



Université BADJI Mokhtar - Annaba
BADJI Mokhtar - Annaba UNIVERSITY

جامعة بادجي مختار - عنابة

Faculté : Sciences de l'Ingéniorat
Département : Génie des Procédés
Domaine : Sciences et Technologies
Filière : Génie des Procédés
Spécialité : Génie Chimique

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Thème:

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE VALORISATION D'UN
DECHET VEGETAL PAR ADSORPTION DE COLORANT**

Présenté par :

METIRI Salma

RIGHI Abir

Jury de Soutenance :

| | | | |
|-----------------|-----|-------------------|-----------|
| ZOUGAR Saida | Pr | Université Annaba | Président |
| SAOUDI Fethi | MAA | Université Annaba | Encadreur |
| HAMOUCHE Karima | MAA | Université Annaba | Examineur |

Année Universitaire : 2020/2021

REMERCIEMENTS

Le présent travail a été effectué à l'université de Annaba, faculté des sciences de l'ingénierie, département de Génie des procédés.

Nous remercions en premier lieu Dieu le tout puissant pour nous avoir données la force et la volonté d'accomplir ce travail.

Nous aimerons, tous d'abord, exprimer à Monsieur SAOUDI FETHI notre profonde gratitude de nous avoir dirigées dans notre stage, pour tout son support et les orientations durant toute la réalisation de ce mémoire par ses conseils qui nous ont appris la patience.

Nous tenons également à remercier les membres du jury qui ont pris la peine d'examiner ce travail.

Nos remerciements les plus sincères aussi pour tous les enseignants de notre département pour leur patience et leurs efforts au cours de notre formation de Master.

Nous exprimons nos profondes reconnaissances envers tous ceux et celles qui ont participé à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Nous dédions ce modeste travail à ceux qui nous comptent très chers nos parents qui n'ont pas cessés de nous encourager et de prier pour nous, dont leur prière et leur bénédiction, nous ont été d'un grand secours pour mener à bien nos études.

Que dieu puisse nous aider à les honorer, les servir et les combler.

A Toute la Famille METIRI & RIGHI.

SOMMAIRE

Remerciements

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale 1

Chapitre I :Les colorants

I. Généralité sur les colorants 3

I.1 Introduction sur les colorants 3

I.2 Définition 3

I.3 Classification des colorants 4

I.4 Toxicité des colorants 11

I.5 Procédés de Traitement des effluents chargés en colorants 15

I.6 Choix du colorant 16

Conclusion 16

Chapitre II : L'adsorption

II.1 Définition générale de l'adsorption 18

II.2 Classification des isothermes d'adsorption 20

II.3 Application 21

II.4 Capacité d'adsorption 22

II.5 Modèle mathématiques d'isotherme d'adsorption 23

II.5.1 Modèle de Langmuir 23

II.5.2 Modèle de Freundlich 24

II.5.3 Modèle d'Elovich 25

II.5.4 Modèle de Dubinin et radushkevich 25

II.5.5 Modèle de Temkin 26

II.6 Paramètres influençant l'adsorption 26

II.7 Les Adsorbants 27

Conclusion 28

Chapitre III : Résultats et discussions

Introduction 30

| | |
|--|----|
| III.1 Matériels et produits utilisés | 30 |
| III.2 Préparation de l'adsorbant (tige de dattier | 30 |
| III.3 Adsorption du colorant Safranine O | 31 |
| III.3.1 Propriété chimique du Safranine O | 31 |
| III.4 Les expériences d'adsorption du colorant safranine O par les tiges de dattiers | 32 |
| III.5 Facteurs influençant sur le phénomène d'adsorption | 33 |
| III.5.1 Effet de la masse | 33 |
| III.5.2 Effet de la concentration initiale du colorant | 34 |
| III.5.3 Effet de NaCl | 35 |
| III.5.4 Effet des sources | 37 |
| III.6 Modèle d'Isotherme de Langmuir | 38 |
| Conclusion générale | 40 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure I.1 :Structure chimique des colorants azoïques | 4 |
| Figure I.2 :Structure chimiques des colorants triphénylméthanes | 5 |
| Figure I.3 : Structurechimique des colorants indigoïdes | 5 |
| Figure I.4 :Structure chimique de colorantes xanthines | 6 |
| Figure I.5 : Structurechimique des colorants anthraquinoniques | 6 |
| Figure I.6 :Structure chimiques des colorants phtalocyanines | 7 |
| Figure I.7 :Structure chimique des colorants développés ou azoïques insolubles | 8 |
| Figure I.8 :Structure chimique des colorants de cuves | 9 |
| Figure I.9 : Structurechimique de colorants directs | 10 |
| Figure I.10 :Structure chimique des colorants mordants | 10 |
| Figure II.11 : Les différents types d'isothermes d'adsorption | 21 |
| Figure III.12 :Structure chimique du colorant Safranine O | 31 |
| Figure III.13 :Spectre d'absorbance du safranine O | 32 |
| Figure III.14 :Evolution de la quantité adsorbée en fonction du temps pour différentes masses de sorbant ($C_0=10$ mg/L, $T=25^\circ\text{C}$, $V=350$ tr/min) | 33 |
| Figure III.15 :Evolutiondu pourcentage d'élimination du colorant en fonction du temps pour différentes masses de sorbant | 34 |
| Figure III.16 :Evolution de la quantité adsorbée en fonction du temps pour différentes concentrations initiales ($T=25^\circ\text{C}$, $V=350$ tr/min) | 35 |
| Figure III.17 : Evolution de la quantité adsorbée en fonction du temps pour le Nacl ($C_0=10$ mg/L, $T=25^\circ\text{C}$, $V=350$ tr/min) | 35 |
| Figure III.18 :Evolution du pourcentage d'élimination du colorant en fonction du temps pour Nacl | 36 |
| Figure III.19 : Evolution de la quantité adsorbée en fonction du temps dans différentes sources d'eau ($C_0=10$ mg/L, $T=25^\circ\text{C}$, $V=350$ tr/min) | 37 |
| Figure III.20 :Evolution du pourcentage d'élimination du colorant en fonction du temps pour différentes sources | 37 |
| Figure III.21 :Variation de la quantité adsorbée en fonction de la concentration et la température à l'équilibre | 38 |
| Figure III.22 :Linéarisation de l'isotherme de Langmuir | 39 |

Lise des Tableaux

| | |
|--|-----------|
| Tableau III.1 : Différence entre l'adsorption physique et l'adsorption chimique | 19 |
| Tableau III.2 : Composition de la solution Safranine O | 31 |
| Tableau III.3 : Propriété chimique du Safranine O | 31 |

Introduction Générale

La pollution de l'environnement par les produits chimiques d'origine industrielle est un sujet d'actualité, celle des eaux est placée au sommet des préoccupations de l'homme à cause de la quantité et la diversité des contaminants rejetés. Des quantités initiales importantes des colorants utilisés dans des nombreux secteurs industriels finissent dans les eaux des rejets.

Ces colorants sont toxiques et faiblement biodégradables en raison de la présence dans leurs molécules de noyaux aromatiques, causent de sérieux problèmes à l'environnement, et pourraient causer une destruction ou une inhibition des propriétés catalytique des microorganismes. La pollution des eaux due aux rejets des effluents colorés par l'industrie du textile est l'une des majors responsables de la dégradation de l'environnement. Cette pollution empêche la pénétration de la lumière, réduit la photosynthèse des plantes aquatiques et affecte ainsi leur croissance. (1)

Le traitement des eaux usées s'est effectué, généralement, par procédés biologiques, se basant sur l'autoépuration naturelle des eaux. Des systèmes de traitement biologique de plus en plus perfectionnés ont été développés. Cependant, les stations de traitement biologiques ne peuvent pas traiter les substances difficilement biodégradables.

Durant les dernières décennies, beaucoup de recherches se sont intéressé aux nouvelles méthodes de décontamination, notamment l'adsorption et des méthodes d'oxydation.

Chapitre I

Les Colorants

I. Généralités sur les colorants

I.1 Introduction sur les colorants

Depuis le début de l'humanité, les colorants sont appliqués dans pratiquement toutes les sphères de notre vie quotidienne pour la peinture, la teinture du papier, de la peau et des vêtements, etc.... Jusqu'à la moitié du 19^{ième} siècle, les colorants appliqués étaient d'origine naturelle. Des pigments inorganiques tels que l'oxyde du manganèse, l'hématite de l'encre étaient utilisés. Par ailleurs, des colorants sont tous des composés aromatiques qui proviennent essentiellement des plantes, telles que l'alizarine et l'indigo.

L'industrie des colorants synthétiques est née en 1856 quand le chimiste anglais William Henry PERKIN, dans une tentative de synthèse de la quinine artificielle pour soigner la malaria, a obtenu la première matière colorante synthétique qu'il appela « mauve » (aniline, colorant basique). PERKIN breveté son invention et il a installé une chaîne de production qui serait bientôt suivie par d'autres. De nouveaux colorants synthétiques commencent à apparaître sur le marché. Ce processus a été stimulé par la découverte de la structure moléculaire du benzène en 1865 par KEKULE. En conséquence, au début du 20^{ième} siècle, les colorants synthétiques ont presque complètement supplantés les colorants naturels.

I.2 Définition

Un colorant est une matière chimique capable de se fixer sur un support, la coloration plus ou moins intense des différentes substances est liée à leur constitution chimique.

