



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID - TLEMCCEN

MEMOIRE

Présenté à :

FACULTE DES SCIENCES – DEPARTEMENT DE CHIMIE

Pour l'obtention du diplôme de :

MASTER EN CHIMIE

Spécialité : Chimie de L'environnement

Par :

Mlle BENSALD Fatima Zohra

Mlle CHEKROUNE Anfal

Sur le thème

Elimination d'un colorant textile en solution aqueuse en utilisant le charbon actif

Soutenu le 17 Juin 2025 à Tlemcen devant le jury composé de :

M.BENGUELLA Belkacem	Professeur	Université de Tlemcen	Président
Mme LANSARI Imane	MCB	Université de Tlemcen	Encadrante
Mme BELFILALI Imane	MCA	Université de Tlemcen	Examinatrice
M.BELKHODJA Abdelmadjid	MCB	Université de Tlemcen	Examineur

Dédicaces

A toi ma chère maman **Fatiha**, il n'y a pas de mot assez fort , ni de phrase assez grande pour décrire ce que je ressens pour toi. Tu es la raison silencieuse derrière chacun de mes pas, la force invisible qui m'a soutenu quand mes jambes tremblaient. Tu as donné sans compter, aimé sans condition, cru en moi-même dans mon silence et mes doutes.

Maman, tu as été à la fois le feu qui m'a poussé à avancer, et l'abri qui m'a protégé du monde. Chaque page de ce mémoire est imprégnée de ton amour, de tes prières, de tes sacrifices. Ce diplôme, c'est autant le tien que le mien.

Merci de m'avoir porté dans la vie, et d'avoir porté mes rêves avec tant de douceurs et de forces.

A mon cher papa **Mohammed**, mon pilier, mon exemple, mon héros silencieux. A toi, papa qui m'a appris la valeur du travail, la force de la patience et le courage de ne jamais baisser les bras. Tu as été présent dans chaque étape de ma vie, souvent en silence, mais toujours avec une présence rassurante. Ton amour discret mais profond, tes sacrifices, ton soutien inconditionnel ont été les fondations de mon parcours.

Ce mémoire, fruit de tant d'efforts, je te le dédie avec toute ma gratitude, mon respect et mon amour. Puisse t-il être un modeste reflet de tout ce que tu m'as transmis.

Merci d'avoir cru en moi, même quand moi, je doutais. Ce succès est le tien autant que le mien.

A **Anfel**, plus qu'une binôme, une vraie partenaire de route. Merci pour ta gentillesse, ton écoute et ta persévérance. Ce mémoire est le reflet de notre bel esprit d'équipe.

A vous, mes amies de cœur **Zineb, Abir, Fatima**, merci d'avoir été là, dans les rires comme dans les larmes, dans les moments de doute comme dans les petites victoires. Votre présence a été un refuge, un souffle, une force. Vous m'avez offert bien plus que de l'amitié, un soutien sincère, une écoute attentive, et cette chaleur humaine qui rend les jours difficiles plus doux.

FATIMA ZOHRA

Dédicaces

À ma très chère mère **Naima**, tu es le cœur qui bat dans ma vie, celui qui a toujours su offrir tendresse, réconfort et amour sans jamais faiblir. Tes sacrifices, tes gestes pleins de douceur et ton soutien constant ont forgé la personne que je suis aujourd'hui. Par ton exemple, j'ai appris l'humilité, la force intérieure et le véritable sens de l'amour inconditionnel. Ce travail est le fruit de tout ce que tu m'as donné, chaque jour. Je te le dédie avec une gratitude immense, et je prie pour que Dieu te protège et t'accorde une vie

À mon très cher père **Ali**, tu es l'homme qui m'a montré que la persévérance et le travail acharné sont les clés de la réussite. Toujours présent, toujours attentif, tu as été ma source d'inspiration. Grâce à ta sagesse, ton soutien constant et ta foi en moi, j'ai pu surmonter tous les obstacles. Ce mémoire est le résultat de tes sacrifices et de ton amour sans condition. Je te dédie ce travail en signe de reconnaissance et de respect, avec tout l'amour que j'ai pour toi. Que Dieu te garde en bonne santé et te bénisse pour tout ce que tu fais pour moi, pleine de joie et de santé.

À ma chère sœur **Fatima**, ton amour inébranlable, ton soutien discret mais toujours présent et ta capacité à apaiser mes doutes ont été une véritable source de force pour moi. Ta fierté envers mes accomplissements m'a constamment motivée à donner le meilleur de moi-même. Merci pour tout ce que tu es et pour ta présence indéfectible dans ma vie.

À mon petit trésor **Siffe Edine**, ta joie et ton naturel ont illuminé ce parcours. Ce travail porte aussi ton empreinte.

À mes chers frères, **Aïssa** et **Abdenour**, merci pour votre soutien, vos paroles réconfortantes et votre présence fidèle, chacun de vous, à votre manière, a été une source de force et de motivation, votre confiance en moi m'a permis de croire en moi-même et d'aller toujours plus loin.

À ma binôme extraordinaire, **Fatima Zohra**, partenaire remarquable, dont la rigueur et la bienveillance ont fait de cette collaboration un réel plaisir. Ce projet est le reflet de notre travail d'équipe.

À ma belle amie, **Téma**, tu es celle qui a toujours été à mes côtés, dans les bons comme dans les mauvais moments. Notre amitié est un trésor inestimable, et je suis reconnaissante de t'avoir à mes côtés.

À mes chères amies de la résidence universitaire, merci pour vos rires, votre soutien et votre amitié, qui ont embelli chaque instant de ce parcours.

À tous ceux et celles qui sont chers à mon cœur, que ce travail puisse vous rendre fiers de moi.

Enfin je dédie ce travail à moi-même, c'est le temps

ANFEL

Remerciements

En tout premier lieu, Nous voulons exprimer notre profonde gratitude à **Dieu** pour guidance et son soutien tout au long de notre parcours.

Ce travail a été réalisé au sein du laboratoire de Chimie Inorganique et Environnement (LCIE) de l'Université Abou Bekr-Belkaid Tlemcen.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à **Mme LANSARI Imane**, notre encadrante, pour sa disponibilité, ses conseils précieux, son encadrement rigoureux et son accompagnement bienveillant tout au long de ce projet. Sa confiance et son soutien ont été essentiels à la réussite de notre mémoire.

Nos sincères remerciements vont également à **Mr BENGUELLA Belkacem**, directeur du laboratoire Chimie Inorganique et Environnement, pour nous avoir permis de réaliser notre projet dans un cadre de recherche favorable et pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant d'évaluer notre travail, et pour l'intérêt porté à notre étude.

Nous remercions aussi l'ensemble des membres du jury, **Mr BELKHODJA Abdelmadjid** et **Mme BELFILLALI Imane**, pour le temps consacré à la lecture de notre mémoire, ainsi que pour leurs remarques pertinentes et enrichissantes.

Nos remerciements aussi à **Mr BOUZIANI Mohammed** pour leur disponibilité et leur aide tout au long de ce travail.

Nous n'oublions pas de remercier l'ensemble de **nos professeurs(es)**, qui nous ont transmis leurs connaissances, guidés et inspirés tout au long de notre formation. Leurs enseignements ont constitué une base solide qui nous a permis à bien ce travail.

Nous remercions aussi toutes les personnes, de près ou de loin, qui nous ont soutenus et encouragés durant ce parcours.

Sommaire

Liste des Figures.

Liste des Tableaux

INTRODUCTION GENERALE	1
Chapitre I : Partie Bibliographique	4
I. Les colorants	4
I.1.Définition	4
I.2.Les colorants synthétiques	4
I.3.Classification des colorants	5
I.3.1.Classification chimique	5
I.3.2 Classification tinctoriales	8
I.4.Toxicité des colorants	13
I.4.1.Les dangers évidents	13
I.4.2.Les dangers a long terme	13
II. Charbon actif	14
II.1.Définition	14
II.2.Source de charbon actif	14
II.3.Structure de charbon actif	14
II.4.Propriété du charbon actif	14
II.4.1.Propriétés physico-chimiques du charbon actif	14
II.5.Différents types du charbon actif	15
II.5.1.Charbon actif en poudre(CAP)	15
II.5.2.Charbon actif en grain (CAG)	15
II.5.3.Charbon actif extrudé	15
II.6. Procédé de fabrication du charbon actif	16
II.7.Domaine d'utilisation du charbon actif	16
III. L'adsorption	18
III.1.Définition	18
III.2.Type d'adsorption	18
III.2.1.Adsorption physique (ou physisorption)	18
III.2.2.L'adsorption chimique (ou chimisorption)	19
III.3. Mécanisme d'adsorption	19
III.4. Facteurs influencent l'adsorption	20
III.5. Cinétique d'adsorption	20
III.6. Isotherme d'adsorption	21

III.7. Thermodynamique d'adsorption	23
Chapitre II : Matériels et méthode	26
II. 1. Introduction	26
II.2. Adsorbants utilisés	26
II.3. Polluant utilisé	26
II.4. Produit utilisé	26
II.5. Préparation du charbon actif issue de cheveux	26
II.6. Préparation des solutions	27
II.7. Techniques expérimentales	27
II.7.1. Spectroscopie infra-rouge à transformé de fourrier (IRTF)	27
II.7.2. Spectrophotométrie d'adsorption UV-Visible	27
II.7.3. pH point zéro charge (pHpzc)	28
Chapitre III : Caractérisation de Matériaux et Résultats	31
III.1. Introduction	31
III. Partie 1. Caractérisation des matériaux	31
III.1.1. Spectroscopie infra-rouge a transformé de fourrier (IRTF)	31
III.1.2. Détermination de la longueur d'onde maximale du jaune bemacide :	32
III.1.3. pH point zéro charge (pHpzc)	33
III. Partie 2 : Résultats et discussions	34
III.2.1. Cinétique d'adsorption	34
III.2.2 Détermination des constantes de vitesses	36
III.2.3. Validation des modèles cinétiques	38
III.2.4. Effet de concentration initiale du colorant sur l'adsorption	39
III.2.5. Modélisation des isothermes d'adsorption	40
III.2.6. Effet de pH	42
III.2.7. Effet de la vitesse d'agitation	44
III.2.8. Effet de la température	45
Conclusion générale	47
Références	49

Liste des Figures

Figure I. 1. Structure du rouge para[5].....	5
Figure I. 2. Structure d'anthraquinoniques[5]	6
Figure I. 3. Structure de l'indigo[5]	6
Figure I. 4. Structure d'un colorant xanthène[10].....	7
Figure I. 5. Structure d'un colorant phtalocyanines [11].....	7
Figure I. 6. Structure d'un colorant nitré[5]	8
Figure I. 7. Structure d'un colorant anionique[11]	8
Figure I. 8. Structure d'un colorant cationique[11].....	9
Figure I. 9. Structure d'un colorant de cuve[8]	10
Figure I. 10. Structure d'un colorant direct[11].....	10
Figure I. 11. Structure d'un colorant a mordant[11]	11
Figure I. 12. Structure d'un colorant dispersé[12].....	11
Figure I. 13. Structure d'un colorant réactif[11].....	12
Figure I. 14. Structure d'un colorant azoïque insoluble[11].....	12
Figure I. 15: Phénomène d'adsorption[25]	18
Figure I. 16 :Mécanisme du transport d'un adsorbat au sein d'un grain du solide.[28].....	19
Figure III.1. 1: spectre IRTF du charbon actif synthétisé.....	31
Figure III.1. 2: Spectre IRTF du charbon actif industriel	32
Figure III.1. 3: courbe d'étalonnage du jaune bemacide.	33
Figure III.1. 4: le pH _{pzc} du charbon actif synthétisé.....	34
Figure III.2. 1: cinétique d'adsorption du colorant jaune bemacide sur le charbon actif synthétisé et le charbon actif industriel.....	35
Figure III.2. 2: détermination des constantes de vitesses du premier ordre d'adsorption du jaune bemacide par le charbon actif synthétisé.....	37
Figure III.2. 3: détermination de constante de vitesse de pseudo second ordre d'adsorption du jaune bemacide par le charbon actif synthétisé.....	37
Figure III.2. 4:détermination de constante de vitesse de second ordre d'adsorption du jaune bemacide par le charbon actif synthétisé.	38
Figure III.2. 5: Effet de la concentration initiale sur l'adsorption du jaune bemacide sur le charbon actif synthétisé.....	40
Figure III.2. 6: modélisation de l'isotherme d'adsorption de Freundlich du jaune bemacide sur le charbon actif synthétisé.....	41
Figure III.2. 7:modélisation de l'isotherme d'adsorption de Langmuir du jaune bemacide sur le charbon actif synthétisé.	41
Figure III.2. 8: effet du pH initial sur l'adsorption du jaune bemacide sur le charbon actif synthétisé. .	43
Figure III.2. 9: effet de la vitesse d'agitation sur la cinétique d'adsorption jaune bemacide par le charbon actif synthétisé.....	44
Figure III.2. 10:effet de température sur les cinétiques d'adsorption du colorant jaune bemacide par le charbon actif synthétisé.....	45

Liste des Tableaux

Tableau I. 1: Les principaux groupes chromophores et auxochromes	4
Tableau II. 1: Propriétés des produits employés	26
Tableau III. 1: principales bandes spectre IRTF du charbon actif. [21]	32
Tableau III. 2: valeurs des quantités du colorant fixées à l'équilibre par le charbon actif synthétisé et le charbon actif industriel en mg/g	35
Tableau III. 3: paramètres cinétiques du modèle Lagergren d'adsorption du jaune bémacide sur le charbon actif synthétisé.....	39
Tableau III. 4: constantes des isothermes de jaune bémacide par le charbon actif synthétisé.	42

Introduction Générale

INTRODUCTION GENERALE

L'eau constitue le principal élément de la matière biologique. Pour la majorité des organismes vivants, la concentration en eau atteint approximativement 70% ou même plus. L'importance de l'eau, élément essentiel à la vie, est constamment soulignée à l'échelle mondiale. La pollution engendrée par les activités industrielles et agricoles représente une préoccupation majeure dans nos sociétés développées.[1]

La contamination des eaux, qu'elle soit accidentelle ou délibérée, par divers produits chimiques provenant de l'industrie (hydrocarbures, phénols, composés dérivés du phénol, colorants, métaux lourds, détergents...) ou de l'agriculture (pesticides, engrais...) représente une menace pour l'environnement. Ce problème suscite actuellement une attention particulière au niveau mondial.

Les rejets des secteurs de l'industrie textile contiennent une forte concentration en colorants acides ou basiques, ainsi qu'en sels et en additifs. Les colorants solubles dans l'eau sont difficiles à gérer en raison de leur origine synthétique et de leur structure moléculaire complexe qui les rend plus stables et compliqués à biodégrader.[2]

Dans cette étude, l'accent a été mis sur l'utilisation de matériaux naturels, à savoir le charbon actif industriel et le charbon actif issu des coupures de cheveux humains, pour l'adsorption d'un colorant textile (le Jaune Bemacide)

Pour traiter ce sujet de manière structurée, le présent mémoire est organisé en trois grands chapitres :

- Le premier chapitre constitue une revue bibliographique détaillée. Il présente les colorants textiles, leur classification et leur toxicité, ainsi que le charbon actif, ses propriétés et le mécanisme d'adsorption des polluants en solution aqueuse.
- Le deuxième chapitre décrit les matériaux utilisés, les protocoles expérimentaux mis en œuvre pour la préparation des adsorbants, ainsi que les techniques de caractérisation telles que la spectroscopie infrarouge (IRTF), la spectrophotométrie d'adsorption UV-Visible et la détermination du pH_{pzc}.
- Le troisième chapitre expose les résultats obtenus. Il analyse les spectres et données de caractérisation, discute la cinétique d'adsorption, modélise les isothermes de Langmuir

et de Freundlich et étudie l'effet de divers paramètres (pH, température, vitesse d'agitation) sur l'adsorption du colorant.

Enfin, une conclusion générale récapitule les résultats essentiels obtenus, propose des perspectives d'amélioration, et souligne l'intérêt de valoriser des ressources naturelles pour la dépollution des eaux industrielles.

Chapitre I : Partie Bibliographique

I. Les colorants

I.1. Définition

Un colorant est une matière, qu'elle soit naturelle ou synthétique, capable de donner une teinte durable au support sur lequel elle est appliquée dans des conditions spécifiques.[3]. En plus de sa couleur unique, un colorant est tenu d'avoir la capacité d'apporter une teinte. L'affinité spécifique du colorant et de la fibre est la principale difficulté rencontrée lors des procédures de traitement. [4]

Un colorant est constitué de groupements qui lui donnent sa couleur, connus sous le nom de chromophores, et d'autres groupements facilitant sa fixation connus sous le nom d'auxochromes.[5]

Le tableau. I.1 représente les principaux groupes chromophores et auxochromes[1]

Tableau I. 1: Les principaux groupes chromophores et auxochromes

Groupe chromophore	Groupe auxochrome
Azo (-N=N-)	Amine primaire (-NH ₂)
Nitroso (-N=O)	Amine secondaire (-NHR)
Carbonyle (>C=O)	Amine tertiaire (-NR ₂)
Vinyl (-CH=CH-)	Hydroxy (-OH)
Nitro (-NO ₂)	Alkoxy (-OR)
Thiocarbonyle (>C=S)	Donneurs d'électrons (-Cl)

I.2. Les colorants synthétiques

Les colorants synthétiques se sont progressivement imposés aux colorants naturels. Depuis le milieu du XIXe siècle, des études ont abouti à la production d'une multitude de catégories de pigments, qui reproduisent fréquemment la structure chimique des colorants originaux. Cette étude a aussi contribué significativement à l'évolution de la chimie organique et à la compréhension de la nature moléculaire.[6]

On fabrique principalement des colorants synthétiques à partir des dérivés du pétrole, en particulier le benzène et ses dérivés (toluène, naphthalène, xylène et anthracène).

