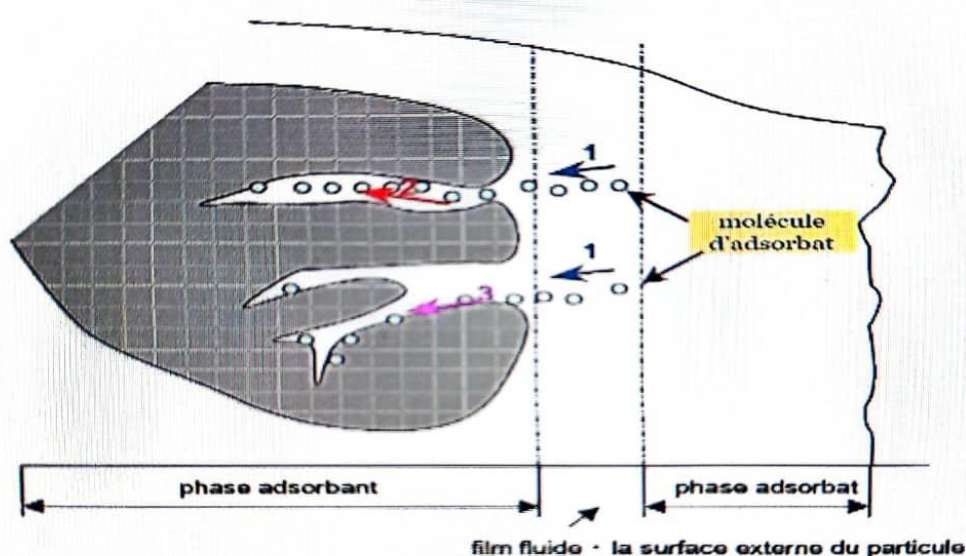


Figure II.3: Schéma du mécanisme de transport d'un adsorbant au sein d'un grain de CA [19].

II.4. Capacité d'adsorption:

La capacité d'adsorption d'un adsorbant est définie comme étant la quantité de substrat (masse ou volume) adsorbée, par unité de poids d'adsorbant, pour une température donnée. Cela nécessite la prise en compte de nombreux paramètres aussi bien pour l'adsorbant (taille des molécules, solubilité dans l'eau, etc....) que pour l'adsorbant (surface spécifique, structure et type de particules le constituant etc....). La capacité d'adsorption peut être généralement exprimée par la relation suivante:[20]

$$Q = \frac{(C_0 - C_t)V}{m} \quad (1)$$

Q : Capacité d'adsorption du support (mg/g).

C₀ : Concentration initiale du substrat (mg/l) à t = 0.

C_t : Concentration du substrat (mg/l) à l'instant « t » du processus d'adsorption.

V : Volume de la solution (substrat) (litre).

m : Masse du support (g).

II.5. Les éléments les plus importants affectant l'adsorption:

De nombreux paramètres et propriétés peuvent influencer l'adsorption d'un colorant sur un support. Parmi les principaux facteurs, on peut citer :

II.5.1. Effet de masse:

L'influence de la masse de l'adsorbant a été rapportée pour de nombreux systèmes. La quantité d'adsorbant fixée à la surface de l'adsorbant est étroitement liée à la masse et à la

granulométrie de l'adsorbant. Plus la granulométrie des particules est fine plus la surface spécifique augmente et plus la quantité adsorbée augmente. [21]

II.5.2. Effet de PH:

Le pH est un facteur important dans toute étude chimique telle que l'étude cinétique de l'absorption car il peut affecter à la fois la structure des adsorbants et sur le mécanisme d'adsorption.[22]

II.5.3. Effet de vitesse d'agitation:

L'agitation peut avoir une influence sur la distribution des molécules du soluté dans la solution. Elle permet une bonne homogénéisation entre l'adsorbat et l'adsorbant de la suspension de façon à atteindre plus rapidement l'état d'équilibre. [22]

II.5.4. Effet de température:

Les processus d'adsorption ne se compliquent pas par des réactions chimiques s'accompagnent toujours de dégagement de chaleur (exothermique), de sorte qu'avec une augmentation de la température, le phénomène de désorption devient dominant. Par contre, pour une adsorption activée (chimie sorption), l'équilibre d'adsorption n'est pas atteint rapidement, et l'augmentation de la température favorise l'adsorption. [23]

II.5.5. Effet de la concentration :

La différence dans les concentrations de l'adsorbat affectent définitivement le processus d'adsorption en plus de plusieurs autres conditions où il y a une concentration compatible avec certaines conditions. [18]

II.6. Facteur influençant l'adsorption:

L'efficacité d'un adsorbant vis-à-vis d'un adsorbat dépend de nombreux paramètres, qu'ils soient liés à l'adsorbant, à l'adsorbat, ou aux conditions opératoires:

❖ La surface spécifique :

La surface spécifique est une donnée essentielle pour caractériser les solides et les matériaux poreux. Il est évident que l'on cherche à conférer aux adsorbants une grande surface spécifique. Cette grandeur désigne la surface accessible rapportée à l'unité de poids de l'adsorbant. [24]

❖ Température:

Les processus de l'adsorption qui ne se compliquent pas par des réactions chimiques s'accompagnent toujours de dégagement de chaleur (exothermique), de sorte qu'une augmentation de la température, le phénomène de désorption devient dominant Par contre, pour une adsorption activée (chimisorption), l'équilibre d'adsorption n'est pas atteint rapidement, et l'augmentation de la température favorise l'adsorption. [24,25]

❖ pH:

Selon la règle de Traube, l'optimisation des paramètres analytiques, en particulier le pH, augmente le rendement d'adsorption des polluants présents dans les solutions aqueuses.[26]

❖ Porosité :

Pour qu'une adsorption soit efficace, il doit y avoir une affinité entre le solide et le soluté. En général, les solides polaires adsorbent préférentiellement d'autres substances polaires, tandis que les solides non polaires adsorbent plutôt des substances non polaires.[27]

❖ La nature de l'adsorbât:

La nature de l'adsorbât, c'est-à-dire les caractéristiques des molécules, des atomes ou des ions qui sont adsorbés, joue un rôle

crucial dans le processus d'adsorption.

et D'après la règle de Lundenius « Moins une substance est soluble dans le solvant, mieux elle est adsorbée ». [26]

II.7. Isothermes d'adsorption:

Les isothermes d'adsorption sont des courbes qui décrivent la relation entre la quantité d'un gaz adsorbé par une surface solide et la pression (ou concentration) de ce gaz à une température constante. Elles sont essentielles pour comprendre et modéliser les processus d'adsorption dans divers domaines, comme la purification de l'air, le stockage de gaz, et la catalyse. Voici quelques types courants d'isothermes d'adsorption et leurs caractéristiques :

❖ Classe C

Classe C Les isothermes de cette classe se caractérisent par une partition constante entre la solution et le substrat jusqu'à un palier. La linéarité montre que le nombre de sites libres reste constant au cours de l'adsorption. Ceci signifie que les sites sont créés au cours de l'adsorption. Ce qui implique que les isothermes de cette classe sont obtenues quand les molécules de soluté sont capables de modifier la texture du substrat en ouvrant des pores qui n'avaient pas été ouverts préalablement par le solvant.[28]

❖ Classe L

Les isothermes de classe L présentent, à faible concentration en solution, une concavité tournée vers le bas qui traduit une diminution des sites libres au fur et à mesure de la progression de l'adsorption. Ce phénomène se produit lorsque les forces d'attraction entre les molécules adsorbées sont faibles. Elle est souvent observée quand les molécules sont adsorbées horizontalement, ce qui minimise leur attraction latérale. Elle peut également apparaître quand les molécules sont adsorbées verticalement et lorsque la compétition d'adsorption entre le

solvant et le soluté est faible. Dans ce cas, l'adsorption des molécules isolées est assez forte pour rendre négligeable les interactions latérales.[28]