Les premières matières colorantes étaient d'origines végétales (garance, indigo, gaude, campêche) ou mêmes animales (cochenille).

A l'heure actuelle, presque la totalité des matières colorantes employées sont des dérivées des hydrocarbures contenus dans le goudron de houille.

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 organiques accroissent leur persistance dans l'environnement et les rendent peu disposés à la biodégradation. (1)

I.3 Classification des colorants

La structure chimique des colorants et leur méthode d'application (textiles, papier, cuir, matières plastiques, etc.), permet de classées les colorants synthétiques

I.3.1 Classification chimique

Le classement des colorants selon leur structure chimique repose sur la nature du groupement chromophore.

a) 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 de l'application, puisqu'ils représentent plus de 50% de la production mondiale de matières colorantes.

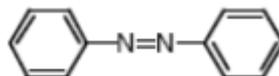


Figure I.1 :Structure chimique des colorants azoïques

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. 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 (3)

b) 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.

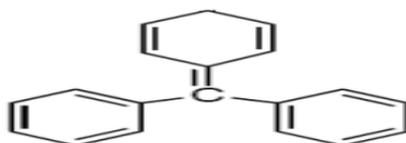


Figure I.2 : Structure chimique des colorants triphénylméthanés

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, car ils permettent de couvrir la totalité de la Gamme de nuances. Les triphénylméthanés sont utilisés intensivement dans les industries papetières et textiles pour teindre le nylon, la laine, la soie et le coton. Leur utilisation ne se limite 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 (3)

c) Les colorants indigoïdes

Les colorants indigoïdes tirent leur appellation de l'indigo dont ils dérivent. Ainsi, les homologues séléniés, soufrés et oxygénés du bleu indigo provoquent d'importants effets hypochromes avec des coloris pouvant aller de l'orange au turquoise.

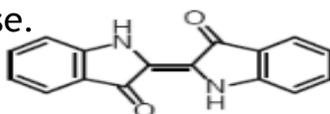


Figure I.3 : Structure chimique des colorants indigoïde

Les colorants indigoïdes sont utilisés comme colorant en textile, comme additifs en produits pharmaceutiques, la confiserie, ainsi que dans des diagnostics médicales (3)

d) Les colorantes xanthines

Les colorantes xanthines sont des composés qui constituent les dérivés de la fluorescéine halogénée.

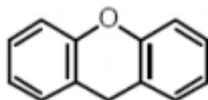


Figure I.4 : Structure chimique de colorantes xanthines

Ils sont dotés d'une intense fluorescence. Leur propriété de marqueurs lors d'accident maritime ou de traceurs d'écoulement pour des rivières souterraines est malgré tout bien établie. Ils sont aussi utilisés comme colorant en alimentaire, cosmétique, textile et impression (3)

e) Les colorants anthraquinoniques

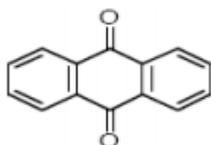


Figure I.5 : Structure chimique des colorants anthraquinoniques

Les colorants anthraquinoniques sont d'un point de vue commercial, les plus importants après les colorants azoïques. Leur formule générale dérivée de l'anthracène, montre que le chromophore est un noyau qu'ionique sur lequel peuvent s'attacher des groupes hydroxyles ou aminé. Ces produits sont utilisés pour la coloration des fibres polyester, acétate et tri acétate de cellulose. (3)

f) Les colorants phtalocyanines

Les phtalocyanines ont une structure complexe possédant un atome métallique central.

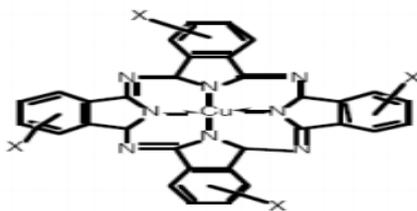


Figure I.6 : Structure chimique des colorants phtalocyanines

Les colorants de ce groupe sont obtenus par réaction du dicyanobenzène en présence d'un halogénure métallique (Cu, Ni, Co, Pt, etc.). (3)

g) 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 électro donneur (hydroxyle ou groupes aminés).

I.3.2 Classification tinctoriale

Si la classification chimique présente un intérêt pour le fabricant de 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.

a) Les colorants acides ou anioniques

Solubles dans l'eau grâce à leurs groupements sulfonates ou carboxylates, ils sont ainsi dénommés parce qu'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 aminés des fibres textiles.

b) Les colorants basiques ou cationiques

Les colorants basiques ou cationiques sont des sels d'amines organiques, ce qui leur confère 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, sur lesquelles ils permettent des nuances très vives et résistantes.

c) 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 naphtol (copulant).

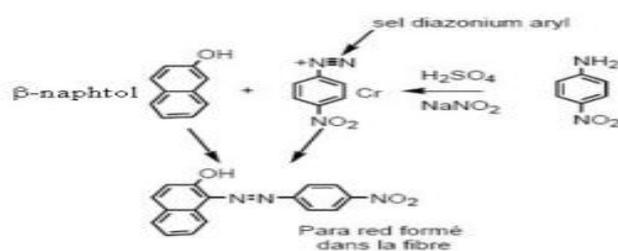


Figure I.7 : Structure chimique des colorants développés ou azoïques insolubles

Les précurseurs de la molécule suffisamment petits pour diffuser dans les pores et les fibres sont ensuite traités avec une solution de sel de d'ionium qui, par réaction de copulation entraîne le développement immédiat du colorant azoïque

d) Les colorants de cuve

Les colorants de cuve sont insolubles et doivent être transformés en leuco dérivés par réduction alcaline.

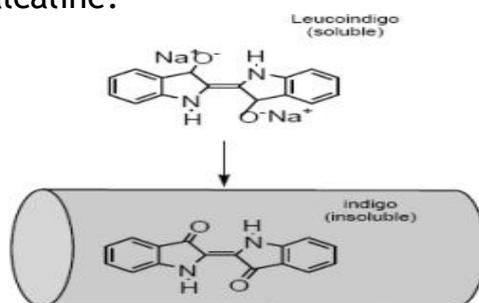


Figure I.8 :Structure chimique des colorants de cuves

La teinture se termine par la réoxydation in situ du colorant sous sa forme insoluble initiale. Réputés pour leur bonne résistance aux agents de dégradation, les colorants de cuve sont encore utilisés, à l'image de l'indigo pour la teinture des articles jean ou denim.

e) Les colorants réactifs

Les colorants réactifs contiennent des groupes chromophores issus essentiellement des familles azoïques, anthraquinonique et phtalocyanine. Leur appellation est liée à la présence d'une fonction chimique réactive, de type triazinique ou vinylsulfone 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

f) Les colorants directs

Les colorants directs contiennent ou sont capables de former des charges positives ou négatives électrostatiquement attirées par les charges des fibres.

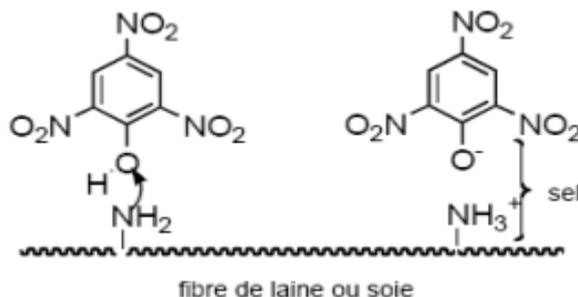


Figure I.9 :Structure chimique des colorants directs

Ils se distinguent par leur affinité pour les fibres cellulosiques sans application de mordant, liée à la structure plane de leur molécule.

g) Les colorants à mordants

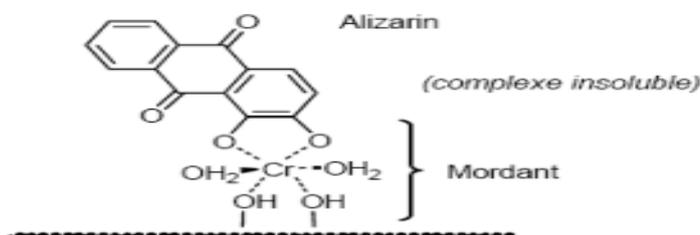


Figure I.10 :Structure chimique des colorants à mordants

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.

h) 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.

I.4 Toxicité des colorants

Les rejets d'effluents des industries textiles, chargés en colorants, dans les rivières, peuvent nuire grandement aux espèces animales, végétales ainsi qu'aux divers microorganismes vivant dans ces eaux. Cette toxicité, pourrait être liée à la diminution de l'oxygène dissout dans ces milieux. Par ailleurs, leur très faible biodégradabilité, due à leur poids moléculaire élevé et à leurs structures complexes, leur confère un caractère toxique pouvant être élevé ou faible. De ce fait, ils peuvent persister longtemps dans ce milieu, engendrant ainsi des perturbations importantes dans les différents mécanismes naturels existant dans la flore (diminution du pouvoir d'auto-épuration des cours d'eau, inhibition de la croissance des végétaux aquatiques...) et dans la faune (décimation d'une certaines catégories de poissons, de microorganismes...). Dans ces conditions, la dose létale (DL50) reste le meilleur paramètre pour évaluer les effets toxiques causés par ces déversements. Les dangers liés aux rejets textiles sont pour une part à court terme (dangers évidents) et d'autre part, à long terme.