On les classe en fonction de leur composition chimique, spécifiquement du type d'actifs qu'ils contiennent (bleu de méthylène, bleu de patenté, noir d'aniline, vert naphthalène, etc.) et de leur manière d'être utilisés sur divers substrats (textiles, papier, cuir, matières plastiques, etc.). Grâce à leur facilité de fabrication, leur rapidité d'application et la diversité de leurs teintes par rapport aux colorants naturels, ces pigments offrent une plus grande utilité. Cependant, ils doivent respecter plusieurs critères pour prolonger la longévité des produits colorés sur lesquels ils sont utilisés : Résistance à la détérioration, stabilité des teintes sous lumière, résistance à l'oxydation chimique (en particulier aux détergents) et aux agressions microbiennes.[7]

I.3. Classification des colorants

I.3.1. Classification chimique

La classification des colorants en fonction de leur composition chimique est basée sur la nature du groupement chromophore. [7]

a-Colorants azoïques

Les colorants azoïques se distinguent par l'existence d'un groupement azoïque (-N=N-) dans la molécule qui relie deux noyaux de benzène. Actuellement, cette classe de colorant est la plus courante en matière d'utilisation, car elle compte pour plus de 50% de la production mondiale de colorant.[8]

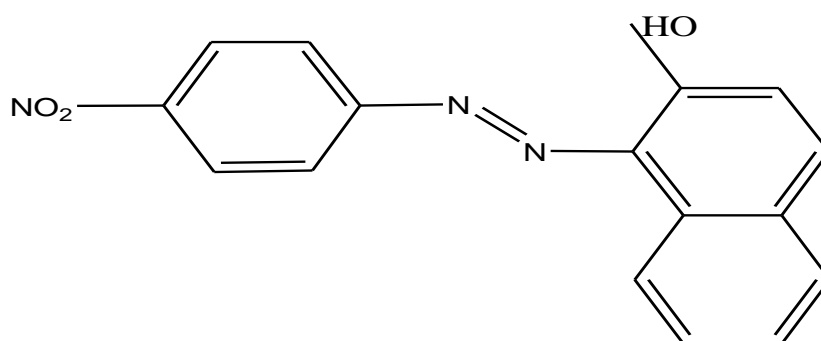


Figure I. 1. Structure du rouge para[5]

b-Colorants anthraquinoniques

Sur le plan commercial, les colorants anthraquinoniques occupent la première place après les colorants azoïques. La formule globale qu'ils ont dérivée de l'anthracène indique que le chromophore est un noyau qui contient des groupes hydroxyles ou amino.[9]

On obtient plus aisément une teinture homogène grâce aux anthraquinoniques, qui présentent une moindre dimension moléculaire. Ainsi, ce genre de colorants est davantage approprié pour la teinture en nuances claires tandis que les colorants azoïques, plus grands moléculairement et moins onéreux, conviennent davantage pour obtenir des teintes foncées.[8]

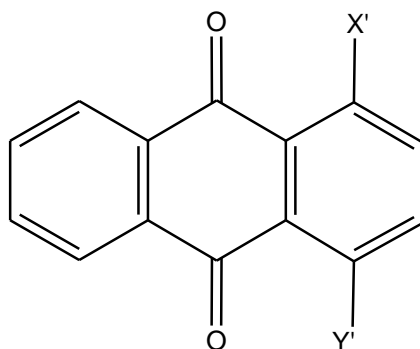


Figure I. 2. Structure d'anthraquinoniques[5]

c-Colorants indigoïdes

Les colorants indigoïdes ont reçu leur nom depuis l'indigo de laquelle ils proviennent. Donc, les séléniums, soufres et oxygènes présents dans le bleu indigo engendrent d'importantes réactions hypsochromes, présentant des teintes variant de l'orange au turquoise.[9]

Les colorants indigoïdes servent de colorants dans le domaine du textile, d'additifs dans les produits pharmaceutiques, la confiserie et aussi dans des diagnostics médicaux.[8]

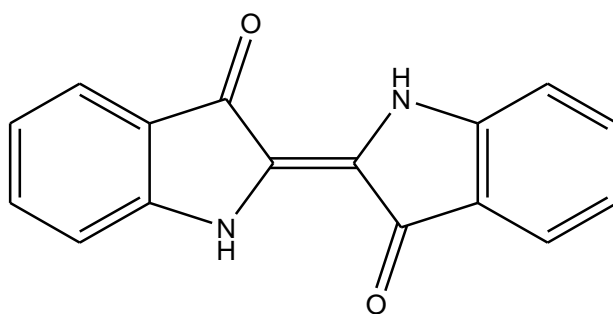


Figure I. 3. Structure de l'indigo[5]

d-Colorants xanthènes

Les xanthines constituent des substances organiques tricycliques. Ils se composent d'un cycle de pyrane, supervisé par deux cycles de benzène. Cette famille de colorants se distingue par une fluorescence intense. Ils servent de colorants dans le domaine de la nourriture, de la cosmétique, du textile et de l'impression.[8]

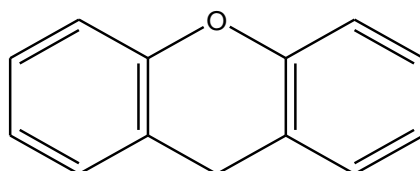


Figure I. 4. Structure d'un colorant xanthène[10]

e-Colorant phtalocyanines

Les colorants phtalocyanines, également appelés métallifères, présentent une composition complexe comprenant un atome au centre métallique et sont fabriqués par réaction entre le dicyanobenzène et un halogénure métallique.[2]

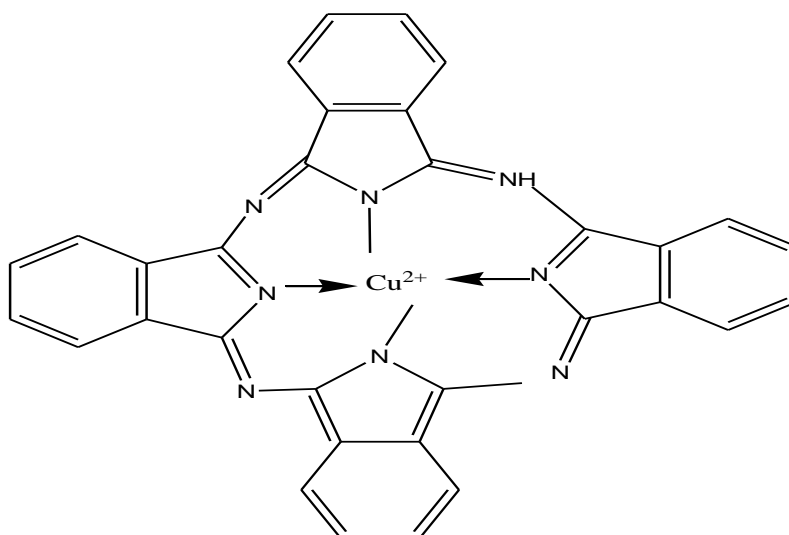


Figure I. 5. Structure d'un colorant phtalocyanines [11]

f-Colorants nitrés et nitrosés

Les couleurs nitrés et nitrosés représentent un type de couleur plutôt ancien et en nombre très restreint, mais qui est toujours employé en raison de leur coût modéré. Leur structure moléculaire est simple, se distinguant par la présence d'un groupe nitro (NO₂) en position ortho par rapport à un groupement électro donneur (hydroxyle ou aminé).[2]

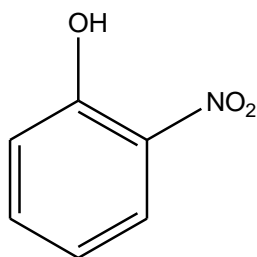


Figure I. 6. Structure d'un colorant nitré[5]

I.3.2 Classification tinctoriales

Le type de liaison entre le colorant et le substrat est déterminé par la nature du groupe auxochrome qui guide cette classification.[7]

a-Les colorants acides ou anioniques

Les colorants à base d'acide ou d'anionique Grâce à leurs groupes de sulfonate ou carboxylate, ils se dissocient facilement dans l'eau et ont reçu ce nom en raison de leur capacité à colorer les fibres animales (comme la laine et la soie) ainsi que quelques fibres acryliques modifiées (telles que le nylon et le polyamide), lorsqu'elles subissent un bain légèrement acide. L'affinité entre le colorant et la fibre découle des liaisons ioniques entre la composante acide sulfonique du colorant et les groupes amino présents dans les fibres textiles.[9]

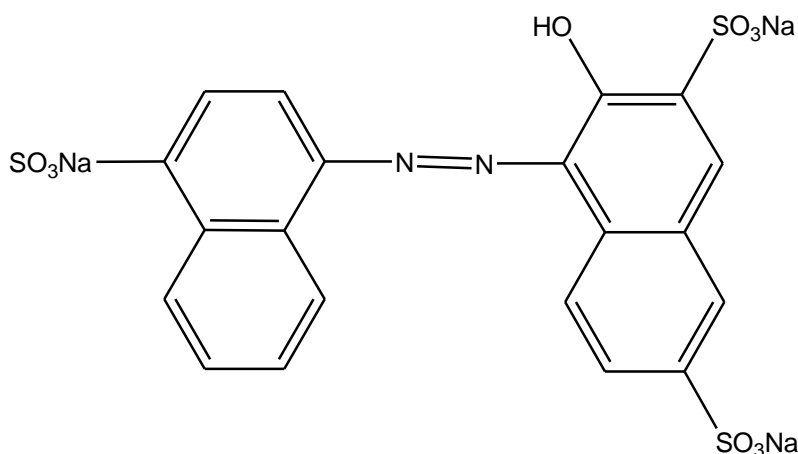


Figure I. 7. Structure d'un colorant anionique[11]

b-Les colorants basiques ou cationiques

Les sels d'amines organiques, connues sous le nom de colorants basiques ou cationiques, jouissent d'une excellente solubilité dans l'eau. Les liaisons sont établies entre les points de contact cationiques des colorants et ceux anioniques des fibres.

Ces colorants, qui étaient en train de disparaître dans la teinture de la Laine et de la Soie, ont reçu un regain d'intérêt suite à l'émergence des fibres acryliques, auxquelles ils offrent des nuances intenses et solides.[8]

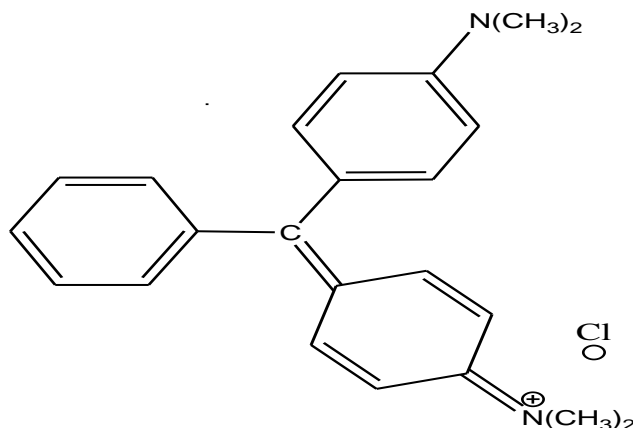


Figure I. 8. Structure d'un colorant cationique[11]

c-Les colorants de cuve

Des colorants pour cuves ne se dissocient pas dans l'eau. Toutefois, grâce à un réducteur appelé dithionite de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$), un colorant de cuve produit son leuco-dérivé, c'est-à-dire le produit de réduction qui est incolore ou blanc et soluble dans l'eau. Certaines fibres textiles comme le coton, le lin, la laine et la soie présentent une affinité pour le leuco-dérivé. En utilisant l'air ou un agent oxydant, le colorant d'origine insoluble dans l'eau est renouvelé au sein de la fibre par une oxydation.

Les colorants pour cuves font partie de la catégorie chimique des anthraquinones et des indigoïdes, et grâce à leur grande résistance, ils figurent parmi les groupes les plus significatifs dans le domaine des pigments synthétiques. Certaines teintes de cuve se sont imposées comme des pigments dans le secteur des vernis grâce à leur excellente résistance à la lumière.[12]

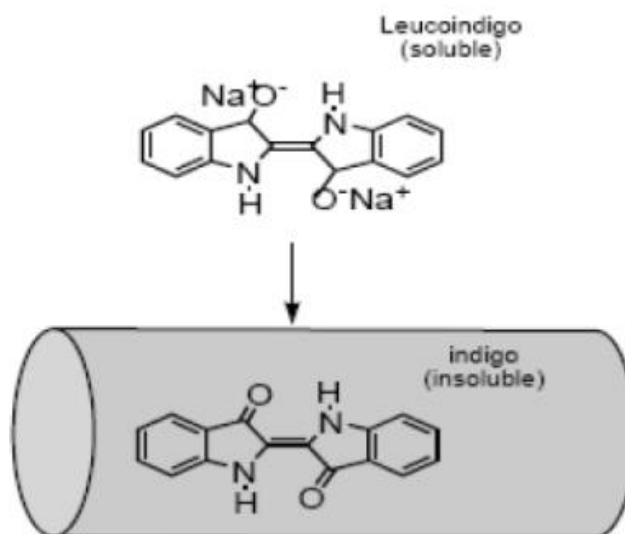


Figure I. 9. Structure d'un colorant de cuve[8]

d-Les colorants directs

Les colorants directs ont la capacité de générer des charges électrostatiques positives ou négatives, attirés par les charges présentes dans les fibres. Ils se caractérisent par leur préférence pour les fibres de cellulose sans nécessiter d'applications mordantes.[11]

On peut les utiliser sur du coton, d'autres matières cellulosiques, du papier, du cuir, de la laine, de la soie et du nylon. On les utilise aussi en tant qu'indicateurs de pH et en tant que colorants biologiques. L'efficacité du lavage des colorants directs est assez faible et les molécules de ces derniers sont progressivement éliminées à chaque fois qu'elles sont lavées.[5]

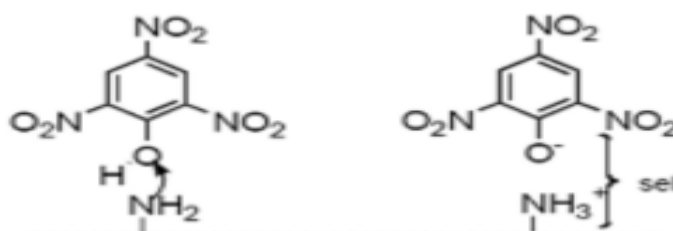


Figure I. 10. Structure d'un colorant direct[11]

e-Les colorants à mordants

Généralement, ce genre de colorant intègre un ligand actif capable d'interagir fortement avec le sel d'aluminium, le chrome et le cobalt. ou le fer pour créer divers complexes colorés sur le textile.[7]

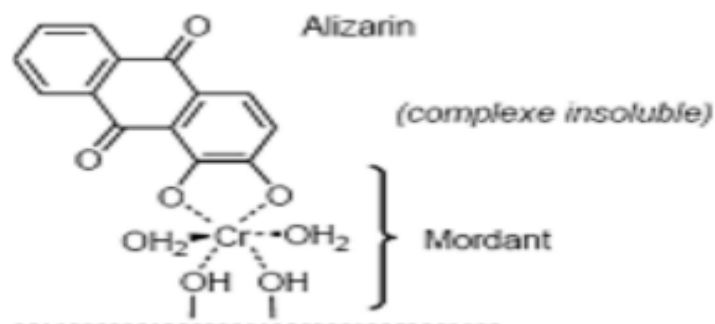


Figure I. 11. Structure d'un colorant a mordant[11]

f-Les colorants dispersés

Les colorants dispersés, également connus sous le nom de plastosolubles, ont une faible solubilité dans l'eau.[2] avec une nature colloïdale [5]

Ils sont utilisés en poudre fine dispersée dans le bain de teinture.[9] et on les utilise également pour colorer des fibres artificielles comme le polyester, le nylon, la triacétate et l'acrylique.[5]

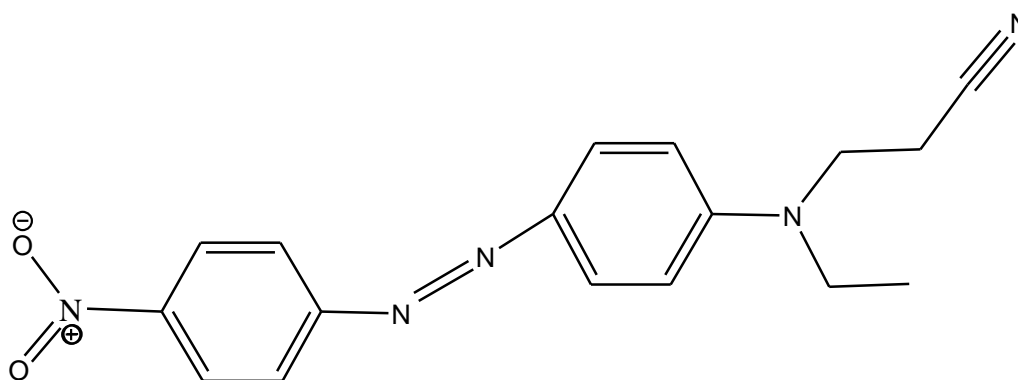


Figure I. 12. Structure d'un colorant dispersé[12]

g-Les colorants réactifs

Il s'agit de colorants synthétiques composés d'un fragment chromogène (groupe chromophore) sur lequel est attaché(e) un ou plusieurs groupements réactifs électrophile(s), conçu(s) pour créer une liaison chimique covalente, stable et solide avec les fonctions hydroxyles de la cellulose et les NH_2 et NH des polyamides.[12]

Les colorants réactifs ont un coût supérieur par rapport aux colorants directs. Toutefois, ils présentent une reproductibilité exceptionnelle des couleurs tout en offrant une résistance remarquable à l'humidité.[5]

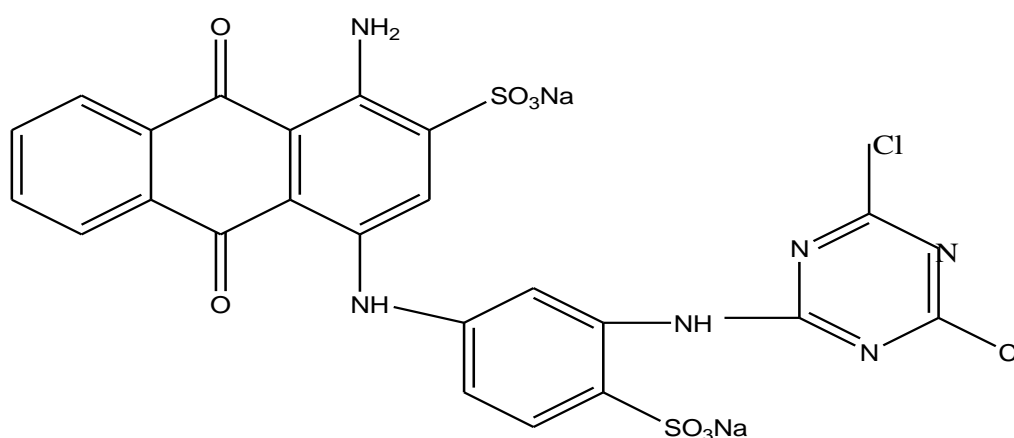


Figure I. 13. Structure d'un colorant réactif[11]

h-Les colorants azoïques insolubles

Ces derniers, également connus sous le nom de colorants au naphtol, se forment directement sur la fibre. Dans un premier temps, la matière textile est immergée dans une solution basique de naphtol ou de couplant avant d'être immergée dans une solution froide de sel de diazonium pour créer le colorant. Le colorant insoluble est synthétisé directement et adhère par le biais des forces d'adsorption.[2]

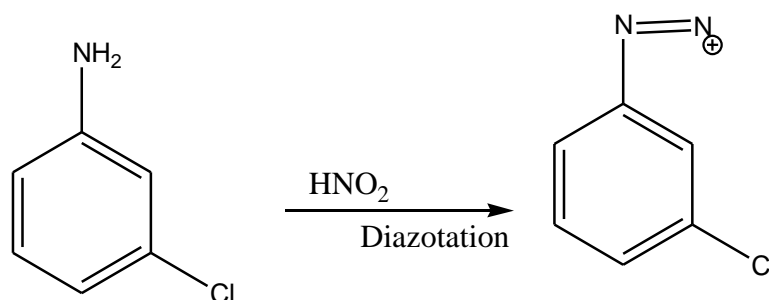


Figure I. 14. Structure d'un colorant azoïque insoluble[11]

I.4.Toxicité des colorants

Les colorants sont des substances qui, malgré leur biodégradabilité par les microorganismes. Ils peuvent être nocifs ou dangereux pour l'homme et les animaux.[11]

I.4.1.Les dangers évidents

a-Eutrophisation Sous l'effet des micro-organismes, les colorants libèrent des ions minéraux tels que des nitrates et des phosphates dans l'environnement, et leur présence en excès peut devenir toxique pour les poissons, les plantes aquatiques et altérer la production d'eau potable [13]

b-Sous-oxygénation Il suffit que les micro-organismes dégradent entre 7 et 8 mg de matière organique pour absorber l'oxygène présent dans un litre d'eau.[6]

c-Couleur, turbidité, odeur l'œil humain peut percevoir une coloration à partir de 5×10^{-6} g/L [6].