❖ Classe H

La partie initiale de l'isotherme est presque verticale, ce qui indique qu'une quantité significative de soluté est adsorbée même à une concentration quasi nulle dans la solution. Ce phénomène se produit lorsque les interactions entre les molécules adsorbées et la surface du solide sont très fortes. L'isotherme de classe H est également observée lors de l'adsorption de micelles ou de polymères formés à partir des molécules de soluté.[28]

❖ Classe S

Les isothermes de cette classe présentent, à faible concentration, une concavité orientée vers le haut. Cela signifie que les molécules adsorbées facilitent l'adsorption ultérieure d'autres molécules, un phénomène connu sous le nom d'adsorption coopérative. Ce comportement est dû aux forces de Van der Waals qui attirent les molécules, les regroupant en îlots où elles se tassent les unes contre les autres. Ce phénomène est favorisé, d'une part, lorsque les molécules de soluté sont adsorbées verticalement, comme c'est le cas pour les molécules avec un seul groupe fonctionnel, et d'autre part, lorsque les molécules sont en forte compétition d'adsorption avec le solvant.[28]

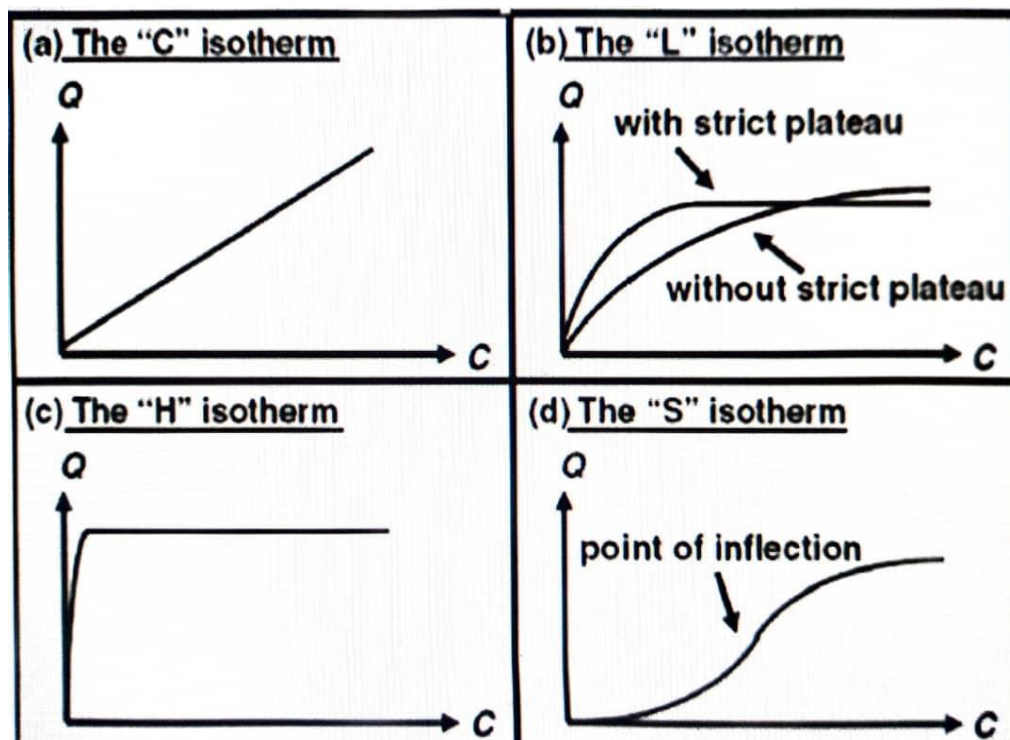


Figure II.4: Isothermes d'adsorption. [29]

**Chapitre II : DEUXIEME
PARTIE : ETUDE
EXPERIMENTALE
MATÉRIELS, MÉTHODES
ET CARACTÉRISATIONS**

I. METHODES EXPERIMENTALES:

Ce chapitre vise à fournir un aperçu détaillé des protocoles expérimentaux utilisés pour préparer l'adsorbant et les solutions utilisées. Les techniques analytiques sont décrites et les techniques de caractérisation de l'adsorbant qui sont susceptibles d'être prises en compte pendant l'adsorption du colorant, en particulier le bleu de méthylène, sont décrites.

II. Origine des matériaux bruts :

La matière première que nous avons testée est un déchet agricole, les brindilles de l'arbre à fumée dans la région d'el-oued. Nous avons pris cette matière à l'état brut et l'avons préparée pour la production de charbon actif.

III. Adsorbant et Adsorbat:

III.1 Préparation de l'absorbant :

✚ Préparation TBC:

Les morceaux de biomasse séchée provenant des brindilles de l'arbre à fumée ont été coupés en petits morceaux de 1 à 2 pouces de longueur et lavés, puis les morceaux de plante ont été emballés fermement dans des creusets et tassés pour réduire les espaces d'air. Ensuite, la biomasse dans les creusets a été thermiquement décomposée à une température de 600 degrés Celsius pendant 4 heures dans un four à moufle. La pyrolyse lente a été effectuée selon un programme progressif, et une fois la température de pyrolyse atteinte, la biomasse a été maintenue à température constante pendant deux heures supplémentaires.

Le charbon bio préparé (TBC) a ensuite été broyé et tamisé à travers un tamis de 1 mm.

Nous avons mis 10 g de carbone préparé précédemment dans un bécher avec 100 ml d'eau distillée et agité le mélange pendant 10 minutes. Ensuite, nous filtrons le mélange à l'aide de papier filtre pour séparer l'eau de la matière initiale, en répétant le processus cinq fois. Nous mesurons le pH de l'eau utilisée lors des quatrième et cinquième répétitions, obtenant un pH de 9.03 . Ensuite, nous avons étalé le carbone dans un récipient et l'avons mis au four à une température de 60 °C pendant 24 heures.

✚ Préparation HDA-TBC:

Nous avons ajouté 10 g de matière (TBC) tamisée à 100 ml d'eau distillée et bien agité le mélange pendant un certain temps. Ensuite, nous y avons ajouté 5 g d'arginine en chauffant légèrement le mélange tout en le remuant, puis nous l'avons laissé agiter toute la nuit. Par la

suite, nous avons filtré le mélange à l'aide de papier filtre et lavé avec de l'eau distillée à deux reprises, puis nous l'avons filtré de nouveau. Enfin, nous avons étalé la matière dans un plat et l'avons mise au four à une température de 60 °C pendant 6 heures.

Informations générales sur l'arginine:

Formule:

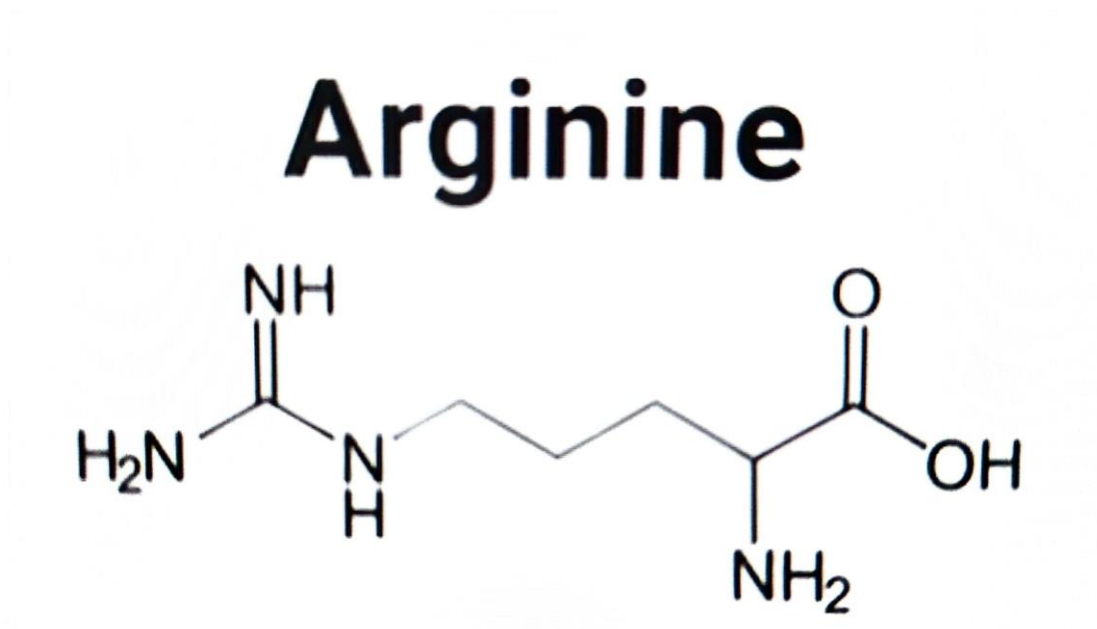


Figure III.1: arginine formule [30].

