

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية والشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun –Tiaret–

Faculté Sciences de la Nature et de la Vie

Département Sciences de la Nature et de la Vie



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : " Biotechnologie "

Spécialité : "Biotechnologie microbienne"

Présenté par :

BOUCHIBA Ikhlas Kheira

BELHOUCINE Houda

ABID Bouchra

THEME

**UTILISATION DES NOYAUX DES DATTES COMME
CHARBON ACTIF POUR L'ADSORPTION D'UN COLORANT**

Soutenu publiquement le 29/06/2022

Jury:

Grade

Président : Mr. ACEM. K

Pr

Université de Tiaret

Examineur : Mr. METTAI. K

MAA

Université de Tiaret

Encadrant : Mr. FETOUHL.B

MCA

Université de Tiaret

Année universitaire 2021-2022



Remerciements

Au terme de cette étude, nous tiendrons d'abord et avant tous à remercier dieu le plus grands, le tout puissant de mon avoir guidés et pour le courage, la patience et la santé qu'il nous a accordée durant toutes ces années d'études en particulier, et de vie en général, pour affronter toutes les difficultés et les obstacles qui se sont hissés au travers de nos chemins et que ses prières et sa bénédiction soient sur le premier éducateur notre prophète.

Celui qui ne remercie les gens ne remercie guère Dieu.

Alors, nous exprimons tout d'abord nos gratitudee à notre promoteur **M. FETOUHI. B** d'avoir accepté et gérer ce mémoire, pour les efforts qu'il a consenti, sa disponibilité et ses conseils tout au long de l'élaboration ce modeste travail.

Nous tiendrons à remercier les membres de jury, **M. ACEM .K** qui nous a fait un grand honneur de présider le jury de ce travail ainsi nos vifs remerciements d'adresse à **M. METTAI. K** d'avoir accepté d'examiner ce mémoire

Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance et nos remerciements à tout le staff pédagogique de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université IBN Khaldoun Tiaret

Dédicaces

Au nom du dieu qui nous a éclairé le chemin du savoir,
je dédie ce travail :

Aux deux personnes qui se sont sacrifiées pour que je grandisse avec un savoir faire et qui m'ont appris à ne jamais baissé les bras, et qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui, sans lesquels je n'y serais jamais parvenue et qui je ne remercierais jamais assez : Mes très chers parents.

A ma jumelle et mon intime sœur FATIMA ZAHRA.

A mes très chers frères : SIDAHMED et MOHAMED KHEIRELDDINE. A ma petite belle sœur AMIRA.

A mon amour et à la prunelle de mes yeux IBRAHIM EL KHALIL.

A toute la famille BOUCHIBA et BENHALIMA.

A mon patron au travail: Dr BOUZIANE ABDELKADER.

A mes très chères amies qu'avec j'ai partagé beaucoup de souvenirs tout au long de la période universitaire et surtout BELHOUCINE HOUDA, ABID BOUCHRA, GUALOULA MALIKA et IMINE TINHINANE.

A mes collègues du travail à Laboratoire, BOUZIANE, et particulièrement ma chère amie MADIHA.

Et a toutes les gens qui me connaissent.
BOUCHIBA IKHLAS



Dédicaces

*Avant tout, je dois remercier **Dieu** le tout puissant qui m'a donné la force pour mener à terme ce long et dur travail ;*

Je dédie ce mémoire à :

Mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi et qui m'ont donné un magnifique modèle de labour et de persévérance j'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tous mon amour

Mes frères

A ma sœur

A mes chéries copines

Et bien sûr a mes collègues ... Bouchra et

Akhlal Houda



*D*édicaces

Dieu soit loué, et avec succès de Dieu, et grâce à eux, j'ai terminé ma thèse de fin d'études, et je leur dédie ce succès :

À ma mère, le joyau de ma vie, mon bonheur, mon précieux trésor, mon soutien, que Dieu te protège et prenne soin de toi, et prolonge ta vie pour moi, ma chère mère.

À mon père, le bon cœur, la sécurité de ma vie, que Dieu vous protège et prenne soin de vous et prolonge votre vie. Je suis fière d'être la fille de ma mère et de mon père et je suis fière de vous deux.

À mes amis et à tous ceux que je connaissais, merci pour chaque sourire ou mot gentil.

À mon honorable professeur Ali Naheri, merci, j'ai eu le privilège d'étudier avec vous.

À Houda et Ikhlaz, j'espère que nous resterons amis.