I.4.2.Les dangers a long terme

a-Bioaccumulation Si un organisme ne dispose pas de mécanismes précis pour prévenir la réabsorption d'une substance ou son éloignement suite à son ingestion, ce produit se retrouve en accumulation. L'ensemble des espèces au sommet de la chaîne d'approvisionnement alimentaire, y compris le corps humain, est exposé à des toxines pouvant atteindre des niveaux d'eau d'origine.[13]

b-Cancer Même si la majorité des colorants ne sont pas directement toxiques, une grande partie de leurs métabolites le sont. Son impact mutagène, tératogène ou cancérigène se manifeste suite à la dégradation de la molécule initiale en sous-produits d'oxydation.[13]

c-Sous-produits de chloration SPD Le chlore employé pour éliminer les micro-organismes nuisibles interagit avec le matériau organique pour créer des trihalométhanes (THM) qui peuvent atteindre des centaines de mg/L.[13] Chez l'homme, les SPD contribuent à l'apparition de cancers du foie, des poumons, des reins et de la peau.[6]

II. Charbon actif

II.1.Définition

Le charbon actif est un matériau noir principalement constitué de carbone présentant une structure poreuse et amorphe[14]

Le charbon actif génère une surface considérable, chaque gramme de ce dernier possédant une surface spécifique pouvant excéder $1500 \text{ m}^2/\text{g}$, et ce caractère exceptionnel contribue à ses caractéristiques d'adsorption remarquables.[15].Il est couramment employé en tant qu'adsorbant dans la purification des liquides et gaz, ainsi que comme catalyseur et support de catalyseur.[16]

II.2.Source de charbon actif

Les charbons actifs proviennent de matières carbonées telles que le bois, le charbon, le coke pétrole, les noyaux des fruits, la coquille des noix de coco, les os d'animaux, et généralement tout matériau organique qui subit une oxydation intense par le dioxyde de carbone ou par la vapeur.[17]

II.3.Structure de charbon actif

Les charbons actifs se composent d'une combinaison aléatoire de plans atomiques de carbone. On organise ces atomes en cycles aromatiques, créant des feuilles de carbone désignées sous le nom de graphène. La structure bidimensionnelle de ses atomes de carbone évoque celle d'un nid d'abeille.Le déplacement irrégulier des électrons π sur ces cycles aromatiques génère entre les feuilles des interstices appelés pores, qui constituent la plus grande surface de charbons actifs.[18]

II.4.Propriété du charbon actif

II.4.1.Propriétés physico-chimiques du charbon actif

Les caractéristiques distinctives du charbon actif sont associées à sa surface qui, à la différence des autres adsorbants, détermine ses conditions d'emploi.[17]

a-**La granulométrie** La vitesse d'adsorption est conditionnée par la dimension du grain, ce qui favorise un transfert rapide vers le centre[17].

b-La dureté du matériau La résistance du charbon actif face à l'abrasion, au tassement, à l'attrition et aux vibrations varie en fonction de la matière première utilisée.[17]

c-Le taux de cendre est la partie inorganique, inerte, amorphe et non exploitable qui se trouve dans le charbon actif. Les sels de calcium et les oxydes métalliques forment la structure des cendres. Pour une qualité supérieure du charbon actif, il est nécessaire que le taux de cendre soit extrêmement faible.[17]

d-Les fonctions de surface Dans le contexte de l'adsorption des composés organiques en phase aqueuse, les caractéristiques acido-basiques de la surface du charbon actif ont une grande importance et parfois dépassent même celles de sa porosité.[17]

II.5. Différents types du charbon actif

On peut généralement trouver du charbon actif sous trois formats distincts : la poudre, le grain ou les extrudés.[19]

II.5.1. Charbon actif en poudre (CAP)

Ils ont une granulométrie de 20 μm , des pores mésopores et une surface spécifique d'environ 658 m^2/g .[20]. Le CAP possède une vaste surface extérieure et une profondeur de diffusion réduite, ce qui provoque une rapidité d'adsorption.[19]. Il a un coût inférieur par rapport au charbon actif granulé.[4]

II.5.2. Charbon actif en grain (CAG)

La granulométrie du GAC varie entre 0,3 et 0,5 mm, avec une surface spécifique d'environ 550 m^2/g .[20]. Il se distingue par un diamètre des pores relativement bas, une surface interne considérable et une externe plutôt basse. Cela signifie que les processus de diffusion au sein des pores jouent un rôle crucial dans le processus d'adsorption.[19]

II.5.3. Charbon actif extrudé

Un troisième type de CA, nommé charbon actif extrudé, se présente sous une forme cylindrique et possède des diamètres variant entre 0.8 mm et 5 mm. En raison de sa faible perte de charge, de son excellente résistance mécanique et de sa faible concentration en poussières, il est principalement employé dans les applications gazeuses.[19]

II.6. Procédé de fabrication du charbon actif

La production de charbon actif est réalisée en trois étapes.[21]

La première étape Séchage du matériau initial.

La deuxième étape consiste en la pyrolyse ou la carbonisation de la matière première.

Cette phase implique une dégradation thermique des substances carbonées, qui se produit à des températures inférieures à 700°C, que ce soit dans une ambiance inerte ou dans le vide.

Au cours de cette phase, on élimine les hétéroatomes, , ce qui augmente la teneur en carbone du matériau. Les atomes forment un réseau aromatique avec une structure en couches qui est organisée de manière irrégulière, ce qui génère des espaces vides créant ainsi la porosité primaire du matériau carbonisé.

Troisième étape L'activation

Cette phase est effectuée grâce à des agents oxydants, qu'ils soient physiques ou chimiques, pour favoriser une augmentation des volumes poreux. C'est pourquoi la surface spécifique et la structure poreuse ont déjà été formées lors de la carbonisation.

L'activation de ce processus permet de retirer les structures carbonées déstructurées.

L'activation physique implique une transformation thermique de la matière première, ce qui permet d'ouvrir les pores bloqués par la pyrolyse (un processus de réaction avec la vapeur d'eau qui favorise une porosité de grande taille).

L'activation chimique qui se produit à des températures réduites, est effectuée par l'intégration d'un composant chimique (comme l'acide phosphorique, l'acide sulfurique ou la soude), ce dernier facilitant l'ouverture des pores et l'oxydation de la surface, permettant de parvenir à une surface spécifique accrue.

II.7. Domaine d'utilisation du charbon actif

le charbon actif est utilisé dans plusieurs secteurs[22]

-En filtration : le charbon actif est employé comme filtre pour les installations de climatisation en circuit fermé, les masques gazeux, les filtres à tabac et pour la purification des polluants organiques.

-En chimie le charbon actif employé pour la décoloration des eaux : eau potable et d'autres fluides nutritionnels (comme les boissons gazeuses, etc.), la décoloration du sucre et la décaféinisation du café.

-En catalyse il sert de support pour les métaux catalytiques ultra-divisés, comme la platine sur le charbon actif.

-En industrie le charbon actif est employé pour extraire de l'or de ses ressources minérales et également pour conserver l'hydrogène (via la nanofibre de charbon actif).

-En médecine il sert d'antidote en cas d'intoxication par des médicaments, des substances chimiques ou des métaux lourds et sert de traitement en cas d'intoxication alimentaire.

III. L'adsorption

III.1. Définition

On peut définir l'adsorption comme un processus de l'interface en deux catégories : physique et chimique,[23] transmission de matière d'un fluide vers la surface d'une substance solide.

On désigne la substance qui se fixe sous le terme d'adsorbât, tandis que le solide où l'adsorption se produit est désigné comme adsorbant. Ce phénomène spontané découle du fait que des forces non compensées existent sur la surface du substrat. C'est notamment le cas lorsque la concentration change à la frontière de deux phases non miscibles (gaz/solide ou liquide/solide).[24]

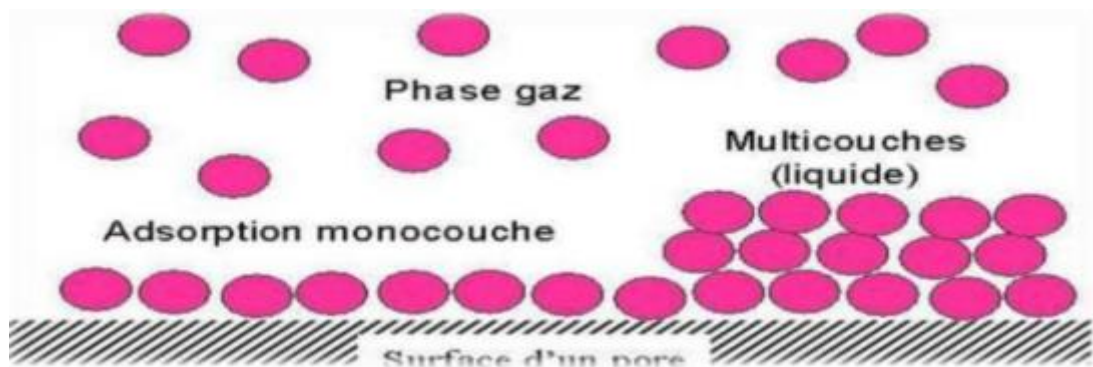


Figure I. 15: Phénomène d'adsorption[25]

III.2. Type d'adsorption

On distingue deux catégories d'adsorption en fonction de l'interaction entre un adsorbât et un adsorbant [23].

III.2.1. Adsorption physique (ou physisorption)

Le processus de physisorption est rapide, réversible et non spécifique.[25] Contrairement à la chimisorption, cela se produit à des températures faibles. Les molécules s'adsorbent sur plusieurs strates, avec des températures d'adsorption généralement inférieures à 20 kcal/mol.

Les forces électrostatiques telles que les dipôles, la liaison hydrogène ou Van der Waals assurent les interactions entre les molécules du soluté (adsorbât) et la surface du solide (adsorbant).[26]

III.2.2. L'adsorption chimique (ou chimisorption)

Elle implique une ou plusieurs interactions chimiques covalentes ou ioniques entre l'adsorbât et l'adsorbant.

La chimisorption est souvent irréversible, entraînant une altération des molécules qui ont été adsorbées. Il est impossible d'accumuler ces dernières sur plus d'une seule couche. Ce genre d'adsorption ne touche que les molécules qui ont une liaison directe au solide. La chaleur d'adsorption, qui est plutôt importante, se situe entre 20 et 200 Kcal/mol. La distance qui sépare la surface de la molécule adsorbée est moindre que lors de la physisorption. [27]

III.3. Mécanisme d'adsorption

On suit plusieurs étapes dans le processus d'adsorption. [23]

La diffusion externe est le processus de transfert de masse qui facilite le déplacement de la matière soluble vers la couche limite.

Diffusion interne est le processus qui permet que le fluide recouvre les pores.

Diffusion de surface Pour quelques adsorbants, une part de la diffusion des molécules adsorbées le long des pores d'un grain d'adsorbant pourrait également être présente.

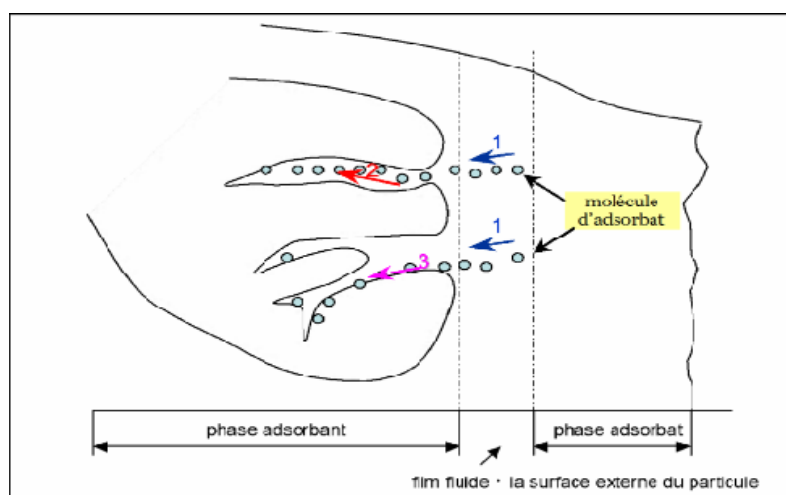


Figure I. 16 : Mécanisme du transport d'un adsorbât au sein d'un grain du solide. [28]

III.4. Facteurs influencent l'adsorption

Différents facteurs, tels que l'adsorbant, l'adsorbat ou les conditions d'opération, peuvent affecter le processus d'adsorption.

- **Les facteurs associés à l'adsorbant** comprennent les groupements fonctionnels, la surface spécifique, la répartition des diamètres des pores et la masse de celui-ci.

- **Eléments associés à l'adsorbat** sa solubilité, sa polarité, sa masse molaire et la dimension des particules.

- **Eléments associés aux conditions d'opération** pH, température du milieu, vitesse d'agitation du milieu réactionnel et concurrence entre les espèces présentes dans ce milieu. L'intervalle entre l'adsorbat et l'adsorbant ; la force ionique.[24]

III.5. Cinétique d'adsorption

La cinétique d'adsorption peut déterminer la quantité de polluants adsorbés en se basant sur le temps. Elle fournit des détails sur le processus d'adsorption et la manière dont les solutés se déplacent de la phase liquide vers la phase solide.[29]

On détermine la quantité fixée par la relation suivante [30] :

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

qt :Quantité de l'adsorbat retenu par gramme d'adsorbant (mg/g).

C₀ : Concentration initiale de l'adsorbat (mg/L).

C_t :Concentration de l'adsorbat a l'instant t (mg/L).

m : Masse de l'adsorbant (g).

V :Volume de l'adsorbat (L).

Le modèle développé par Lagergren et Elovich sert de base pour déduire la constante de vitesse. On a opté pour ces deux modèles mathématiques, d'une part pour leur simplicité, et d'autre part pour leur application dans le domaine de l'adsorption des composés organiques sur divers adsorbants.[31]

Dans le premier ordre de Lagergren, la relation ci-dessous détermine la constante d'adsorption (K_v).

$$\log \frac{(q_e - q_t)}{q_e} = -\frac{K_V t}{2,3} \quad (2)$$

La relation suivante donne la constante de vitesse K pour le pseudo second ordre de Lagergren :

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{2K'q_e^2} + \frac{t}{q_e} \quad (3)$$

Dans le second ordre de Lagergren, la relation suivante donne la constante d'adsorption (k) :

$$\frac{1}{(q_e - q_t)} = \frac{1}{q_e} + Kt \quad (4)$$

Avec :

q_e : quantité d'adsorbat par gramme d'adsorbant à l'équilibre (mg/g).

q_t : quantité d'adsorbat par gramme d'adsorbant à un temps t (mg/g).

K_V : constante de vitesse d'adsorption pour le premier ordre (min^{-1}).

K' : constante de vitesse d'adsorption pour le pseudo second ordre ($\text{g} \cdot \text{min} \cdot \text{mg}^{-1}$).

K : constante de vitesse d'adsorption pour le second ordre ($\text{min}^{-1} \cdot \text{g} / \text{mg}$).

t : temps de contact (min).

III.6. Isotherme d'adsorption

Les isothermes d'adsorption sont fréquemment déterminées expérimentalement par le biais de techniques gravimétriques, volumétriques ou chromatographiques comme le soulignent Ruthven et al. Ces informations expérimentales sont ensuite liées par des modèles mathématiques qui doivent parfaitement illustrer les isothermes d'adsorption expérimentale dans une large plage de concentrations et de températures.

III.6.1. Modélisation d'isotherme

De nombreux modèles d'isothermes d'adsorption ont été conçus. Ces derniers se fondent sur une perspective de surface, en prenant en compte que l'adsorption est un processus de recouvrement du volume.

La capacité d'adsorption maximale est déterminée en se basant sur les modèles mathématiques présentés dans la littérature, conçus par Langmuir, Freundlich, Temkin ou BrunauerEmmet et Teller.[21]

a-Modèle de Langmuir

Il s'agit d'un modèle simple et couramment employé, qui repose sur les suppositions de l'espèce adsorbée située sur un site précisément déterminé (adsorption localisée). Chaque site ne peut fixer qu'une unique espèce. L'énergie d'adsorption de chaque site est la même et indépendamment de la présence des espèces adsorbées dans les sites environnants (surface homogène sans interactions entre ces espèces).

Il sert à adsorber un soluté monomoléculaire sur la surface de l'adsorbant en condition d'équilibre..[32]

L'équation de Langmuir présente une forme non linéaire qui est définie par :

$$q_e = \frac{q_m b c_e}{1 + b c_e} \quad (5)$$

Avec :

q_e: la quantité d'adsorption à l'équilibre (mg/g)

C_e: la concentration en équilibre (mg/L).

q_m: la quantité maximale d'adsorption (mg/g).

b : la constante d'équilibre de Langmuir, en relation avec la température et le système adsorbant-adsorbat en question.

Si la quantité de soluté adsorbé est minime, le terme (b.C_e) peut être nettement inférieur à 1 et il est donc négligé.

La relation de Langmuir se transforme en :

$$q_e = (q_m b c_e) \quad (6)$$

L'évolution de l'équation de Langmuir a abouti à des configurations linéaires de l'isotherme de Langmuir. Les deux suivantes, qui figurent dans la littérature, sont particulièrement fréquemment employées.

$$\frac{1}{q_e} = \frac{1}{q_m} + \frac{1}{q_m b c_e} \quad (7)$$

$$\frac{c_e}{q_e} = \frac{1}{q_m b} + \frac{c_e}{q_m} \quad (8)$$

b-Modèle de Freundlich

Dans la majorité des cas d'adsorption monocouche à l'équilibre, le modèle de Freundlich (1926) offre une représentation. C'est une formule empirique employée pour représenter les systèmes hétérogènes, identifiés par le coefficient d'hétérogénéité ($1/n$). Elle fait référence à l'adsorption réversible, qui va au-delà de la simple formation de la monocouche. L'équation ci-dessous peut le décrire.[33]

$$q_e = kC_e^{\frac{1}{n}} \quad (9)$$

Avec :

q_e : Quantité d'adsorbat que l'adsorbant adsorbe en équilibre (mg/g).

C_e : Concentration de l'adsorbat dans à l'équilibre (mg/L).

K : Constante de Freundlich (L/g).

n : L'intensité d'adsorption, appelée « n », est habituellement située entre 0 et 1, tandis que pour une valeur de 1 l'isotherme est linéaire.

On peut obtenir une version linéaire de l'expression de Freundlich en utilisant le logarithme de la précédente équation.

$$\ln q_e = \ln K + \frac{1}{n} \ln C_e \quad (10)$$

En vérifiant cette équation avec les informations d'équilibre d'adsorption, il est nécessaire de trouver une droite dans le système de coordonnées $\ln q_e = f(\ln C_e)$. La pente et l'ordonnée initiales indiquent respectivement n et K .

III.7. Thermodynamique d'adsorption

Un échange thermique, qu'il soit exothermique ou endothermique, est constamment associé au processus d'adsorption. La différenciation de la chimisorption de la physisorption repose essentiellement sur l'évaluation de la chaleur d'adsorption.

La relation de GibbsHelmholtz fournit la valeur d'adsorption (ΔH).[31]

$$\Delta G = -RT \ln K_c \quad (11)$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (12)$$

$$\ln K_c = \frac{\Delta S}{R} - \frac{\Delta H}{RT} \quad (13)$$

Avec :

$$K_c = \frac{C_e}{(C_0 - C_e)} \quad (14)$$

K_c : constante d'équilibre.