Formule chimique	C ₆ H ₁₄ N ₄ O ₂
Poids partiel	174.2g.mol ⁻¹
Point de fusion	260°C
Densité de l'acier	1.1g.cm ⁻³
Solubilité dans l'eau	87.1g.l ⁻¹ (20°C)
PKa	2.488
PKb	11.509

III.2. Adsorbat :

L'adsorbat étudié est le bleu de méthylène (BM), un colorant cationique utilisé dans de nombreuses applications. Le BM est une molécule organique appartenant à la famille des xanthes. De nombreuses recherches ont été publiées concernant la possibilité d'éliminer le bleu de méthylène à l'aide de divers adsorbants. [31] Sa structure chimique, son spectre visible et ses caractéristiques sont représentés dans les figures (III.2 et III.3) ainsi que dans le tableau (III.2).

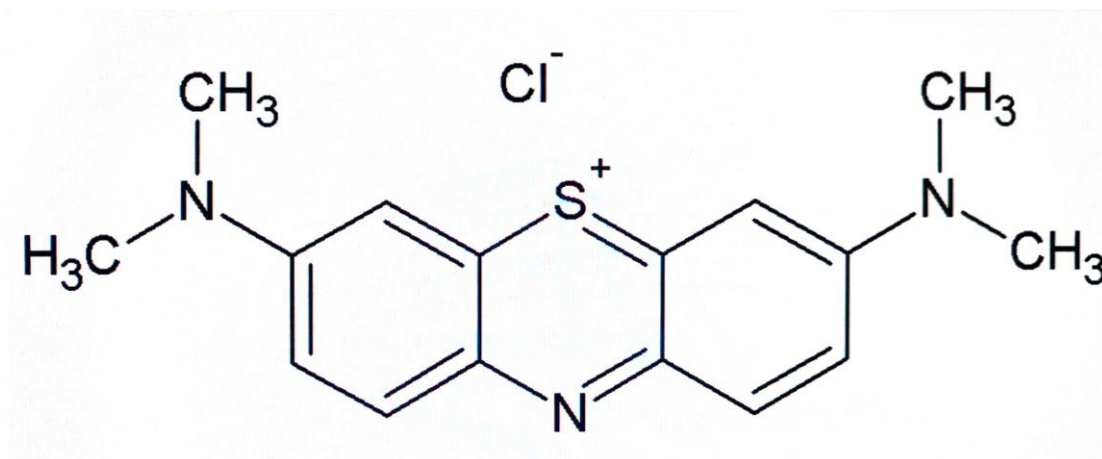


Figure III. 2: arginine formule [32].

Tableau III.2 :Caractéristiques physico-chimiques du Bleu de Méthylène[31].

Nom usuel	Bleu de méthylène
Formule chimique	C ₁₆ H ₁₈ C ₁ N ₃ S
Masse moléculaire	319.86 g/mol
Solubilité dans l'eau	Elevée
λ_{\max} (nm)	664
pKa	3.8

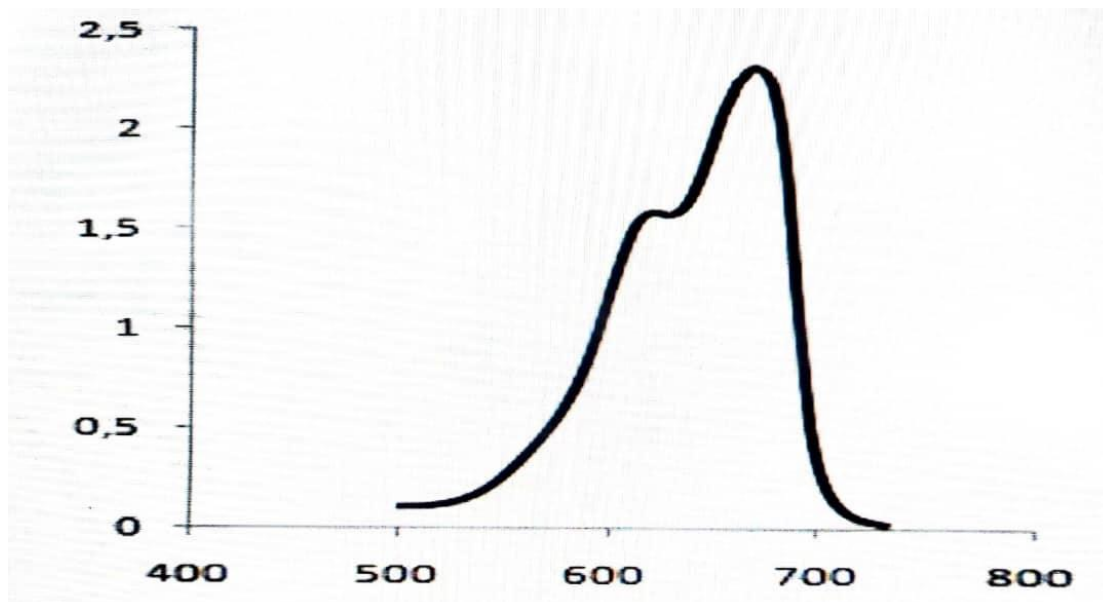


Figure III.3 : Spectre visible du colorant bleu de méthylène étudié (Concentration en colorant 25 mg/l) [2].

III.3. Préparation des solutions:

III.3.1. Préparation des solutions mères et filles:

Les solutions mères de BM à 30 mg/l ont été préparées par dissolution de son sel dans de l'eau distillée. Les solutions filles devant servir à l'analyse, ont été obtenues par des dilutions successives jusqu'aux concentrations désirées qui vont de 1 à 7 mg/l pour les essais d'adsorption.

III.3.2. Etablissement de la courbe d'étalonnage du bleu de méthylène:

Des courbes d'étalonnage des colorants ont été réalisées pour déterminer les concentrations résiduelles dans les tests d'absorption des colorants sur les rameaux de tabac. Courbes de titrage (absorbance = f (concentrations de bleu de méthylène)) et ce processus est répété avant chaque série de tests., nous présentons sur la figure III.4. un exemple d'étalonnage pour le colorant bleu de méthylène testé.



