

IN/66A-76/03

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Abou Bekr Belkaid- Tlemcen

Faculté des sciences

Département de chimie

Mémoire fin d'études pour l'obtention de diplôme

D'INGÉNIEUR D'ÉTAT

Spécialité : Chimie Industrielle

Option : Chimie et Génie des Procédés

Thème

**ADSORPTION DU BLEU DE TELON ET DU JAUNE DE
TELON EN SOLUTION AQUEUSE SUR LE CHARBON
ACTIF**

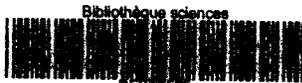
Présenté par :

M^{elle} DAR KEBIRA Fatma & M^{elle} BELARBI Zakia

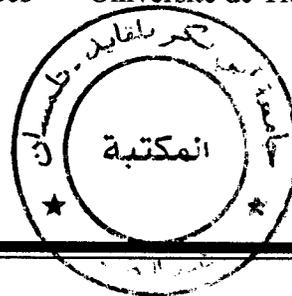
Soutenu le 06 Juillet 2011 devant le jury composé de:

Président	Mr TABTI Boufeldja	Professeur	Université de Tlemcen
Examineurs	M^{me} MERIAH Salima	Maitre de Conférences	Université de Tlemcen
	Mr ABDERRAHIM Omar	Maitre de Conférences	Université de Tlemcen
Encadreur	Mr BENGUELLA Belkacem	Maitre de Conférences	Université de Tlemcen

Année universitaire 2010 - 2011



8F815026



REMERCIEMENTS

Inscrit	
Date	19/07/2011
Code	5525

Grâce à Dieu ce mémoire à été réalisé Dieu, merci pour le courage et la volonté sans les quelles notre travail n'aurait jamais pu voir la lumière de ce jour.

Ce travail a été réalisé au sein du laboratoire de Chimie Inorganique et Environnement (LCIE) de l'Université Abou Bekr BELKAID. Il a été dirigé par Monsieur **B.BENGUELLA**, Maître de Conférences à l'université de Tlemcen à qui, J'adresse ma profonde reconnaissance pour son aide et son soutien, qu'il m'a apporté en vue de concrétiser ce travail.

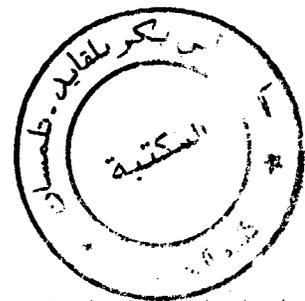
Nos vifs remerciements s'adressent à Monsieur **TABTI Boufeldja** Professeur à l'Université de Tlemcen, pour l'intérêt qu'il a porté à ce travail et pour nous avoir honoré de présider le jury de cette mémoire.

Ma gratitude va à Madame **MERIAH Salima**, Maître de Conférences à l'Université de Tlemcen, pour avoir accepté de participer à ce jury et pour son aide ainsi que ses conseils apportés.

De même je tiens à remercier Monsieur, **ABDRAHIM Omar** Maître de Conférences à l'Université de Tlemcen, pour avoir pris part à ce jury.

Nous remercions également tous les collègues et les amis du Laboratoire de chimie inorganique et environnement pour leurs sympathies qui a permis la réalisation de ce travail dans une ambiance agréable.

Que nos remerciements s'adressent aussi à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à la concrétisation de ce travail.



Dedicaces

*A mes parents qui m'ont nourrit de courage et de volonté tout au long
de mes études.*

A mes frères et ses femmes ; mes sœurs et ses maris.

A mes neveux et nièces.

A mes amis et tous ceux qui me sont chers

Zakia.

*Je dédie ce modeste travail à la femme qui m'aide dans tous mes
pats de ma vie, son amour, sons encouragements pour compléter mes
études, c'est pour vous ma chère mère.*

À tous mes frères et mes sœurs,

À mes neveux et mes nièces,

*À mes amis de promotion 2010-2011 ingénieur chimie et génie
des procédés,*

A mes copines de la chambre : Amina, Hanane,

A mon binôme Zakia qui m'a partagé ce travail,

A tous les personnes ayant connue fatma de loin au de près.

Et en fin, à la mémoire de mon père Djillali.

Fatma.

Sommaire

Introduction Générale.....	1
Chapitre I : partie bibliographique	
I- Généralités sur les colorants.....	3
I.1- La chimie des colorants.....	3
I.2- Les colorants synthétiques.....	4
I.3- Classification des colorants.....	7
I.3.1- Classification chimique.....	7
I.3.2- Classification dans le domaine industriel.....	10
I.4- Nomenclature.....	14
I.5- Utilisations.....	14
I.6- Toxicité des colorants synthétiques.....	14
I.6.1- Toxicité des colorants azoïques.....	14
I.6.2- Toxicité des triphénylméthanés.....	15
I.6.3- Toxicité des colorants Indigoïdes.....	15
I.6.4- Toxicité des colorants xanthènes.....	15
I.7- Nécessite de traiter les effluents textiles.....	16
I.7.1- Pourquoi les rejets textiles sont-ils dangereux?.....	16
I.7.2- Les dangers évidents.....	16
I.7.3- Les dangers à long terme.....	17
I.8- Procèdes de dépollution des eaux colorées.....	17
II- Charbon actif.....	18
II.1- Généralité.....	18
II.2- Applications.....	19
II.3- Production et activation du charbon.....	19
II.4- Structure du charbon actif.....	21
II.5- Texture du charbon actif.....	22
II.6- Propriétés superficielles du charbon actif.....	23
III- Adsorption.....	23
III.1- Définition.....	23
III.2- Les type d'adsorption.....	23

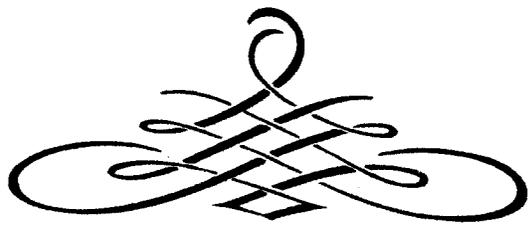
III.1.1 Chimisorption	23
III.1.2 Physisorption	24
III.3- Mécanisme d'adsorption.....	24
Références bibliographiques.....	26

Chapitre II : étude expérimentale

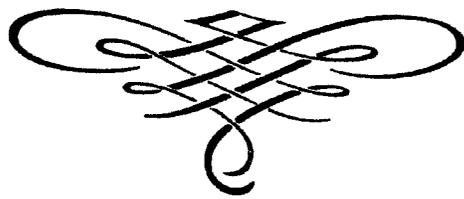
I- Adsorbant utilisé.....	29
II- Colorants utilisés	29
III- Préparation des colorants.....	29
IV- Principe du Spectrophotométrie UV-Visible.....	30
IV.1 Principe.....	30
IV.2 loi de Beer-Lambert.....	30
V- Etude de l'adsorption des colorants par le charbon active.....	31
V.1. Cinétique d'adsorption.....	31
Références bibliographiques.....	33

Chapitre III : Résultats et discussion

I. Introduction	34
II. Détermination de λ_{max}	34
III. Vérification de la loi de Beer-Lambert	35
IV. l'adsorption des colorants sur le charbon actif.....	36
IV.1- Cinétiques d'adsorption des colorants par le charbon actif.....	37
IV.2. Influence des conditions opératoires sur les cinétiques d'adsorption	38
IV.2.1. Influence du pH.....	38
IV.2.2. Effet de la température.....	39
IV.2.3. Influence de la vitesse d'agitation.....	41
V. Etude des facteurs influents : application d'un plan d'expérience.....	42
V.1. Optimisation des paramètres d'adsorption du bleu de Telon sur charbon actif	42
V.2. Conception des expériences.....	43
V.2.1. Calcul et l'amélioration du modèle	45
Références bibliographiques.....	49
Conclusion.....	50



INTRODUCTION GENERALE



INTRODUCTION GENERALE

La nature et les êtres vivants subissent de plus en plus les conséquences de la pollution avec le développement industriel et la croissance démocratique.

La pollution de l'eau qui affecte les rivières, les mers, les nappes phréatique et les lacs, est le résultat du rejet des eaux usées sans traitement ou de traitement insuffisant, cela provoque une dégradation de l'écosystème avec des effets irréversibles qui se traduit par : la disparition d'espèces vivantes, la contamination de la chaîne trophique etc...

Le problème est encore plus grave dans le cas des effluents industriels qui présentent un caractère dangereux. Généralement, ces effluents nécessitent un traitement sévère en fonction du degré de leurs contaminations.

Les enjeux environnementaux, liés à la pollution dans les milieux aquatiques fait l'objet de nombreux débats à l'échelle de la société civile. Pour cela, une prise de conscience oblige la nécessité de réduire l'effet de cette pollution toxique.

Parmi les industries consommatrices d'eau en grande quantité, on trouve celle du textile avec celle de la tannerie en tête de liste. Les secteurs de teintures, de l'impression ou du finissage du textile y occupent une place importante. Ces activités génèrent une pollution importante en eaux résiduaires. Ces effluents sont très chargés en colorants acides ou basiques, des sels et des adjuvants.

Pour le grand public, un effluent coloré est généralement pollué et dangereux. Chaque année et d'après notre Ministère de l'Environnement plus de 100 millions de m³ d'eaux usées contenant des colorants ont été rejetés en Algérie.

Le danger des colorants réside dans leur accumulation engendrant des conséquences graves sur les écosystèmes et par la suite sur la santé publique.

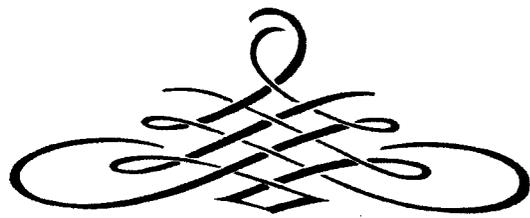
La Wilaya de Tlemcen possède trois complexes de textiles (Tlemcen, Nédroma et Sebdou), leurs rejets colorés constituent d'énormes nuisances pour la santé humaine.

Ce travail a pour but d'étudier l'élimination des colorants synthétique par adsorption sur un charbon actif.

Le manuscrit comporte trois grandes parties:

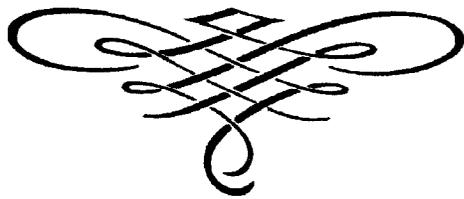
- La première partie concerne une synthèse bibliographique qui se comporte sur les colorants synthétiques, le charbon actif et l'adsorption
- La deuxième partie présente les méthodes d'analyses, les protocoles opératoires et les matériels expérimentaux utilisés pour la réalisation de ce travail.
- La troisième partie est consacrée à la présentation et discussion des différents résultats obtenus concernant : l'adsorption des colorants sur le charbon actif, influence des conditions opératoires sur les cinétiques d'adsorption et l'utilisation d'un plan d'expérience dans le but d'optimiser nos résultats au niveau du laboratoire.

Enfin, Nous avons terminé le manuscrit par une conclusion générale relatant les principaux résultats de cette étude.



CHAPITRE I:

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE



I- GENRRALITES SUR LES COLORANTS

L'industrie du textile consomme des quantités considérables d'eau dans le processus de fabrication. La présence de matières colorantes dans les rejets textiles cause des dégâts à l'environnement puisqu'ils sont toxiques même à des faibles concentrations.

Actuellement, les rejets de l'industrie du textile sont lourdement chargés en colorants. Ces derniers sont souvent utilisés en excès pour améliorer la teinture ; de ce fait les eaux de rejet se trouvent fortement concentrées en colorants dont la faible biodégradabilité rend les différents traitements difficilement applicables, ce qui constitue une source de dégradation de l'environnement.

Avant de citer les conséquences de la pollution des rejets textiles, on va tout d'abord rappeler les grandes familles chimiques de colorants qui constituent la plus part du marché des colorants industriels.

Dans ce chapitre, nous allons présenter des données bibliographiques sur différents types de colorants utilisés au domaine du textile. Nous exposerons également les problèmes de pollution sur la santé qui peuvent engendrer ces substances.

I.1- La chimie des colorants

De tout temps, l'homme a utilisé les colorants pour ses vêtements, pour sa nourriture et pour la décoration de son habitation.