Bouchra



Résumé

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la recherche des adsorbants efficaces et moins coûteux pour l'utiliser en tant que dépolluant naturel. Lignocellulosique en l'occurrence les noyaux des dattes de palmier sont parmi les adsorbants les plus utilisés comme un charbon actif obtenu par calcination pour l'élimination des polluants organiques. La variété locale recueillie, qui a fait l'objet de cette étude est de moyenne qualité. L'efficacité des adsorbants préparés est testée en utilisant le colorant violet de gentiane. Les charbons actifs sont préparés à partir de noyaux des dattes par une carbonisation suivie par une activation chimique. Il est révélé que le meilleur pour éliminer le colorant. Plusieurs paramètres sont pris en considération afin de montrer et élaborer le pouvoir de la capacité d'adsorption telle que le temps de contact, la température, pH et concentration initiale de la solution. Les résultats trouvés ont montré un pH= 8 pour le charbon actif et poudre sèche, et pH= 4 pour les noyaux des dattes carbonisés non activés.

Le temps idéal pour une bonne adsorption est affiché à 20 min pour le charbon actif, et 10 min pour le charbon non actif. La température de 40°C est optimale pour les trois échantillons avec différents pourcentages : 96.75% pour la poudre sèche, 85.6% pour la poudre carbonisée et 79% pour le charbon actif.

Mot clés : noyaux des dattes, charbon actif, lignocellulosique, adsorption .

الملخص:

يعد هذا العمل جزءاً من البحث عن مواد ممتزة فعالة وأقل تكلفة لاستخدامها كمزيل طبيعي للتلوث. خط سيلولوزي في هذه الحالة أنوية التمر النخيل هي من بين أكثر الممتزات استخداماً مثل الكربون المنشط الذي يتم الحصول عليه عن طريق التكلّيس للتخلص من الملوثات العضوية. الصنف المحلي الذي تم جمعه ، والذي جعل هدف هذه الدراسة ذو جودة متوسطة ، يتم اختبار فعالية الممتزات المحضرة باستخدام صبغة الجنطيانا البنفسجية. يتم تحضير الكربون المنشط من نواة التمر بالكربنة متبوعاً بالتفعيل الكيميائي الذي وجد أنه أفضل في إزالة الصبغة. يتم أخذ العديد من المعايير في الاعتبار من أجل إظهار وتفصيل قوة سعة الامتزاز مثل وقت الاتصال ودرجة الحرارة ودرجة الحموضة والتركيز الأولي للمحلول. أظهرت النتائج التي تم العثور عليها أن الرقم الهيدروجيني = 8 للكربون المنشط والمسحوق الجاف ودرجة الحموضة = 4 لأنوية الديون المتفحمة غير النشطة. يتم عرض الوقت المثالي لامتصاص جيد عند 20 دقيقة للكربون المنشط و 10 دقائق للكربون غير المنشط. درجة حرارة 40 درجة مئوية مثالية للعينات الثلاث بنسب مختلفة 96.75% للمسحوق الجاف ، و 85.6% للمسحوق المكربن ، و 79% للكربون المنشط.

الكلمات المفتاحية: نواة التمر ، الكربون المنشط ، اللجنوسليلوزيك ، الامتزاز

Abstract

This work is part of the search for effective and less expensive adsorbents to use as a natural depollutant. lignocellulosic in this case palm date pits are among the most used adsorbents such as activated carbon obtained by calcination for the elimination of organic pollutants. The local variety collected, which made the Object of this study is of average quality the effectiveness of the adsorbents prepared is tested using the dye gentian violet. Activated carbons are prepared from date pits by carbonization followed by chemical activation which is found to be better at removing the dye. Several parameters are taken into consideration in order to show and elaborate the power of the adsorption capacity such as contact time, temperature, pH and initial concentration of the solution. The results found showed a pH= 8 for activated carbon and dry powder and pH= 4 for unactivated carbonized date pits.

The ideal time for good adsorption is displayed at 20 min for activated carbon, and 10 min for non-activated carbon. The temperature of 40°C is optimal for the three samples with different percentages 96.75% for dry powder, 85.6% for carbonized powder and 79% for activated carbon

Keywords: date pits, activated carbon, lignocellulosic, adsorption

Liste d'abréviations

A	Absorbance
C°	Degré Celsius
CND	Charbon noyaux des dattes
DRX	Diffraction de rayons X
FTIR	Infrarouge à transformée de fourier
HCL	Acide chlorhydrique
IR-TF	Spectroscopie Infrarouge-Transformée de Fourier
NaOH	Hydroxyde de sodium
ND	Noyaux de Dattes
Nm	Nanomètre.
PCB	Les polychlorobiphényles
PH	Potentiel Hydrogène
PNC	Poudre de noyaux de dettes à l'état carbonisé
PND	Poudre des noyaux de dattes
T°	Température
UV	Ultra-violet
VG	Violet de gentiane