Figure III.4 : La gamme du bleu de méthylène

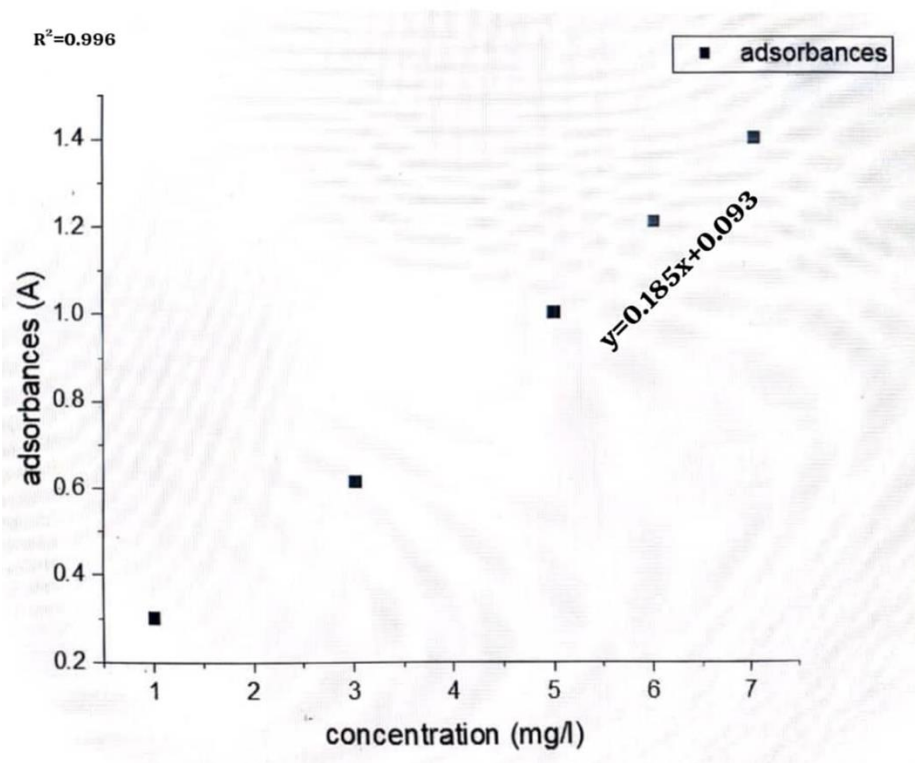


Figure III.5 : Courbe d'étalonnage du bleu de méthylène.

La concentration résiduelle du bleu de méthylène est également déterminée à partir de l'absorbance sur un spectrophotomètre UV Visible type (JENWAY 6305) à $\lambda=664$ nm.

III.4. Préparation et caractérisation de charbon actif :

III.4.1. Les étapes de préparation le charbon actif:

Le traitement des Branches de l'arbre à tabac comporte les opérations suivantes :

a) Traitement des brindilles : Le traitement de base comprend les opérations suivantes:

❖ **Lavage** : Les branches sont lavées à l'eau distillée, et cette opération est répétée plusieurs fois pour éliminer toute substance adhérente.

❖ **Séchage** : Les branches sont séchées à l'air libre pendant 24 heures.

❖ **Broyage** : Les branches sont broyées à l'aide d'un moulin électrique.

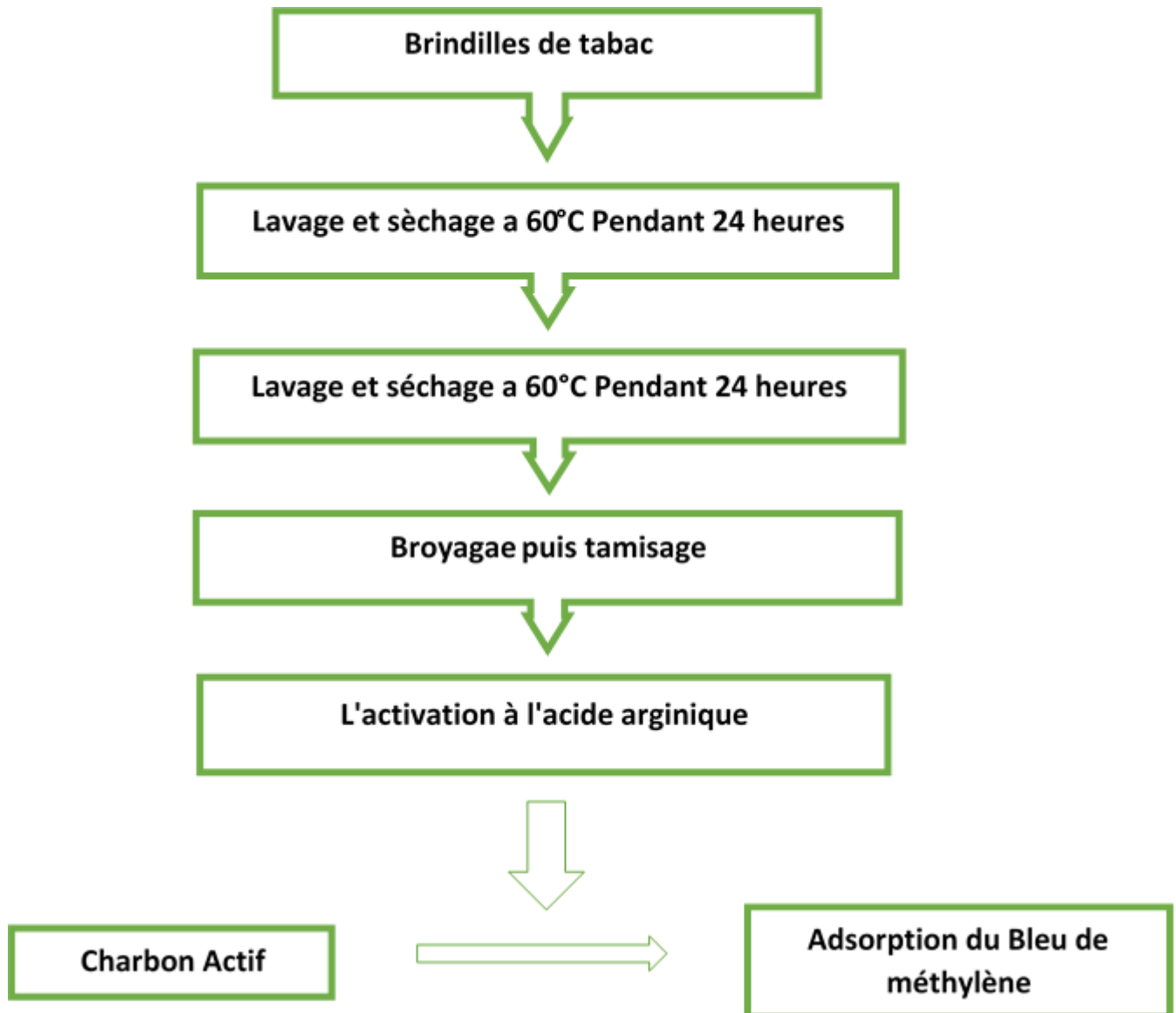
❖ **Le stockage** : les branches broyées sont conservées dans des récipients en verre hermétiquement fermés.

b) Carbonisation des brindilles de tabac : On carbonise les branches de tabac broyées en les pressant dans des creusets pour réduire les espaces d'air, puis en les plaçant dans un four à moufle à une température de 600°C pendant 4 heures.

- Les branches sont d'abord écrasées puis tamisées pour obtenir une poudre. Ensuite, elles sont lavées à plusieurs reprises avec de l'eau distillée pour éliminer les impuretés. Après cela, nous les distillons et les séchons au four.

c) L'activation à l'acide arginique : Parmi les acides, nous avons utilisé l'acide arginique pour activer le charbon. À cette fin, 10 grammes de matière brute ont été mélangés avec 5 grammes d'arginine et 100 millilitres d'eau distillée, puis conservés sous agitation toute la nuit. Ensuite, le mélange a été distillé, puis les produits ont été placés dans le four pour être séchés à une température de 65 degrés pendant 6 heures.

- Les équipements utilisés pendant cette phase expérimentale (préparation du charbon actif à partir de branches de tabac) comprennent : un four, un moulin, un tamis, une balance, des creusets, un agitateur magnétique, un bécher, un four à micro-ondes et un agitateur.