ΔH° : variation de l'enthalpie (cal/mole).

ΔS° : variation de l'entropie (cal /mole K-1).

C₀ : concentration initiale de l'adsorbat.

C_e : concentration à l'équilibre de l'adsorbat.

T : température absolue (K).

Chapitre II : Matériels et méthode

II. 1. Introduction

Ce chapitre décrit les matériaux utilisés et les méthodes mises en œuvre pour la réalisation des expériences. Il présente les différentes étapes de préparation, les conditions expérimentales ainsi que les techniques d'analyses employées pour assurer la fiabilité des résultats.

II.2. Adsorbants utilisés

- Le charbon actif employé dans cette recherche provient de cheveux humains collectés dans des salons de coiffure.
- Le charbon actif industriel du SIGMA-ALDRICH

II.3. Polluant utilisé

- Jaune Bemacide (colorant textile) .

II.4. Produit utilisé

Le tableau II.1 regroupe tous les produits utilisés dans cette recherche.

Tableau II. 1: Propriétés des produits employés

Produit	Provenance	Pureté (%)	Masse molaire	Densité (g/cm ³)
HCl	SIGMA- ALDRICH	36.5-38%	36.46	1.19
NaOH	SIGMA-ALDRICH	≥ 98%	40	2.13
K ₂ CO ₃	/	99- 100	138.20	2.43
KNO ₃	SIGMA-ALDRICH	99%	101.1	2.11

II.5. Préparation du charbon actif issue de cheveux

Dans un bécher, une quantité de 10g de coupures de cheveux à été immergée dans une solution de carbonate de potassium 20% pour une durée de 24h. Après ce temps, les cheveux ont été rincés 5fois avec 200mL d'eau puis séchés dans une étuve à 50°C.

Par la suite, ces derniers ont été soumis à une pyrolyse à 10°C/min, avec une température de départ variant de l'ambiante jusqu'à 450°C.

II.6. Préparation des solutions

Une solution mère a une concentration de 1000mg/L a été préparée en dissolvant 1g de colorant jaune bemacide dans une fiole de 1000ml. A partir de cette solution mère , on prépare une solution fille de 100ppm .

II.7. Techniques expérimentales

II.7.1. Spectroscopie infra-rouge à transformé de fourrier (IRTF)

Principe

La spectroscopie infrarouge se fonde sur l'absorption de la lumière infrarouge par le matériau examiné. Grâce à la détection des vibrations spécifiques aux liaisons chimiques, elle permet de réaliser l'analyse des groupes fonctionnels présents dans le matériau.[34]

Le principe de la spectrophotométrie, un faisceau de lumière infrarouge traverse l'échantillon à examiner. La lumière qui est transmise par la cellule contenant cet échantillon est ensuite dispersé par un prisme ou un réseau, constituant l'élément crucial du monochromateur. Par l'intermédiaire d'un détecteur convertissant le rayonnement en signal électrique, ce dernier est ensuite amplifié grâce à un amplificateur.[35]

Analyse

Pour préparer les échantillons, on utilise une petite quantité de 0,002g du produit à analyser avec une quantité de 0.2g de KBr, tous deux présentés sous forme de poudre fine. Ce mélange est ensuite compacté pour former une pastille.

Le spectrophotomètre Perkin Elmer Spectrum Two a été utilisé pour l'obtention des spectres Infra-Rouge dans une plage de longueur d'onde entre 4000cm^{-1} et 400cm^{-1} au laboratoire de Chimie Inorganique et Environnement (LCIE) de l'université ABOU-BEKR Belkaid Tlemcen.

II.7.2. Spectrophotométrie d'adsorption UV-Visible

Principe

La spectrophotométrie est une méthode d'analyse quantitative qui implique la mesure de l'absorbance ou de la densité optique d'une solution chimique spécifique. La technique s'appuie sur la loi de Beer-Lambert (eq14).

La loi de Beer-Lambert donne le taux de diminution de l'intensité lumineuse en relation avec l'épaisseur du milieu qui absorbe la lumière.[36]

$$A = \epsilon l C \quad (15)$$

Avec :

A : absorbance.

l : Longueur du chemin optique.

ϵ : Coefficient d'extinction molaire.

C : la concentration.

La technique implique de positionner la solution à examiner, dont l'onde maximale a été préalablement identifiée par le même processus, dans une cuve qui est ensuite introduite dans le spectrophotomètre. Un rayonnement lumineux dont la longueur d'onde s'étend de 200 à 800 nm traverse alors l'échantillon. Ce rayonnement transporte des photons qui cèdent de l'énergie au composé examiné, provoquant ainsi l'excitation des molécules, atomes ou ions contenus dans la solution.[21]

Analyse

La détermination de la longueur d'onde maximale du colorant Jaune Bemacide a été préparée à partir d'une dilution de ma solution mère 1000mg/L à l'aide du spectrophotomètre Perkin Elmer de laboratoire de Chimie Inorganique et Environnement de l'université ABOU-BEKR BELKAID Tlemcen.

Au cours de la manipulation les absorbances trouvés des différents échantillons ont été obtenue à l'aide de spectrométrie UV-Visible JENWAY (73000 spectrophotometer) du laboratoire de Chimie Inorganique et Environnement (LCIE).

II.7.3. pH point zéro charge (pHpzc)

Principe

Le pHpzc, ou pH du point de charge zéro, correspond à la valeur de pH à laquelle la surface du charbon devient électriquement neutre. Il s'agit d'un facteur clé dans les phénomènes d'adsorption, en particulier lorsque les mécanismes reposent sur des interactions électrostatiques.[37]

Analyse

La méthode consiste à introduire 50 mL d'une solution de KNO_3 0,1 M dans des flacons hermétiques fermés, en ajustant le pH initial entre 2 et 10 à l'aide de NaOH ou HCl 0,1 M. Chaque échantillon est mis en contact avec 0,5 g d'adsorbant, puis agité à température ambiante pendant 24 heures. Le pH final est ensuite mesuré. Le pH_{pzc} correspond au point où la courbe représentant $(\text{pH}_f - \text{pH}_i)$ en fonction du pH_i croise l'axe des abscisses

Chapitre III : Caractérisation de Matériaux et Résultats

III.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons la caractérisation des matériaux utilisés dans l'étude, notamment le charbon actif synthétisé à partir de cheveux humains ainsi que le charbon actif industriel. Diverses techniques analytiques telles que la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF) et la détermination du pH au point de charge zéro (pHpzc) ont été employées afin de déterminer les propriétés physico-chimiques des adsorbants.

Nous exposerons également les résultats obtenus lors des essais d'adsorption du colorant jaune Bemacide en solution aqueuse, en étudiant la cinétique d'adsorption, l'effet de divers paramètres (concentration initiale, pH, vitesse d'agitation, température) ainsi que la modélisation des isothermes d'adsorption à l'aide des modèles de Langmuir et Freundlich.

L'ensemble de ces investigations vise à évaluer l'efficacité des matériaux préparés pour l'élimination des polluants colorés dans les eaux usées et à mieux comprendre les mécanismes mis en jeu lors du processus d'adsorption

III. Partie 1. Caractérisation des matériaux

III.1.1. Spectroscopie infra-rouge a transformé de fourrier (IRTF)

Les spectres IRTF obtenus sont illustrés dans les figures III.1.1 et III.1.2.

Charbon actif

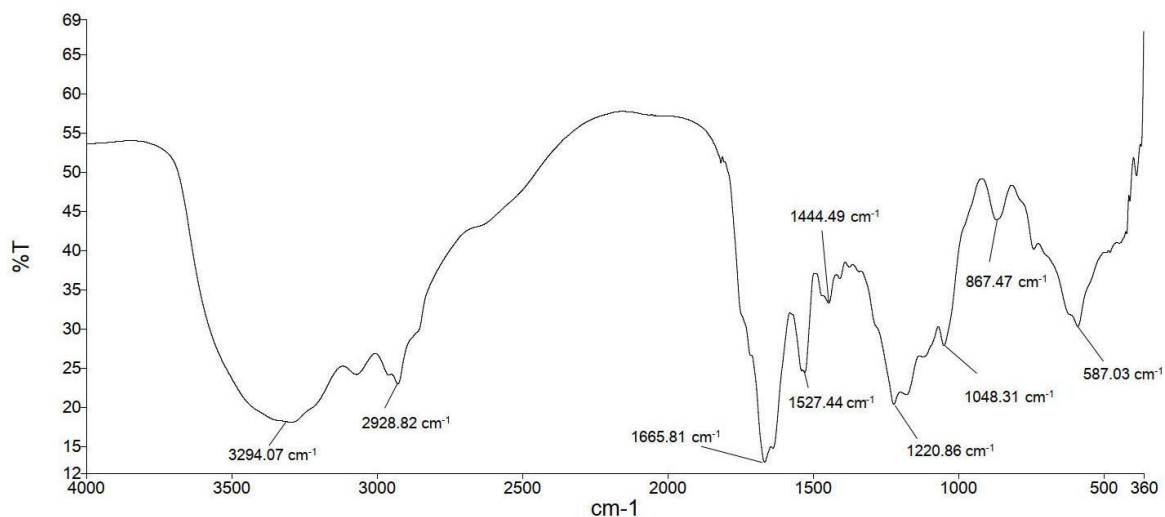


Figure III.1. 1: spectre IRTF du charbon actif synthétisé

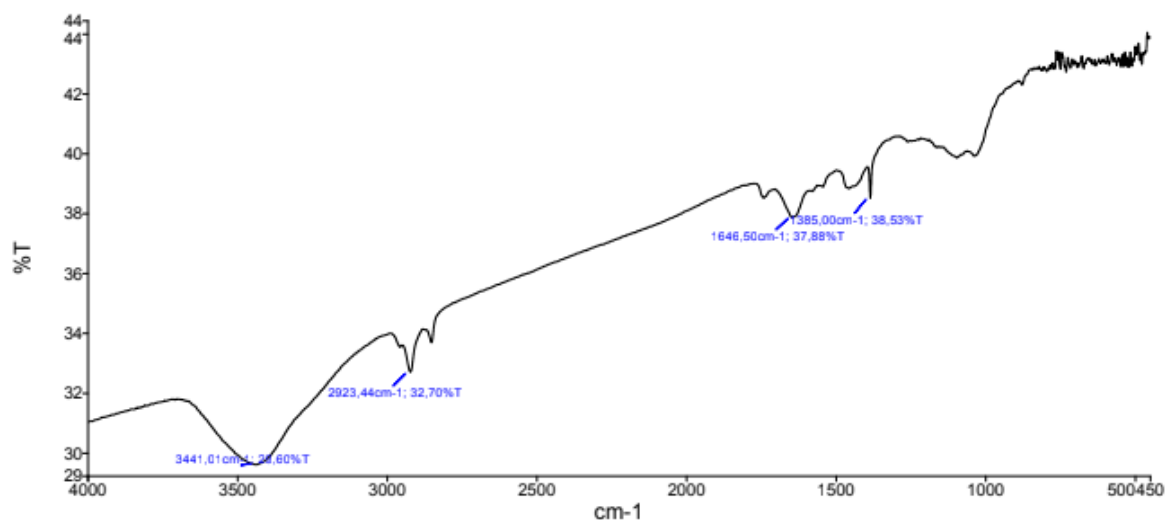


Figure III.1. 2: Spectre IRTF du charbon actif industriel

Tableau III. 1: principales bandes spectre IRTF du charbon actif. [21]

Bandes d'adsorption cm^{-1}		Attribution
Charbon actif synthétisé	Charbon actif industriel	
3294 cm^{-1}	3441 cm^{-1}	Elongation des groupements OH et NH.
2929 cm^{-1}	2923 cm^{-1}	Vibration du groupement CH, des groupes CH_2 et CH_3
1666 cm^{-1} et 1527 cm^{-1}	1646.50 cm^{-1}	La présence de la liaison C=C et C=O des groupements aromatiques.
1444 cm^{-1}	/	Présence de groupement C-O des carboxylates.
1220 cm^{-1} et 1048 cm^{-1}	/	Présence des groupements C-C et C-O des acides, alcools, phénols, esters ou même des éthers.
867 cm^{-1} et 587 cm^{-1}	/	Déformation C-H des groupements aromatiques.

III.1.2. Détermination de la longueur d'onde maximale du jaune bemacide :

La longueur d'onde maximale obtenue pour le jaune bemacide est $\lambda_{\text{max}} = 387\text{nm}$.

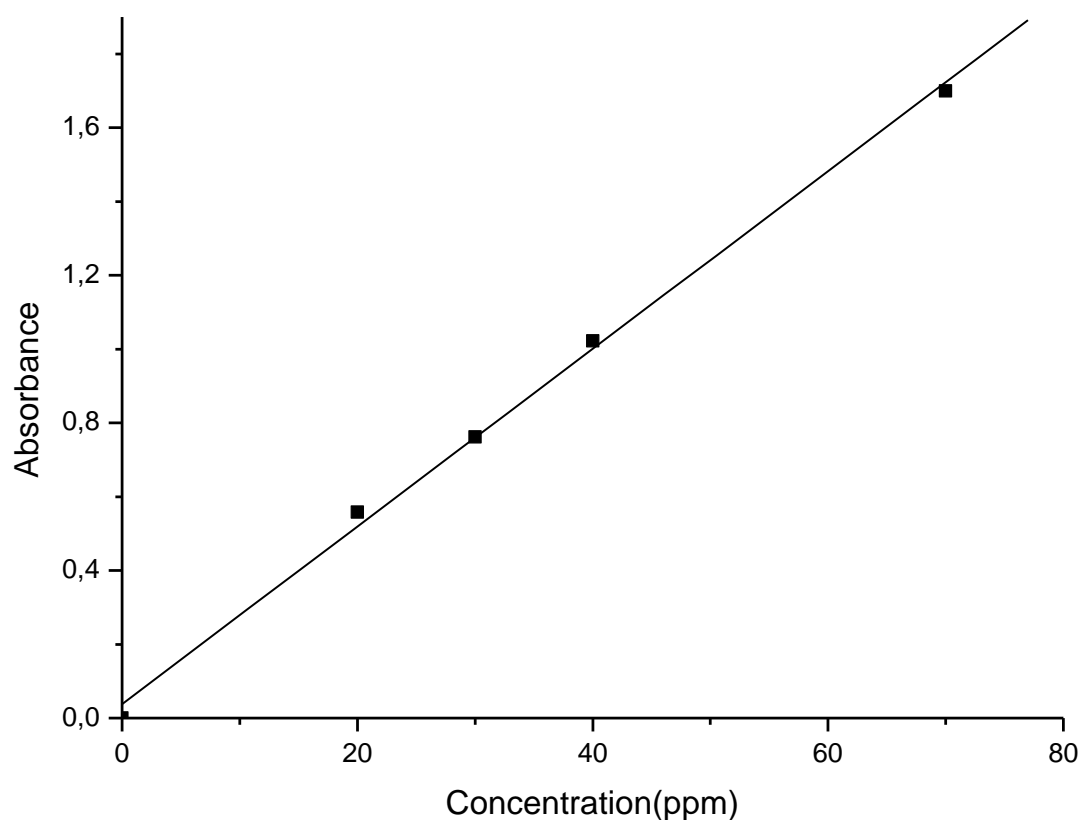


Figure III.1. 3: courbe d'étalonnage du jaune bemaicade.

III.1.3. pH point zéro charge (pHpzc)

la détermination du point zéro charge se fait en représentant graphiquement de $\text{pH}_f\text{-pH}_i = f(\text{pH}_i)$.

La figure III.1.4 illustre le pH_{pzc} du charbon actif.

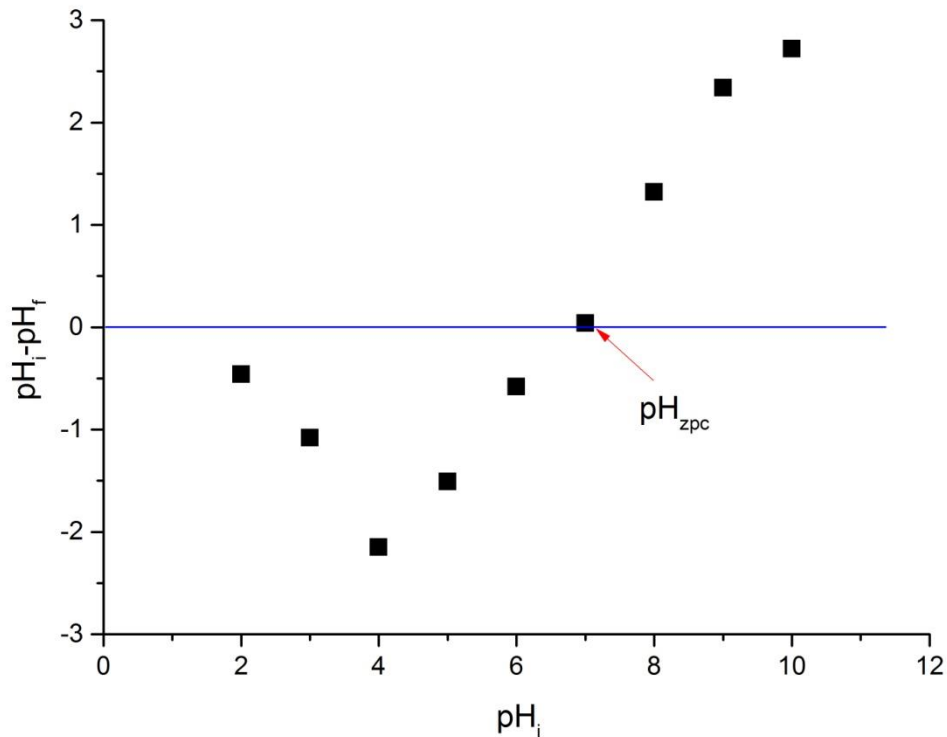


Figure III.1. 4: le pH_{zpc} du charbon actif synthétisé

la figure montre :

La valeur du pH_{zpc} mesurée à 6.9 indique que la surface du charbon actif ne présente pas de caractère acide ou basique dominant, ce qui signifie que les groupes fonctionnels acides et basiques sont présents en proportions équilibrées.[38]

III. Partie 2 : Résultats et discussions

III.2.1. Cinétique d'adsorption

La cinétique d'adsorption est définie comme étant la quantité de polluant adsorbée, exprimée en milligrammes par gramme d'adsorbant (mg/g), en fonction du temps. Cette étude permet d'évaluer la rapidité du processus d'adsorption et d'identifier le matériau le plus efficace pour une application potentielle en traitement de l'eau.

La figure III.2.1 représente l'évolution de la quantité adsorbée du colorant en fonction du temps.

Le graphe III.2.1 illustre l'adsorption du colorant par les deux charbons actifs au cours du temps.

On observe une différence marquée entre les deux profils : l'adsorption du colorant est rapide pour le charbon actif synthétisé, atteignant un palier d'adsorption en environ 60 minutes. En revanche, aucune adsorption n'est observée avec le charbon actif industriel, ce qui traduit une absence totale d'adsorption.