Chapitre I : matériel et méthodes

Figure I.1 : Noyaux extraits des dattes.....	04
Figure I.2 : Etapes de préparation la poudre brute des noyaux des dattes	05
Figure I.3 : Poudre des noyaux des dattes carbonisées	07
Figure I.4 : Prétraitement chimique des noyaux des dattes	06
Figure I.5 : Charbon actif a base des noyaux des dattes	07
Figure I.6 : Spectrophotomètre UV visible	07
Figure I.7 : Détermination de la longueur d'onde spécifique	11
Figure I.8 : La courbe d'étalonnage de l'adsorption de différente concentration molaire de notre échantillon.....	12

Chapitre II : Résultats et discussion

Figure II.1. Spectre infrarouge influençant le phénomène d'absorption de noyaux des dattes carbonisées	14
Figure II.2. Spectre infrarouge influençant le phénomène d'absorption de poudre sèche	15
Figure II.3. Spectre infrarouge influençant le phénomène d'absorption charbon actif	15
Figure II.4 : Pourcentage d'adsorption de violet de gentiane par le charbon actif par rapport l'effet de pH	20
Figure II.5 : Pourcentage d'adsorption de violet de gentiane par le charbon non actif par rapport l'effet de pH.....	20
Figure II.6 : Pourcentage d'adsorption de violet de gentiane par la poudre sèche par rapport l'effet de pH.	21
Figure II.7 : Pourcentage d'adsorption de violet de gentiane par le charbon actif par rapport l'effet de temps,.....	22
Figure II.8 : Pourcentage d'adsorption de violet de gentiane par le charbon non actif par rapport l'effet de pH.....	22
Figure II.9 : Effet de la température pour l'adsorption de VG dans le charbon actif	23
Figure II .10 : Effet de la température pour l'adsorption de VG dans le charbon non actif.	24
Figure II.11 : Effet de la température pour l'adsorption de VG dans la poudre sèche.....	24

Chapitre I : matériel et méthodes

Tableau I.1 : Le matériel, les produits et les appareillages utilisé durant notre travail	03
Tableau I.2 : Les principales caractéristiques physico-chimiques du violet de gentiane	04
Tableau I.3 : Valeurs d'absorbance = f (C) à $\lambda_{\max} = 590$ nm pour VG.....	10
Tableau I.4: la longueur d'onde de spectre par rapport à l'adsorption de violet de gentiane	11

ANNEXE 01

Tableau 1: Pourcentage d'adsorption de violet de gentiane par le charbon actif par rapport l'effet de temps

Tableau 2: Pourcentage d'adsorption de violet de gentiane par le charbon actif non par rapport l'effet de temps

ANNEXE 02

Tableau 1: pourcentage d'adsorption de violet de gentiane par le charbon actif par rapport l'effet de pH

Tableau 2: pourcentage d'adsorption de violet de gentiane par le charbon non actif par rapport l'effet de pH

Tableau 3: pourcentage d'adsorption de violet de gentiane par la poudre sèche par rapport l'effet de pH

ANNEXE 03

Tableau 1: Effet de la température pour l'adsorption de violet de gentiane dans le charbon actif

Tableau 2: Effet de la température pour l'adsorption de violet de gentiane dans le charbon non actif

Tableau 3: Effet de la température pour l'adsorption de violet de gentiane dans la poudre sèche

Table de matière

Remerciement	
Dédicaces	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	2

CHAPITRE I : Matériels et méthodes

I.1 Introduction.....	04
I.2.L'objectif de cette étude	04
I.3. Lieu et la durée de travail.....	04
I.4. Matériel utilisée	04
I.5. Préparation des adsorbants.....	05
I.5.1. Préparation des noyaux	05
I.5.2. Préparation de la poudre brute à partir des noyaux.....	06
I.5.3. Préparation de charbon à base des noyaux des dattes.....	06
I.5.3.1.Noyaux des dattes carbonisées.....	06
I.5.3.2. Activation de charbons carbonisés.....	07
I.6.Procédure expérimentale.....	08
I.6.1. étude paramétrique	09
I.6.1.1.Effet du pH de la solution sur l'adsorption	09
I.6.1.2. L'effet de temps de contact	09
I.6.1.3. L'effet de la température.....	09
I.7. La spectrophotométrie U.V-visible	09
I.8 Loi de Beer-lambert	09
I.9 La droite d'étalonnage	10
a/ préparation de la solution mère	11
b/ détermination de la longueur d'onde spécifique du violet de gentiane	11