III.5. Description des essais d'adsorption:

Nous avons utilisé 0,05 g de carbone brut avec une solution aqueuse de colorant (bleu de méthylène) à différentes concentrations, en les diluant jusqu'à ce qu'ils atteignent un volume de 50 ml, puis nous les avons placés dans des flacons avec des temps d'agitation variables de 30 minutes à 5 heures. Ensuite, nous avons procédé à une centrifugation pour séparer le carbone de la solution (bleu de méthylène).

(Nous avons répété les mêmes étapes avec du carbone activé).

Nous avons ensuite mesuré de l'adsorption. Les résultats sont les suivants :

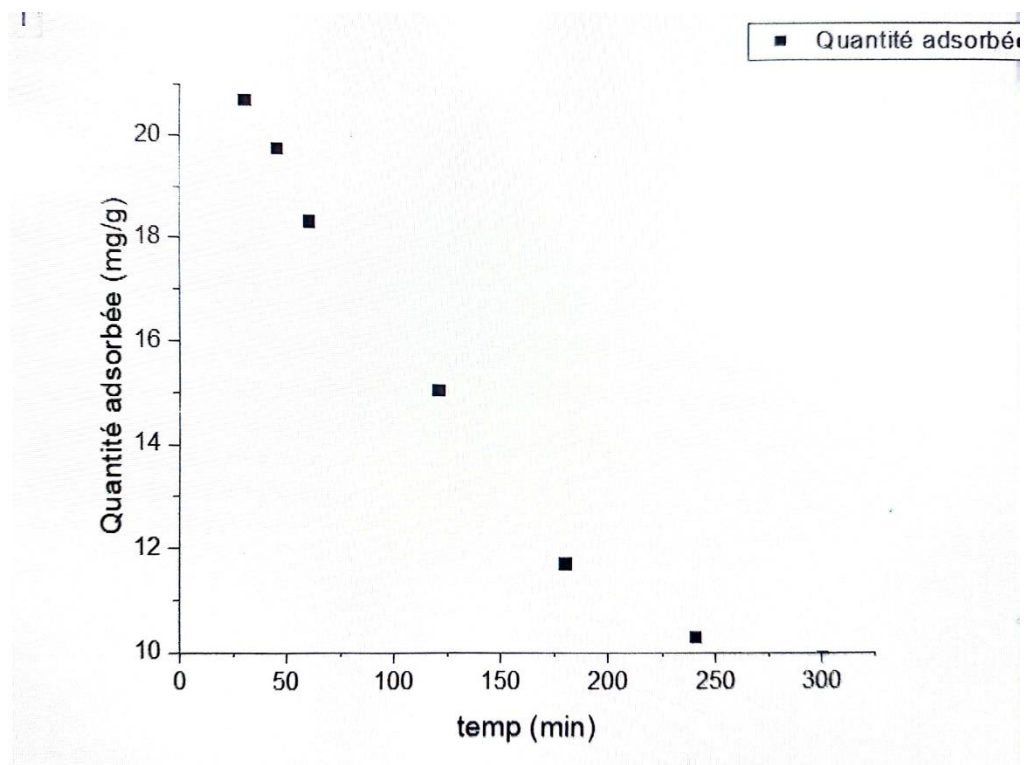
Résultats pour le carbone brut:

concentration	5	7	10	15	20	30	40	50
l'adsorption (A)	0.363	0.398	0.450	0.571	0.695	0.747	0.762	0.768
Quantité d'absorption	20.70	19.75	18.35	15.08	11.72	10.82	9.91	9.75
Temp d'ajétation	30min	45min	1heur	2heurs	3heurs	4heurs	5heurs	5heurs

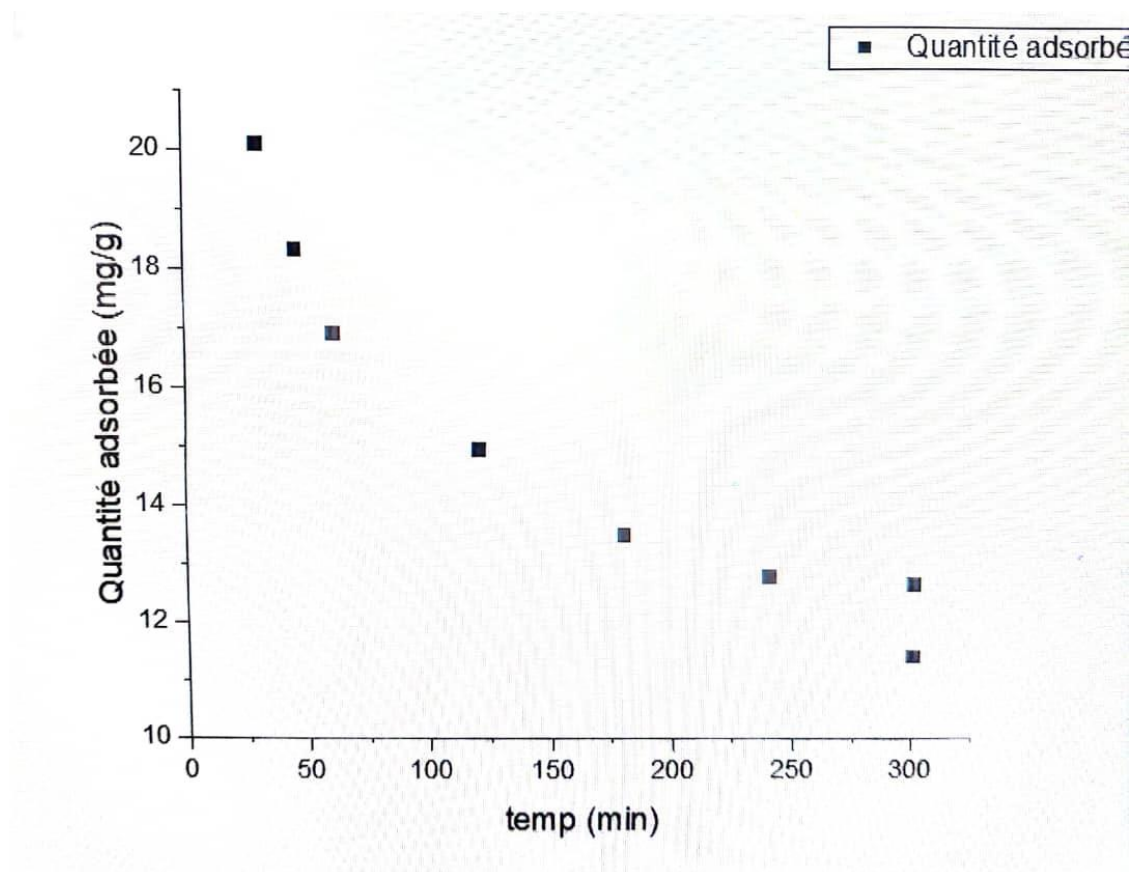
Résultats pour le carbone actif :

concentration	5	7	10	15	20	30	40	50
L'adsorption (A)	0.384	0.450	0.502	0.575	0.629	0.655	0.660	0.706
Quantité d'absorption	20.13	18.35	16.94	14.97	13.51	12.80	12.67	11.43
Temp d'ajétation	30min	45min	1heur	2heurs	3heurs	4heurs	5heurs	5heurs

Courbe d'étalonnage du carbone brut:



Courbe d'étalonnage du carbone Actif :



III.5.1. Les rendements d'élimination du bleu de méthylène:

L'évolution du rendement d'élimination du bleu de méthylène à l'équilibre est suivie par le paramètre :

$$R\% = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} * 100$$

C₀ : Concentration initiale du composé organique testé (mg/l).

C_e : Concentration résiduelle du composé organique testé à l'équilibre (mg/l).