Le premier écrit faisant référence à l'utilisation de teintures naturelles est daté de 2600 ans avant J.C. Ce n'est qu'en 1856 que William Henry Perkin, en essayant de synthétiser de la quinine artificielle à partir d'allyltoluidine pour soigner la malaria, a découvert la première matière colorante synthétique. Il l'appela "mauve", c'est l'aniline qui est un colorant basique [1].

Les colorants synthétiques représentent un groupe relativement large de composés chimiques organiques rencontrés dans pratiquement toutes les sphères de notre vie quotidienne.

La production mondiale est estimée à 700 000 tonnes/ an, dont 140 000 sont rejetées dans les effluents au cours des différentes étapes d'application et de confection [2,3]. Ces rejets, composés de surfactants, composés biocides, suspensions solides, agents de dispersion et de mouillage, colorants et métaux traces, sont toxiques pour la plupart des organismes vivants. L'hétérogénéité de leur composition rend difficile voire quasiment impossible l'obtention de seuils de pollution inférieurs ou égaux à ceux imposés par les normes environnementales, après traitement par les techniques traditionnelles.

I.2- les colorants synthétiques

Un colorant est défini comme étant un produit capable de teindre une substance d'une manière durable. Il possède des groupements qui lui confèrent la couleur: appelés chromophores et des groupements qui permettent sa fixation: auxochromes.

- ❖ Les groupements chromophores sont des composés organiques insaturés et aromatiques qui permettent une absorption importante de la lumière dans le domaine du visible ou de l'ultraviolet car ils contiennent les électrons responsables pour faire la transition électronique de l'état fondamental vers l'état excité.

Pour les colorants organiques, les trois chromophores les plus importants sont l'azobenzène, le triphénylméthane et l'antraquinone. Leurs structures sont les suivantes (figure 1).

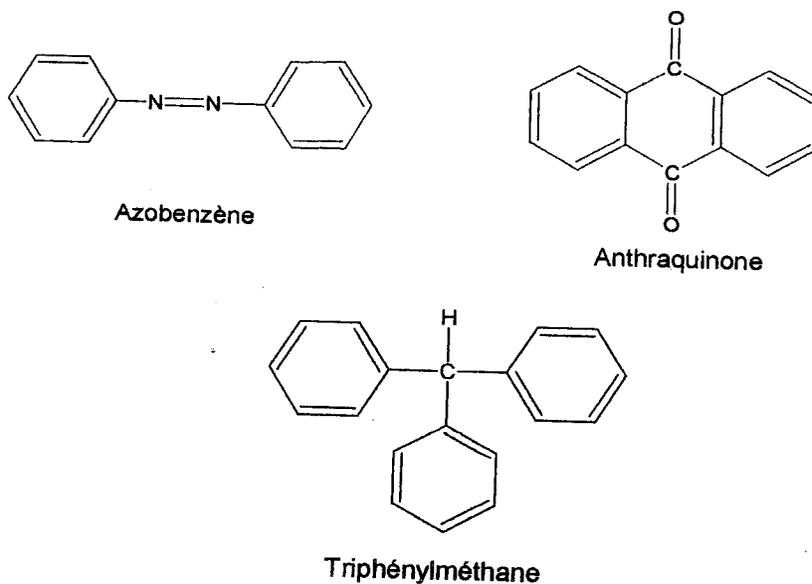


Figure 1 : Structures des groupements chromophores

- ❖ Le déplacement de l'absorption vers les plus grandes longueurs d'ondes dans le domaine du visible est dû à la présence de groupements auxochromes couplés à ces chromophores responsables d'une coloration plus visible.

Parmi ces groupements auxochromes, on peut citer :



Figure 2 : Groupements auxochromes.

L'addition d'un groupe auxochrome à certains composés incolores peut leur apporter de la couleur (figure 3) :

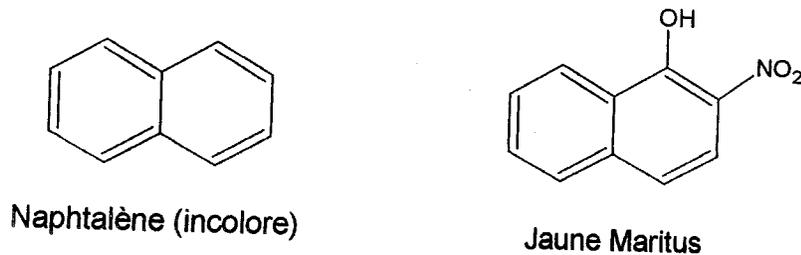


Figure 3 : Structures du Naphtalène et du Jaune Maritus.

Les matières colorantes se caractérisent par leur capacité à absorber les rayonnements lumineux dans le spectre visible (de 380 à 750 nm) [4]. La transformation de la lumière blanche en lumière colorée par réflexion sur un corps, ou par transmission ou diffusion, résulte de l'absorption sélective d'énergie par certains groupes d'atomes appelés chromophores. Notons que plus le groupement chromophore donne facilement un électron, plus la couleur est intense. Les chromophores sont des systèmes à liaisons π conjuguées ou des complexes de métaux de transition. Les colorants diffèrent les uns des autres par des combinaisons d'orbitales moléculaires. La coloration correspond aux transitions possibles après absorption du rayonnement lumineux entre ces niveaux d'énergie propres à chaque molécule [4].

Un colorant doit posséder, outre sa couleur propre, la propriété de teindre. Cette propriété résultant d'une affinité particulière entre le colorant et la fibre, est à l'origine des principales difficultés rencontrées lors des traitements. En effet, selon le type d'application et d'utilisation, les colorants synthétiques doivent répondre à un certain nombre de critères afin de prolonger la durée de vie des produits textiles sur lesquels, ils sont appliqués: résistance à l'abrasion, stabilité photolytique des couleurs, résistance à l'oxydation chimique (notamment les détergents) et aux attaques microbiennes.

L'affinité du colorant pour la fibre est particulièrement développée pour les colorants qui possèdent un caractère acide ou basique accentué. Ces caractéristiques propres aux colorants organiques accroissent leurs persistances dans l'environnement et les rendent peu disposés à la biodégradation [5].

I.3- Classification des colorants

Les colorants synthétiques sont classés selon leurs structures chimiques et leurs méthodes d'applications aux différents substrats (textiles, papier, cuir, matières plastiques, etc...).

I.3.1- Classification chimique

Le classement des colorants repose sur la nature du groupement chromophore.

➤ Les colorants azoïques

Les colorants azoïques sont caractérisés par la présence au sein de la molécule d'un groupement azoïque (-N=N-) reliant deux noyaux benzéniques. Cette catégorie de colorant est actuellement la plus répandue sur le plan d'application, puisqu'ils représentent plus de 50% de la production mondiale de matières colorantes [6].

Les colorants azoïques se répartissent en plusieurs catégories: les colorants basiques, acides, directs et réactifs solubles dans l'eau, et les azoïques dispersés et à mordant non-ioniques insolubles dans l'eau.

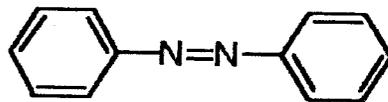
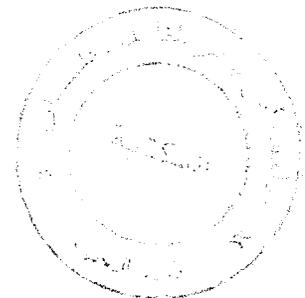


Figure 4 : azobenzène



Il est estimé que 10-15 % des quantités initiales sont perdues durant les procédures de teinture et sont évacués sans traitement préalable dans les effluents. Ces composés organiques sont cancérigènes et sont très résistants à la biodégradation [5].

➤ Les colorants triphénylméthanés

Les colorants triphénylméthanés dérivent du triphénylméthane, qui est un hydrocarbure possédant trois cycles phényle liés à un carbone central. On retrouve cette structure de base dans un grand nombre de composés organiques colorés.

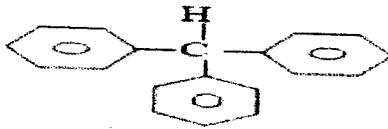


Figure 5 : triphénylméthane

Les colorants triphénylméthanés et leurs dérivés hétérocycliques constituent la plus ancienne classe de colorants synthétiques. Actuellement bien moins importants que les colorants azoïques et anthraquinoniques, ils ont conservé une certaine valeur commerciale. Les triphénylméthanés sont utilisés intensivement dans les industries papetières et textiles pour teindre le nylon, la laine, la soie et le coton. Leurs utilisations ne se limitent pas à l'industrie. On les retrouve également dans le domaine médical comme marqueur biologique et comme agent antifongique chez les poissons et la volaille [6].

➤ Les colorants indigoïdes

Les colorants indigoïdes tirent leurs appellations de l'indigo dont ils dérivent. Les colorants indigoïdes sont utilisés comme colorant en textile, comme additifs en produits pharmaceutiques, la confiserie, ainsi que dans des diagnostics médicales [7,8].

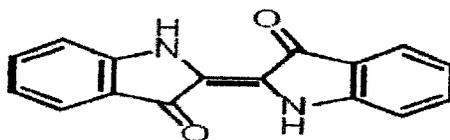


Figure 6 : Structure moléculaire d'un colorant indigoïde.

➤ Les colorants xanthènes

Les colorants xanthènes sont des composés qui constituent les dérivés de la fluorescéine halogénée. Ils sont dotés d'une intense fluorescence, qui donnent des propriétés tels que : marqueurs lors d'accident maritime ou de traceurs d'écoulement pour des rivières souterraines. Ils sont aussi utilisés comme colorant en alimentaire, cosmétique, textile et impression [9].

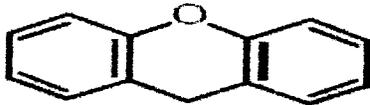


Figure 7: Structure moléculaire d'un colorant xanthène.

➤ Les colorants anthraquinoniques

Les colorants anthraquinoniques sont d'un point de vue commercial, les plus importants après les colorants azoïques. Leurs formules générales dérivées de l'anthracène, montre que le chromophore est un noyau quinonique sur lequel peuvent s'attacher des groupes hydroxyles ou amino. Ces produits sont utilisés pour la coloration des fibres polyester, acétate et tri-acétate de cellulose [9].

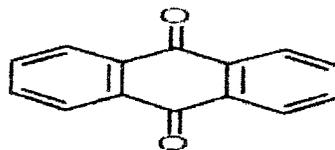


Figure 8 : Structure moléculaire d'un colorant anthraquinonique.

➤ Les phtalocyanines

Les phtalocyanines ont une structure complexe possédant un atome métallique central. Les colorants de ce groupe sont obtenus par réaction du dicyanobenzène en présence d'un halogénure métallique (Cu, Ni, Co, Pt, etc.) [9].

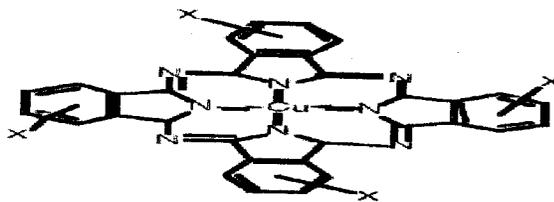


Figure 9 : Structure moléculaire d'un colorant phtalocyanine

➤ Les colorants nitrés et nitrosés

Les colorants nitrés et nitrosés forment une classe de colorants très limitée en nombre et relativement ancienne. Ils sont actuellement encore utilisés, du fait de leur prix très modéré lié à la simplicité de leur structure moléculaire caractérisée par la présence d'un groupe nitro (-NO₂) en position ortho d'un groupement électrodonneur (hydroxyle ou groupes aminés) [9].

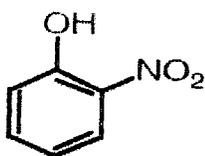


Figure 10 : Structure moléculaire d'un colorant nitré et nitrosé.

I.3.2- Classification dans le domaine industriel

Si la classification chimique présente un intérêt pour le fabricant des matières colorantes, le teinturier préfère le classement par domaines d'application. Ainsi, il est renseigné sur la solubilité du colorant dans le bain de teinture, son affinité pour les diverses fibres et sur la nature de la fixation. Selon la liaison colorant/substrat qui est de type : ionique, hydrogène, Van der Waals ou covalente. On distingue différentes catégories définies cette fois par les auxochromes [9].

✓ **Les colorants acides ou anioniques**

Ces colorants sont solubles dans l'eau grâce à leurs groupements sulfonates ou carboxylates, ils permettent de teindre les fibres animales (laine et soie) et quelques fibres acryliques modifiées (nylon, polyamide) en bain légèrement acide. L'affinité colorant-fibre est le résultat de liaisons ioniques entre la partie acide sulfonique du colorant et les groupements amino des fibres textiles [10].