Pour la première partie, on distingue:

- h) **L'eutrophisation:** Sous l'action des microorganismes, les colorants libèrent des nitrates et des 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 la prolifération anarchique de ces derniers 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.
- i) **La 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. Manahan estime que la dégradation de 7 à 8 mg de matière organique par des micro-organismes suffit pour consommer l'oxygène contenu dans un litre d'eau (4)

- j) **La couleur, la turbidité, l'odeur:**L'accumulation des matières organiques dans les cours d'eau induit l'apparition de mauvais goûts, prolifération bactérienne, odeurs pestilentielles et colorations anormales. Willmott et al ont évalué qu'une coloration pouvait être perçue par l'œil humain à partir de $5 \cdot 10^{-6}$ g/L. En dehors de l'aspect inesthétique, les agents colorants ont la capacité d'interférer avec la transmission de la lumière dans l'eau, bloquant ainsi la photosynthèse des plantes aquatiques. (5)

Les dangers à long terme sont les plus menaçant car moins apparents. Et on distingue:

- **La persistance:**Les colorants organiques synthétiques sont des composés impossibles à épurer par dégradations biologiques naturelles. Cette persistance est en étroite relation avec leur réactivité chimique. Notons aussi que par exemple, les composés insaturés sont moins persistants que les saturés, les alcanes sont moins persistants que les aromatiques...
- **La bioaccumulation:**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. Les espèces qui se trouvent à l'extrémité supérieure de la chaîne alimentaire, y compris l'homme, se retrouvent exposées à des teneurs en substances toxiques pouvant être jusqu'à mille fois plus élevées que les concentrations initiales dans l'eau.
- **Le cancer:**Si la plupart des colorants ne sont pas toxiques directement, une portion significative de leurs métabolites.

Leurs effets mutagènes, tératogène ou cancérigène apparaissent après dégradation de la molécule initiale en sous-produits d'oxydation: amine cancérigène pour les azoïques, leuco-dérivé pour les triphénylméthanés.

Les sous-produits de chloration (SPC): Le chlore utilisé pour éliminer les microorganismes pathogènes réagit avec la matière organique pour former des trihalométhanés (THM) pouvant atteindre plusieurs centaines de mg/L. Les SPC sont responsables de développement de cancer du foie, des poumons, des reins et de la peau chez l'homme.

De même, L'emploi des colorants dans l'industrie alimentaire, particulièrement les synthétiques, se déroule depuis plus d'un siècle. L'histoire a montré que l'usage de ses produits répondait à des considérations socio-psychologiques (l'homme a toujours cherché à se vêtir et à se nourrir selon ses goûts) et économiques. Pour ce dernier point, il faut signaler que le profit, qui est pratiquement l'unique objectif du producteur, a poussé ce dernier à intégrer plusieurs colorants dans les divers procédés de fabrication des aliments. (6)

Ce qui a engendré des problèmes de santé pour l'homme, à cause de la toxicité de ces composés. En effet, la toxicité de ces entités chimiques a été bien dévoilée. Dans le domaine alimentaire: Lock (1959) a montré l'existence de réaction à la tartrazine. Quelques années plus tard, Juhlin (1972) a relevé des cas d'asthme et d'éruptions cutanées (urticaires) en présence de tartrazine. Gatelain(1977) a signalé des syndromes d'allergie digestive à la suite de la consommation d'aliments contenus dans ce colorant. L'erythrosine est un colorant utilisé abondamment pour colorer les confiseries de toutes sortes. Clément a montré que ce composé a provoqué des cas importants d'allergie chez les personnes sensibles et chez celles qui en font un large produit de consommation (les enfants par exemple).

Le Jaune AB et le Jaune OB utilisés dans la coloration du beurre et de la margarine sont assez toxiques. Leur nuisance se manifeste par certains symptômes tels que:

- Irritation du tube digestif.
- Diminution de la croissance.
- Augmentation du poids des reins et du foie.

Les colorants cationiques peuvent également exercer des actions néfastes sur l'organisme humain :

- Le bleu de méthylène peut entraîner des cas d'anémie après une absorption prolongée.
- Les dérivés du triphénylméthane provoquent l'eczéma et des troubles gastriques (diarrhées).

Et puis concernant la pollution de l'industrie textile, il a été montré que:

- Les algues peuvent être inhibés (à 35%) ou stimulés (à 65%) par les rejets d'effluents dans les industries textiles. Ces résultats ont été obtenus lors des prélèvements effectués sur la coté Est des U.S.A.
- Le colorant "noir de l'uxanthol G" est très nocif pour les jeunes guppies à la concentration de 5mg/L.
- La fuchsine inhibe la croissance des algues et des petits crustacés pour des concentrations minimales de 1mg/L et 20mg/L respectivement.
- Le bleu de méthylène est toxique pour les algues et les petits crustacés à partir des concentrations de 0,1 mg/L et 2 mg/L respectivement.
- Le bleu de victoria, le violet de méthyle, le noir anthracite BT et le vert diamant sont très toxiques pour la faune et la flore à partir de concentrations de 1mg/L.

- Les colorants cationiques (ou basiques) sont généralement très toxiques et résistent à toute oxydation. En effet, d'autres études ont montré que le colorant cationique (sandocryl orange) est très toxique pour les micro-organismes. En effet, après un temps de contact de 5 jours, le taux d'inhibition a été de l'ordre de 96,5%. Ce taux, est cependant plus faible avec le colorant acide, le Lanasyn Black (32,8%) et pratiquement nul avec un autre colorant de cette même famille, le sandolan.

On peut juger, donc, que le traitement des effluents chargés en colorants est indispensable pour la sauvegarde de l'environnement. (3)

I.5 Procédés de Traitement des effluents chargés en colorants

Les techniques de dépollution intervenant le plus couramment en deuxième étape dans les industries textiles se divisent en trois types :

Biologique

- Traitement aérobie,
- Traitement anaérobie.

Physique

- Méthodes de précipitation (coagulation, floculation, sédimentation),
- Adsorption (sur charbon actif...),
- Osmose inverse, filtration,
- Incinération.

Chimique

- Oxydation (oxygène, ozone, oxydants tels que NaO Cl, H₂O₂),
- Résine échangeuse d'ions
- Méthode complexométrique

I.6 Choix du colorant

Le choix du colorant répond aux critères suivants :

- Solubilité élevée dans l'eau.
- Tension de vapeur faible voire nulle.
- Analyse par spectrophotomètre UV/visible.
- Stabilité permanente.

Conclusion

Les données bibliographiques montrent d'une part la diversité des techniques de traitement des effluents issus des activités industrielles et d'autre part celle des polluants présents dans les eaux. Les colorants synthétiques organiques sont des polluants utilisés dans de nombreux secteurs industriels (le domaine automobile, chimique, papeterie, le secteur textile etc....).

Les rejets chargés de colorant posent deux problèmes majeurs, l'un esthétique et l'autre lié à la santé publique. Des études ont montrés que lorsque ces polluants ne sont pas directement mis en cause, ce sont leurs métabolites qui induisent des maladies comme le cancer. Il est par conséquent indispensable de suivre l'abattement de la DCO de l'eau à traiter et de vérifier que cette dernière s'annule après le processus. Dans ce sens, la majorité de ces procédés sont trop sélectifs sur les catégories de colorants à traiter et certains ne font que déplacer la pollution plutôt que la supprimer. La mise en œuvre de procédés capables de minéraliser ces colorants s'avère nécessaire. Dans la suite de notre travail, nous allons donner des résultats encourageants concernant l'élimination d'un colorant par un déchet naturel. (3)

Chapitre II

L'adsorption

II. L'adsorption

II.1 Définition générale de l'adsorption

L'adsorption est le processus où des molécules d'une espèce appelée adsorbat (gaz ou liquide) viennent se fixer sur la surface d'un solide, appelé adsorbant. L'adsorption peut être physique ou chimique selon la nature des interactions qui se produisent entre l'adsorbat et la surface de l'adsorbant.

On distingue deux types d'adsorption selon le type de Langmuir

-**L'adsorption physique** ou physisorption, elle met en jeu de très faibles interactions entre entités moléculaires comme les forces d'attraction de Van der Waals et des forces dues aux interactions électrostatiques de polarisation. Elle est réversible et peu spécifique.

L'adsorption physique est rapide et généralement limitée par les phénomènes de diffusion.

La force des interactions mises en jeu peut être estimée par l'énergie d'adsorption qui est comprise entre 5 et 40 kJ.mol⁻¹ et considérée comme faible : la désorption peut se produire et être même totale.

- **L'adsorption chimique** ou la chimisorption peut être essentiellement irréversible et lente. Très spécifique, elle s'accompagne d'une forte variation d'énergie d'activation. L'adsorption chimique résulte d'une profonde modification de la répartition des charges électroniques de la molécule adsorbée. Les forces de liaison sont du même type que celles qui sont impliquées lors de la formation des liaisons chimiques. L'énergie d'adsorption est supérieure à 80 kJ.mol⁻¹.

La désorption est difficile.

L'adsorption physique peut se faire en monocouche ou en multicouches, alors que l'adsorption chimique est uniquement mono- moléculaire car la

présence des liaisons de valence entre l'adsorbat et l'adsorbant exclut la possibilité de couches multi- moléculaires

De manière générale, l'adsorption est un phénomène exothermique qui se produit avec un dégagement de chaleur, ce qui peut conduire à un échauffement du solide.

Quand les conditions s'y prêtent, l'adsorption chimique peut assez souvent se superposer à l'adsorption physique.