Le rendement d'élimination du bleu de méthylène pour le carbone brut :

Ce	9.30	10.25	11.65	14.92	18.28	19.68	20.09	20.25
R%	69	65.83	61.16	50.26	39.06	34.40	33.03	32.50

Le rendement d'élimination du bleu de méthylène pour le carbone actif :

Ce	9.87	11.65	13.06	15.03	16.49	17.20	17.33	18.57
R%	67.1	61.16	56.46	49.90	45.03	42.66	42.23	38.10

III.5.2. Les cinétiques d'adsorption :

Dans des flacons, nous mettons 50 ml d'eau distillée contenant du bleu de méthylène à étudier à une concentration de 30 mg/L. Ensuite, nous ajoutons 0,05 mg de matière l'adsorbant (carbone brut), en répétant le même protocole avec (le charbon actif) ; chaque échantillon est prélevé à un moment donné.

III.5.3. Les isothermes d'adsorption :

Pour tracer une isotherme d'adsorption d'un liquide sur un solide, il est nécessaire de déterminer la quantité de soluté adsorbé en fonction de la concentration du soluté dans la solution à l'équilibre à une température donnée. Plusieurs méthodes pour obtenir l'isotherme d'adsorption ont été développées. L'exploitation des isothermes d'adsorption est décrite par les lois de Freundlich et de Langmuir.

- Isotherme de Freundlich :

L'isotherme de Freundlich est un modèle d'adsorption empirique qui décrit l'adsorption sur des surfaces hétérogènes et peut s'appliquer à l'adsorption multilayer. Ce modèle est particulièrement utile lorsqu'il n'y a pas de saturation de la surface, ce qui signifie que l'adsorption peut continuer indéfiniment à mesure que la concentration de l'adsorbat augmente.

L'isotherme de Freundlich est généralement exprimée par l'équation suivante :

$$q_e = K_f \cdot C_e^n$$

Avec :

q_e : quantité du soluté adsorbée par unité de masse de l'adsorbant à l'équilibre.

K_f : constante de Freundlich associée à la capacité d'adsorption.

n : paramètre énergétique de Freundlich, c-à-d l'affinité du soluté vis-à-vis de l'adsorbant.

C_e : concentration de l'adsorbat à l'équilibre dans la phase liquide.

- Isotherme de Langmuir :

L'isotherme de Langmuir est un modèle d'adsorption qui décrit l'adsorption de molécules sur une surface homogène, formant une monocouche où chaque site d'adsorption est équivalent et peut retenir une seule molécule d'adsorbat. Ce modèle est particulièrement utile pour comprendre les processus d'adsorption lorsque la surface de l'adsorbant est saturée à haute concentration de l'adsorbat. Voici une description détaillée de l'isotherme de Langmuir :

L'isotherme de Langmuir est généralement exprimée par l'équation suivante :

$$q_e = q_m \frac{k_1 C_e}{1 + k_1 C_e}$$

q_m est la capacité maximale d'adsorption correspondant à une monocouche complète (mg/g ou mol/g).

KL est la constante de Langmuir (L/mg ou L/mol), reflétant l'affinité de l'adsorbant pour l'adsorbat.

III.6. Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de passer en revue les principales méthodes analytiques utilisées dans le cadre de notre travail. Nous avons également présenté les étapes principales de la préparation et de la fabrication du charbon actif à partir des branches de tabac, en décrivant les méthodes de test des différents colorants. Enfin, nous avons exposé les différentes étapes des tests d'adsorption.

CHAPITRE III:
**L'élimination du bleu de
méthylène sur deux
adsorbants préparés à partir
des branches de tabac**

I. Introduction :

Nous nous sommes intéressés dans cette étude à l'adsorption du bleu de méthylène sur les branches de tabac, une matière adsorbante naturelle abondante dans le désert algérien en tant que déchet naturel. Cette matière a été utilisée à l'état brut, sans aucun traitement préalable. Nous avons déjà décrit la méthode de préparation et de conditionnement de l'échantillon ainsi que la procédure d'adsorption pour améliorer sa capacité d'adsorption. De plus, nous avons étudié les différents effets (temps de contact / masse de la matière adsorbante).

II. Influence du temps de contact

La réaction se produit immédiatement après le contact entre la suspension de charbon et le colorant ; et avec le temps, la quantité adsorbée augmente. Cette étude a été réalisée sur une série d'échantillons préparés selon le protocole suivant : 0,05 g de matière adsorbante est mélangé dans 50 ml de solution colorée (bleu de méthylène) à une concentration de 30 mg/L pour chaque échantillon. Les échantillons sont agités à différents temps de contact. Les échantillons sont prélevés au fil du temps pour déterminer le temps d'équilibre de la réaction d'adsorption.

II.1. Cas de charbon non activé :

Les figures (IV.1 et IV.2) montrent que le taux d'adsorption est rapide au début du processus et devient de plus en plus lent au fil du temps d'agitation jusqu'à atteindre l'équilibre. Cette étude a démontré que 300 minutes d'agitation sont suffisantes pour atteindre l'équilibre pour le carbone brut. Le seuil maximal d'adsorption atteint un pourcentage d'environ 32.5%.

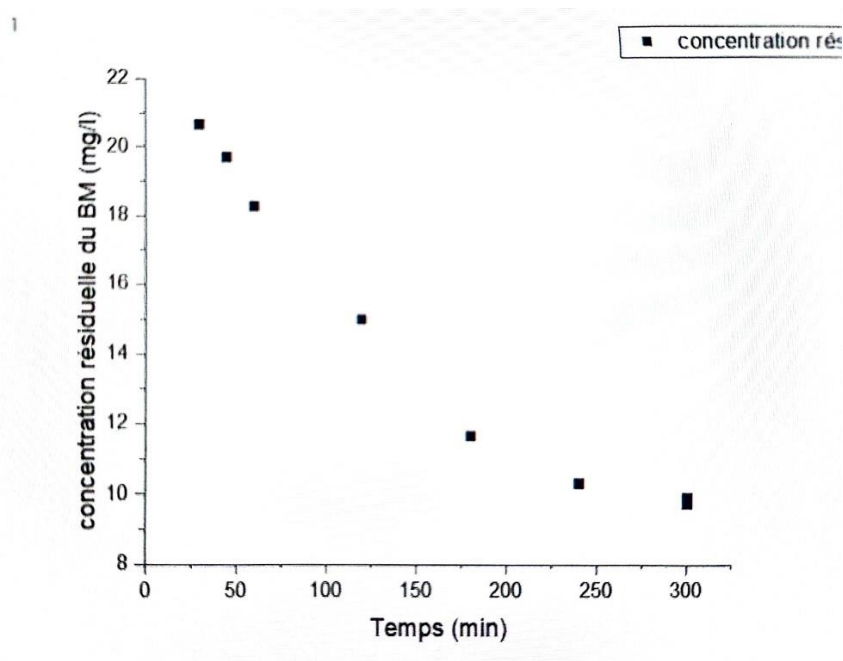
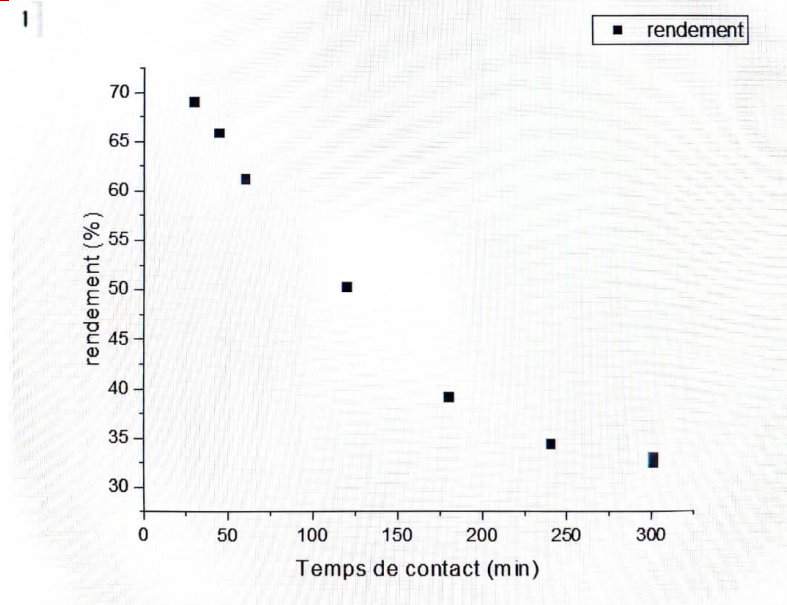