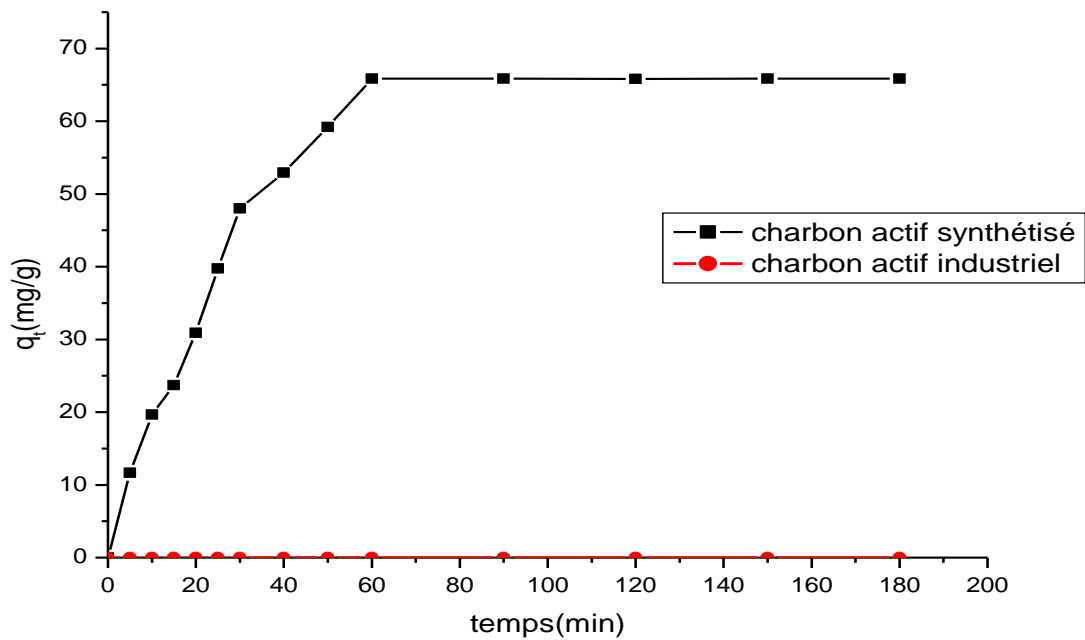


Figure III.2. 1: cinétique d'adsorption du colorant jaune bemacide sur le charbon actif synthétisé et le charbon actif industriel

Le tableau III.2 récapitule les valeurs des quantités fixées à l'équilibre exprimées en mg/g.

Tableau III. 2: valeurs des quantités du colorant fixées à l'équilibre par le charbon actif synthétisé et le charbon actif industriel en mg/g

Adsorbant	t_{eq} (min)	q_e (mg/g)	% d'adsorption
Charbon actif	60	65.86	65.86
Charbon actif industriel	/	0	0

La vitesse d'adsorption est initialement rapide au début en raison de la disponibilité d'un grand nombre de sites actifs, puis ralentit progressivement avec le temps jusqu'à atteindre un état d'équilibre. Ce comportement s'explique par la réduction progressive du nombre de sites actifs disponibles à la surface des particules, en raison de la fixation croissante du colorant.[39]

Le temps requis pour atteindre l'équilibre d'adsorption du colorant par le charbon actif est d'environ 60 minutes

L'analyse du tableau III.2 montre que le charbon actif synthétisé étudié retient une quantité de colorant plus importante que le charbon actif industriel.

III.2.2 Détermination des constantes de vitesses

Les constantes de vitesse d'adsorption du colorant jaune bémacide par le charbon actif, selon les modèles du premier ordre, pseudo-second ordre et du second ordre, ont été déterminées d'une manière graphique comme suit :

- Le premier ordre : $\log (q_e - q_t)/q_e = f(t)$ pour la détermination de k_v .
- Le pseudo second ordre : $t/q_t = f(t)$ pour la détermination de K' .
- Le second ordre : $1/(q_e - q_t) = f(t)$ pour la détermination de k .

Les résultats obtenus pour les modèles du premier ordre, du pseudo-second ordre et du second ordre sont présentés respectivement dans les figures

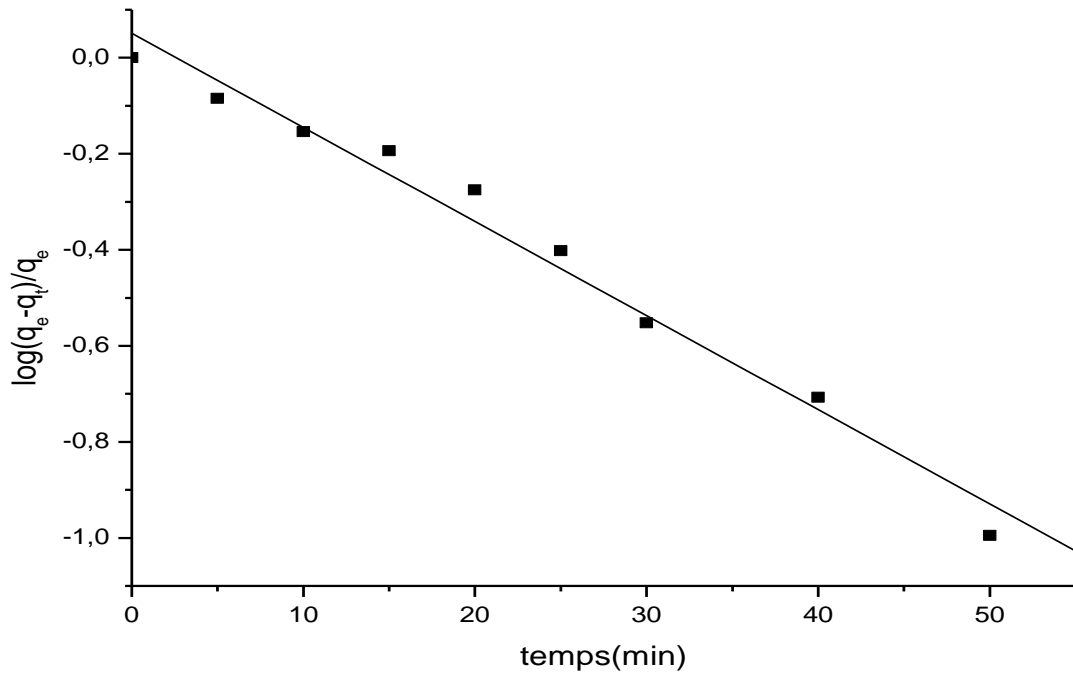


Figure III.2. 2: détermination des constantes de vitesses du premier ordre d'adsorption du jaune bémacide par le charbon actif synthétisé

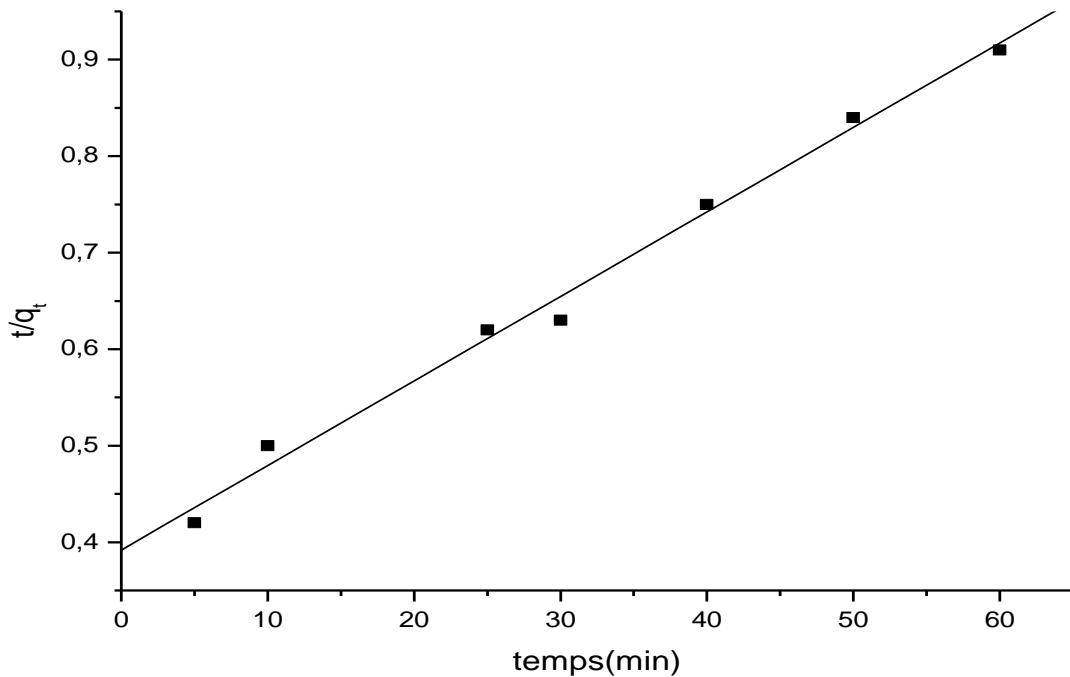


Figure III.2. 3: détermination de constante de vitesse de pseudo second ordre d'adsorption du jaune bémacide par le charbon actif synthétisé.

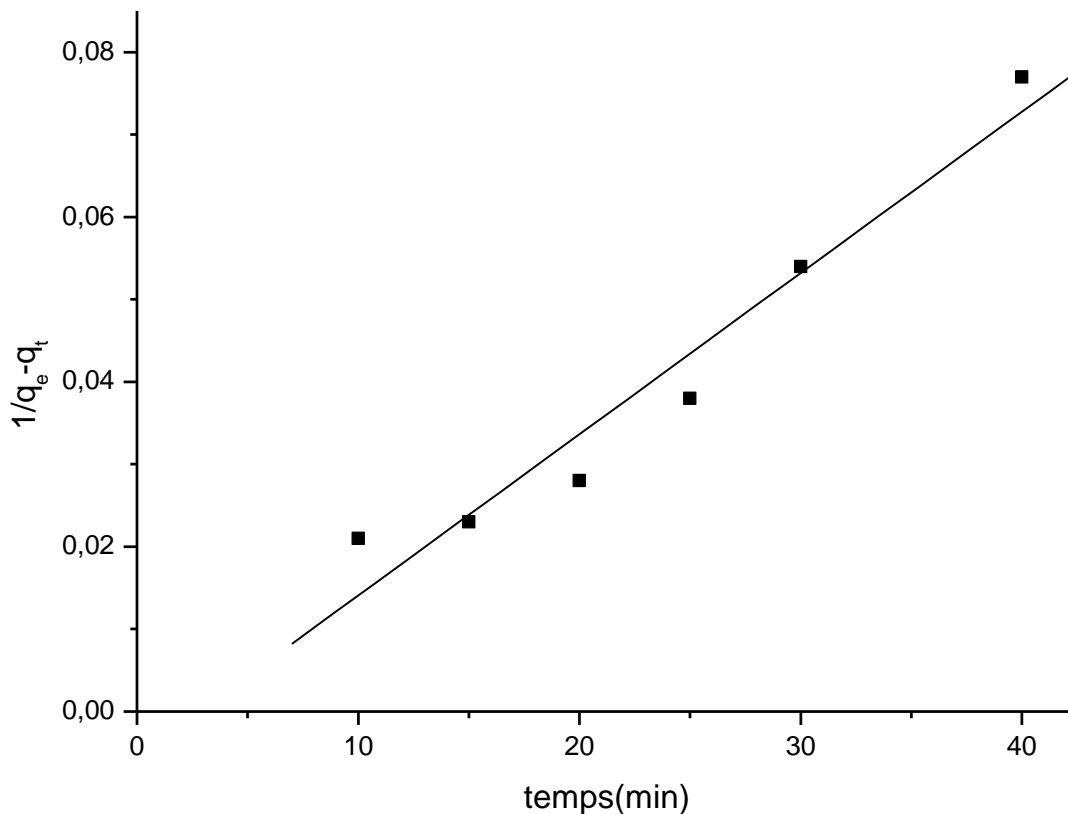


Figure III.2. 4:détermination de constante de vitesse de second ordre d'adsorption du jaune bémacide par le charbon actif synthétisé.

III.2.3. Validation des modèles cinétiques

L'étude de la cinétique d'adsorption du colorant jaune bémacide sur le charbon actif synthétisé a été réalisée en appliquant différents modèles cinétiques, tels que le modèle de Lagergren pour le premier ordre, le pseudo- second ordre et le second ordre.

Les résultats expérimentaux sont en accord avec le modèle de prédiction basé sur les valeurs des coefficients de corrélation (R^2). Par conséquent, le modèle cinétique qui présente le coefficient de corrélation le plus proche de 1 est approprié pour représenter avec précision les processus d'adsorption de colorant.[40]

Chapitre III : Caractérisation de Matériaux et Résultats

Tableau III. 3: paramètres cinétiques du modèle Lagergren d'adsorption du jaune bemacide sur le charbon actif synthétisé

	Premier ordre		pseudo second ordre			second ordre		
Adsorbants	$K_v(\text{min}^{-1})$	R^2	q_e (mg/g)	K' ($\text{min}^{-1} \cdot \text{g/mg}$)	R^2	q_e (mg/g)	K ($\text{min}^{-1} \cdot \text{g/mg}$)	R^2
Charbon actif	-0.045	0.96	76.92	0.00212	0.99	-217.39	0.0019	0.94

D'après les résultats regroupés dans le tableau III.3 et la comparaison effectuée dans le tableau , il apparait que le modèle pseudo second ordre soit le plus fiable pour déterminer l'ordre des cinétiques d'adsorption du colorant sur le support étudié avec un coefficient de corrélation ($R^2=0.99$) .les résultats de q_e obtenues sont également similaires à celles obtenues expérimentales , ce qui confirme aussi que les cinétiques d'adsorption du jaune bemacide sur l'adsorbant étudié est de type pseudo second ordre.

III.2.4. Effet de concentration initiale du colorant sur l'adsorption

Dans le but d'étudier l'effet de la concentration initiale du colorant sur le processus d'adsorption, une solution mère de 100ppm a servi à préparer une série de solutions diluées de 10, 20,30, 50, 70 et 100 mg/L. Pour chaque concentration, un volume de 100ml a été prélevé et mis en contact avec 0.1g d'adsorbant. Les mélanges obtenus ont été soumis à une agitation moyenne à l'aide d'un agitateur magnétique pendant 60 minutes, afin d'assurer un bon contact entre l'adsorbant et le colorant.

Les résultats présentés sur le graphique III.2.5 illustrent que la quantité de colorant adsorbée par le matériau augmente avec la concentration initiale du colorant dans la solution.

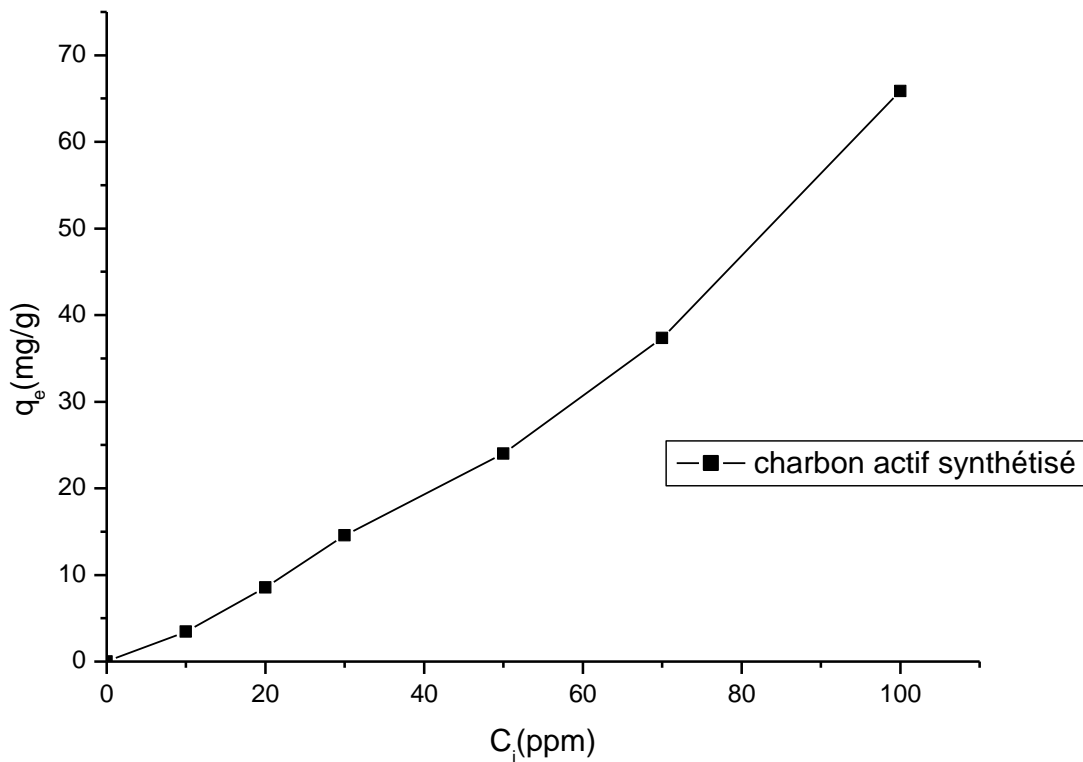


Figure III.2. 5: Effet de la concentration initiale sur l'adsorption du jaune bémacide sur le charbon actif synthétisé.

III.2.5. Modélisation des isothermes d'adsorption

Les isothermes de Langmuir et de Freundlich ont été appliquées afin de modéliser l'interaction entre le soluté et l'adsorbant.

Pour identifier le modèle le plus approprié à la description de l'adsorption du colorant, les données expérimentales ont été représentées graphiquement selon les formes linéarisées des deux modèles :

- $\ln(q_e) = f(\ln C_e)$ pour Freundlich, permettant de déterminer les constantes n et k .
- $C_e/q_e = f(C_e)$ pour Langmuir, permettant d'estimer les paramètres q_m et b .

Les valeurs des paramètres obtenus ainsi que les coefficients de corrélation (R^2) sont présentés dans le tableau

Les courbes III.2.6 et III.2.7 correspondant aux deux modèles d'isothermes sont représentées dans les figures.