Le tableau ci-dessous présente les différences entre les deux types d'adsorption

Tableau II.1 : Différence entre l'adsorption physique et l'adsorption chimique

| Propriétés | Adsorption physique | Adsorption chimique |
|----------------------|---------------------------|----------------------------|
| Energie d'adsorption | 5 à 10 Kcal/mol (faible) | 10 à 100 Kcal/mol (élevée) |
| Température | Basse | Elevée |
| Nature de liaison | Physique | Chimique |
| Cinétique | Très rapide | Lente |
| Désorption | Plus ou moins parfaite | Difficile |
| Energie d'activation | Non appréciable | Importante |
| Etat de surface | Formation de multicouches | Formation de monocouche |

II.2 Classification des isothermes d'adsorption

L'allure de la courbe isotherme varie selon le couple adsorbat - adsorbant étudié. Les isothermes d'adsorption de solutés à solubilité limitée ont été classées par gilles et coll. (11).

❖ Isotherme de type I

L'interprétation classique de cette isotherme est qu'elle est relative à une formation d'une couche mono moléculaire complète. Cette isotherme est relative à des solides microporeux de diamètre inférieur à 25 Å°

❖ Isotherme de type II

C'est la plus fréquemment rencontrée, quand l'adsorption se produit sur des poudres non poreuses ou ayant des macropores de diamètre supérieurs à 500Å°.

❖ Isotherme de type III

Cette isotherme est caractéristique des adsorptions où la chaleur d'adsorption de l'adsorbat est inférieure à la chaleur de liquéfaction. Cette isotherme est relativement rare, elle indique la formation de couches polymoléculaires, dès le début de l'adsorption, et avant que la surface n'ait été recouverte complètement d'une couche mono moléculaire.

❖ Isotherme de type IV

Cette isotherme se produit sur des solides ayant des pores, avec des diamètres compris entre 15 et 1000 Å°. La pente croit à des pressions relatives élevées, ce qui indique que les pores sont totalement remplis. Comme pour l'isotherme de type II, la poly couche démarre quand la monocouche est totalement réalisée.

❖ Isotherme de type V

Cette isotherme donne aussi comme l'isotherme de type IV lieu à une hystérésis, elle est similaire à l'isotherme du type III, c'est-à-dire que la poly

couche démarre, bien avant que la monocouche ne soit pas totalement réalisée. Ce type d'isotherme est aussi caractéristique de solides poreux, ayant des diamètres de pores du même ordre que ceux des solides donnant des isothermes de type IV et V présente à la fin, une pente différente attribuée, à la géométrie des pores (12).

De présents cinq types d'isothermes dans la figure ci-dessous

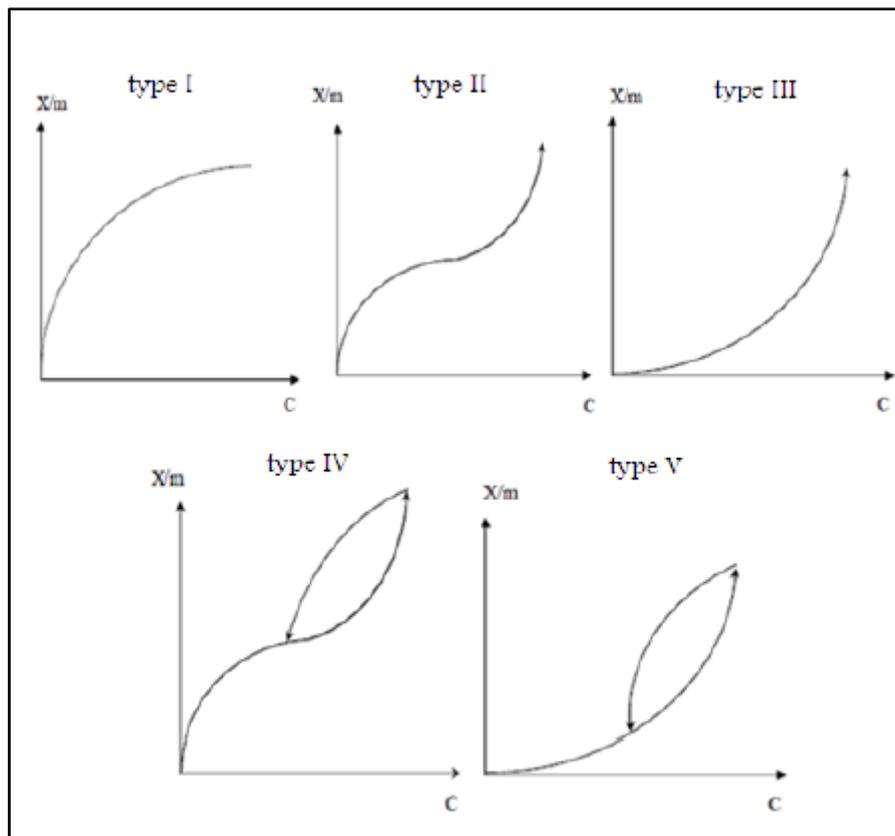


Figure II.11: Les Différents types d'isothermes d'adsorption.

II.3 Application

Les nombreuses applications techniques de l'adsorption résultent de trois caractéristiques qui la différencient des autres procédés de séparation, à savoir :

- ✓ La rétention de très petites particules, comme par exemple les colloïdes.

- ✓ La rétention des composants à très faible concentration, par exemples des impuretés ou des molécules et ions métalliques qui confèrent au produit couleurs, odeurs, ou saveurs désagréables, voir une toxicité.
- ✓ La sélectivité de l'adsorbant par rapport à certains constituants du mélange.

Parmi les applications, on cite :

- ✓ Le séchage, purification et désodorisation des gaz
- ✓ Le raffinage des produits pétroliers.
- ✓ La catalyse de contact.
- ✓ La déshumidification et la désodorisation de l'air.
- ✓ La récupération des solvants volatils et de l'alcool dans le processus de fermentation.
- ✓ La décoloration des liquides.
- ✓ La chromatographie gazeuse (10).

II.4 Capacité d'adsorption

La capacité d'adsorption est la courbe liant, à une température fixée, la quantité de produit adsorbée par masse initiale d'adsorbant à la concentration restant en phase fluide après équilibre d'adsorption, Elle nécessite la prise en compte de nombreux paramètres qui concernent l'adsorbat (taille des molécules, solubilité dans l'eau,....etc.) et l'adsorbant (surface spécifique, structure et type de particules,.... etc.)

Elle peut être généralement exprimée par la relation suivante :

$$q = \frac{C_0 - C_e}{m} V$$

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

C_0 : Concentration initiale (mg/L) à $t=0$.

C_e : Concentration du colorant (mg/g) à l'instant t du processus d'adsorption.

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

m : Masse du support (g).

II.5 Modèles mathématiques d'isotherme d'adsorption

Les intérêts de l'isotherme d'adsorption pour un système adsorbant/adsorbat sont multiples. Outre son rôle indispensable dans le dimensionnement d'un lit fixe, elle permet aussi d'avancer des hypothèses sur le mode d'adsorption. En effet, son allure est représentative de certains phénomènes mis en jeu : adsorption monocouche ou multicouches, interactions latérales entre molécules ou non.... etc.

II.5.1 Modèle de Langmuir

La théorie proposée par Langmuir (1918) repose sur une vision cinétique de l'adsorption de molécules sur une surface plane : il n'y a pas d'accumulation des molécules, les molécules sont continuellement dirigées vers la surface et un équilibre d'adsorption et de désorption des molécules se met en place. Les hypothèses de ce modèle sont les suivantes :

- Les sites d'adsorption sur la surface solide sont homogènes d'un point de vue énergétique : on parle de « surface d'adsorption homogène »
- Chacun de ces sites peut adsorber une seule molécule, et une seule couche de molécules peut se former.
- Chacun des sites à la même affinité pour les molécules en solution ;
- Il n'y a pas d'interactions entre les molécules adsorbées.

A l'équilibre on a la relation suivante :

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

Dont la meilleure linéarisation d'après Zahou, (1992) serait celle de Weber, (1972).

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

Où C_e : Concentration résiduelle du soluté en solution à l'équilibre (mg/L).

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

q_m : Quantité maximale d'adsorption (mg/g)

a : Coefficient d'adsorption de Langmuir (L/mg).

L'isotherme de Langmuir présente l'avantage de prévoir l'existence d'une limite supérieure pour les fortes concentrations. Elle décrit, en outre, les phénomènes sous une forme analytique simple d'une façon satisfaisante aux faibles concentrations

II.5.2 Modèle de Freundlich

La relation de Freundlich (1906), a été reliée par Halsey (1952) dans le cas des gaz à un modèle thermodynamique tenant compte d'une distribution exponentielle des énergies des sites d'adsorption à la surface du solide. Ce modèle a été transporté aux équilibres liquide- solide en remplaçant la pression partielle par la concentration, terme par lequel s'exprime l'activité d'un soluté en solution diluée, on obtient :

$$q_e = k_f \cdot C_e^{1/n}$$

Linéarisable en : $\text{Ln} q_e = \text{Ln} k_f + \frac{1}{n} \text{Ln} C_e$

K_f : Constante de la relation de Freundlich.

n : Coefficient de l'équation de Freundlich.

D'après HALSEY, (1952) n est un nombre proportionnel à l'énergie d'adsorption et, d'après ZELDOVITCH, (1971), $n = Q_0/R.T$, Q_0 : étant la constante énergétique de distribution numérique des sites.