La fonction acide joue le rôle d'élément solubilisant, car elle facilite l'ionisation de la molécule de colorants au sein du solvant

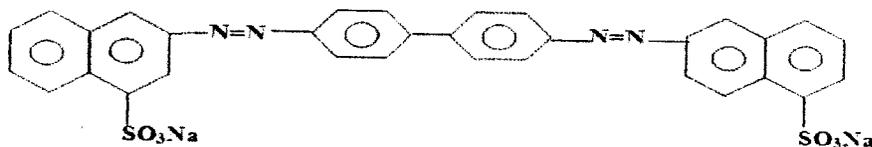


Figure 11 : Formule développée du Rouge Congo.

✓ **Les colorants basiques ou cationiques**

Les colorants basiques ou cationiques sont des sels d'amines organiques, ce qui leurs confèrent une bonne solubilité dans l'eau. Les liaisons se font entre les sites cationiques des colorants et les sites anioniques des fibres. En phase de disparaître dans la teinture de la laine et de la soie, ces colorants ont bénéficié d'un regain d'intérêt avec l'apparition des fibres acryliques [10].

✓ **Les colorants développés ou azoïques insolubles**

Les colorants développés ou azoïques insolubles sont formés directement sur la fibre. Au cours d'une première étape, le support textile est imprégné d'une solution de naphthol. Les précurseurs de la molécule qui sont suffisamment petits pour diffuser dans les pores et les fibres sont ensuite traités avec une solution de sel de diazonium qui, par réaction de diazotation entraîne le développement immédiat du colorant azoïque [10].

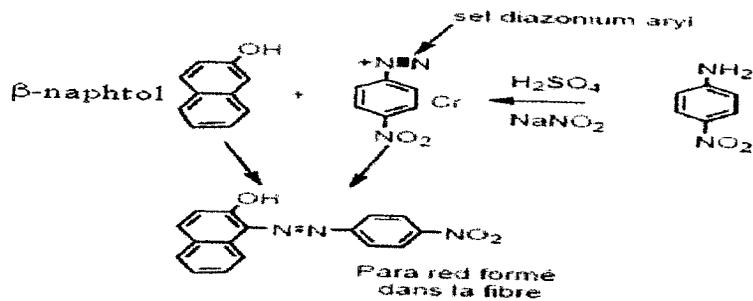


Figure 12 : Formation du colorant azoïque sur la fibre.

✓ *Les colorants de cuve*

Ils sont surtout employés pour la teinture des fibres cellulosiques ainsi que pour celles des polyamides. L'Indigo (figure 13) est un colorant de cuve connu depuis longtemps. Après imprégnation du tissu, un traitement par l'acide sulfurique en présence d'un oxydant régénère le colorant [11].

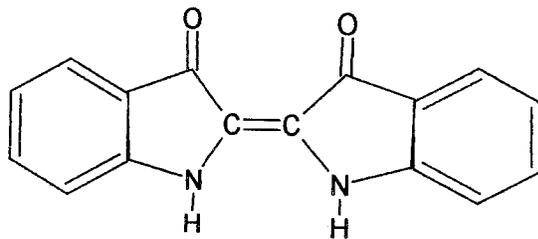


Figure 13 : l'Indigo.

✓ *Les colorants réactifs*

Les colorants réactifs contiennent des groupes chromophores issus essentiellement des familles azoïques, anthraquinoniques et phtalocyanines. Leur appellation est liée à la présence d'une fonction chimique réactive, de type triaziniques ou vinylsulfones assurant la formation d'une liaison covalente forte avec les fibres. Solubles dans l'eau, ils entrent dans la teinture du coton et éventuellement dans celle de la laine et des polyamides [12].

✓ *Les colorants directs*

Les colorants directs contiennent des charges positives ou négatives électrostatiquement attirées par les charges des fibres. Ils se distinguent par leurs affinités pour les fibres cellulosiques sans application de mordant, liée à la structure plane de leur molécule [12].

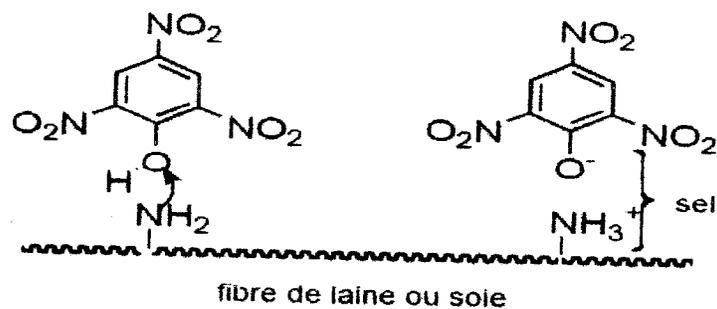


Figure 14 : Comportement du colorant direct en présence des fibres

✓ *Les colorants à mordants*

Les colorants à mordants contiennent généralement un ligand fonctionnel capable de réagir fortement avec un sel d'aluminium, de chrome, de cobalt, de cuivre, de nickel ou de fer pour donner différents complexes colorés avec le textile.

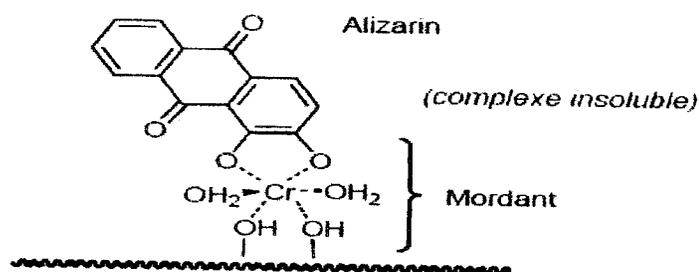


Figure 15 : Comportement du colorant à mordants en présence du textile.

✓ *Les colorants dispersés*

Les colorants dispersés sont très peu solubles dans l'eau et sont appliqués sous forme d'une fine poudre dispersée dans le bain de teinture. Ils sont en mesure, lors d'une teinture à haute température, de diffuser dans les fibres synthétiques puis de s'y fixer [10].

I.4- Nomenclature

La dénomination des colorants commerciaux est loin de présenter la rigueur de celle des composés chimiques, parce que, d'une part, ce n'est généralement pas des produits purs et que, d'autre part, les fabricants préfèrent très souvent ne pas en divulguer la constitution exacte. Les premiers colorants ont été extraits de noms de plantes (la mauvéine, la fuchsine, la garance, etc.) puis de noms de minerais (vert malachite, auramine, etc.). Par la suite, ils furent désignés selon leur constitution chimique (bleu de méthylène, noir d'aniline, vert naphthalène, etc.). Actuellement, les fabricants de matières colorantes déposent des marques protégées qui ne donnent aucune indication sur la structure, mais caractérisent la nuance et les procédés d'application. Ainsi, chaque colorant est désigné par sa couleur, sa marque commerciale et un code qui permet d'insister sur une nuance [13].

I.5- Utilisations

Les domaines d'application des colorants sont nombreux et variés, voici les plus importants [13] :

- Teinture et impression sur fibres et tissus de tout genre ;
- Teinture du cuir et des fourrures ;
- Teinture du papier ;
- Teinture du caoutchouc et des matières plastiques ;
- Colorants pour les vernis à alcool, les résines... ;
- Préparation des encres ;
- Préparation des craies de couleur, crayon de couleur.

I.6- Toxicité des colorants synthétiques

I.6.1- Toxicité des colorants azoïques

L'augmentation du nombre de cancers de la vessie observés chez des ouvriers de l'industrie textile, est reliée à leur exposition prolongée aux colorants azoïques [14]. L'azobenzène est reconnu d'être un composé génotoxique au même titre que l'amarante,

la tartrazine et la rouge cochenille figurent parmi les colorants azoïques les plus dangereux pour l'homme [15] et ils ont été retirés des listes de colorants dans la plupart des pays. Les effets cancérogènes des composés azoïques s'expriment par leurs dérivés amines [16].

I.6.2- Toxicité des triphénylméthanés

Les composés de la famille des triphénylméthanés sont des composés reconnus comme étant génotoxique pour les cellules bactériennes et mammifères [17]. La nature cancérogène des triphénylméthanés se manifeste principalement par leurs métabolites dont les dérivés N-diméthylé sont obtenus par voie bactérienne [18]. Ces composés peuvent subir une activation métabolique semblable à celle observée avec les amines aromatiques, avant de réagir directement sur l'ADN [19].

I.6.3- Toxicité des colorants Indigoïdes

Les colorants indigoïdes sont considérés très toxiques, leurs contacts peuvent causer des irritations de peau et d'œil, Ils peuvent également causer des dommages permanents à la cornée et sa conjonctive.

Par exemple : L'indigo carmine, en injection intraveineuse pour le diagnostic du système urinaire, peut causer des hypertensions graves, effets cardiovasculaires et respiratoires pour les patients [20,21]. Il peut également causer des irritations gastro-intestinales avec la nausée, vomissement et diarrhée [22,23].

I.6.4- Toxicité des colorants xanthènes

Le mécanisme fondamental par lequel les colorants xanthenes ont un effet toxique sur les organismes vivants est la réaction de photo-oxydation légère dépendante [24], précédemment connu sous le nom d'action photo-dynamique [25]. Dans ce mécanisme, une dose de sensibilisation légère de colorant xanthène est exposée à un montant suffisant de lumière d'une longueur d'onde appropriée pour obtenir une réaction photo-toxique [26].



I.7- Nécessite de traiter les effluents textiles

I.7.1- Pourquoi les rejets textiles sont-ils dangereux?

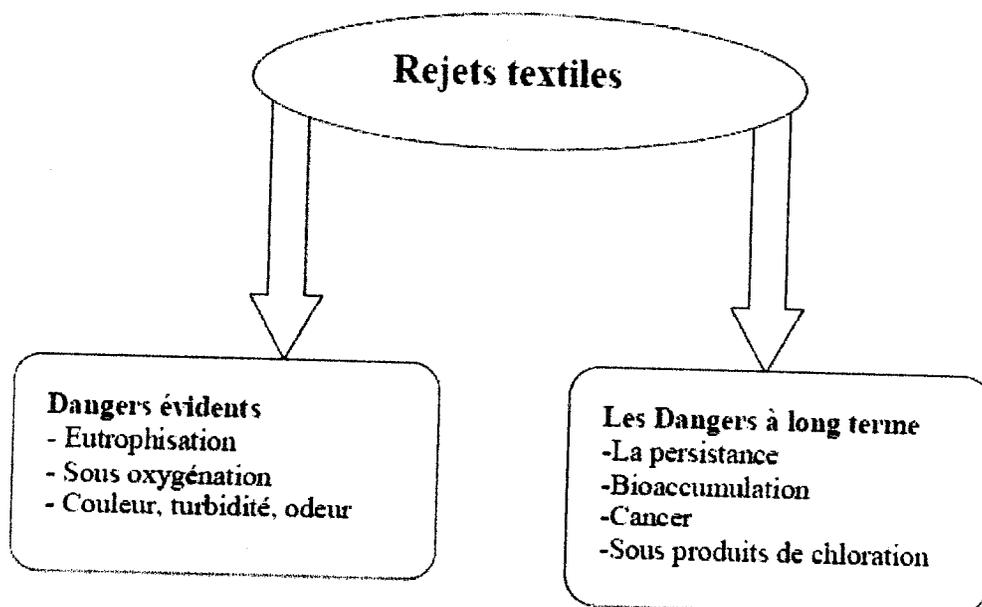


Figure 16 : Les dangers de rejets textiles

I.7.2- Les dangers évidents

Eutrophisation: Sous l'action des microorganismes, les colorants libèrent des nitrates et de phosphates dans le milieu naturel. Ces ions minéraux introduits en quantité trop importante peuvent devenir toxiques pour la vie piscicole et altérer la production d'eau potable. Leur consommation par les plantes aquatiques accélère leur prolifération anarchique et conduit à l'appauvrissement en oxygène par inhibition de la photosynthèse dans les strates les plus profondes des cours d'eau et des eaux stagnantes.

Sous-oxygénation: Lorsque des charges importantes de matière organique sont apportées au milieu via des rejets ponctuels, les processus naturels de régulation ne peuvent plus compenser la consommation bactérienne d'oxygène.