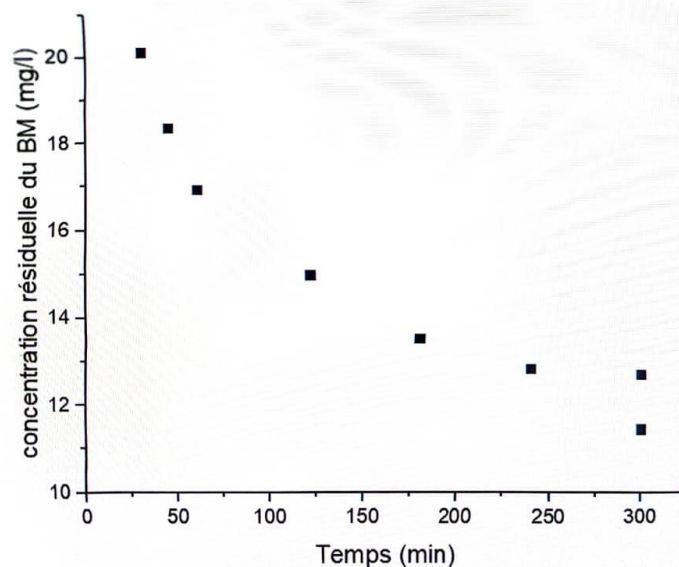
Figure IV.1: Evolution de bleu méthylène en fonction du temps



FigureIV.2: Rendements d'élimination du bleu de méthylène en fonction du temps.

On peut observer que les courbes suivent une tendance décroissante jusqu'à atteindre l'équilibre, montrant une augmentation de l'élimination du bleu de méthylène au cours des 300 premières minutes. Cela indique une fixation de ce composé organique sur la surface de l'adsorbant, ce qui correspond au transfert de masse externe. Par la suite, on note une augmentation lente de l'élimination du bleu de méthylène, ce qui signifie qu'il y a un transfert interne de la masse à l'intérieur de l'adsorbant. Cela correspond généralement au phénomène de diffusion dans la porosité interne de l'adsorbant.

II.2. Cas de charbon actif préparé à partir de brindilles de tabac :



FigureIV.3: Evolution de bleu méthylène en fonction du temps

D'après les figures (IV.3/IV.4), on peut remarquer que les courbes se composent de deux parties distinctes

- Le premier segment montre une augmentation du taux d'élimination du bleu de méthylène pendant 240 minutes. Cela signifie que le composé organique s'est fixé à la surface de l'adsorbant, ce qui correspond au transfert de masse externe

- Le second segment révèle une augmentation lente de l'élimination du bleu de méthylène jusqu'à atteindre l'équilibre, qui est atteint après quatre heures. Cela indique un transfert interne de la masse à l'intérieur de l'adsorbant, ce qui correspond généralement au phénomène de diffusion dans la porosité interne de l'adsorbant.

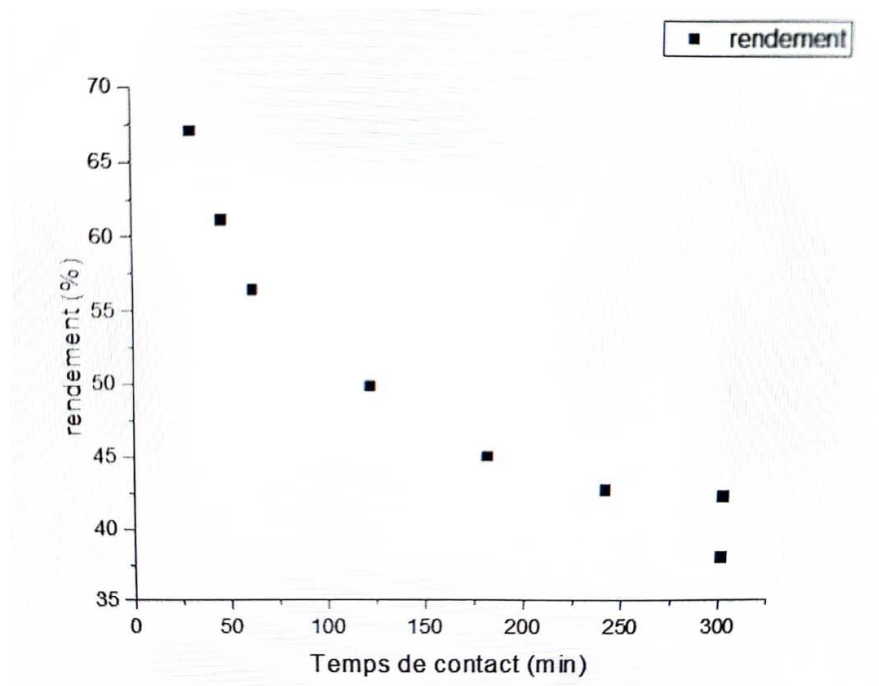


Figure IV.4: Rendement d'élimination du bleu de méthylène en fonction du temps.

III. conclusion

L'étude des mécanismes d'adsorption du bleu de méthylène sur le charbon actif préparé à partir des branches de tabac a été le sujet de ce chapitre. Les résultats obtenus concernant la cinétique d'adsorption ont été utilisés pour illustrer comment le colorant se fixe sur l'adsorbant. Pour ce faire, de nombreux tests d'adsorption ont été réalisés en utilisant la matière BM. Il a été démontré que le taux d'adsorption était de 32,5 % pour le charbon brut et de 42,66 % pour le charbon actif.

Ces tests ont fourni une meilleure compréhension des interactions entre le bleu de méthylène et le charbon actif, en analysant les différentes étapes du processus d'adsorption et en déterminant les conditions optimales pour une adsorption efficace. Les données obtenues ont apporté des informations précieuses sur la capacité d'adsorption, les taux de diffusion et les paramètres influençant l'efficacité de l'adsorption, tels que le temps de contact, la masse de l'adsorbant, et d'autres facteurs pertinents.

Conclusion général

Conclusion général

Les colorants, et plus particulièrement les colorants synthétiques, sont une source dramatique de pollution de l'eau, entraînant des perturbations et des déséquilibres dans l'écosystème aquatique. Cette pollution représente un danger potentiel pouvant conduire à une bioaccumulation qui peut affecter les espèces animales et végétales, ainsi que l'homme. Ce transfert se fait à travers la chaîne alimentaire, ce qui rend nécessaire la mise en œuvre de mesures pour réduire ou éliminer ces contaminants par des méthodes de traitement physico-chimiques ou même biologiques.

C'est dans ce contexte que nous avons choisi d'étudier le processus d'adsorption, qui est l'une des techniques les plus couramment utilisées pour le traitement et l'élimination des composés organiques et autres métaux présents dans l'eau. Nous avons utilisé des branches de tabac provenant de sources locales pour préparer du charbon actif, activé chimiquement à l'aide d'acide arginique. L'objectif de cette étude est de vérifier la possibilité d'utiliser les propriétés spécifiques d'adsorption du charbon actif préparé à partir des branches de tabac pour l'élimination du colorant bleu de méthylène.