R : constante des gaz parfaits.

T : température en degrés Kelvin.

II.5.3 Modèle d'Elovich

La relation d'Elovich, diffère de celle de Langmuir par l'évolution du recouvrement des sites d'adsorption : le nombre de sites disponibles varie exponentiellement au cours de l'adsorption ce qui implique une adsorption en plusieurs couches, à l'équilibre, on arrive à :

$$k_{elov} C_e e^{-(q_e/q_m)} = \frac{q_e}{q_m}$$

Linéarisable en :

$$\ln \frac{q_e}{C_e} = \ln(k_{elov} q_m) - q_e \left(\frac{1}{q_m} \right)$$

Ce qui correspond à une pente $(-1/q_m)$ et d'ordonnée à l'origine $\ln(k_{elov}.q_m)$

II.5.4 Modèle de Dubinin et radushkevich

En 1947, Dubinin et Radushkevich ont proposé une relation permettant de décrire l'adsorption de molécules organiques sur les charbons actifs, Dubinin MM. Et Radushkevich LV., (1947). Ce modèle est basé sur la corrélation entre la quantité adsorbée et le potentiel d'adsorption, Ce potentiel représente le changement d'énergie libre entre la phase d'adsorbat et la phase adsorbée. L'équation de Dubinin-Radushkevich(DR) s'écrit :

$$\ln q_e = \ln q_m - k_{D-B} \varepsilon^2$$

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

q_m : Quantité maximum d'adsorption (mg/g)

K_{D-B} : Constante liée à l'énergie libre moyenne de l'adsorption ($\text{mg}^2 \cdot \text{kJ}^{-2}$).

ε : (potentiel de Polanyi) : $RT \ln(1+1/C_e)$.

C_e : Concentration résiduelle du soluté en solution à l'équilibre (mg/L).

R : constante des gaz parfaits.

T : température en degrés Kelvin.

II.5.5 Modèle de Temkin

Il donne la variation de l'énergie d'adsorption, une seule équation permet d'accéder à cette variation d'énergie (ΔQ), c'est l'équation de Temkin, (1941) formulée dans le cas l'adsorption des gaz sur des solides et transposée à la phase liquide par, Zarrouki, (1990).

Ce modèle suppose que la chaleur d'adsorption varie linéairement avec le degré de recouvrement q_e/q_m . Cette décroissance linéaire peut s'expliquer sur une surface uniforme par des interactions entre molécules adsorbées. Sur une surface non uniforme, cet effet se superpose à ceux dus à l'hétérogénéité de la surface.

On a :

$$\frac{q_e}{q_m} = \left(\frac{RT}{\Delta Q}\right) \ln(C_e) + \left(\frac{RT}{\Delta Q}\right) \ln(k_{Tem})$$

En traçant $q_e/q_m = f(\ln C_e)$, la pente conduit à $RT/\Delta Q$ et l'ordonnée à l'origine à $RT/\Delta Q \cdot \ln k_{Tem}$.

II.6 Paramètres influençant l'adsorption

Plusieurs paramètres peuvent influencer le processus d'adsorption et notamment la capacité et la cinétique de rétention. Nous pouvons citer :

- La température qui définit la nature de l'adsorption,

- La structure de l'adsorbant qui joue un rôle déterminant dans la fixation du substrat, par la taille de ses particules. En effet plus la taille est petite, plus la surface de contact sera grande; ce qui va donc augmenter son pouvoir de rétention. En outre, cette surface s'accroît lorsque le support est poreux,
- La taille des molécules de l'adsorbat qui peut influencer grandement le processus d'adsorption par leur disposition sur la surface du matériau. Nous citons en exemple, la fixation sur un support et à la verticale, des acides et des alcools à longue chaîne carbonée par l'intermédiaire de leur groupement carboxylique (-COOH) et hydroxyle (-OH) respectivement dans le cas d'un recouvrement élevé (forte concentration du substrat). Ceci conduit à une fixation forte du substrat dans ces conditions. (9)

II.7 Les adsorbants

Généralement, les adsorbants permettent de réaliser la séparation des composants d'un mélange en retenant plus ou moins, ceux-ci, par le biais de liaisons dont l'intensité varie selon la nature des molécules présentes dans le mélange. Au sens strict, tous les solides sont des adsorbants. Cependant, seuls les adsorbants ayant une surface spécifique suffisante (surface par unité de masse) peuvent avoir des intérêts pratiques. Les adsorbants industriels ont généralement des surfaces spécifiques au-delà de $100 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, atteignant même quelques milliers de ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$). Ces adsorbants sont nécessairement microporeux avec des tailles de pores inférieures à 2 nm ou méso poreux avec des tailles de pores comprises entre 2 nm et 50 nm (selon la classification de l'IUPAC). Les adsorbants industriels les plus courants sont les suivants : les charbons actifs, les zéolithes, les gels de silice, les argiles activées (ou terres décolorantes) et les alumines activées.

Conclusion

L'adsorption n'est pas une technique récente mais il reste encore beaucoup à comprendre des phénomènes qu'elle met en jeu, et beaucoup à faire pour améliorer ses applications industrielles. La recherche porte aujourd'hui sur le développement d'adsorbants plus performants, l'amélioration des techniques de régénération et la modélisation. L'objectif est de développer des matériaux sélectifs ou présentant simplement de plus grandes surfaces spécifiques tout en conservant de bonnes propriétés mécaniques.

Chapitre III

Résultats et discussions

Introduction

Ce chapitre est consacré à la présentation de l'étude expérimentale de l'adsorption sur un déchet naturel (tige de dattier), pour l'enlèvement d'un colorant (safranine O), à partir de solutions aqueuses.

III.1 Matériels et produits utilisés

- Fioles jaugées
- Entonnoirs
- Béchers
- Pipettes
- Agitateur magnétique
- Spectrophotomètre
- Balance
- Cuvette (carrée en verre de largeur standard de 1cm)
- Déchet naturel (Tige de dattier)
- Safranine O (Colorant)
- NaCl.

III.2 Préparation de l'adsorbant (Tige de dattier)

Les tiges de dattiers ont été lavées avec de l'eau distillée pour enlever les impuretés résiduelles, les salissures et les parties solubles. Le processus de lavage a été répété à plusieurs fois (4 à 5 fois) jusqu'à l'obtention d'une eau de lavage limpide, puis les tiges sont séchées dans une étuve à 50°C pendant 24 heures. Les tiges sont broyées à l'aide d'un broyeur.

Le matériau obtenu sera lavé une autre fois avec de l'eau distillée jusqu'à élimination des fines poussières et l'obtention d'une eau claire. La dernière étape de cette préparation consiste en un séchage des tiges dans la même étuve utilisée précédemment et à la même température pendant la même période (24h).

III.3 Adsorption du colorant safranine O

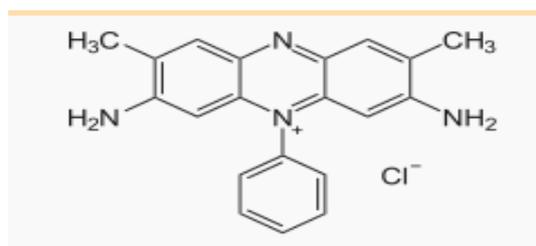


Figure III.12 Structure chimique du colorant

La safranine est un colorant rose utilisé dans la coloration de Gram à la place de la fuchsine.

La composition de la solution de safranine utilisée est la suivante :

Tableau III.2 :Composition de la solution Safranine O

| | |
|--|-------|
| Safranine O | 25g |
| Ethanol à 95° GL | 100ml |
| Solution aqueuse d'oxalate d'ammonium à 25 g·l ⁻¹ | 800ml |

III.3.1 Propriété chimique du Safranine O

Tableau III.3 :Propriété chimique du Safranine O

| | |
|---------------|--|
| Formule | C ₂₀ H ₁₉ ClN ₄ |
| Masse molaire | 350,8 g/mol |

III.4 Adsorption du safranine O par les tiges de dattiers

a- Détermination de la longueur d'onde maximale

Des solutions filles de différentes concentrations ont été préparées par dilution de la solution mère (100mg/L). Nous avons réalisé le spectre d'absorption visible du colorant en solution aqueuse afin de déterminer une longueur d'onde maximale pour effectuer le dosage et suivre l'évolution de la concentration au cours de la sorption : il s'agit habituellement de la longueur d'onde pour laquelle la substance présente un maximum d'absorption. La longueur d'onde pour laquelle l'absorbance est maximale est $\lambda_{\max} = 519 \text{ nm}$.

Figure III.13 : Spectre d'absorbance du Safranine O

b- Mode opératoire des essais d'adsorption du safranine O

Les essais d'adsorption du colorant consiste en la mise en contacte d'une solution de concentration C_0 avec une masse m d'adsorbant et de suivre la variation de la concentration de la solution en colorant en fonction du temps.

La vitesse d'agitation est de 350tr/min.

Le volume réactionnel est de 100 mL

La température est ambiante.

Le but du travail est de déterminer la quantité adsorbée et le taux d'élimination E

Ces deux paramètres sont déterminés par les équations suivantes :

$$\text{Pour la quantité adsorbée : } q = \frac{C_0 - C_e}{m} V$$

$$\text{Pour l'efficacité : } E \% = 100 \times q / q_{\max}$$

III.5 Facteurs influençant sur l'adsorption du Safranine O

III.5.1 Effet de la masse

L'effet de la masse sur la l'adsorption de Safranine O par les tiges de dattiers a été étudié en variant la masse de l'adsorbant.