Couleur, turbidité, odeur: L'accumulation des matières organiques dans les cours d'eau induit l'apparition de mauvais goûts, prolifération bactérienne, odeurs pestilentielles et colorations anormales [27].

I.7.3- Les dangers à long terme

La persistance: Les colorants organiques synthétiques sont des composés impossibles à épurer par dégradations biologiques naturelles [3].

Cette persistance est en étroite relation avec leur réactivité chimique:

- ✓ Les composés insaturés sont moins persistants que les saturés,
- ✓ Les alcanes sont moins persistants que les aromatiques,
- ✓ La persistance des aromatiques augmente avec le nombre de substituant,
- ✓ Les substituants halogènes augmentent plus la persistance des colorants que les groupements alkyles.

Bio-accumulation: Si un organisme ne dispose pas de mécanismes spécifiques, soit pour empêcher la résorption d'une substance, soit pour l'éliminer une fois qu'elle est absorbée, cette substance s'accumule.

Cancer : Si la plupart des colorants ne sont pas toxiques directement, une portion significative de leurs métabolites. Leurs effets mutagènes, tératogènes ou cancérigènes apparaissent après dégradation de la molécule initiale en sous-produits d'oxydation : amine cancérigène pour les azoïques, leuco-dérivé pour les triphénylméthanés [27].

I.8- procédés de dépollution des eaux colorées

L'élimination des colorants dans les eaux résiduaires, se base sur l'utilisation de la méthode classique du traitement qui comporte deux parties : l'une physico-chimique caractérisée par l'ajout de réactifs chimiques (sulfate d'aluminium, chlorures ferriques,...) et l'autre biologique réalisée à l'aide des boues activées sous une aération suffisante [13].

La difficulté rencontrée avec l'utilisation des agents de coagulation-floculation, réside dans le fait qu'il est pratiquement impossible d'éliminer toute la quantité de colorants dans l'eau en plus de la mauvaise décantabilité des flocons formés [13].

Les procédés de traitement biologique sont peu efficaces dans le traitement des eaux polluées par des colorants à cause de la faible biodégradabilité des colorants. Cela est dû à leurs grandes molécules organiques très stables vis-à-vis des micro-organismes.

Les charbons actifs sont des adsorbants très utilisés à l'heure actuelle pour le traitement de l'eau avant rejet dans le milieu naturel.

L'adsorption sur charbon actif est efficace pour les colorants acides [13], mais moins bons pour les autres (colorants dispersifs). Par ailleurs, ce procédé exige un surdosage de charbon actif, produit cher et non régénérable à cause de la perte de la qualité adsorbante. D'autres traitements physico-chimiques sont actuellement utilisés. Ils incluent la chloration, l'ozonation et l'osmose inverse. Toutes ces méthodes sont sensiblement différentes en termes d'élimination de la couleur, du fonctionnement et du coût financier [13].

II- CHARBON ACTIF

II.1- Généralité

Le principal adsorbant utilisé en pratique est le charbon actif. Il est obtenu à partir de matières organiques (bois, tourbe) carbonisées, puis activées (dégagement des cavités remplies de goudron lors de la carbonisation). Le charbon actif peut être obtenu soit sous forme de poudre avec des pores de quelques micromètres de dimension, soit sous forme de grain. Il peut être régénéré selon trois procédés de désorption : à la vapeur, thermique et chimique.

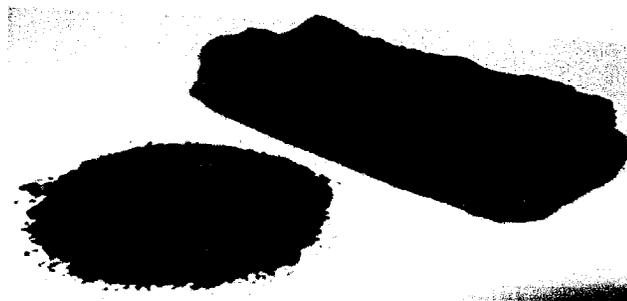


Photo 1 : Charbon actif

Les charbons actifs sont des adsorbants à très large spectre : la plupart des molécules organiques se fixent à leur surface, les moins retenues étant les molécules les plus polaires et celles linéaires, de très faible masse molaire (alcools simple, premiers acides organiques...). En revanche, les molécules peu polaires, génératrices de goût et

d'odeur, et les molécules à haute masse molaire sont, pour des raisons différentes, bien adsorbées sur les charbons.

Outre ces propriétés adsorbants, les charbons actifs sont également des supports de bactéries capables de dégrader une fraction de la phase adsorbée. Ainsi une partie du support est continuellement régénérée et susceptible de libérer des sites permettant de fixer des nouvelles molécules. Les charbons actifs sont disponibles sous deux formes : charbon actif en poudre (CAP) et le charbon actif en grains (CAG) [28].

II.2- Applications

Les charbons actifs sont utilisés dans plusieurs domaines [28].

- Le traitement des eaux potables ou des eaux industrielles qui sont produites à partir des eaux de surface. Le charbon actif fixe alors les composés organiques dissous qui n'ont pas été éliminés par autoépuration (ou élimination biologique naturelle). Nous citons en exemple les substances qui donnent le goût et la saveur à l'eau. Ces adsorbants retiennent également certains métaux lourds à l'état de traces.
- Le traitement des eaux résiduaires industrielles : ce traitement est employé lorsque l'utilisation des techniques biologiques n'est pas permise. Le but du charbon actif est donc d'éliminer les composés toxiques non biodégradables.
- La purification industrielle des produits pharmaceutiques, chimiques ou alimentaires (sucre, huiles végétales...).
- l'action catalytique en tant que support de catalyseur.

II.3- Production et activation du charbon

Le charbon actif est le résultat d'un traitement thermique en atmosphère strictement contrôlée : l'activation thermique (séchage, carbonisation à 400-600°C et oxydation ménagée à 850-1000°C) de divers matériaux naturels. Ce traitement ne laisse

que le squelette carboné des matériaux et le départ des produits y laisse tout un réseau de pore qui s'explique les fortes surfaces développées. Toutefois la taille des pores et leur structure varient suivant l'origine du charbon actif et le traitement d'activation reçu, ce qui explique les propriétés différentes des charbons actifs obtenus (capacité et fiabilité) [29].

L'expérience montre que les bons charbons actifs sont des adsorbants des molécules organiques qui se fixent à leur surface, la plus mal retenus étant les molécules les plus polaires et celles linéaires de très faible masse molaire. Les molécules peu polaires génératrice de gout et d'odeur, les molécules à relativement haute masse molaire sont bien adsorbées les charbons. Les charbons actifs sont également d'excellents supports des bactéries capables de dégrader la fraction biodégradable de phase adsorbée [29].

Le charbon actif se rapporte à l'ensemble des substances carbonées présentant une surface spécifique élevée (700-1500 m²/g) et une porosité également très importante [30], cela explique pourquoi ce matériau est très utilisé dans le traitement des eaux potables, des eaux résiduaires tertiaires (urbaines) et enfin des eaux résiduaires industrielles. Nous rappelons de façon très brève les étapes de production de cet absorbant [31,32] :

- ✓ Le séchage de la matière première : tourbe, bois, noix de coco, charbon bitumeux etc.
- ✓ La carbonisation sous atmosphère contrôlée (absence d'air) à une température de 400 à 600 °C. Celle-ci permet l'élimination de toutes les matières organiques volatiles.
- ✓ L'activation obtenue par une oxydation ménagée à une température de 400°C environ.

Elle peut être également obtenue avec le gaz carbonique (CO₂) et la vapeur d'eau (H₂O) à des températures élevées. Le produit final possédera un ensemble de paramètres, au niveau de sa texture (surface spécifique et porosité) et également au niveau des

groupements fonctionnels (types de fonctions organiques présents à la surface, essentiels dans le processus d'adsorption).

II.4- Structure du charbon actif

La structure du charbon actif est semblable à celle du graphite. En effet la structure cristalline de ce dernier consiste en un ensemble de couches planes d'atomes de carbone, ordonnés en hexagone réguliers, comparables aux cycles aromatiques

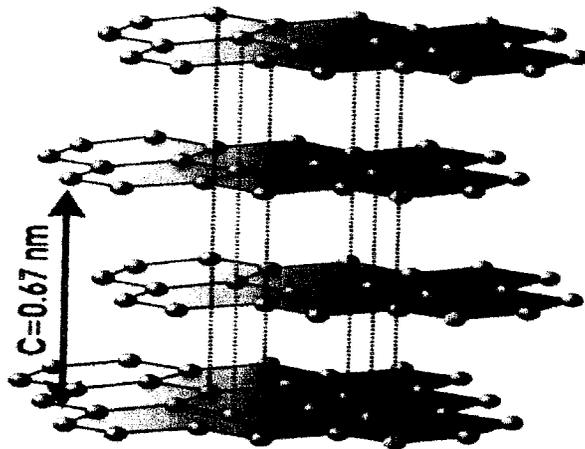


Figure 17: structure chimique du charbon actif

L'analyse de diffraction aux rayons X, révèle que sa structure est graphitique, mais avec quelques différences, notamment par la disposition des ces couches planes d'atomes de carbone en un agencement désordonné et par la formation de groupements fonctionnels, dus à la présence d'hétéroatomes (oxygène, métaux, hydrogène...) dans le réseau cristallin [30,32].

Ces modifications de structure pourront engendrer des interactions spécifiques (groupements fonctionnels) et des interactions non spécifiques (hétérogénéité du réseau) pour cet adsorbant [33,34].

II.5- Texture du charbon actif

La texture du charbon actif se caractérise essentiellement par deux paramètres qui sont l'aire spécifique et la porosité. Ils sont essentiels pour la détermination des capacités et des cinétiques d'adsorption. Une classification simple permet de distinguer trois sortes de pores [30,35, 36]. Il s'agit des :

- **Macropores** : ils possèdent un rayon moyen compris entre 500 et 1000 Å et peut atteindre jusqu'à 20000 Å. L'ordre de grandeur de leurs aires massiques (0,5 à 2 m²/g) montre qu'ils influencent faiblement la capacité d'adsorption.
- **Mésopores** : ils ont un rayon compris entre 20 Å et 200 Å, leurs surfaces spécifiques varie entre 25 à 75 m²/g montrent qu'ils peuvent influencer moyennement la capacité d'adsorption. En effet, les phénomènes de condensation capillaire ne peuvent se dérouler qu'à l'intérieur de ces mésopores. Ils sont considérés comme des pores de transition en contrôlant le passage des adsorbats vers les micropores.
- **Micropores** : ils constituent pratiquement l'essentiel de la surface spécifique totale (95%). Leur rayon qui est inférieur à 20 Å (de l'ordre de la taille des molécules simples) leur confère un très grand rôle dans le processus d'adsorption.

Concernant le pouvoir adsorbant du charbon actif, il a été clairement établi que la porosité peut limiter les capacités de ce matériau vis-à-vis des molécules complexes, principalement celles à haut poids moléculaire. Ce qui va contrôler la vitesse de diffusion des substrats à l'intérieur des particules du charbon actif.

II.6- Propriétés superficielles du charbon actif

L'existence d'hétéroatomes dans la structure cristalline a engendré la formation de divers groupements fonctionnels à la surface de ce matériau. Leur identification et leur

caractérisation sont liées à la nature de l'adsorbant et des procédés d'activation. Ce sont donc ces groupements qui feront apparaître soient les propriétés acides du charbon, soient les propriétés basiques. Les techniques spectrales (IR), polarographiques et titrimétriques ont permis de caractériser les fonctions acides les plus courantes comme les groupements carboxyliques, phénoliques, carbonyles et les lactones [30,37].

III- ADSORPTION

III.1- Définition

L'adsorption à l'interface soluté/solide est un phénomène de surface de nature physique ou chimique par lequel des molécules de gaz ou de liquides se fixent sur les surfaces solides des adsorbants. [38]. L'adsorption basée sur la propriété de fixer les molécules de manière réversible sur leurs surfaces par des liaisons [39].

III.1- Les type d'adsorption

III.1.1 Chimisorption

L'adsorption chimique est due à la formation d'une ou plusieurs liaisons chimiques covalentes ou ioniques entre l'adsorbât et l'adsorbant. La chimisorption est généralement irréversible, produisant une modification des molécules adsorbées. Ces dernières ne peuvent pas être accumulées sur plus d'une monocouche. Seules sont concernées par ce type d'adsorption, les molécules directement liées au solide [40].