Dans cette étude, nous avons examiné :

-La cinétique d'adsorption du bleu de méthylène sur le charbon actif et utilisé les résultats obtenus pour expliquer le mécanisme de fixation du colorant sur l'adsorbant.

- L'étude de l'effet de la concentration initiale de bleu de méthylène (30 mg/L) sur la cinétique a montré que le processus d'adsorption suit deux phases distinctes.

Première phase : Une augmentation notable de l'efficacité de l'élimination du bleu de méthylène a été observée sur une période de 240 minutes pour le charbon actif et de 300 minutes pour le charbon brut.

Deuxième phase : Nous avons constaté que l'augmentation de l'efficacité de l'élimination du bleu de méthylène devient très lente jusqu'à atteindre l'équilibre à 4 heures pour le charbon actif et à 5 heures pour le charbon brut.

L'adsorption à l'équilibre atteint un taux de 42,66 % avec 0,05 g de l'adsorbant. Cela indique qu'il pourrait être nécessaire d'utiliser une plus grande quantité de charbon brut pour fixer la quantité maximale possible de bleu de méthylène.

L'efficacité de l'élimination du bleu de méthylène augmente avec l'augmentation de la dose de charbon actif.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] Hanen Guedidi Ben Slama « Préparation et modification de carbones activés pour l'adsorption de polluants organiques émergents : molécules pharmaceutiques et liquides ioniques » THÈSE de doctorat DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOB LE 16 Février 2015
- [2]. GHOZLANE, F, Z Elimination du colorant bleu de méthylène sur un charbon actif préparé à partir des noyaux de dattes, mémoire de master, Université Mohamed Khider de Biskra, (2018).
- [3]. Oubagha, n., décontamination des eaux contenant les colorants textiles et les adjuvants par les matériaux naturels et synthétique, université mouloud mammeri – tizi-ouzou, (2011).
- [4]. Farida Harrelkas. Couplage des procédés membranaires aux techniques physico-chimiques ou biologiques pour le traitement des rejets liquides de l'industrie de textile. Autre. Institut National Polytechnique de Lorraine, 2008. Français. ffNNT : 2008INPL008Nff. fftel-01752986f
- [5]. Melle Benalioua Bahia. Contribution à l'étude de l'élimination de quelques polluants minéraux et organiques par adsorption et photocatalyse. Diplôme de doctorat en sciences. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem.
- [6]. H. Karlsson. [et al.], Persistent Chlorinated Pesticides in Air, Water, and Precipitation from the Lake Malawi Area, Southern Africa, *J. Environ. Sci.* 34 (2000), 4490– 4495.
- [7]. C. Bliefert, R. Perraud, *Chimie de l'Environnement: air, eau, sols, déchets*. De Boeck Univ, 2008.
- [8]. S. C Bouafia, Dégradation des colorants textiles par procédés d'oxydation avancée basée sur la réaction de fenton, application à la dépollution des rejets industriels, thèse cotutelle de doctorat en sciences, Université Paris-Est et Saad Dahleb. (2010)
- [9]. J. Hospitalier-Rivillon, R. Poirier, Drinking water intended to human consumption, *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 69 (2008) 496-505.
- [10]. Dégremont. *Memento . Technique de l'eau*. 7^{ème} Edition Dunod, Paris (France). (1984).
- [11]. F. Meinck. *Eaux résiduaires industrielles*. Edition Massons (1977).
- [12]. Boulkrah Hafida, L'étude comparative de l'adsorption des ions plomb sur différents adsorbants, 2008.
- [13]. Boulaajoul, S. "Etude Cinétique De L'adsorption Statique Du 4-Nitrophenol Sur Charbon Actif Commercial (Nc60)". These De Master, Université Kasdi Merbeh, Ouargla. (2012)
- [14]. Nait Merzoug, N. "Application Des Tiges De Dattes Dans L'adsorption De Polluants Organiques", Université Mohamed Cherif Massaadia Souk-Ahras (2013).

- [15]. Nasri, H., Baha, S., & Khelifi, O. Adsorption d'un colorant (Bleu de méthylène) par biosorbants, thèse de doctorat, Université Ahmed Draia de ADRAR. (2020).
- [16]. N. BOUGDAH, Etude de l'adsorption de micropolluants organiques sur la bentonite, Mémoire Magister, Université de Skikda, 2007.
- [17]. Saoudi.S, Hamouma.O. "Adsorption D'un Colorant Basique Bleu De Methylene Sur Une Argile Acidifie". These De Master, Universite A. Mira, Bejaïa. (2012).
- [18]. Benyaba.Abdk, Alioua.M, Etude Adsorption isotherme et thermodynamique du colorant organique (Rhodamine B),Mémoire master, Universite Ahmed Draia D'adrar,(2019).
- [19]. C. ManoleCreangă, Procédé Ad-Ox D'élimination de polluants organiques non biodégradables (par adsorption puis oxydation catalytique), Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse,(2007).
- [20]. Nadir.B. "Enlèvement D'un Colorant Cationique A Partir De Solutions Aqueuses Par Un Matériau Sorbant Non Conventionnel Et A Faible Cout". These De Master, Universite Badji Mokhtar, Annaba. (2018).
- [21]. Haneche.A. "Evaluation Et Optimisation Des Parametres Affectant L'adsorption D'un Colorant Sur Une Argile Locale". These De Master, Universite Larbi Ben M'hidi, Oum El Bouaghi. (2016).
- [22]. Khoualene.L, Semmar.S."Étude Cinétique Et Thermodynamique L'adsorption Du Noir Eriochrome T Sur Le Charbon". Thèse De Master, Université A. Mira, Bejaïa. (2015)
- [23]. Meridja.D, "Adsorption And Wastewater Treatment", Université De Bejaia.
- [24]. A.ABID, B.GUIRIDA, Etude de l'efficacité d'un charbon actif à base de noix de dattes sur l'adsorption des métaux (calcium), Mémoire Master, Université de Ouargla, 2011
- [25]. S.BENDOUCHE, Utilisation des argiles traitées pour la décoloration des bains de teinture, Mémoire de Magister, 2009,
- [26]. ABBAS, moussa. Valorisation du noyau d'abricot dans la dépollution des eaux, 205p, Thèse de Doctorat : Chimie des Matériaux : Boumerdes, Université M'hamed Bougara : 2015.
- [27]. Lounici,l . Laredj,O. Elimination du bleu de méthylène par adsorption sur des coquilles de noix et de cacahuètes activées par voie chimique. Mémoire de projet de fin d'étude. Ecole Nationale Polytechnique d'Alger .(2017).
- [28]. Giles, C. H., Smith, D., & Huitson, A. A general treatment and classification of the solute adsorption isotherm. I. Theoretical. Colloid and interface science, (1974).

- [29]. Limousin, G., Gaudet, JP, Charlet, L., Szenknect, S., Barthes, V., &Krimissa, M. Isothermes de sorption : Une revue sur les bases physiques, la modélisation et la mesure. *Géochimie appliquée*, (2007).
- [30]. H. Tapiero , G. Mathé ,P. Couvreur ,K.D. Tew : Free amino acids in human health and pathologies. I. Arginine, université de Paris,(2002).
- [31]. Mlle: BenamraouiFaouzia ; Elimination des colorants cationiques par des charbons actifs synthétisés à partir des résidus de l’agriculture. Thèse MAGISTER, UNIVERSITE FERHAT ABBAS SETIF-1 UFAS (ALGERIE), 2014.
- [32]. Sarah MOUMENINE ; Elimination de polluants des eaux d'usines par adsorption sur charbon de chêne en combinaison avec un désinfectant. Thèse ingénieur d'état, université Abou BekrBelkaid –Tlemcen (2011).