Modèle de Freundlich

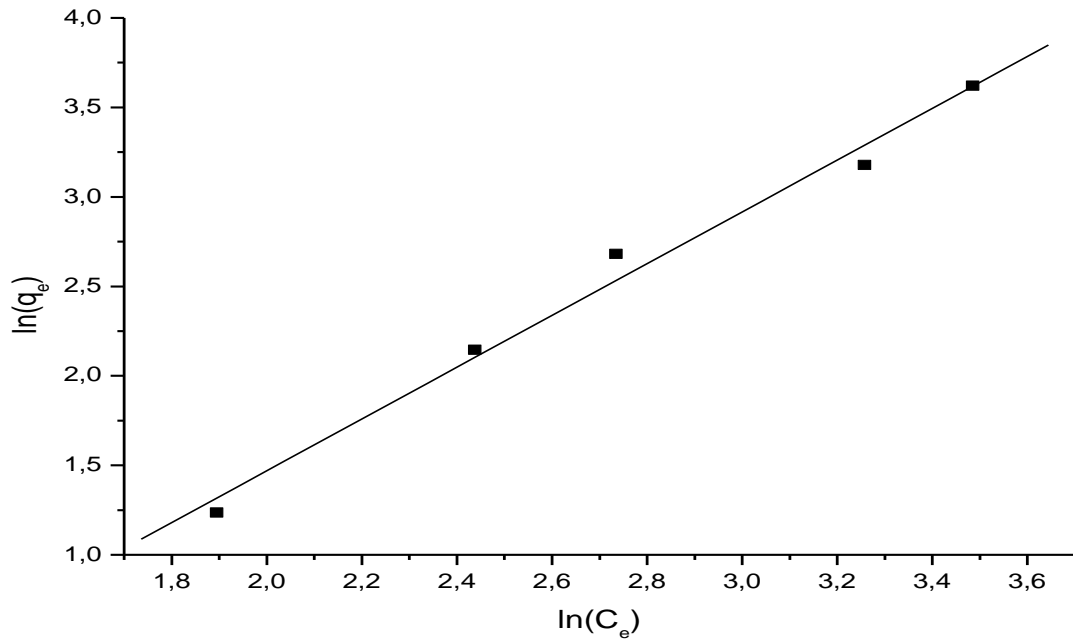


Figure III.2. 6: modélisation de l'isotherme d'adsorption de Freundlich du jaune bemacide sur le charbon actif synthétisé

❖ Modèle de Langmuir

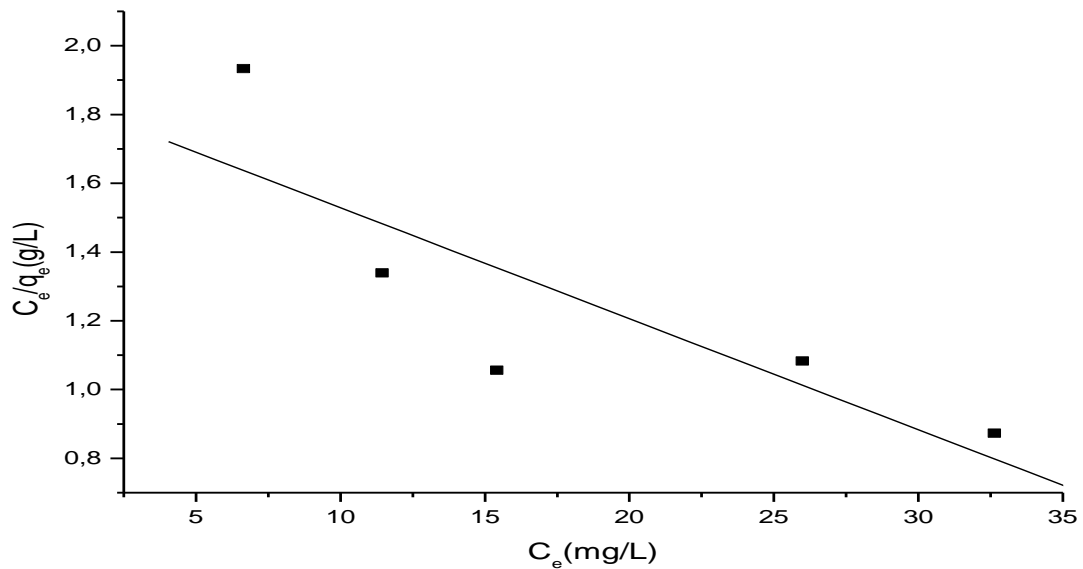


Figure III.2. 7: modélisation de l'isotherme d'adsorption de Langmuir du jaune bemacide sur le charbon actif synthétisé.

Tableau III. 4: constantes des isothermes de jaune bemacide par le charbon actif synthétisé.

	Freundlich			Langmuir		
	K (L/g)	n	R ²	q _m (mg/g)	b(L/mg)	R ²
Charbon actif	0.037	0.69	0.98	-30.97	-0.017	0.69

L'isotherme de Freundlich repose sur l'hypothèse que le processus d'adsorption se déroule sur des surfaces hétérogènes.[41]. Le coefficient de corrélation (R²) obtenu pour le modèle de Freundlich est très élevé, avec une valeur de 0,98, ce qui confirme la bonne représentativité du modèle pour les données expérimentales. En outre, la valeur de l'intensité de l'adsorption 1/n est supérieure à 1, ce qui traduit une adsorption favorable du jaune bemacide sur le charbon actif dans les conditions opératoires utilisées car la surface est facilement accessible et les sites d'adsorption ont une bonne affinité avec le soluté.

La théorie de Langmuir suppose que l'adsorption se fait sur une surface homogène de l'adsorbant, avec des sites d'adsorption identiques.[41]. La transformée linéaire du modèle de Langmuir a donné un coefficient de corrélation de 0,69, révélant ainsi que l'une des hypothèses essentielles n'est pas respectée. Par conséquent, l'équation de Langmuir ne parvient pas à modéliser correctement l'ensemble de nos résultats.[42]

Le modèle de Freundlich, contrairement à celui de Langmuir, décrit plus efficacement les isothermes d'adsorption du colorant jaune Bemacide sur le charbon actif. Alors que le modèle de Langmuir s'est révélé inadapté pour modéliser les données expérimentales,

L'isotherme de Freundlich présente une corrélation plus élevée et rend compte de manière plus précise du processus d'adsorption. Cela suggère que l'hypothèse du modèle de Freundlich, intégrant l'hétérogénéité de la surface et les interactions entre molécules adsorbées, correspondent mieux aux propriétés et au mécanisme d'adsorption observés dans ce système.

III.2.6. Effet de pH

Dans le but d'étudier l'effet du pH initial sur l'adsorption du colorant par l'adsorbant, des essais ont été menés en mettant en contact 100ml d'une solution aqueuse de colorant à une concentration de 100ppm avec 0.1g de charbon actif. Les expériences ont été réalisées à température ambiante pendant 1 heure, en faisant varier le pH initial des solutions de 2 à 10.

La figure III.2.8 illustre la quantité de colorant fixée à l'équilibre en fonction du pH.

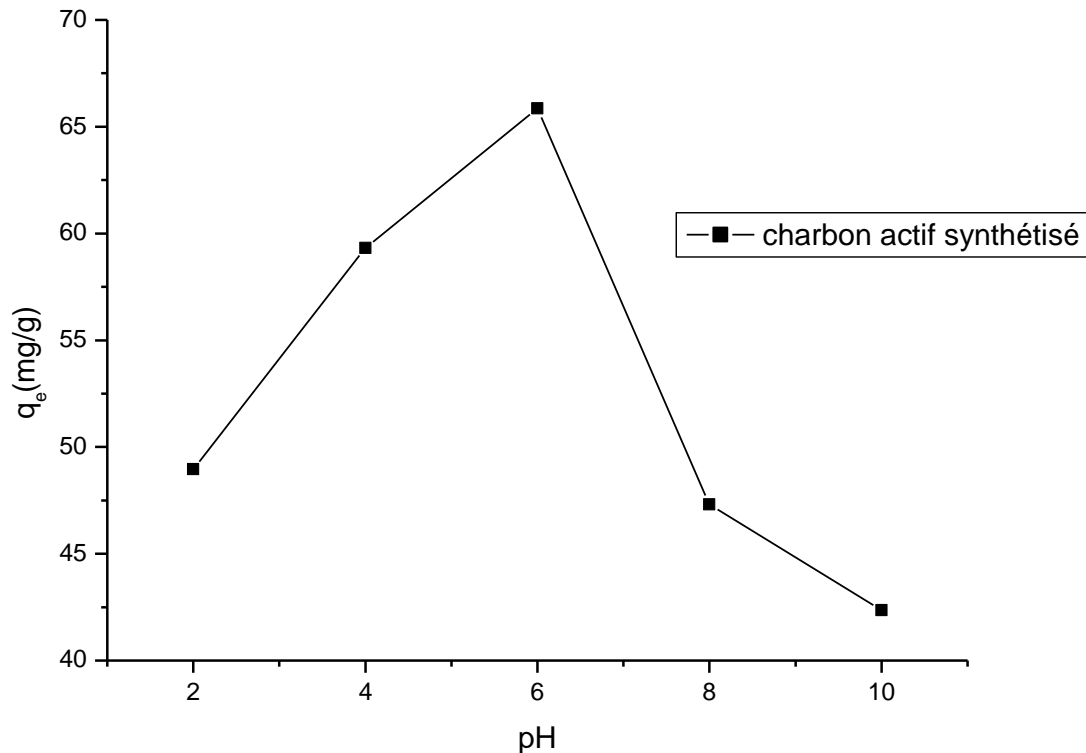


Figure III.2. 8: effet du pH initial sur l'adsorption du jaune bemacide sur le charbon actif synthétisé.

Lorsque le pH augmente de 2 à environ 6,9, valeur correspondant au point de charge nulle (pH_{pzc}) du charbon actif, la surface de ce dernier reste globalement chargée positivement. Cette charge favorise les interactions électrostatiques attractives avec les groupes négatifs du colorant jaune Bemacide, ce qui améliore progressivement l'adsorption. En revanche, à des pH supérieurs à 6,9 (notamment pH 8 et 10), la surface du charbon actif devient négativement chargée. Cela induit des forces de répulsion avec le colorant anionique, entraînant une diminution de la capacité d'adsorption.

Des résultats similaires ont été retrouvés par LANSARI Imane pour l'adsorption des colorants textiles sur charbon actif provenant de cheveux humains.[43]

III.2.7. Effet de la vitesse d'agitation

Dans cette expérience, 100ml de solution à 100ppm ont été soigneusement mesurés et mélangé avec 0.1g d'adsorbant. L'impact de la vitesse d'agitation sur les cinétiques d'adsorption du colorant a été étudié en utilisant trois vitesses d'agitation différentes : 0 tr/min (sans agitation), 400 tr/min (agitation moyenne) et 800 tr/min (agitation rapide).

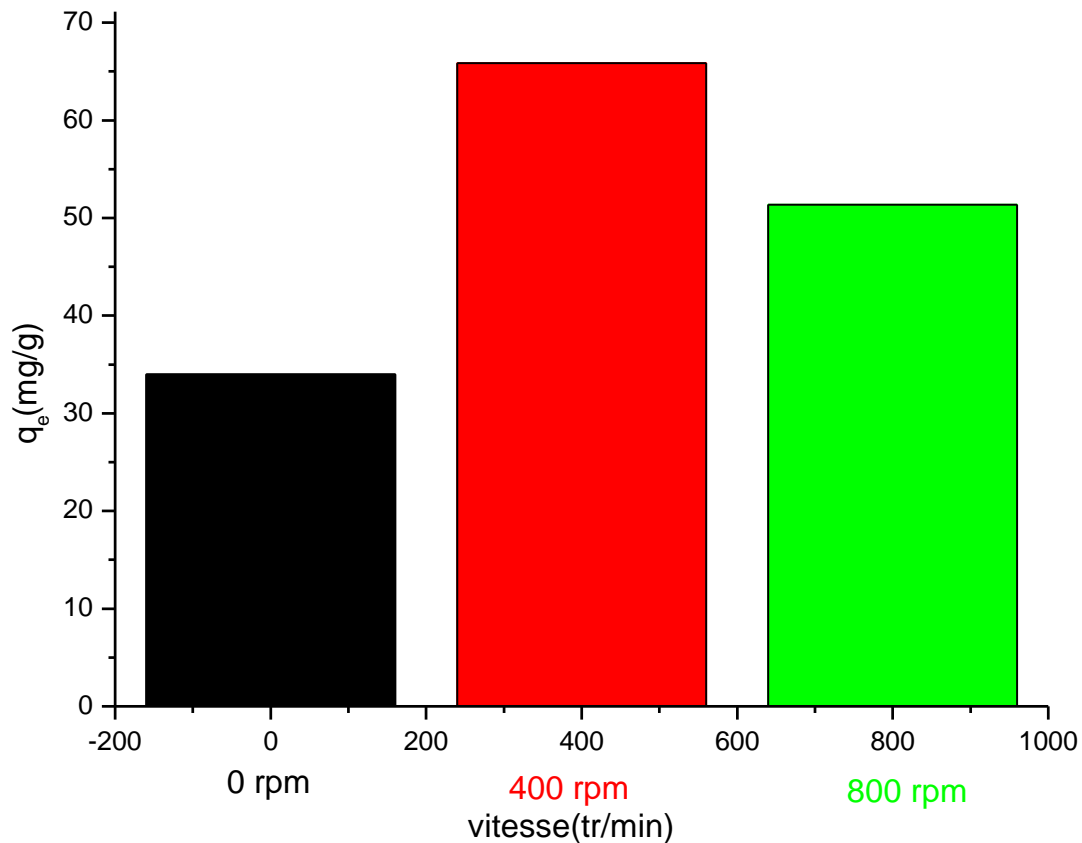


Figure III.2. 9: effet de la vitesse d'agitation sur la cinétique d'adsorption jaune bemacide par le charbon actif synthétisé.

D'après les résultats représentés sur la figure III.2.9, il est clair que la quantité adsorbée est plus élevée à 400 rpm qu'à 800 rpm et 0 rpm. Cela montre qu'une agitation modérée favorise l'adsorption en améliorant le transport des molécules vers la surface active de l'adsorbant, tout en limitant les phénomènes de désorption. À l'inverse, lorsque la vitesse d'agitation est forte (800 rpm), une diminution de la quantité adsorbée est observée. Cette baisse peut être attribuée à une agitation trop forte qui engendre une désorption partielle des molécules fixées sur la surface du matériau, probablement en raison de l'augmentation des forces de cisaillement dans le milieu. En ce qui concerne l'absence d'agitation (0 rpm), la

quantité adsorbée est également faible. Cela s'explique par un transfert de masse limité, car sans agitation, le transport des molécules vers la surface de l'adsorbant repose uniquement sur la diffusion naturelle, beaucoup plus lente, ce qui réduit l'efficacité de l'adsorption.

III.2.8. Effet de la température

L'effet de la température sur l'adsorption du colorant jaune bemacide a été étudié en faisant réagir 100ml de solution colorée à 100ppm avec 0.1g d'adsorbant dans un bécher de 250ml pendant 60min. l'expérience a été réalisée à différentes températures comprises entre 10°C et 50°C. Un système de contrôle thermique a été utilisé pour maintenir une température stable tout au long de l'expérience tandis qu'une agitation modérée a été appliquée pour assurer un contact optimal entre le colorant et l'adsorbant.

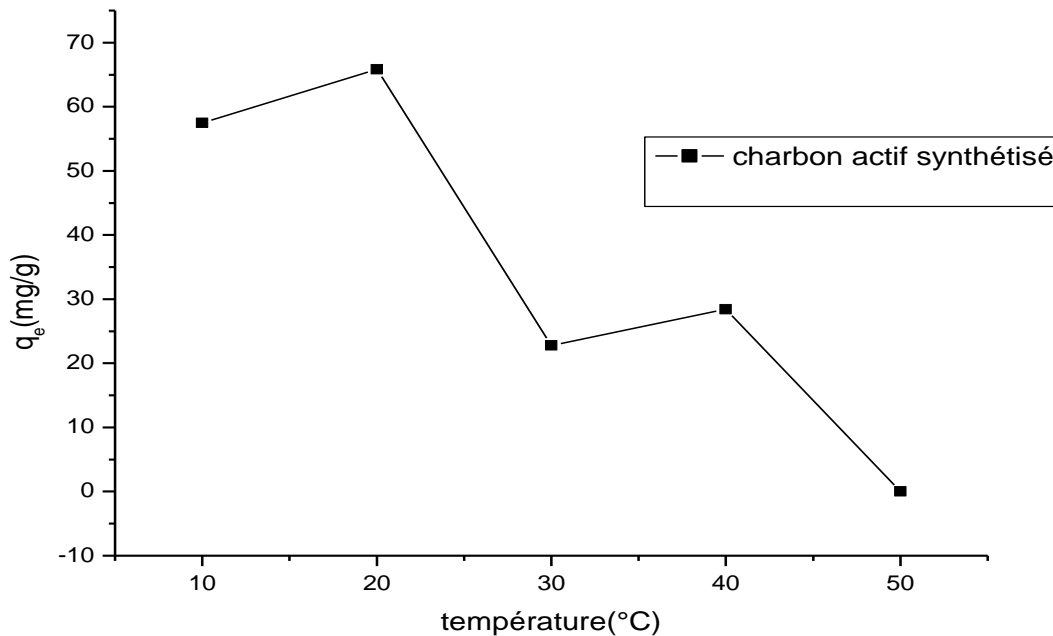


Figure III.2. 10: effet de température sur les cinétiques d'adsorption du colorant jaune bemacide par le charbon actif synthétisé.

La figure III.2.10 présente les résultats obtenus, montrant qu'une élévation de la température entraîne une diminution de la capacité d'adsorption du colorant à l'état d'équilibre, indiquant que des températures plus basses favorisent une meilleure adsorption sur le charbon actif synthétisé.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Cette étude a porté sur l'évaluation de la capacité d'adsorption de deux types de charbon actif pour le traitement des eaux usées contenant le colorant textile jaune Bemacide : un charbon actif industriel d'une part, et un charbon actif synthétisé obtenu à partir de cheveux humains, d'autre part.

La première partie du travail consiste à une revue des connaissances sur les matériaux adsorbants, les colorants synthétiques et les mécanismes d'adsorption.

Dans la seconde partie, des analyses physico-chimiques (spectroscopie infrarouge) ont permis de caractériser les deux adsorbants.

La dernière partie présente les résultats expérimentaux ainsi que l'évaluation des performances de l'adsorbant dans le processus d'adsorption.

Les tests d'adsorption réalisés avec le colorant jaune Bemacide ont mis en évidence une capacité d'adsorption significative pour les deux adsorbants, avec de meilleures performances observées pour le charbon actif dérivé des cheveux après activation. L'équilibre est atteint au bout de 60 minutes de contact. L'ajustement des résultats aux modèles cinétiques a révélé que le modèle du pseudo-second ordre décrit le mieux le processus.

Par ailleurs, les isothermes d'adsorption se conforment davantage au modèle de Freundlich, suggérant une adsorption sur des sites hétérogènes.

L'étude de l'influence du pH a confirmé l'importance de ce paramètre sur l'efficacité du processus d'adsorption.

Enfin, une vitesse d'agitation modérée optimise l'adsorption du colorant sur les adsorbants, contrairement aux vitesses trop faibles ou trop élevées qui réduisent l'efficacité du processus.

Ces résultats offrent des perspectives pour valoriser davantage les déchets capillaires comme matière première dans la fabrication de charbons actifs durables, ainsi étudier le comportement de ces adsorbants vis-à-vis d'autres types de colorants ou de polluants. Réaliser des essais en conditions réelles sur des effluents industriels complexes pour évaluer la robustesse du procédé.