L'adsorption chimique se produit à des températures élevées et se distingue par des énergies d'adsorption plus élevées qui sont comprise entre 20 et 200 Kcal/mol [38].

Dans ce type d'adsorption, le temps de réaction est long et seule la première couche liée à la surface adsorbante est chimiquement adsorbée.

III.1.2 Physisorption

Contrairement à la chimisorption, l'adsorption physique se produit à des températures basses. Les molécules s'adsorbent sur plusieurs couches (multicouches) avec des chaleurs d'adsorption souvent inférieures à 20 Kcal/mole [38].

Les interactions entre les molécules du soluté (adsorbât) et la surface du solide (adsorbant) sont assurées par des forces électrostatiques type dipôles, liaison hydrogène ou Van der Waals [41]. La physisorption est rapide, réversible et n'entraînant pas de modification des molécules adsorbées.

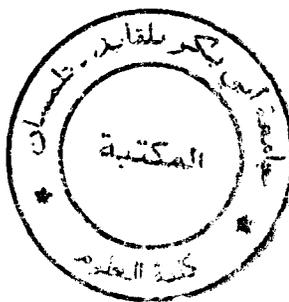
La distinction entre les deux types d'adsorption n'est pas toujours facile. En effet, les énergies mises en jeu dans les physisorptions fortes rejoignent celles qui interviennent dans les chimisorptions faibles.

Dans le cas d'une telle adsorption, le temps de réaction de la substance adsorbée est court et la surface adsorbante peut être recouverte de multiples couches moléculaires de produit adsorbé [41].

III.3- Mécanisme d'adsorption

L'adsorption définit la propriété de certains matériaux de fixer à leur surface des ions ou des molécules (gaz, métaux, molécules organiques ...) d'une manière plus ou moins réversible. Il ya transfert de matière de la phase aqueuse ou gazeuse vers la surface solide [29].

L'adsorption se produit principalement en quatre étapes. La figure 18, représente un matériau (adsorbant) avec les différents domaines dans lesquels peuvent se trouver les molécules organiques ou inorganiques qui sont susceptibles de rentrer en interaction avec le solide.



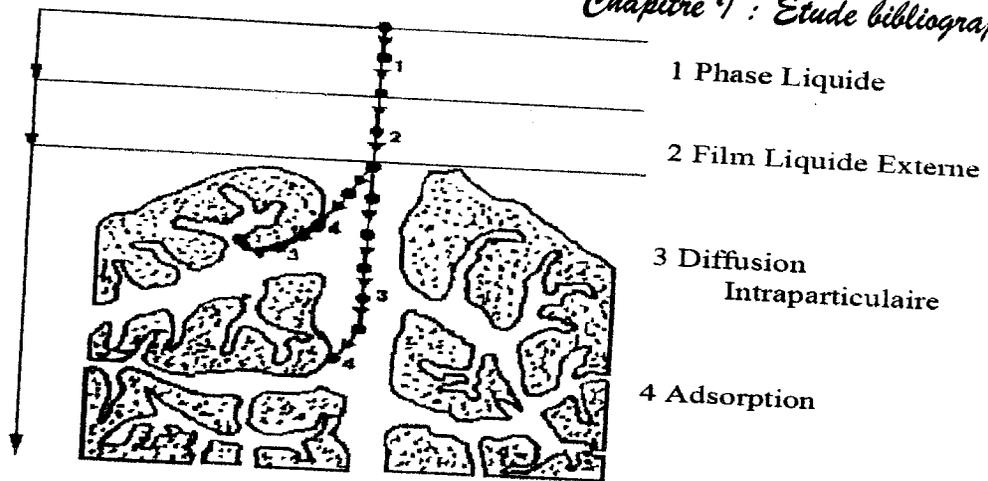


Figure 18: Domaines d'existence d'un soluté lors de l'adsorption sur un matériau microporeux

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

- 1) Transfert de l'adsorbât de la phase liquide externe vers celle située au voisinage de la surface de l'adsorbant.
- 2) Transfert du soluté à travers le film liquide vers la surface des grains.
- 3) Diffusion de l'adsorbât de la surface extérieure des grains vers les sites actifs).
- 4) Adsorption au contact des sites actifs.

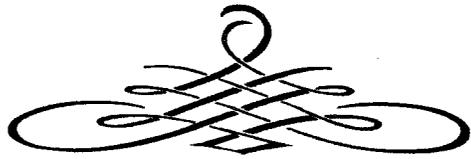
La capacité d'adsorption du solide dépend de :

- La surface développée ou surface spécifique (m^2/g) du matériau.
- Microporosité.
- La nature de la liaison adsorbât-adsorbant (l'énergie libre d'interaction G)
- Le temps de contact entre le solide adsorbant et les solutés.

Références bibliographiques

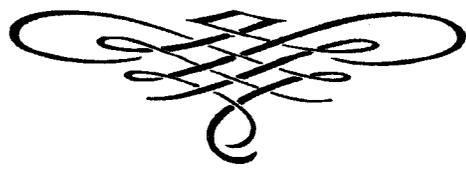
- [1] C. Guillard, J. Disdier, C. Monnet, J. Dussaud, S. Malato, J. Blanco, M.I. Maldonado, J-M.Herrmann, *Appl. Catal. B : Environ.*, 2003, 46, 319.
- [2] D. Dumitriu, A.R. Bally, C. Ballif, P.E. Schmid, R. Sanjines, F. Lévy, V.I. Parvulescu, *Appl.Catal. B : Environ.*, 2000, 25, 83.
- [3] K.I. Suzuki, in: *Photocatalytic Purification and Treatment of Water and Air*, D.F. Ollis and H. Al-Ekabi Eds, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 1993, 421-434.
- [4] Brevet APG-RCC : PCT / FR 99 / 00748 du 31 mars 1999.
- [5] Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, MA. 315-DCO 1.0, Ministère de l'environnement du Québec, 2003.
- [6] D. Robert, S. Parra, C. Pulgarin, A. Krzton, J.V. Weber, *Appl. Surf. Sci.* 167 (2000) 51-58.
- [7] L. Amalric, C. Guillard, E. Blanc-Brude, P. Pichat, *Water Res.* 30 (1996) 1137-1142.
- [8] J.P. Chen, L. Wang, *Chemosphere* 54 (2004) 397-404.
- [9] W.J. Weber, B.M. Vanvliet, In: *Activated carbon adsorption of organic from the aqueous phase*, Ed. I.H. Suffet, M.J. Mc Guire1.
- [10] U.K. Tragneg, M.T. Suiclan, *Water Res.* 23 (1989) 267-273
- [11] Nozet H. (1976). *Textiles chimiques. Fibres modernes*. Edition Eyrolles.
- [12] Lemonnier M.L et Viguiet M. (1978). *Les textiles et leurs entretiens*. Edition Jaques Lanore.
- [13] B. Benguella. (2008). *Valorisation des argiles Algériennes : Application à l'adsorption des colorants textiles en solution*. Thèse de doctorat ; Université de Tlemcen, Algérie.
- [14] C.A. Costa, A.E. Rodrigues, *Adsorption at the gaz-solid and liquid-solid interface*. Ed.,Elseiver Sci. Publicher Compa. Amestrdam. (1982)
- [15] A.K. Bhattachary, C. Venkobacharc, *J. Environ. Eng.* 110 (1982) 110-115.
- [16]. 14] G. Bereket, A.Z. Aroguz, M.Z. Ozel, *J. Colloid. Interf. Sci.* 187 (1997) 338-343.
- [17] A.H. Mollah, C.W. Robinson, *Water Res.* 30 (1996) 2901-2906.
- [18] C.H. Giles, T.H. Macewan, D. Smith, *J. Chem. Soc. XI* (1960) 3973-3993.
- [19] H. Chun, W. Yizhong T. Hongxiao, *Chemosphere* 41 (2000) 1205-1209.
- [20] J. Blanco, S. Malato, P. Fernandez, A. Vidal, A. Morales, P. Trincado, J.C. Oliveira, C.Minero, M. Musci, C. Casalle, M. Vincent, M. Collares-Pereira, J.F. Mendes, C.M. Rangel,*Sol. Energy* 67 (2000) 317.
- [21] U. Stafford, K.A. Gray, P.V. Kamat, A. Varma, *Chem. Phys. Lett.* 205 (1993) 55.
- [22] J.C. Yu, W. Ho, J. Lin, H. Yip, P.K. Wong, *Environ. Sci. Technol.* 37 (2003) 2296.
- [23] N.N. Lichtin, M. Avudaitai, E. Berman, J. Dong, *Res. Chem. Interm.* 20 (1994)755.

- [24] J-M. Herrmann, C. Guillard, Photocatalytic degradation of pesticides in agricultural used waters. C.R. Acad. Sci. Paris, série II, Chimie/Chemistry 3 (2000) 417-422.
- [25] C. Guillard, J. Disdier, J.M. Herrmann, C. Monnet, J. Dussaud, S. Malato J. Blanco, Serie Ponencias, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat). Ed (madrid) (2002) 59-66.
- [26] A. Farran, S. Ruiz, J. Chromatog. A. 1024 (2004) 267-274.
- [27] F.Harrlekas.2008 : couplage des procédés membranaire aux traitements physicochimiques ou biologiques pour le traitement des rejets de l'industrie de textile.Thèse de doctorat, université Ayyadde Marrakech. Maroc
- [28] Memento technique de l'eau. 9ème Edition (1989).
- [29] Memento technique de l'eau tome 1,2^{ème} édition 1995.
- [30] Smisek M., Cerney S., Elsevier Publishing Company Amesterdam, (1970).
- [31] Jelly M., Information Chimie, 166, 157-171 (1977).
- [32] De Laat J., Contribution à l'étude du mode de l'élimination de molécules organiques modèles sur le charbon actif en grain. Interaction entre les processus d'adsorption et de biodégradation. Université de Poitiers , Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle, (1988).
- [33] Snoyink V. L. and Weber W. J., J. Environ Sci.Tech. 1, 228-234, (1967).
- [34] Matson J. S. and Mark H. B., Activated carbon. Surface chemistry and adsorption from solution. Marcel Dekker, Inc. New York (1971).
- [35] Dubinin M. M., Uspekhi Khim., 24, 3, (1955).
- [36] Atkins P.W., adsorption at surfaces, in Physical chemistry Edited by Oxford Universitypress, Oxford (1978).
- [37] Cookson J.T., Adsorption Mechanisms: the chemistry of organic adsorption on activated carbon, Edited by chrimisinoff P. N. and Ellerbush F ; Ann Arbor science, USA, (1978).
- [38] Y.J.M. Montgomery, Consulting engineers, INS: Water traitement principales and designs, Ed. J. Wiley & Sons, New York. 1985.
- [39] W.J. Jr. Weber, P.M. Mc Ginley, L.E. Katz, Water Res. 25 (1991) 499-528
- [40] R. Calvet, M. Terce, J.C. Arvieu, Ann. Agron 31 (1980) 385-427.
- [41] M.A. Ferro-Garcia, J. Rivera-Utrilla, I. Bantista-Toledd, A.C. Moreno-Castilla, Langmuir 1.



CHAPITRE II :

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE



ADSORBANT UTILISE

L'adsorbant utilisé dans cette étude est le charbon actif commercial d'origine étale sous forme de poudre ; fabriqué par BAMSCO- HOSPITHERA (Belgique).

COLORANTS UTILISES

Les colorants utilisés dans cette étude sont : le Jaune de Telon et le Bleu de Telon ; colorants acides, sous forme de sel appartenant à la catégorie des colorants solubles dans l'eau. Ces colorants sont commercialisés par DYSTAR, Allemagne.

Ces colorants sont choisis comme modèle de polluant organique. Ces colorants sont fournis par la SOITEX (Tlemcen), qui sont destinés à la teinture des textiles et surtout les fibres polyamides.

PREPARATION DES COLORANTS

Les solutions des colorants utilisés pour la réalisation des différentes expériences d'adsorption sur le charbon actif sont préparées en tenant compte de leurs solubilités.

Pour tous les composés étudiés, nous avons utilisé la même méthode qui consiste à préparer d'abord une solution mère de chaque colorant de concentration donnée $C=1000\text{mg/l}$ à partir de laquelle nous préparons, par dilution successive, une série de dilution bien déterminées. Pour cela nous avons pesé une masse d'un gramme de colorant à l'aide d'une balance de précision de modèle OHAUS, ensuite, on la dissout dans une fiole de 1 litre, par ajout d'eau distillée jusqu'au trait de jauge suivi d'une agitation énergique pour homogénéiser la solution.