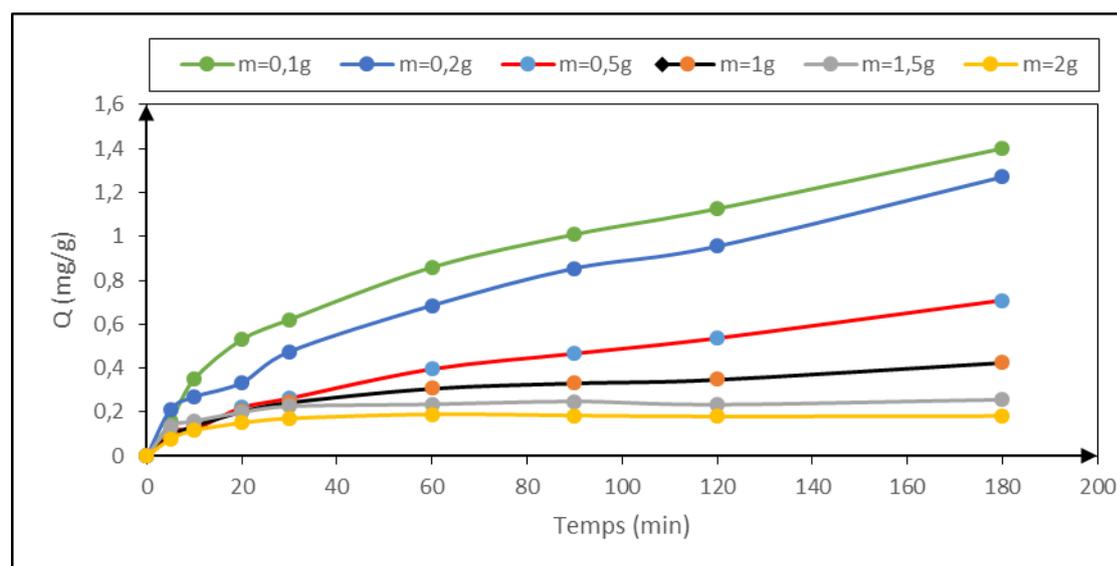


Figure III.14 : Evolution de la quantité adsorbée en fonction du temps pour différentes masses de l'adsorbant ($C_0=10$ mg/L, $T=25^\circ\text{C}$, $V=350$ tr/min).

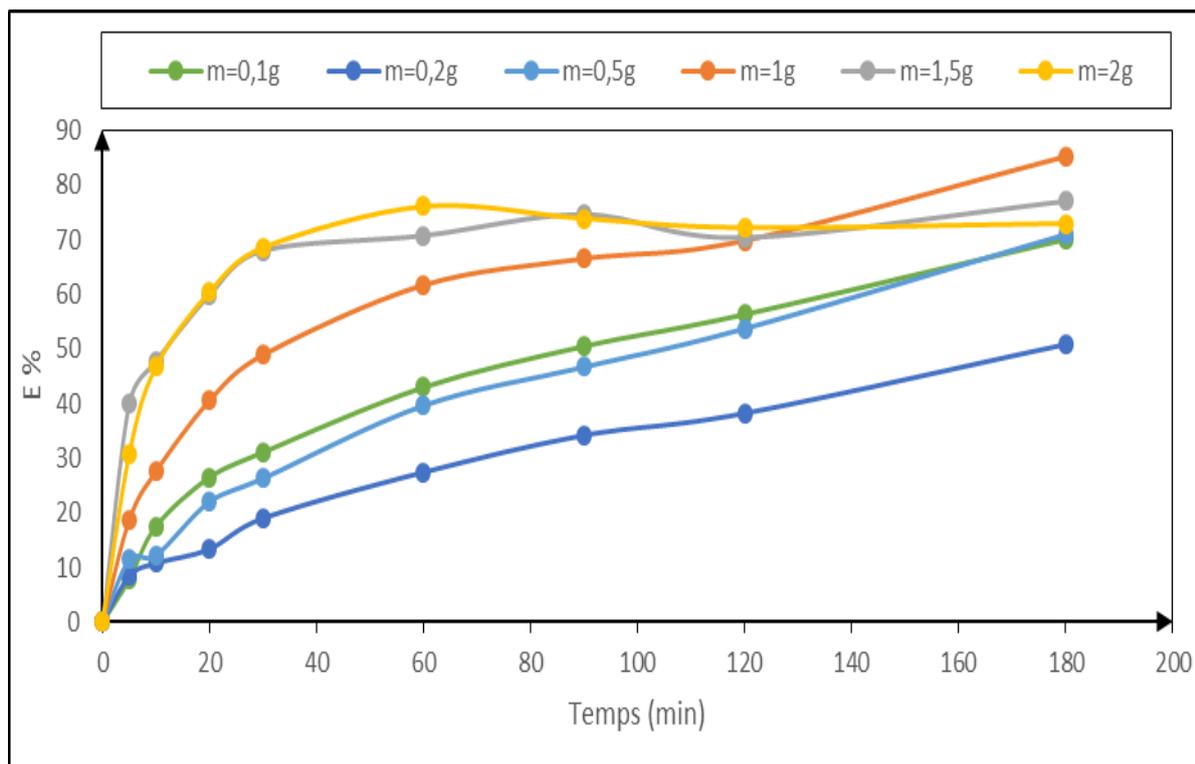


Figure III.15 : Evolution du pourcentage d'élimination du colorant en fonction du temps pour différentes masses de l'adsorbant.

Comme nous pouvons le constater, la quantité d'adsorption augmente avec la diminution de la masse de l'adsorbant utilisé. En effet l'élimination est due à l'augmentation de la quantité d'adsorption. L'augmentation de la dose de l'adsorbant fait croître le nombre des sites actifs disponibles pour la fixation des colorants, ce qui favorise par conséquent le phénomène de décoloration, et l'augmentation du rendement d'adsorption.

III.5.2 Effet de la concentration initiale du colorant

L'effet de la concentration initiale sur la sorption de Safranine O par les tiges de dattiers a été étudié en variant la concentration initiale des solutions et en suivant l'évolution de la quantité adsorbée en fonction du temps pour, la **figure III.16** regroupe les résultats obtenus, nous constatons que la quantité adsorbée augmente avec l'augmentation de la concentration du colorant, cette augmentation est due à la différence du potentiel. En

effet pour une masse donnée cette différence est importante quand la concentration est élevée.

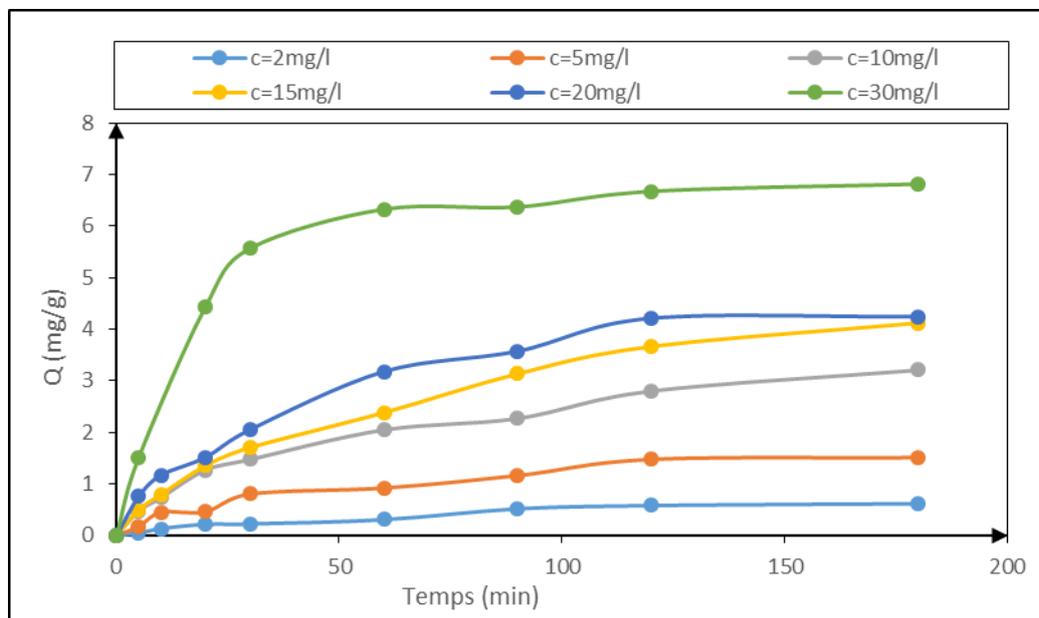


Figure III.16 : Evolution de la quantité adsorbée en fonction du temps pour différentes concentrations initiales ($T=25^{\circ}\text{C}$, $V=350$ tr/min).

On remarque que le temps d'équilibre est indépendant de la concentration et que la quantité adsorbée à l'équilibre augmente avec la concentration.