Références

23. Bousta, N.E. and F. Bennammer, *Etude de l'adsorption du vert de méthyle par un matériau hybride à base de chitosane*, 2022, université ibn khaldoun-tiaret.
24. NOURELHOUDA, B. and L. KHADIDJA, *ETUDE CINETIQUE ET ISOTHERME D'ADSORPTION D'UN COLORANT SUR DES CHARBONS A BASE NATUREL*, 2022, faculté des sciences et de la technologie univ bba.
25. SELAMI, S. and S. ZERAI, *Adsorption d'un colorant cationique par un matériau à base d'argile modifiée*. 2021.
26. YACINE, H.M., *Etude de capacité d'adsorption d'un déchet végétal*.
27. SAOUD Imane, H.F., *Etude comparative de l'adsorption de Bleu de Bromothymol sur le charbon actif granulé et le charbon actif issu de noyaux de dattes*, 2018.
28. Chaheb, N., *L'adsorption du bleu de méthylène sur l'argile brute de Touggourt*, 2016.
29. Adjaoud, S., *Elimination d'un colorant anionique par un adsorbant naturel*, 2018, UMMTO.
30. Benguella, B. and A. Yacouta-Nour, *Adsorption of bezanyl red and nylomine green from aqueous solutions by natural and acid-activated bentonite*. Desalination, 2009. **235**(1-3): p. 276-292.
31. Tizaoui, K., *Elimination des métaux lourds par une argile marneuse*, 2018, 07-07-2019.
32. Laouici, A., et al., *Contribution à l'étude de l'adsorption et la photo-dégradation solaire de deux colorants cationiques*, 2021, Université de Jijel.
33. Aimen, Z., *Elimination du rouge de Congo par adsorption sur le Charbon Actif*, 2024, faculté des sciences et de la technologie* univ bba.
34. MADJEDA, H., B. NAWEL, and M. SAIDA, *MÉMOIRE DE M.*
35. Chaib Samiha, B.R., *Etude de l'efficacité adsorbante du charbon actif issue des déchets agricoles*.
36. BENMEGHAZI, A. and K. Chaa, *MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE*.
37. Mr, P. and B.B. Mokhtar, *Modélisation d'une colonne d'adsorption garnie de charbon actif granulé*.
38. Mani, O.T.M., et al., *Sequestration of PCBs congeners present in Askarel formulation by adsorption on the prepared activated carbons*. Am J Chem Appl, 2018. **5**(5): p. 67-78.
39. Bembli, M., et al., *Etude de l'adsorption de l'Acide Rouge 52 par des sous-produits de l'industrie phosphatière*. RHAZES: Green and Applied Chemistry, 2022. **15**: p. 51-65.
40. Vafakhah, S., M.E. Bahrololoom, and M. Saeedikhani, *Adsorption kinetics of cupric ions on mixture of modified corn stalk and modified tomato waste*. Journal of Water Resource and Protection, 2016. **8**(13): p. 1238-1250.
41. Hashemian, S., M.K. Ardakani, and H. Salehifar, *Kinetics and thermodynamics of adsorption methylene blue onto tea waste/CuFe 2 O 4 composite*. 2013.
42. Sehailia, K. and T. Fatma, *Etude d'adsorption du Rouge Congo en phase aqueuse sur les feuilles de palmier*, 2019.
43. Lansari, I., et al., *Adsorption of textile dyes from aqueous solution using activated carbon from human hair*. Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis, 2022. **135**(4): p. 1891-1903.

Annexe



Kinetic study of removal of reactive violet and bemacid yellow from aqueous solution by adsorption onto activated carbon derived from human hair

Imane Lansari¹ · Khadidja Tizaoui² · Belkacem Benguella¹ · Fatima Zohra Bensaïd¹ · Anfal Chekroun¹ · Natalia Kruchinina³ · Alexey Nistratov³

Received: 1 April 2025 / Accepted: 14 May 2025
© Akadémiai Kiadó Zrt 2025

1 Abstract

Activated carbon derived from human hair utilizing a specific activation reagent (K_2CO_3) was tested for its ability to adsorb the textile dyes reactive violet and bemacid yellow. The study explored the influence of contact time, initial adsorbate concentration, and pH. In addition to adsorption experiments, the activated carbon was characterized by Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) to identify its surface functional groups, and its adsorption quality and performance were thoroughly evaluated. The results showed that this activated carbon is a promising material for removing both textile dyes from solution. Adsorption equilibrium was achieved after 1 h, with capacities of 45.31% for reactive violet and 65.87% for bemacid yellow. The adsorption capacity increased with initial dye concentration, and the process was most efficient at pH 6 for both dyes on the activated carbon.

Keywords Adsorption · Activated carbon · Textile dye · Bemacid yellow · Reactive violet

2 Introduction

Water is the main constituent of biological matter, making up roughly 70% or more of living organisms. The importance of water as a fundamental requirement for life is continually emphasized worldwide. As a heavily polluting industry according to

✉ Imane Lansari imane.lansari@univ-tlemcen.dz



¹ Inorganic Chemistry and Environment Laboratory, University of Tlemcen, P. O. Box 119, 13000 Tlemcen, Algeria

² University of Science and Technology Houari Boumediene of Algiers, Algiers, Algeria

³ D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

Published online: 26 May 2025



the Central Pollution Control Board, the textile industry is the principal source of dye pollution and has become a key area of focus for industrial wastewater solutions [1]. Indeed, the rapid expansion of industrialization has led to a sharp increase in the global demand for textile products. Consequently, the textile industry has substantially increased its wastewater discharge, posing a significant threat to

environmental safety worldwide [2]. This not only detracts from the visual beauty of natural water sources but also presents dangers to human well-being and the biological diversity of aquatic environments. Textile wastewater contains multiple chemicals that cause environmental and health problems. Dyes are considered a major pollutant among these chemicals found in textile wastewater [3].

Therefore, it is essential to implement effective waste treatment measures before releasing such pollutants into the environment. For this reason, researchers have developed several techniques to treat textile effluents over the years, such as bioremediation [4] biological treatments [5], advanced oxidation process [6, 7], photocatalytic degradation [8], and adsorption [9].

Considered a stable and efficient method for removing organic contaminants from wastewater, the adsorption process using a solid adsorbent is a valuable technique [10].

Choosing the right adsorbent is crucial for effective adsorption. Carbon-based materials, particularly activated carbon, are widely used for this purpose due to their porous structure and large surface area [11]. However, the significantly high specific surface area and pore volume of activated carbons make them ideal for use as adsorbent materials in adsorption processes, effectively treating contaminated waters. Different types of activated carbons, like biochar, granular, powdered, and fibers, have been extensively explored for their effectiveness in decontaminating polluted water systems from heavy metals [12], pharmaceuticals [13], radionuclides [14], and dyes [15–17]. Therefore, the growing demand for sustainable and eco-friendly alternatives for coal, wood or coconut shells has prompted research into using low-cost, renewable or waste biomass as precursors for activated carbon production. Various biological wastes, including fruit peels, nutshells, sawdust and even animal wool have been successfully explored.


In this context, human hair, keratin rich waste material that is generated in large quantities from barber shops and salons, presents an underutilized yet promising source for activated carbon production.

The present study focuses on producing activated carbon from human hair and investigating its potential for removing textile dyes from aqueous solutions through adsorption. This work not only introduces a novel valorization pathway for an oftendiscarded biological waste, but also expands the scope of bio sorbents in the field of wastewater treatment.

3 Materials and methods

Reactive violet is textile dye obtained from Russia textile industry.

Bemacid yellow is an azoique acid textile dye obtained from Algeria textile industry.

Human hair obtained from hair salons in Tlemcen,  Springer Algeria was utilized as the raw material for the production of activated carbon.

3.1 Samples preparation

The preparation of activated carbon with K_2CO_3 involved washing human hair with distilled water, followed by drying at 50 °C. The dried hair was then impregnated in K_2CO_3 20% solution at a weight ratio of 1:2 or 1:4 for a period of 24 h. After impregnation, the hair was washed five times with 200 mL of clear water and subsequently dried at 50 °C for 24 h. The hair sample was then pyrolyzed at a constant heating rate of 10 °C/min from room temperature to 450 °C and maintained at this temperature for 45 min [18, 19].

3.2 Adsorption experiments

To investigate the adsorption kinetics at ambient temperature, 100 mL of dye solution (100 mg/L) was brought into contact with 0.1 g of the prepared activated carbon (AC) in an Erlenmeyer flask, with continuous medium agitation for a duration of 1 h. The adsorption of dyes was quantified by measuring the maximum adsorption peak using an Optizen POP UV–Vis spectrophotometer at specific wavelengths ($\lambda_{\max} = 600$ nm for reactive violet and $\lambda_{\max} = 390$ nm for bemacid yellow).

4 Results and discussion

4.1 Quality and performances of activated carbon

To assess the quality and performance of activated carbon, several characterization techniques were employed, including moisture content, carbon tetrachloride number, benzene number, methylene blue adsorption, and iodine number. Moisture content, as well as the carbon tetrachloride and benzene numbers, were determined by exposing 0.5 g of activated carbon separately to the vapors of water, carbon tetrachloride, and benzene for one week under a fume hood.

The volume of liquid adsorbed per gram of adsorbent is calculated using (Eq. 1).

$$V = \frac{m_f - m_i}{\rho} \quad (1)$$

where:

V^s : volume of liquid (in cm^3) adsorbed per gram of adsorbent (activated carbon); m_i : initial mass of the activated carbon before contact with the liquid (g); m_f : final mass of the activated carbon after contact with the liquid (g); ρ : density of the liquid.

Methylene blue adsorption was evaluated by contacting 0.5 g of activated carbon with 50 mL of a 0.15% methylene blue solution under agitation for 20 min. The mixture was then centrifuged at 3000 rpm for 15 min, and the absorbance of the supernatant was measured using a spectrophotometer to calculate the amount of dye adsorbed per gram of carbon.

The adsorption activity of the carbon for the dye (A_{MB}), expressed in mg per gram of product, is calculated using (Eq. 2).

$$A_{MB} = \frac{(C_1K - C_2K)0.05}{m} \quad (2)$$

Here:

C_1 : mass concentration of the initial dye solution (mg/dm³);
 C_2 : mass concentration of the solution after contact with activated carbon (mg/dm³);

K : dilution factor of the solution;

0.05: volume of the dye solution taken for clarification (dm³); m : mass of the activated carbon sample (g).

For the iodine number, 0.5 g of activated carbon was stirred with 50 mL of 0.1 M iodine solution for 15 min, followed by titration of a 10 mL aliquot with 0.1 M sodium thiosulfate solution to determine the iodine adsorption capacity.

The iodine adsorption activity percentage (X) is calculated using (Eq. 3).

$$\frac{(V-V') \times 0.0127 \times 100 \times 50}{10 \times m} \quad (3)$$

where:

V': volume of $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ required to titrate 10 mL of the initial iodine solution (before contact with activated carbon) (mL);

V'': volume of $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ required to titrate 10 mL of the final iodine solution (after contact with activated carbon) (mL); m: mass of the activated carbon (g);

50: volume of iodine in contact with the activated carbon (50 mL); 0.0127 and 100: coefficients.

The moisture content is $0.179 \text{ cm}^3/\text{g}$, the C Cl_4 index is $0.082 \text{ cm}^3/\text{g}$, and the C_6H_6 index is $0.203 \text{ cm}^3/\text{g}$. The high benzene index value for the activated carbon treated with K_2CO_3 indicates the presence of micropores and mesopores.

The methylene blue index of 96.810 mg/g and the iodine index of 584.2 mg/g for the studied activated carbons reveal that the activated carbon treated with K_2CO_3 contains more micropores than mesopores [20].

4.2 FTIR spectroscopy

The infrared spectrum of activated carbon is shown in Fig. 1 and the results obtained are listed in Table 1.

4.3 Effect of contact time

The progression of reactive violet and bemacid yellow adsorption onto activated carbon is depicted in Fig. 2.

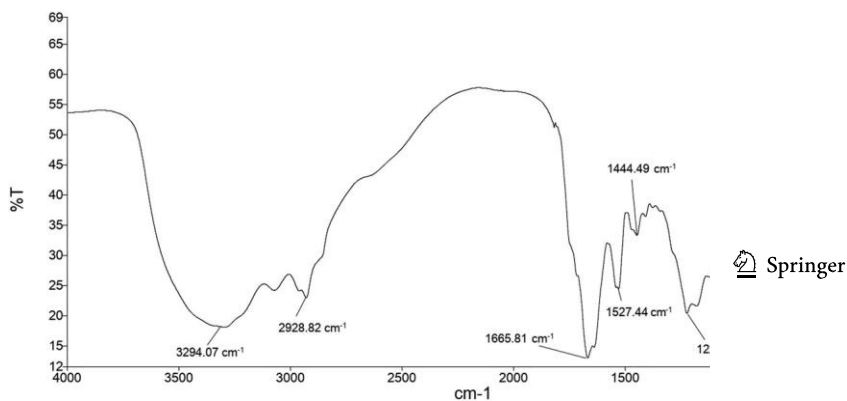


Fig. 1 FTIR spectrum of activated carbon

Bands (cm^{-1})	Assignment
3294	O–H and N–H groups

Table 1 FTIR spectrum results [10, 21–26]		
2929		C–H groups
1666–1527		C = C aromatic group
1444		C–O carboxylate groups
1220–1048		C–C and C–O groups (acid, alcohols, phenols, esters, ethers)
867–587		C-H aromatic groups

The results show that the adsorption capacity reached 45.31% for reactive violet and 65.87% for bemacid yellow on activated carbon after a contact time of 1 h.

4.4 Kinetic of contact time on dye adsorption by activated carbon

To evaluate the rate constant, the equation proposed by Gabor Lente was used [27] using the following formula (Eq. 4):

$$Y_t = Xe^{-kt} + E \quad (4)$$

In the formula, X is the term of amplitude, k is the first order rate constant, E is called the end point. The kinetics of reactive violet and bemacid yellow adsorbed by activated carbon are shown in Fig. 3.

Exponential curves are easily handled for cases when observed signal is integrated in time and/or space. In addition, integration in time (in interval τ) is a key question when the response time of the monitoring method is not faster than the process studied [28]. The integrated observation is described by the Eq. 5 [27]:

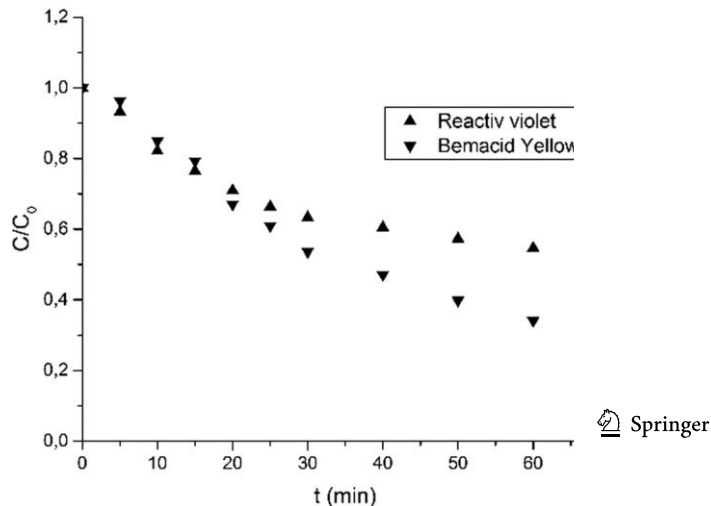


Fig. 2 Evolution of the adsorption of reactive violet and bemacid yellow, [dye] = 100 mg/L, $V_{\text{solution}} = 100$ mL, $m_{\text{AC}} = 0.1$ g, pH natural, constant T

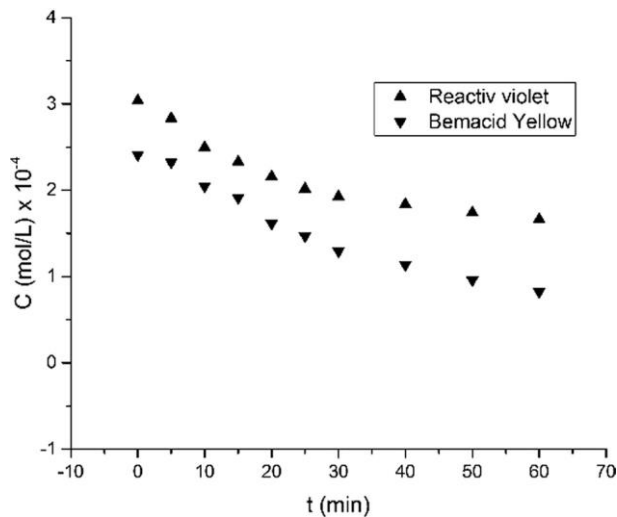


Fig. 3 Kinetic adsorption of reactive violet and bemacid yellow, [dye] = 100 mg/L, $V_{\text{solution}} = 100 \text{ mL}$, $m_{\text{AC}} = 0.1 \text{ g}$, pH natural, constant T

$$Y_t = \frac{X}{1 + e^{-k(X-E)t}} \quad (5)$$

In the formula, X is the calculated amplitude; E is the end point and K the kinetic (first order) constant. R^2 (coefficient of determination) and all of the previous data are shown in Table 2. It was found that the faster adsorption was obtained with the adsorption of bemacid yellow on AC that corresponds to a value of K equal to 0.0469 min^{-1} .

4.5 The effect of initial concentration

To understand the influence of initial dye concentration on the driving forces between the adsorbent and the dye solution, experiments were conducted with starting concentrations ranging from 30 to 100 mg/L. The results of this study are presented in Figs. 4 and 5.

The adsorption of the two dyes by the Activated Carbon is clearly affected by the initial dye concentration. With a fixed amount of adsorbent, a high dye concentration leads to both increased dye uptake and decreased removal efficiency. This is because at low concentrations, there are more free sites on the adsorbent relative to dye molecules, resulting in easier and faster adsorption. However, at high concentrations, this ratio decreases, causing the adsorbent to saturate quickly and its effectiveness to decline due to limited surface area [29, 30].



4.6 Kinetic of initial concentration effect on dyes adsorption

The kinetics of the dyes adsorption under initial concentration was studied using the model proposed by Gabor Lente (Eqs. 4 and 5).

The kinetics of reactive violet and bemacid yellow are shown in Figs. 6 and 7. The calculated amplitude (X), the endpoint (E), the kinetic constants (k) and the coefficient of determination (R^2) are regrouped in Table 3.

The kinetic studies show that the faster adsorption was obtained with $C_0 = 100 \text{ mg/L}$ for the adsorption of reactive violet on activated carbon with k equal to 0.0469 min^{-1} ($R^2 = 0.99$) and $C_0 =$

100 mg/L for the adsorption of bemacid yellow on activated carbon with k equal to 0.0464 min^{-1} ($R^2 = 0.98$).

4.7 The effect of initial pH

Given the considerable impact of pH on the adsorption of organic pollutants, the adsorption of reactive violet and bemacid yellow was investigated within a pH range of 2 to 8. Adjustments to the pH were made using NaOH (0.1 N) for neutral and basic conditions, and H_2SO_4 (0.1 N) for acidic conditions [23, 31]. The point of zero charge (pH_{ZPC}), as determined by the drift method was 6.9 [18].

Figs. 8 and 9 demonstrate the impact of the initial pH on the adsorption process of textile dyes on activated carbon.

The adsorption of reactive violet and bemacid yellow on Activated Carbon shows a pH dependence. The adsorption rate increases in acidic conditions (pH 2–4), where adsorption is maximized, likely due to the attraction between the negatively charged dye and the positively charged activated carbon (when $\text{pH} < \text{pH}_{\text{ZPC}}$). Conversely, at pH values above the pH_{ZPC} , the adsorption rate decreases, possibly due to repulsion between the negatively charged dye and the negatively charged activated carbon surface.