V. PRINCIPE DU SPECTROPHOTOMETRIE UV-VISIBLE

V.1 Principe

Sous l'effet des radiations ultra-violet (200 – 400 nm) ou le visible (400-800 nm), les électrons périphériques des molécules sont portés de leur état la plus stable (état fondamental) vers un état énergétique plus élevé (état excité). Le passage de l'électron de l'état fondamental à l'état excité se fait en absorbant de l'énergie électromagnétique [1].

Le spectrophotomètre d'absorption est en général constitué d'une source lumineuse, d'un trajet optique, d'un compteur de lumière, système d'amplification et l'affichage des mesures et un système de contrôle de l'appareil [1].

V.2 loi de Beer-Lambert:

La proportion de lumière incidente absorbée par un milieu transparent est indépendante de l'intensité de la lumière (pourvu qu'il n'y ait pas d'autres changements physiques ou chimiques dans le milieu) [2].

L'absorption de la lumière est directement proportionnelle à la fois à la concentration du milieu absorbant et à l'épaisseur de la cuve où se trouve le milieu.

Une combinaison de ces deux lois (la loi de **Beer-Lambert**) donne la relation entre l'absorbance (A) et la transmittance (T) [2]:

La loi de Beer -Lambert s'exprime par :

$$A = \log (I_0 / I) = \log (100 / T) = \epsilon c l$$

Avec :

A = absorbance (sans unité)

ϵ = coefficient d'absorption molaire ou d'extinction ($\text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$)

c = concentration molaire ($\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$)

l = longueur de la cuve (cm) ou trajet lumineux

V. ETUDE DE L'ADSORPTION DES COLORANTS PAR LE CHARBON ACTIVE

Cette étude consiste à mettre en contact, sous agitation pendant une durée déterminée ; une masse de charbon actif et un volume de colorant de concentration connue.

Concernant notre travail, nous avons réalisé tout d'abord les cinétiques d'adsorption de ces colorants par le charbon actif, afin de déterminer le temps de contact entre le support et la solution de colorant.

Ensuite, nous avons déterminé la quantité adsorbée à l'équilibre de ces colorants par le charbon actif dans le but d'évaluer la performance de notre adsorbant.

Enfin, nous avons établi un plan d'expérience du couple Bleu de Telson – charbon actif, qui permet de mettre en évidence les interactions des paramètres étudiés.

V.1. Cinétique d'adsorption

L'étude cinétique d'adsorption d'un composé sur un adsorbant nous permet d'examiner l'influence du temps de contact. Les échantillons sont prélevés à des intervalles de temps bien définis.

Pour étudier les cinétiques d'adsorption des colorants à 25°C, un volume de 0.3 litre de solution contenant le colorant de concentration 100 mg/l est mis en contact, au temps $t = 0$, avec une quantité de 1 gramme d'adsorbant dans un bécher de 0.5 litre. Un agitateur magnétique permet d'assurer un bon contact des mélanges et une grande homogénéisation de la solution ; la vitesse d'agitation est fixée à 400-500 tours par minutes. Le pH de la solution est suivi en continu à l'aide d'un pH-mètre, modèle HANNA INSTRUMENTALS

Pour déterminer la concentration instantanée du colorant en fonction du temps, l'échantillon est centrifugé à l'aide d'une centrifugeuse (modèle SIGMA) pendant 10 minutes à 5000 tours/min, puis le surnageant est immédiatement dosé par un

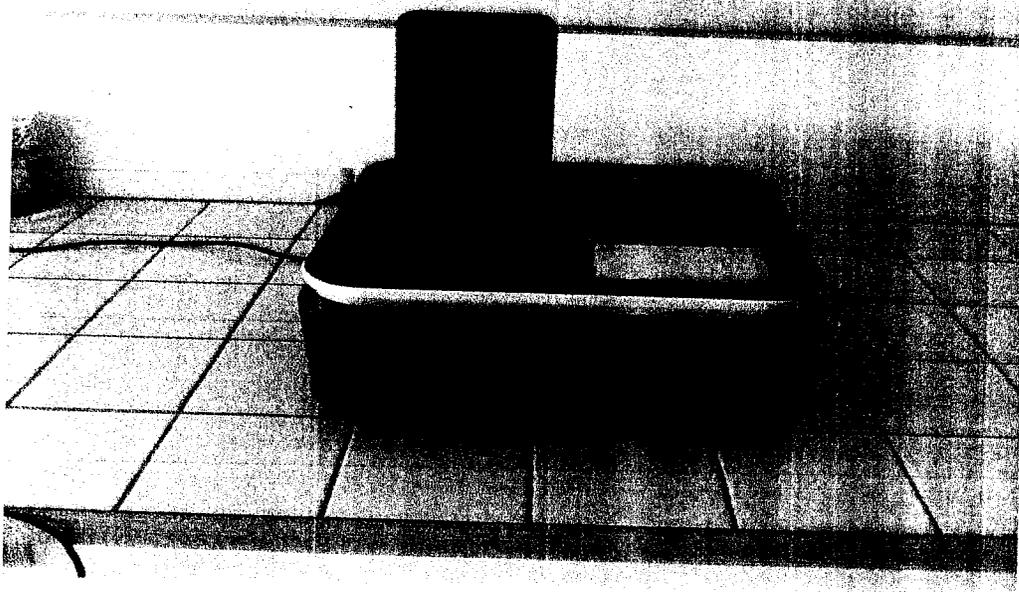


Photo 1 : spectrophotomètre UV-visible OPTIZAN

Le spectrophotomètre UV-visible (modèle OPTIZAN) nous donne l'absorbance de chaque échantillon, ce qui nous permet de déduire sa concentration à partir de la courbe d'étalonnage qui vérifie la loi de Beer-Lambert, et ainsi déterminer la quantité de colorant fixée par gramme d'adsorbant par la relation suivante :

$$q_t = (C_0 - C_t) * V / m$$

Dù :

q_t : quantité fixée de colorant en mg par gramme d'adsorbant (mg/g).

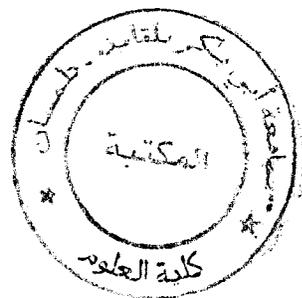
C_0 et C_t : sont respectivement les concentrations initiale et instantanée du colorant (mg/l)

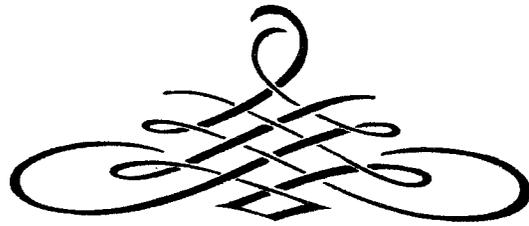
V : le volume de la solution (l)

m : la masse de l'adsorbant utilisé(g)

Références bibliographiques

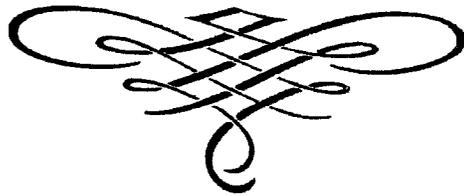
- 1] Barriol J. et J.L. Rival J.L. Spectroscopie de la molécule. Press Universitaire de France, 1970.
- 2] UV Spectroscopy: Techniques, instrumentation, Data handling (UV SPECTROMETRY GROUP). Vol 4.
- 3] B. Benguella. (2008). Valorisation des argiles Algériennes : Application à l'adsorption des colorants textiles en solution. Thèse de doctorat ; Université de Tlemcen, Algérie.
- 4] F. Perche F. (2004). Adsorption de polycarboxylates et lignosulfonates sur poudre modèle et pigments. Thèse de Doctorat, Université de Lausanne, Belgique.





CHAPITRE III :

RÉSULTATS ET DISCUSSION



I. Introduction

L'objectif de cette étude est l'élimination de deux colorants : le Bleu de Telon et le Jaune de Telon.

Avant d'effectuer les études cinétiques d'adsorption des colorants sur le charbon actif, la première approche consiste à la détermination des propriétés spectrophotométrie UV-visible de ces deux colorants à savoir la détermination de λ_{\max} pour laquelle l'absorbance est maximale, et la vérification de la loi de Beer-Lambert dans un domaine de concentration.

II. Détermination de λ_{\max}

Les mesures ont été faites sur des solutions préparées par dilution à partir de solutions mères de colorants à 1000 mg/L. Pour les deux colorants nous avons choisi la concentration de 50 mg/l.

D'après les résultats donnés par notre spectrophotomètre, on obtient les longueurs d'onde maximale (λ_{\max}) pour chaque colorant montré sur le tableau 1 :

Tableau 1 : Déterminations des λ_{\max} des colorants utilisés.

Colorants	λ_{\max} (nm)
Jaune de Telon	448
Bleu de Telon	607

Sur la base de ces résultats, nous avons procédé à l'établissement des courbes d'étalonnages pour les deux colorants utilisés afin de déterminer les domaines de concentrations pour lesquels la loi de Beer-Lambert est respectée (obtention d'une droite).

III. Vérification de la loi de Beer-Lambert

Pour tracer les courbes d'étalonnages des colorants, Nous avons préparé par dilution des solutions standards de concentration croissante à partir d'une solution mère de concentration 1000 mg/l pour chaque colorant

Tableau 2 : Etalonnage du Jaune de Telon.

C (mg/L)	5	10	20	30	40	50
Absorbance	0.116	0.104	0.160	0.272	0.319	0.464

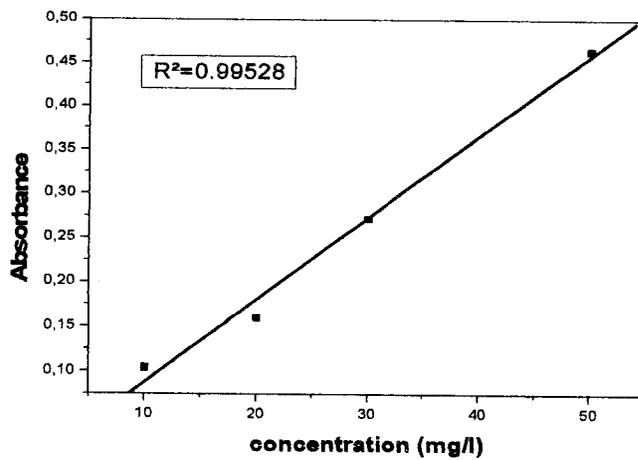


Figure 1 : Courbe d'étalonnage du Jaune de Telon.

Tableau 3 : Etalonnage du bleu de Telon.

C (mg/L)	5	10	20	30	40	50
Absorbance	0.126	0.097	0.101	0.296	0.401	0.482

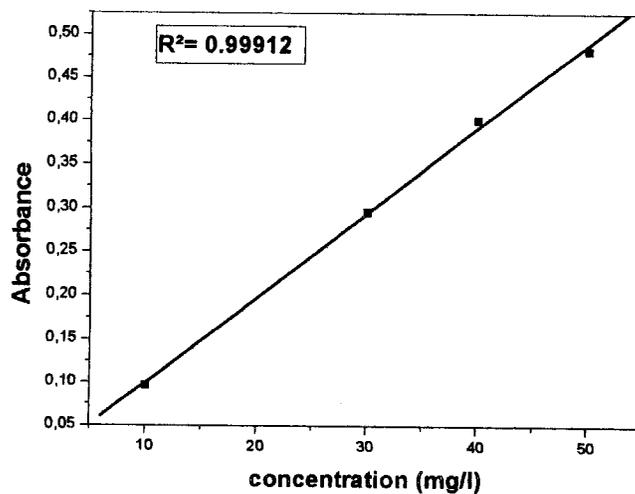


Figure 2: Courbe d'étalonnage du bleu de Telon.

[V. L'adsorption des colorants sur le charbon actif

L'étude de l'adsorption d'un composé sur un adsorbant nous permet d'examiner l'influence de plusieurs paramètres physicochimiques sur cette réaction [1].

Dans ce cadre, notre travail consiste à déterminer l'effet de certains paramètres : pH, température et la vitesse d'agitation sur la capacité d'adsorption des colorants sur le charbon actif.

Dans la première partie, nous avons déterminé le temps de contact nécessaire pour atteindre l'équilibre d'absorption entre les colorants et le charbon actif.