III.5.3 Effet de la force ionique

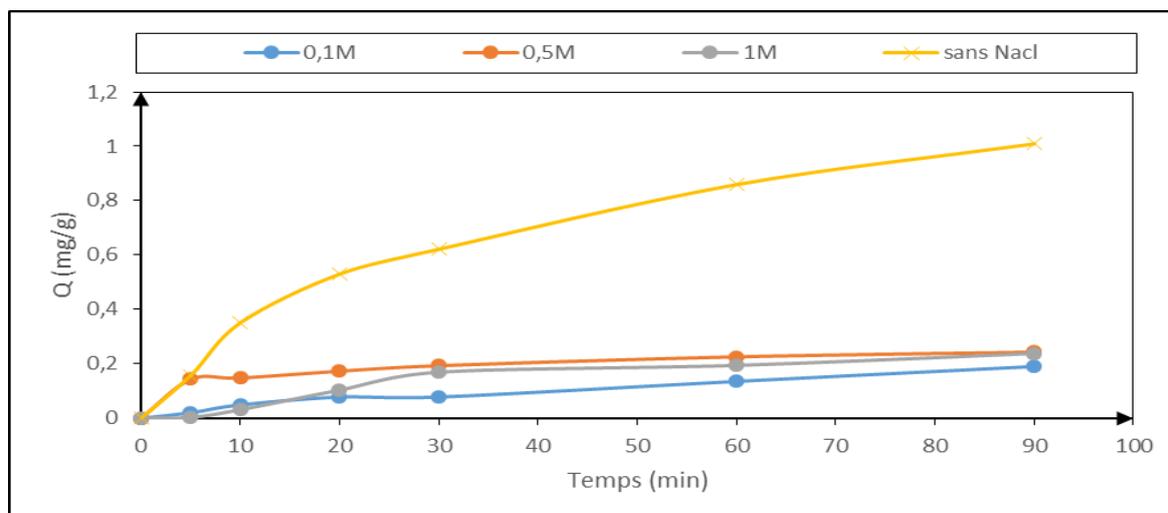


Figure III.17 : Evolution de la quantité adsorbée en fonction du temps pour le NaCl ($C_0=10$ mg/L, $T=25^{\circ}\text{C}$, $V=350$ tr/min).

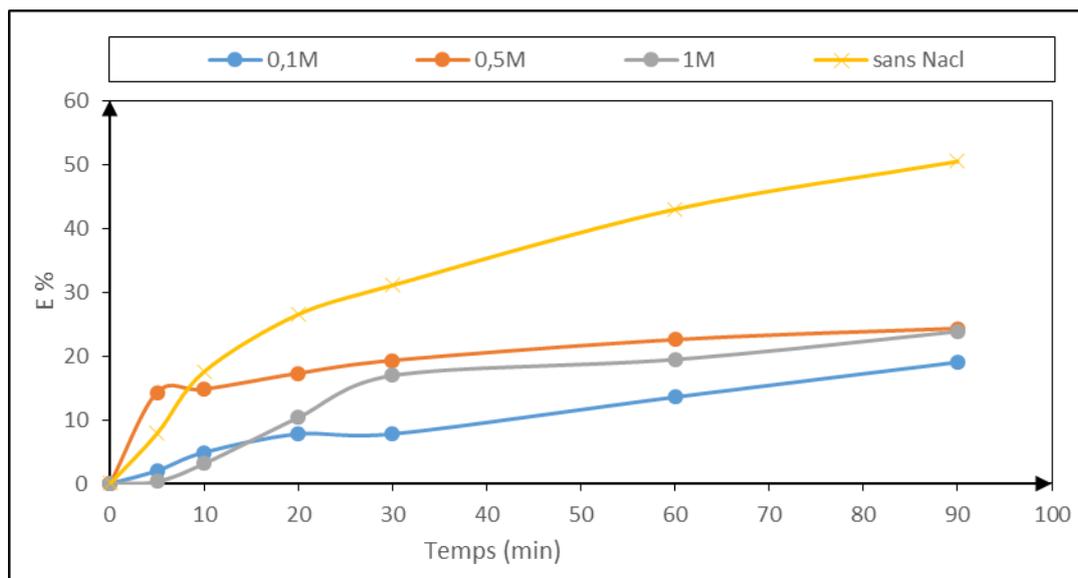


Figure III.18 : Evolution du pourcentage d'élimination du colorant en fonction du temps pour NaCl

L'effet de la force ionique sur la sorption de Safranine O par les tiges de dattier a été étudié en utilisant NaCl. D'après le graphe on remarque que les ions Na^+ se trouvent en faible quantité et n'occupent pas tous les sites actifs des tiges de dattiers.

Par contre si on a une forte concentration de sel on aura une compétition entre les ions Na^+ et les ions du Safranine O pour occuper les sites de sorption.

De plus, le sel forme des écrans qui bloquent les interactions électrostatiques entre le sorbant et le sorbat, ce qui engendre une réduction de la quantité adsorbée avec l'augmentation de la concentration du sel.

III.5.4 Effet des sources

L'adsorption de Safranine O par les tiges de dattiers a été étudiée en variant les matrices (eau de robinet, eau minérale (besbassa), et eau de mer).

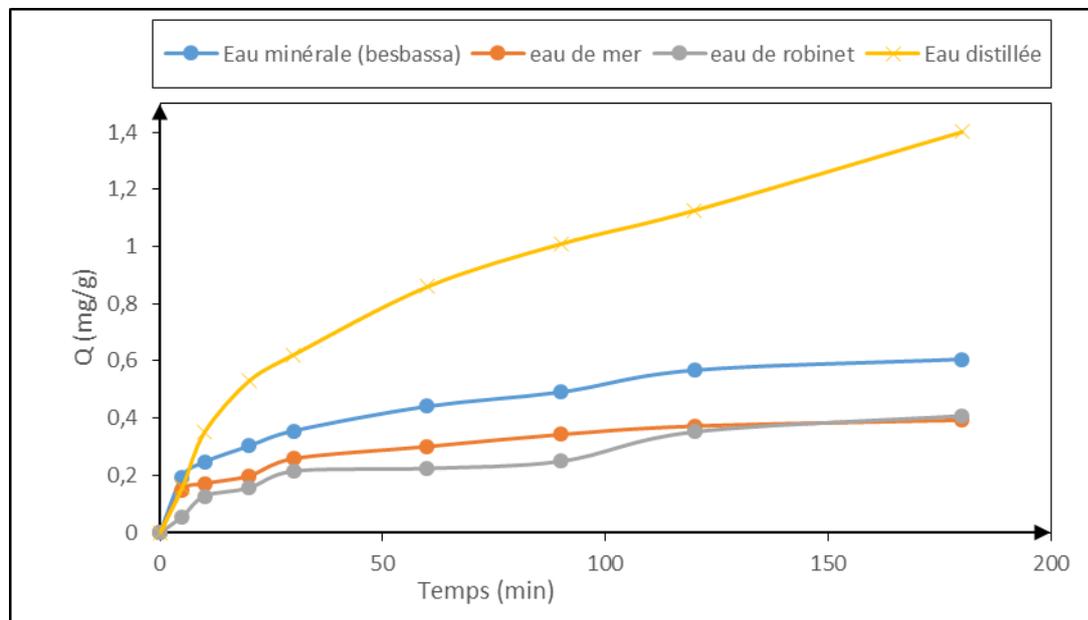


Figure III.19 : Evolution de la quantité adsorbée en fonction du temps dans différentes sources d'eau ($C_0=10$ mg/L, $T=25^\circ$ C, $V=350$ tr/min).

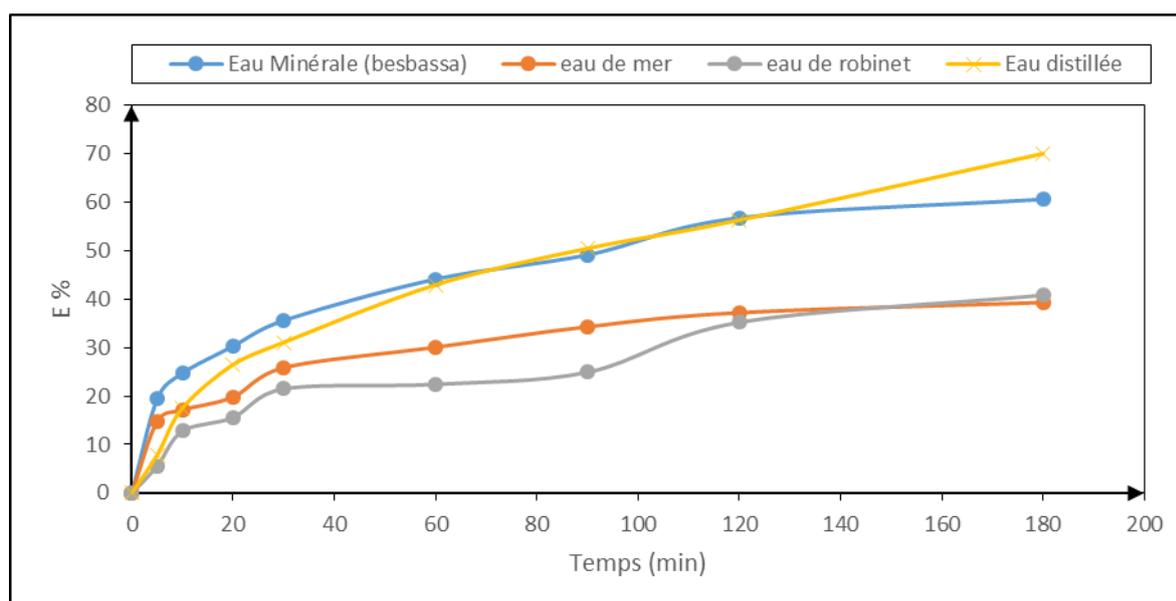


Figure III.20 : Evolution du pourcentage d'élimination du colorant en fonction du temps pour différentes sources.