Table 2 Kinetic results of dyes adsorption

Dye	E	Standard errors	X	Standard errors	X	Standard errors	K (min ⁻¹)	Standard errors	R ²	Standard errors
Reactive Violet	5.52	10 ⁻⁵	4.94	10 ⁻⁵	1.36	10 ⁻⁵	0.0469	3.48	0.995	9.55
Bemacyellow	7.46	10 ⁻⁵	2.18	10 ⁻⁵	1.01	10 ⁻⁵	0.0464	5.75	0.987	5.36

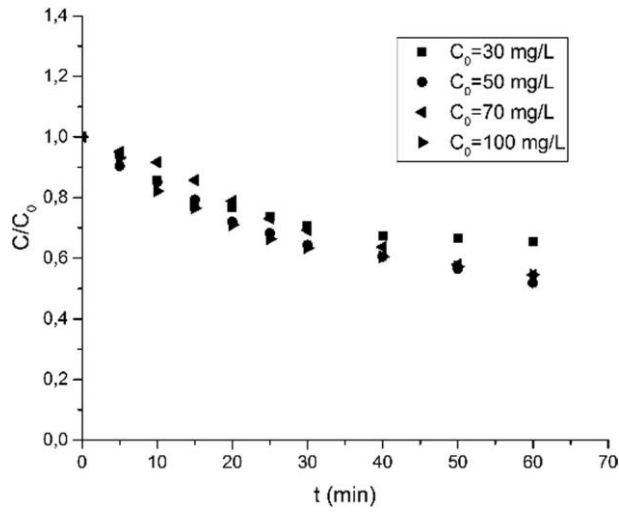


Fig. 4 Effect of initial concentration of reactive violet on the adsorption, $V_{\text{solution}} = 100 \text{ mL}$, $m_{\text{AC}} = 0.1 \text{ g}$, pH natural, constant T

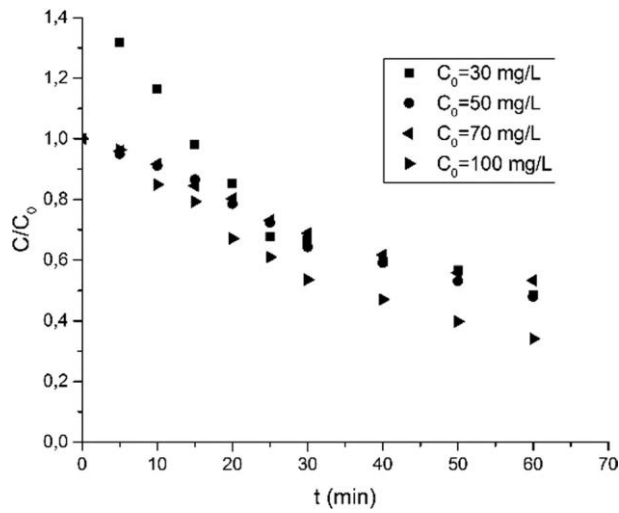


Fig. 5 Effect of initial concentration of bemacid yellow on the adsorption, $V_{\text{solution}} = 100 \text{ mL}$, $m_{\text{AC}} = 0.1 \text{ g}$, pH natural, constant T

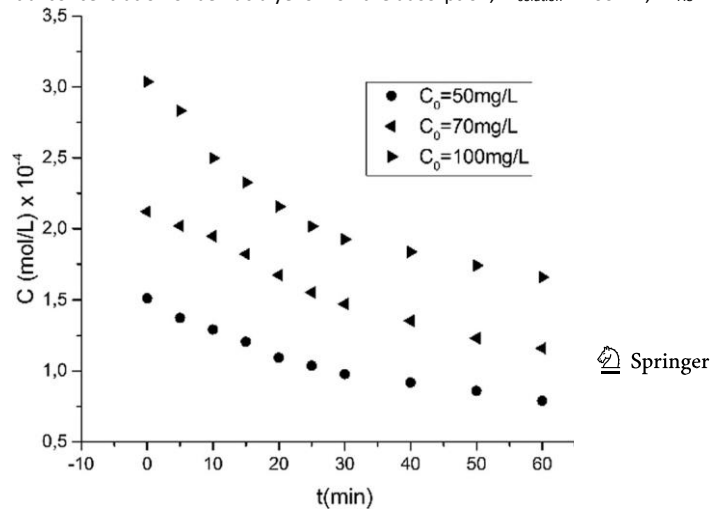


Fig. 6 Kinetic of initial concentration effect on adsorption of reactive violet, $V_{\text{solution}} = 100 \text{ mL}$, $m_{\text{AC}} = 0.1 \text{ g}$, pH natural, constant T

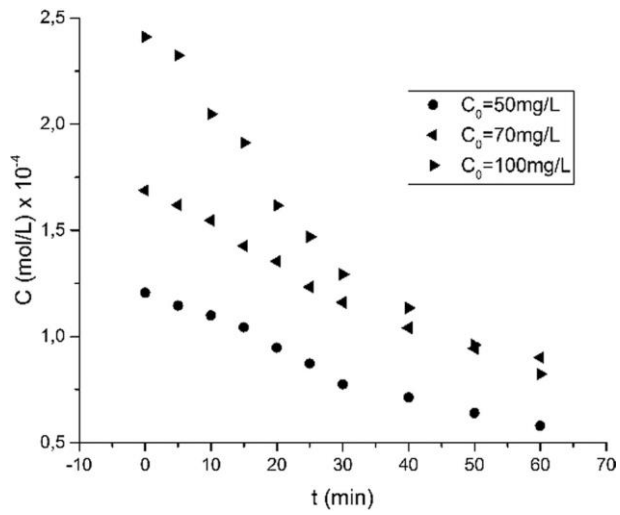


Fig. 7 Kinetic of initial concentration effect on adsorption of bemacid yellow, $V_{\text{solution}} = 100 \text{ mL}$, $m_{\text{AC}} = 0.1 \text{ g}$, pH natural, constant T

Table 3 Kinetic results of initial concentration effect on adsorption of dyes, $V_{\text{solution}} = 100 \text{ mL}$, $m_{\text{AC}} = 0.1 \text{ g}$, constant T

Dye	C_0 (mg/L)	E	Standard errors	X	Standard errors	K (min^{-1})	Standard errors	R^2	Standard errors
Reactive violet	50	6.96×10^{-5}	2.90×10^{-6}	8.20×10^{-5}	2.621×10^{-6}	0.0343	2.70×10^{-3}	0.996	1.74×10^{-11}
	70	6.93×10^{-5}	1.64×10^{-5}	1.47×10^{-4}	1.52×10^{-5}	0.0199	3.73×10^{-3}	0.992	7.93×10^{-11}
	100	5.52×10^{-5}	1.35×10^{-5}	4.91×10^{-5}	1.36×10^{-5}	0.0469	3.48×10^{-3}	0.995	9.55×10^{-10}
Bemacid yellow	50	1.26×10^{-5}	2.23×10^{-5}	11.04×10^{-5}	2.12×10^{-5}	0.0154	4.71×10^{-3}	0.987	5.53×10^{-11}
	70	4.53×10^{-5}	1.59×10^{-5}	12.68×10^{-5}	1.49×10^{-5}	0.0184	3.78×10^{-3}	0.992	5.65×10^{-11}
	100	7.46×10^{-5}	1.014×10^{-5}	2.18×10^{-5}	1.01×10^{-5}	0.0464	5.75×10^{-3}	0.987	5.36×10^{-10}

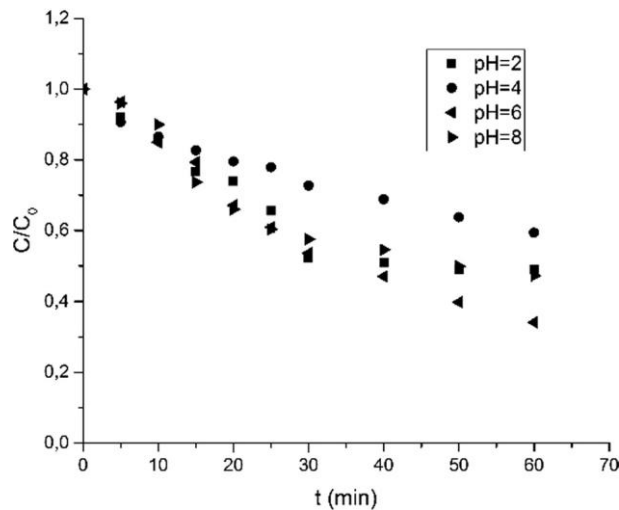


Fig. 8 Effect of initial pH on the adsorption of reactive violet, [RV] = 100 mg/L, $V_{\text{solution}} = 100$ mL, $m_{\text{AC}} = 0.1$ g, constant T

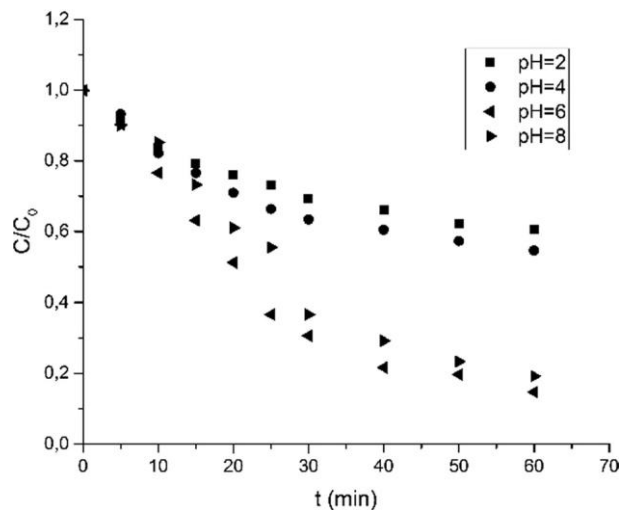
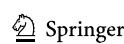


Fig. 9 Effect of initial pH on the adsorption of bemacid yellow, [BY] = 100 mg/L, $V_{\text{solution}} = 100$ mL, $m_{\text{AC}} = 0.1$ g, constant T

Same results were found in previous investigation of adsorption of textile dyes using activated carbon with H_2SO_4 from human hair [32].

5 Conclusion

This study explored the production and application of activated carbon from human hair, utilizing a specific activation reagent (K_2CO_3) to enhance its adsorption capacity for textile dyes. The resulting activated carbon demonstrated significant removal of bemacid yellow and reactive violet from water. Bemacid yellow consistently showed better adsorption than reactive violet, achieving a maximum removal of 65.87% compared to 45.31% within 60 min.



In addition, the evaluation of the qualities and performances of the activated carbon revealed a porous structure composed of both mesopores and micropores, with a predominance of micropores. This characteristic likely contributes to the effective adsorption of dye molecules.

The adsorption of both dyes was found to be most efficient at pH 6, and increasing the initial dye concentration improved removal capacity. This research supports the use of human hair as a promising precursor for activated carbon in treating textile wastewater.

6 References

- Ahsan MA, Satter F, Satter SMAB, Akbor MA, Ahmed S, Shajahan M, Khan R (2019) Chemical and physicochemical characterization of effluents from the tanning and textile industries in Bangladesh with multivariate statistical approach. *Environ Monit Assess.* <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7654-2>
- Indunil SH, Dhanushka U, Jayasanka DJ, Choolaka H (2024) Textile dye decolorization by white rot fungi—a review. *Bioresour Technol Rep.* <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2023.101687>
- Tadele AA (2024) A review of dye biodegradation in textile wastewater, challenges due to wastewater characteristics, and the potential of alkaliphiles. *J Hazard Mater Adv.* <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2024.100493>
- Aravin PP (2024) Recent advances in the remediation of textile-dye-containing wastewater: prioritizing human health and sustainable wastewater treatment. *Sustainability* 16(2):495
- Tripathi M, Singh S, Pathak S, Kasaudhan J, Mishra A, Bala S, Garg D, Singh R, Singh P, Singh PK, Shukla AK, Pathak N (2023) Recent strategies for the remediation of textile dyes from wastewater: a systematic review. *Toxics.* <https://doi.org/10.3390/toxic11110940>
- Benomara A, Guenfoud F, Mokhtari M (2019) Removal of methyl violet 2B by F ePO₄ as photocatalyst. *Reac Kinet Mech Cat* 127:1087–1099
- BoudgheneStambouli H, Guenfoud F, Benomara A et al (2021) Synthesis of F eWO₄ heterogeneous composite by the sol–gel process: enhanced photocatalytic activity on malachite green. *Reac Kinet Mech Cat* 133:563–578
- Sukarta IN, Sastrawidana IDK (2024) Synthesis and characterization of hydroxyapatite/titania composite and its application on photocatalytic degradation of remazol red B textile dye under UV irradiation. *Ecol Eng Environ Technol* 25(2):178–189
- Lansari I, Benguella B, Kruchinina N, Nistratov A (2020) Adsorption of a textile dye from aqueous solution on natural and modified sawdust. *J Desalin Water Treat.* <https://doi.org/10.5004/dwt.2020.25861>
- Tizaoui K, Benguella B, Makhoukhi B (2019) Selective adsorption of heavy metals (Co²⁺, Ni²⁺ and Cr³⁺) from aqueous solution onto natural marne clay. *Desalin Water Treat* 142:252–259
- Fatemeh S, Negar S, Worawit W, Ronbanchob A, Choodum A (2024) Adsorption of volatile organic compounds on biochar: a review. *Process Saf Environ Protect* 182:559–578
- Wang Y, Peng C, Padilla-Ortega E, Robledo-Cabrera A, López-Valdivieso A (2020) Cr(VI) adsorption on activated carbon: mechanisms, modeling and limitations in water treatment. *J Environ Chem Eng* 8:104031
- Streit AFM, Collazzo GC, Druzian SP, Verdi RS, Foletto EL, Oliveira LFS, Dotto GL (2021) Adsorption of ibuprofen, ketoprofen, and paracetamol onto activated carbon prepared from effluent treatment plant sludge of the beverage industry. *Chemosphere* 262:128322
- Ioannidis I, Pashalidis I, Mulla B, Kotanidis G, Ioannou K, Constantinides G, Kostoglou N, Rebholz C (2023) Radionuclide removal from aqueous solutions using oxidized carbon fabrics. *Materials* 16:7429
- Azam K, Shezad N, Shafiq I, Akhter P, Akhtar F, Jamil F, Shafique S, Park Y, Hussain MA (2022) Review on activated carbon modifications for the treatment of wastewater containing anionic dyes. *Chemosphere* 306:135566
- Lan D, Zhu H, Zhang J, Li S, Chen Q, Wang C, Wu T, Xu M (2022) Adsorptive removal of organic dyes via porous materials for wastewater treatment in recent decades: a review on species, mechanisms and perspectives. *Chemosphere* 293:133464
- El Maguana Y, Elhadiri N, Benchanaa M, Chikri R (2020) Activated carbon for dyes removal: modeling and understanding the adsorption process. *J Chem.* <https://doi.org/10.1155/2020/2096834>
- Lansari I, Benguella B, Kruchinina N, Nistratov A (2022) The removal of acid green 4G and anthraquinone orange from aqueous solution using adsorption on activated carbon from human hair. *J Reac Kinet Mech Cat.* <https://doi.org/10.1007/s11144-022-02181-2>
- Chen W, Liu X, He RL, Lin T, Zeng QF, Wang XG (2013) Activated carbon powders from wool fibers. *Powder Technol* 234:7–83
- Kifuani KMA, Noki VP, Ndelo JDP, Mukana WMD, Ekoko GB, Ilinga BL, Mukinayi JM (2013) Activated carbon powders from wool fibers. *J Powder Technol* 234:76–83
- Liu J, Li WY, Liu Y, Zeng Q, Hong S (2014) Titanium(IV) hydrate based on chitosan template for defluoridation from aqueous solution. *Appl Surf* 293:46–54
- Fernandez A, Lassaletta G, Jimenez VM, Justo A, Gonzalez-Elipe AR, Herrmann JM, Tahiri H, Ait-Ichou Y (1995) Preparation and characterization of TiO₂ photocatalysts supported on various rigid supports (glass, quartz and stainless steel). Comparative studies of photocatalytic activity in water purification. *Appl Catal B* 7(1):49–63
- Bertoni FA, Medeot AC, Gonzalez JC, Sala LF, Bellu SE (2015) Application of green seaweed biomass for Mo VI sorption from contaminated waters, kinetic, thermodynamic and continuous sorption studies. *J Colloid Interface Sci* 446:122
- Li Z, Chang X, Zou X, Zhu X, Nie R, Hu Z, Li R (2009) Chemically-modified activated carbon with ethylenediamine for selective solid-phase extraction and preconcentration of metal ions. *Anal Chim Acta* 632:272–277
- He Q, Chang X, Zheng H, Jiang N, Hu Z, Wang X (2009) Determination of chromium (III) and total chromium in natural waters using a surface ion imprinted silica gel as selective adsorbent. *Int J Environ Anal Chem* 88:373–384
- El-Nabarawy T, Petro NS, Abdel-Aziz S (1999) Adsorption. *Sci Technol* 15:47
- Lente G (2015) Deterministic kinetics in chemistry and systems biology: the dynamics of complex reaction networks. Springer, Cham
- Peyman G, Alireza K, Reza DCS, Amit B (2019) A review on carbon-based materials for heterogeneous sonocatalysis: fundamentals, properties and applications. *Ultrason Sonochem* 58:104681
- Magdy A, Fouad YO, Abdel-Aziz MH, Konsowa AH (2017) Synthesis and characterization of Fe₃O₄/kaolin magnetic nanocomposite and its application in wastewater treatment. *J Ind Eng Chem* 56:299–311
- Khan TA, Dahiya S, Ali I (2012) Use of kaolinite as adsorbent: equilibrium, dynamics and thermodynamic studies on the adsorption of rhodamine B from aqueous solution. *Appl Clay Sci* 69:58–66
- Jin YZ, Row ZH (2015) Adsorption isotherm of Ibuprofen with molecular imprinted polymer. *Korean J Chem Eng* 22:264–267

32. Lansari I, Benguella B, Kruchinina N, Nistratov A (2022) Adsorption of textile dyes from aqueous solution using activated carb on from human hair. *J Reac Kinet Mech Cat*. <https://doi.org/10.1007/s11144-022-02224-8>

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Springer Nature or its licensor (e.g. a society or other partner) holds exclusive rights to this article under a publishing agreement with the author(s) or other rightsholder(s); author self-archiving of the accepted manuscript version of this article is solely governed by the terms of such publishing agreement and applicable law.

ملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة فعالية الفحم المنشط في تثبيت أصبغة النسيج (الأصفر بيماسيد) من أجل التخلص منها. التقنية المستعملة هي الإدمصاص التي تعتمد فعاليتها على عدة عوامل (التركيز، الحموضة، درجة الحرارة و سرعة التحريك). عدة نماذج حركية ديناميكية وإيزوثرمية استعملت أجل إظهار كمية الملون المثبتة من طرف المواد المستعملة. النتائج المتحصل عليها تثبت أهمية التقنية في استعمال الفحم المنشط في إدمصاص الأصفر بيماسيد من المياه الملوثة.

الكلمات المفتاحية: فحم منشط، إدمصاص، أصبغة النسيج، الأصفر بيماسيد

Résumé

Ce manuscrit a pour objectif de tester l'efficacité du charbon actif industriel et du charbon actif synthétisé dans l'élimination d'un colorant textile (Jaune Bemacide) pour le traitement des eaux usées. La technique utilisée est l'adsorption dont la performance dépend d'un certain nombre de paramètres (concentration initiale, température, pH, vitesse d'agitation). Différents modèles cinétiques ont été appliqués afin d'évaluer la capacité des matériaux étudiés à fixer les colorants. Les résultats obtenus ont montré l'intérêt pratique de l'utilisation du charbon actif industriel et du charbon actif synthétisé dans l'élimination du jaune bemacide.

Mots clés: charbon actif, adsorption, jaune bemacide, colorant textile.

Summary

This study aims to test the effectiveness of industrial activated carbon and synthetic activated carbon in the retention of textile dye (Bemacid yellow) for water treatment. The technique used for deppoluting is absorption. It's performance depends on certain parameters (concentration, temperature, pH and stiring speed). kinetic adsorption isotherms models are applied to evaluate the capacities of each absorbance to retain the bemacid yellow. The results obtained showed the practical interest of the use of activated carbon in depolluting water contaminated by this textile dye.

keywords: activated carbon, adsorption, textile dye, bemacide yello