Dans la seconde partie, nous avons intéressé à l'effet de certains paramètres (température, pH et la vitesse d'agitation) qui influent sur les cinétiques d'adsorption.

Cette partie est clôturée par une application d'un plan d'expérience sur le couple charbon actif - bleu de Telon.

IV. 1- Cinétiques d'adsorption des colorants par le charbon actif

Le temps de contact est nécessaire pour établir l'équilibre d'adsorption entre les colorants et le charbon actif.

Pour cela, nous avons suivi les cinétiques d'adsorption des deux colorants bleu de Telon, et le jaune de Telon de concentration initiale de 100 mg/l en contact avec une masse de 1 g de charbon actif.

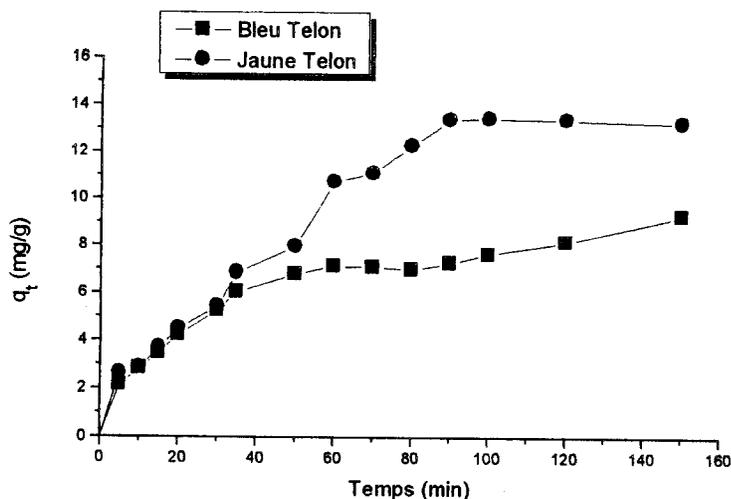


Figure 3 : Cinétiques d'adsorption des colorants sur le charbon actif.

D'après la figure 3, les cinétique d'adsorption des colorants sur le charbon actif présentent les mêmes allures caractérisées par une forte adsorption du colorant sur l'adsorbant dès les premières minutes de contact colorants – adsorbant, suivie d'une augmentation lente jusqu'à atteindre un état d'équilibre.

A l'état d'équilibre, le charbon actif fixe davantage le jaune de Telon que le bleu de Telon avec des temps d'équilibre différents.

Tableau 4 : Les valeurs des quantités fixées des colorants à l'équilibre par le charbon actif en (mg/g).

	Jaune Telon	Bleu Telon
Charbon actif	13.22	9.258

V 2. Influence des conditions opératoires sur les cinétiques d'adsorption

V.2.1. Influence du pH

Le pH est un facteur important dans toute étude d'adsorption. C'est un variable opérationnel important dans le traitement des eaux usées.

Il peut conditionner à la fois la charge superficielle de l'adsorbant ainsi que la structure de l'adsorbat. Cette grandeur caractérise le milieu et sa valeur dépend de l'origine d'effluent. C'est la raison pour laquelle, dans toute étude relative à l'adsorption, l'optimisation du pH est importante pour déterminer la capacité d'adsorption [2].

Afin d'évaluer l'influence de ce paramètre sur l'adsorption des colorants par le charbon actif, nous avons mené une série d'expériences à différents pH compris entre 2 et 12 en ajoutant H_2SO_4 0.1N ou NaOH 0.1N et NaOH 0.5 N

Pour situer l'intervalle de pH dans lequel l'adsorbant est plus efficace, nous avons présenté la quantité fixée à l'équilibre (q_e) en fonction du pH pour chaque colorant. Les résultats obtenus sont présentés sur la figure suivante :

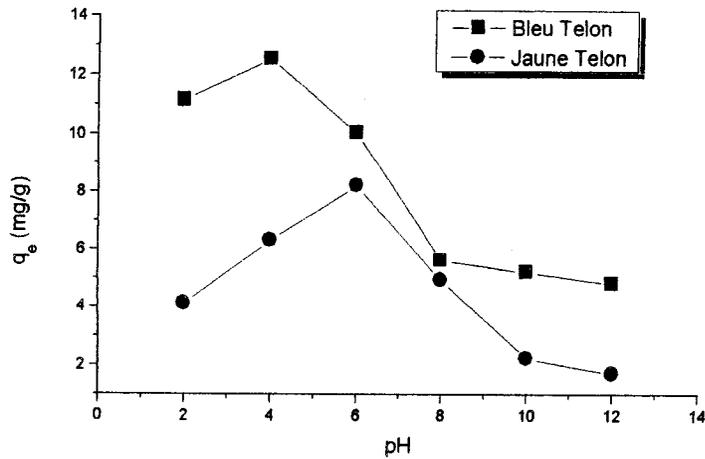


Figure 4: Influence du pH sur les quantités adsorbées à l'équilibre des colorants sur le charbon actif.

Pour le bleu de Telon, nous avons constaté une augmentation faible de q_e de pH allant de 2 jusqu'à 4 suivie d'une chute importante de q_e a un milieu légèrement alcalin (pH = 8). La quantité q_e reste presque constante dans l'intervalle de pH 8 à 12.

Pour le jaune de Telon, q_e augmente d'une manière remarquable entre un pH qui varie entre 2 à 6, puis il diminue brusquement jusqu'à pH 12.

D'après les deux cas, on peut dire que le pH influe d'une manière importante sur la quantité fixée à l'équilibre, puisque nous avons constaté des variations importantes de q_e et cela due soit à une protonation des sites actifs de la surface du charbon actif ou probablement une compétition entre le colorant et des ions formés lors de l'ajout de l'acide sulfurique ou l'hydroxyde de sodium.

IV.2.2- Effet de la température

La température a deux effets majeurs sur le processus d'adsorption. D'une part, son augmentation favorise la diffusion des molécules à travers la couche limite externe et les pores internes des particules de l'adsorbant, suite probablement à la diminution de la



La variation de la température présente deux processus : un processus exothermique lorsque la quantité adsorbée diminue avec l'augmentation de la température ; endothermique quand la quantité adsorbée augmente avec l'augmentation de la température.

Pour étudier l'influence de la température sur les cinétiques d'adsorption des colorants par le charbon actif, les expériences ont été réalisées dans un intervalle de température allant de 15°C à 55°C.

Ce choix de température est justifié par les conditions climatiques régnantes pendant l'hiver et l'été, dans lesquelles est réalisée la décoloration à l'échelle industrielle.

Les résultats obtenus sont présentés sur la figure suivante :

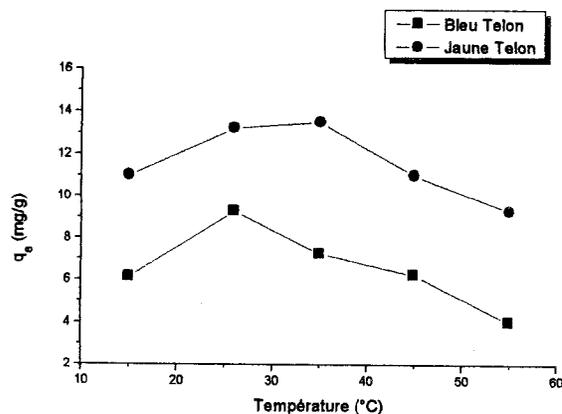


Figure 5: Influence de la température sur les quantités adsorbées à l'équilibre des colorants sur le charbon actif.

Pour le bleu de Telon, La variation de la température sur la quantité adsorbée à l'équilibre présente deux processus un processus endothermique entre 15°C à 26°C et un processus exothermique entre 26°C à 55°C.

Pour le jaune de Telon, nous avons les deux processus, un processus endothermique entre 15°C à 35°C et un processus exothermique entre 35°C et 55°C.

V.2.3. Influence de la vitesse d'agitation

Pour étudier l'influence de la vitesse d'agitation sur les cinétiques d'adsorption des colorants sur le charbon actif, nous avons choisi un intervalle de cette vitesse d'agitation allant de 0 à 900 tours par minutes.

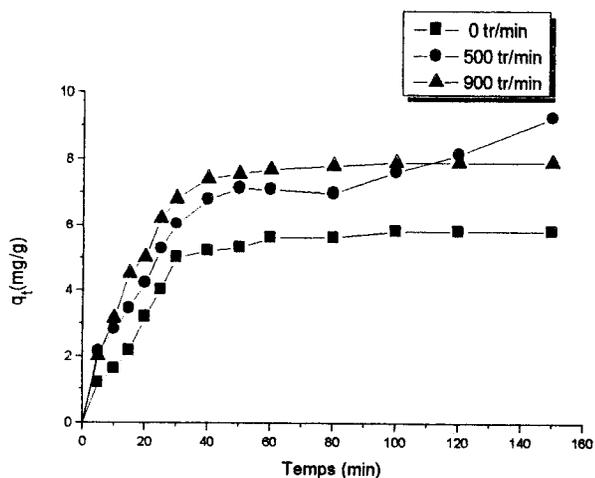


Figure 6: Effet de la vitesse d'agitation sur la cinétique de bleu de Telon.

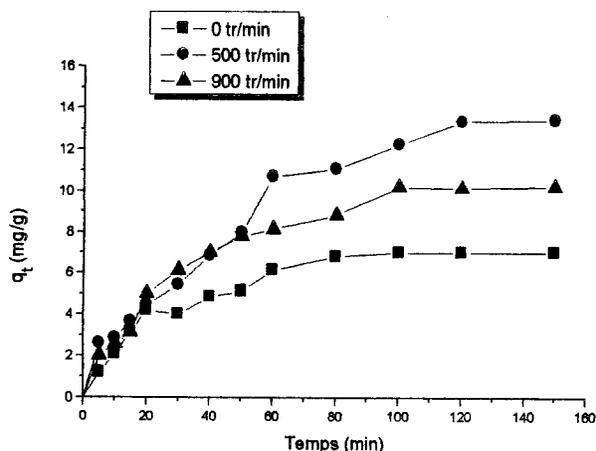


Figure 7: Effet de la vitesse d'agitation sur la cinétique de jaune de Telon.

D'après les résultats illustrés sur les figures 6 et 7 pour les deux colorants sur le charbon actif, nous observons que la plus grande capacité d'adsorption du colorant à l'équilibre est obtenue avec une vitesse d'agitation moyenne (500 tr/min), qui assure une bonne diffusion des différents adsorbats vers l'adsorbant utilisé.

Nous remarquons une diminution de la capacité d'adsorption du colorant pour la vitesse d'agitation maximale. Alors que, pour l'absence de vitesse d'agitation, nous constatons une diminution très significative de la capacité d'adsorption du colorant.

V. Etude des facteurs influents : application d'un plan d'expérience

Les expériences précédentes ont montré que l'adsorption des colorants sur le charbon actif utilisée est influencée par les paramètres étudiés (le pH, la température et la vitesse d'agitation). Dans le but d'optimiser ces paramètres, nous avons effectué une série d'expériences dans lesquelles nous avons fait varier les paramètres selon un plan d'expérience [5].

Le plan d'expérience va être appliqué sur le couple bleu de telon – charbon actif.

V.1. Optimisation des paramètres d'adsorption du bleu de telon sur charbon actif

Dans notre cas, nous allons utiliser un modèle de plan factoriel 3^n , où 3 représente le nombre de niveaux de variation de chaque paramètre et $n = 3$ le nombre de ces paramètres.

La réponse qui lie ces trois paramètres (pH, Température, vitesse d'agitation) correspond à la capacité d'adsorption à l'équilibre q_e .

Un choix adéquat des domaines de variation des paramètres est une condition essentielle pour établir un modèle précis qui décrit parfaitement le processus étudié. Les limites des domaines de variables doivent tenir compte des résultats des expériences préliminaires précédentes.

Dans notre étude, une série de 27 expériences a été faite selon une conception factorielle 3^3 , en variant le pH (X_1), la température (X_2) et la vitesse d'agitation (X_3) dans les gammes bien appropriées. Trois niveaux de variation pour chaque paramètre ont été considérés comme le montre le tableau 5.

Tableau 5: Niveaux des facteurs utilisés dans la conception factorielle.