D'après les graphes présentés on remarque que la quantité adsorbée dans l'eau minérale augmente par rapport aux autres milieux considérés à cause du manque de sels (une eau pure), par contre la capacité d'adsorption diminue dans l'eau de mer en raison des charges des sels portés qui occupent les sites d'adsorption.

III.6 Modèle d'Isotherme de Langmuir

Pour établir les isothermes d'adsorption des essais d'élimination du colorant sont réalisés à 20°C et 35°C, l'essai consiste en la mise en contact du colorant de concentration C_0 comprise entre 2mg/L et 15 mg/L avec une masse de solide constante égale à 0.2g et de mesurer la concentration à l'équilibre après 24 heures.

La Figure III.21 présente la variation de la quantité adsorbée en fonction de la concentration à 20°C et 35°C, nous constatons que l'adsorption est favorisée à basse température, en effet l'adsorption est exothermique elle défavorable à haute température.

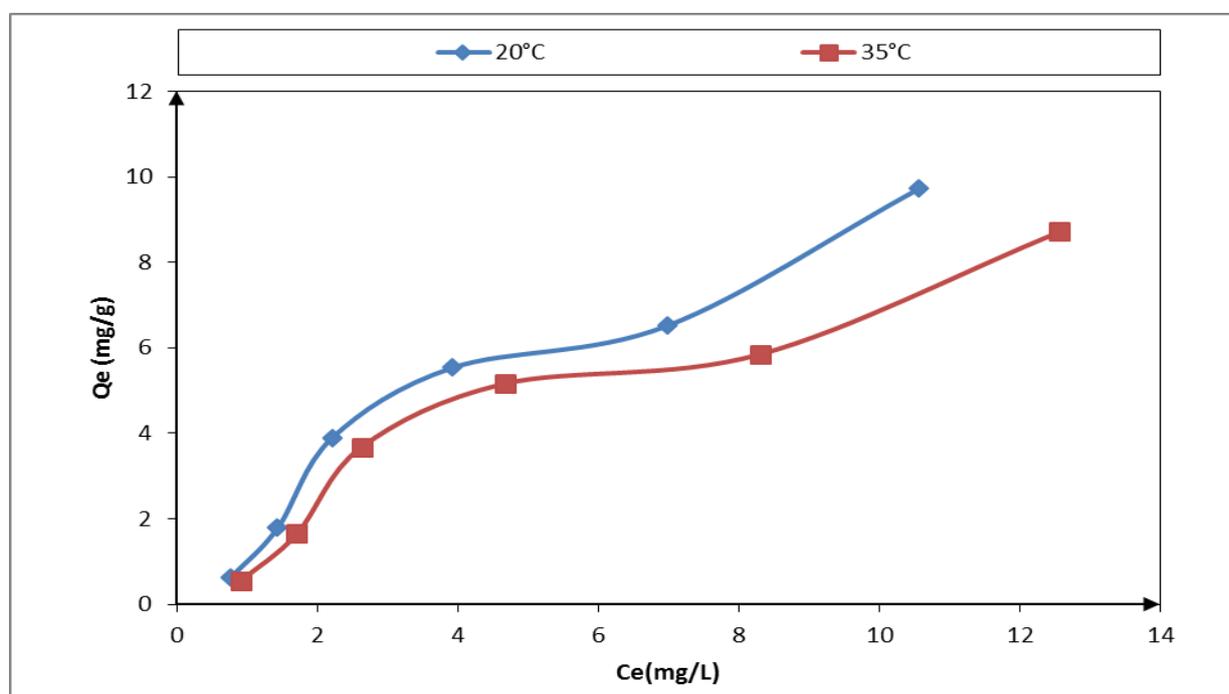


Figure III.21 :Variation de la quantité adsorbée en fonction de la concentration et la température à l'équilibre

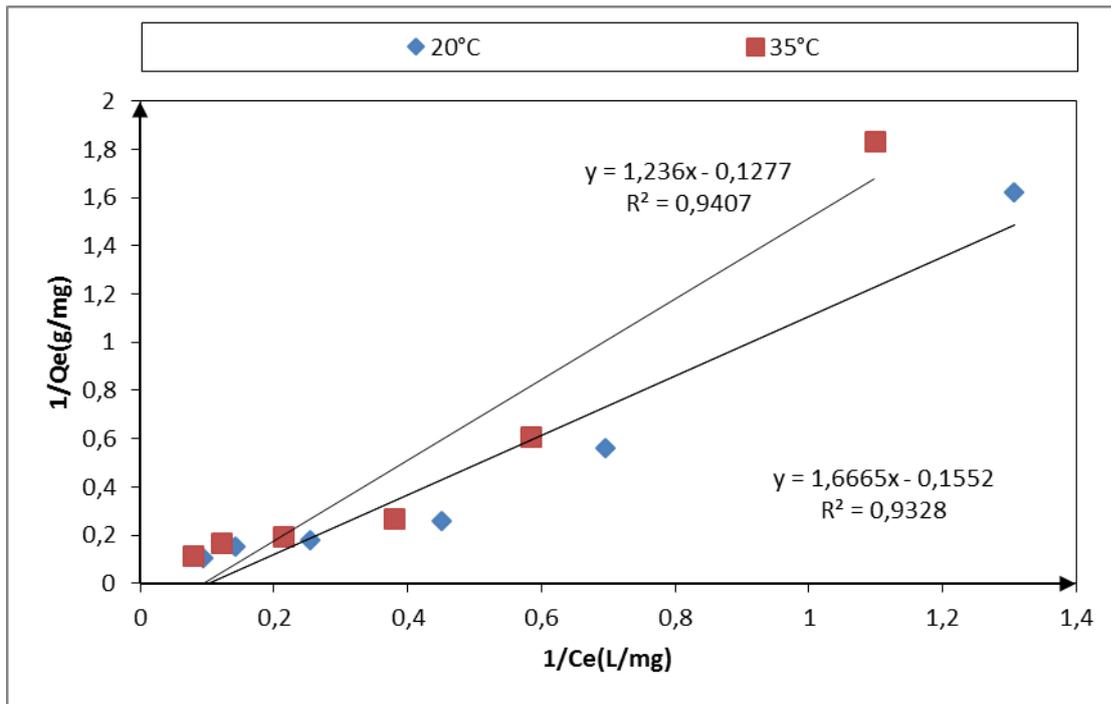


Figure III.22 : Linéarisation de l'isotherme de Langmuir

Conclusion générale

Dans le but de porter une contribution à la protection de l'environnement en général, et aux traitements des eaux en particulier, nous avons orienté ce travail vers la rétention d'un colorant, le Safranine O par les tiges de dattiers.

La première partie consiste à préparer les tiges de dattiers en petits morceaux de 0,5cm, et le Safranine O en solution.

La deuxième partie l'accent est mise sur l'étude de l'influence de certains paramètres (la masse du biosorbant, concentration initiale du colorant, l'ajout du NaCl, différentes sources d'eaux). On peut dire que les résultats de notre étude, peuvent être qualifiés d'importants notamment qu'ils mettent l'accent sur la valorisation des déchets agricoles pour la préservation de l'environnement.

Comme perspective à cette étude, nous incitons à mettre en pratique ces résultats par l'essai de traitement d'effluents industriels réels avec les mêmes matériaux utilisés.

Références Bibliographiques :

- (1) M. Capon, V. Courrilleu, C. Valette, Chimie des couleurs et des odeurs, Nantes, culture et technique
- (2) Daneshvar N., Salari, D., Khataee, A.R., J. Photochem. Photobiol A: Chemistry, 157 (2003) 111.
- (3) K. Kadirvely, M. Kavipriya, C. Karthika, M. Radhika, N. Vennilamani, S. Pattabhi, Bioresource Technol. 87(1) (2003) 129-132
- (4) Manahan, S.E. Environmental chemistry. 6. s.l : Lewis publisher, 1994
- (5) Willmott, N.J, Guthrie, J.T et Nelson, G. 114, 1998, JSDC, pp. 38-41.
- (6) Mills, C, Bull, R.J et Cantor, K.P. Maladie chronique au canada. 1998. p.3, rapport d'un groupe d'experts
- (7) BARKA.N.2008. Thèse doctorat : L'élimination des colorants de synthèse par adsorption sur un phosphate naturel et par dégradation photocatalytique sur TiO₂ supporté. Université Ibn Zohr-Agadir
- (8) Wang, X.Yao ,Z, Wang J. Guo W. Li, G., 2008.degradation of reactive brilliant redinaqueous solution by ultrasonic cavitation. Ultrasonicsonochemistry.
- (9) Babakhouya N. Récupération des métaux lourds par l'utilisation des adsorbants naturels, Mémoire de Magister, Université M'hamedBougara-Boumerdès, 2009- 2010.
- (10) CHITOUR C. Physico-chimie des surfaces « l'adsorption gaz-solide et liquidesolide», Tomes 2, office des publications Universitaires, Edition n° 4556,09/2013.
- (11) Ikhlass M.T. Etude de l'élimination du chrome (VI) par adsorption sur l'alumine activée et par dialyse ionique croisée, Thèse de Doctorat, Université Paris-Est Créteil ICMPE, 22/12/2012
- (12) Chouat M. laboubi F. Etude de l'adsorption du bleu méthylène par charbon actif, Mémoire de Master, Université Mohamed Khaider-Biskra, Juin 2013.