Facteurs	Symboles des variables codés	Niveau bas (-1)	Niveau moyen (0)	Niveau élevé (+1)
pH	X ₁	2	6	10
température (°C)	X ₂	15	35	55
itesse d'agitation (tr/min)	X ₃	0	500	800

L'équation du modèle empirique en variables réduites est représentée comme suit :

$$\hat{Y} = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_{12}X_1X_2 + a_{13}X_1X_3 + a_{23}X_2X_3 + a_{11}X_1^2 + a_{22}X_2^2 + a_{33}X_3^2 + a_{123}X_1X_2X_3$$

Les coefficients qui figurent dans cette équation sont déterminés à partir des résultats expérimentaux.

V.2. Conception des expériences

Les résultats d'adsorption ont été exprimés en termes de quantité fixée du bleu de Felon à l'équilibre sur le charbon actif. Les résultats sont récapitulés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Résultats de la conception expérimentale du couple bleu de telon – charbon actif.

N° d'expérience	Niveaux des facteurs			Fonction de réponse	
	X ₁	X ₂	X ₃	q _e (mg/g)	
1	-1	-1	-1	15,46	
2			0	9,62	
3			+1	17,77	
4		0	-1	-1	18,03
5				0	4,47
6				+1	6,97
7		+1	-1	-1	6,86
8				0	3,90
9				+1	11,90
10	0	-1	-1	11,74	
11			0	8,81	
12			+1	8,06	
13		0	-1	-1	14,67
14				0	10,61
15				+1	10,52
16		+1	-1	-1	10,22
17				0	5,15
18				+1	13,66
19	+1	-1	-1	6,37	
20			0	3,05	
21			+1	8,56	
22		0	-1	-1	5,13
23				0	4,03
24				+1	8,75
25		+1	-1	-1	10,35
26				0	9,37
27				+1	11,96
(28, 29, 30) ^a	0	0	0	10,61, 9,81, 11,45	

^aTrois essais additionnels au point (0, 0, 0) ont été réalisés pour le calcul du « test student's » du « test



D'après le tableau 6, la valeur du q_e la plus élevée est de (18,03mg/g) a été obtenue avec l'utilisation d'un pH faible, température moyenne et sans agitation.

7.2.1. Calcul et l'amélioration du modèle

La modélisation du pouvoir adsorbant est réalisée sur la base des 27 valeurs mesurées, en utilisant le modèle polynomial de Taylor du deuxième ordre [6]. Le tableau 7 récapitule les valeurs des coefficients du modèle, censées décrire les différents effets individuels des paramètres, avec leurs interactions possibles.

Tableau 7 : les coefficients du modèle.

Variable	Modèle	
	Coefficient	Valeur
X_0	a_0	7.222
X_1	a_1	-1.519
X_2	a_2	-0.337
X_3	a_3	-0.0383
X_1X_2	a_{12}	2.824
X_1X_3	a_{13}	0.928
X_2X_3	a_{23}	0.777
X_1^2	a_{11}	-1.354
X_2^2	a_{22}	0.355
X_3^2	a_{33}	4.383
$X_1X_2X_3$	a_{123}	-0.423

La fonction de réponse du modèle complet s'écrira comme suit :

$$Y = 7.222 - 1.519 X_1 - 0.337 X_2 - 0.0379 X_3 + 2.824 X_1 X_2 + 0.928 X_1 X_3 + 0.777 X_2 X_3 - 1.354 X_1^2 + 0.355 X_2^2 + 4.383 X_3^2 - 0.422 X_1 X_2 X_3$$

Pour vérifier si notre modèle décrit parfaitement le processus étudié et pour s'assurer d'une bonne reproductibilité des résultats, il faut déterminer quels coefficients pourraient être négligés et cela par le calcul de « test Student's » et du « test Fisher's » [6-7].

au point central (0, 0, 0) sont exigées pour estimer l'erreur moyenne en valeur de chaque coefficient sur la base d'un modèle de variance aléatoire. Les calculs effectués sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Les résultats du modèle.

	Symbole / Equation	valeur
Nombre de paramètre	P	3
Nombre de niveau	L	3
Nombre des expériences	N	27
Nombre d'essais au point (0, 0, 0)	N	3
Modèle de variance	ν	2
Réponse au point (0, 0, 0)	y_{01}, y_{02}, y_{03}	10.61, 9.81, 11.45
Valeur moyenne au point (0, 0, 0)	$y_0 = \Sigma y_{0i} / 3$	10.62
La variance	$S^2 = \Sigma [y_{0i} - y_0]^2 / \nu$	0.67
L'écart type	S	0.820
Facteur de risque	A	0.05 (95%)*
Le facteur du test Student's	$t_{\nu, 1-\alpha/2}$	4.3
Erreur moyenne sur les coefficients	$\Delta a_i = \pm t_{\nu, 1-\alpha/2} \cdot S / N^{0.5}$	± 0.678
Nombre des coefficients restants	R	9
Réponse du modèle au point (0, 0, 0)	$a_0 (y_{000})$	7.222
Anomalie sur le rendement moyen	$d = y_0 - a_0$	2.810
Erreur sur l'anomalie moyenne	$\Delta d = \pm t_{\nu, 1-\alpha/2} \cdot S \cdot (1/N + 1/n)^{0.5}$	± 2.146
Moyenne des 27 expériences	$y_m = \Sigma y_i / 27$	9.479
Variance résiduelle	$S_r^2 = \Sigma [y_i - y_m]^2 / (N-R)$	8409.53
Test de Fisher's	$F = S_r^2 / S^2$	12501.2

* facteur de risque ($\alpha = 0.05$) est choisi arbitrairement. Dans notre cas, nous avons choisi 0.05.

Après une confiance de 95% ($\alpha = 0.05$) et pour un modèle de variance égal à 2, pour les trois expériences au point central, le facteur du test Student's ($t_{0.1-\alpha/2}$) est égal à 4.3).

Par conséquent, l'intervalle de confiance pour tous les coefficients estimés en utilisant les 27 expériences, serait $\Delta a_i = \pm 0.678$ à 95%.

D'après le calcul du test Student's, il en résulte que $|a_i| < |\Delta a_i|$ pour les coefficients $a_2, a_3, a_{22}, a_{123}$. En conséquence, ces coefficients doivent être enlevés du modèle mathématique parce que leurs effets sur la fonction de réponse est peu significatif. Le nouveau modèle résultant sera le suivant :

$$Y = 7.222 - 1.519 X_1 + 2.824 X_1 X_2 + 0.928 X_1 X_3 + 0.777 X_2 X_3 - 1.354 X_1^2 + 4.383 X_3^2$$

La valeur $d = 2.810$ qui présente l'anomalie entre la valeur de q_e moyen du charbon actif et la réponse du modèle pour les trois expériences additionnelles au point $(0, 0, 0)$ est plus petite que l'erreur sur l'anomalie moyenne ($\Delta d \pm 2.146$), cela indique que le modèle est valide dans le domaine des paramètres étudiés [8].

La détermination des valeurs de paramètres optimales est réalisée par la dérivation du modèle polynomial à chaque variable codée fixée ($X_i = 0$), et les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau suivant :

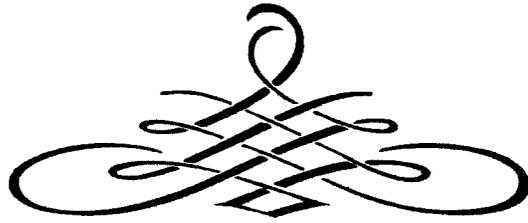
Tableau 9 : Valeurs optimales des paramètres.

Paramètres	Variable codée	Valeurs adimensionnelles	Valeurs optimales réelles
pH	X ₁	-0.109	5.5
Température (°C)	X ₂	0.624	47.4
Vitesse d'agitation (tr/min)	X ₃	-0.275	362.5

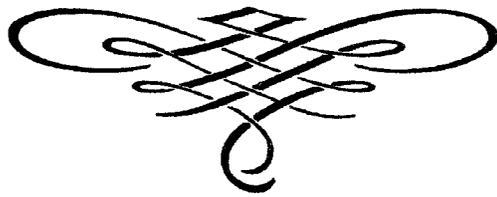
On remarque bien que les calculs d'optimisation ont donné des valeurs dans les domaines choisis (pH = 5.5, la température = 47°C et la vitesse l'agitation = 362 tr/min), ce qui confirme encore une fois notre choix judicieux les gammes des paramètres et l'exactitude du modèle développé pour décrire la corrélation entre les facteurs étudiés et son application dans l'adsorption des colorants.

Références bibliographiques

- 1] Atkins P.W., adsorption at surfaces, in Physical chemistry Edited by Oxford Universitypress, Oxford (1978).
- 2] D.Y. Goswani, D.M. Trivedi, S.S. Block, J. Sol. Energy Eng. 119 (1997) 92
- 3] S.A. Larson, J.A. Widegren, J.L. Falconer, J. Catal. 157 (1995) 611
- 4] Benguella B.(1999). Elimination du cadmium en solution aqueuse par un matériau biosorbant : la chitine. Thèse de magister, université de Tlemcen].
- 5] Goupy J. (1988). La méthode des plans d'expériences. Edition Bordas, Paris.
- 6] Bergonzini J.C et Duby C. (1995). Analyse et planification des expériences. Edition Masson, Paris.
- 7] Duckworth W.E. (1973). Méthodes statistiques de la recherche technologique. Edition Dunod, paris.
- 8] Sado G et Sado M.C. (2000). Les plans d'expérience : de l'expérience à l'assurance qualité. Edition Afnor, Paris.



CONCLUSION GENERALE



Conclusion Générale

Cette étude a pour objectif d'éliminer le Bleu de Telon et le Jaune de Telon en solution aqueuse par le charbon actif sous l'aspect cinétique et en régime statique confirmant l'intérêt pratique et économique de l'utilisation de charbon actif pour la épollution des eaux contaminées par les colorants.

Les résultats obtenus lors de cette étude à l'échelle laboratoire ont montré que :

- Les deux colorants s'adsorbent sur le charbon actif.
- Le charbon actif adsorbe plus le Jaune de Telon que le Bleu de Telon.
- Les capacités d'adsorption des colorants à l'équilibre par le charbon actif sont influencées par le pH du milieu, la température et la vitesse d'agitation.
- La fixation des colorants sur le charbon actif se fait par les deux processus thermodynamique : exothermique et endothermique.
- l'utilisation d'un plan d'expérience à trois niveaux 3^3 sur le couple jaune Bleu de Telon – charbon actif montre clairement que les paramètres étudiés exercent également les interactions binaires positives qui améliorent les résultats d'adsorption.

ملخص

يؤدي تواجد المواد الصبغية في نفايات الصناعات النسيجية إلى ضرر كبير للبيئة. تمثلت دراستنا في ادمصاص صبغين نسيجين هما اصفر تولون و ازرق تولون على الفحم النشط. فقد سمحت لنا هذه الدراسة بتحديد زمن الاتزان الذي يتغير حسب نوع الصبغ و تأثير العوامل مثل درجة الحرارة ، سرعة الرج و درجة الحموضة. بهدف تحسين هذه العوامل قمنا بإجراء سلسلة من التجارب حيث غيرنا العوامل حسب مخطط التجارب 3^3 الذي طبق على الثنائي ازرق تولون - الفحم النشط.

الكلمات المفتاحية: الصبغ، الفحم النشط، ادمصاص، مخطط التجارب.

Résumé

La présence de matières colorantes dans les rejets textiles cause des dégâts à l'environnement. La présente étude a été menée pour évaluer l'adsorption de deux colorants textiles qui sont le Jaune de Telon et Bleu de Telon sur le charbon actif.

Les études ont permis de déterminer le temps de contact qu'il varie avec le type de colorant et l'influence de paramètres comme : la température, la vitesse d'agitation et pH.

Dans le but d'optimiser ces paramètres, nous avons effectué une série d'expériences dans lesquelles nous avons fait varier les paramètres selon un plan d'expérience 3^3 qu'il va être appliqué sur le couple Bleu de Telon – charbon actif.

Mots-clés : colorant, charbon actif, adsorption ; plan d'expérience.

Abstract

The presence of dyestuffs in waste textile causes damage to the environment.

This study was undertaken to evaluate the adsorption of two textile dyes which are the Yellow of Telon and Bleu of Telon on the activated carbon.

Studies have determined that the contact time varies with the type of dye and influence of parameters such as: temperature, stirring rate and pH.

In order to optimizing these parameters, we have performed a series of experiments in which we do vary the parameters according an experimental design 3^3 that it will be applied to the couple of Telon blue - activated carbon.

Key words: dye, activated carbon, adsorption, experimental design.