CHAPITRE II : Résultats et discussion

II.1. Comparaison préliminaire entre CND et PNC	14
II.2 Méthodes de caractérisation	14
II.2.1. analyse par FTIR	14
II.2.2. analyse par DRX.....	16
II.2.3 interprétation DRX	19
II. 3.Les paramètres influençant	20
II.3.1. Effet du pH	20
II.3.2. Effet du temps de contact	22
II.3.3. Effet de la température	24
Conclusion générale	28
Références bibliographiques	31
Annexes	



Introduction

Introduction générale

Les ressources naturelles (eau et sol), ainsi le développement des vecteurs de maladies hydriques, l'insalubrité et la dégradation du patrimoine urbain (réseau de drainage, voirie) sont les conséquences les plus citées par la pollution de l'environnement.

Les eaux usées présentent un risque sanitaire direct par la présence d'organismes pathogènes, comme des bactéries (choléra, salmonella, Shigella), de virus (virus de l'hépatite, entérovirus, poliovirus, virus de Norwalk) et de parasites.

Les origines de la pollution de la ressource en eau. Cette pollution peut avoir des origines diverses : La pollution industrielle, avec les rejets des produits chimiques comme les hydrocarbures ou le PCB rejetés par les industries ainsi que les eaux évacuées par les usines.

Certains rejets liquides industriels contiennent des polluants organiques et/ ou minéraux entraînant de fortes nuisances tant à la flore qu'à la faune aquatique. Les colorants synthétiques organiques sont des composés utilisés dans de nombreux secteurs industriels tels que le domaine automobile, la papeterie, et plus particulièrement le secteur du textile. Ces colorants sont évacués avec les effluents liquides qui sont la plupart du temps, directement rejetés vers les cours d'eaux sans traitement préalable. **(Daneshvar N et al, 2003).**

Le traitement des eaux colorées a fait l'Object de plusieurs études afin de réduire l'intensité de couleur et de la matière organique contenues dans ces eaux. Il existe plusieurs méthodes pour traiter ou décolorer les effluent pollué tel que la coagulation, l'ultrafiltration, l'osmose inverse, l'adsorption ainsi que le traitement thermique. **(Boukary, 2019)**

Par le cout élève des autres méthodes, la recherche a été orienté vers les méthodes les moins couteux, l'adsorption est l'une des techniques les plus favorable pour l'élimination des colorants (polluant), c'est une méthode efficace et très simple.

La recherche actuelle et les besoins technologiques nécessitent des matériaux de faible cout, disponible et biodégradable en plus qui sont des déchets d'origine biologique qu'on peut les valoriser et les mettent comme des adsorbants de sources naturelles.

Dans, le présent travail nous sommes intéressés à utiliser les noyaux des dattes qui sont des adsorbant naturel de grande disponibilité comme un charbon activé pour l'élimination du colorant violet de gentiane en solution aqueuses.

Dans ce contexte, notre mémoire est divisé en deux chapitres : le premier chapitre est consacré à la partie expérimentale.

Le deuxième chapitre englobe tous les résultats trouvés ainsi une discussion détaillée.

Enfin on termine par une conclusion qui focalise nos résultats et donne une description de nos matériaux utilisés.



Chapitre I

Matériel et Méthodes

I.1.Introduction

Dans ce chapitre, nous exposons les moyens (réactifs et matériel) qui ont été utilisés dans notre étude. On détaillera le mode de préparation des solutions, les techniques de mesure et d'analyse suivie pour la préparation et la caractérisation des échantillons d'adsorbants, ainsi que les modes opératoires.

I.2.Objectif de cette étude

L'objectif de notre étude est basé sur l'élimination du VG en solution aqueuse en utilisant séparément trois adsorbants, la poudre des noyaux de dattes à l'état brut (PND), la poudre de noyaux des dattes à l'état carbonisés (PNC) et le charbon actif issu des noyaux des dattes (CND). La préparation de ces trois adsorbants est faite au laboratoire, l'étude des paramètres influençant l'adsorption de VG est aussi étudié afin d'évaluer l'efficacité et le rendement des trois adsorbants.

I.3.Lieu et la durée de travail

L'expérimentation et les techniques effectuées sur les échantillons des noyaux des dattes ont été réalisées sur une période allant du 07 Mars au 28 Mars 2022 au sein du laboratoire d'écologie et foresterie de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Ibn khaldoun-Tiaret.

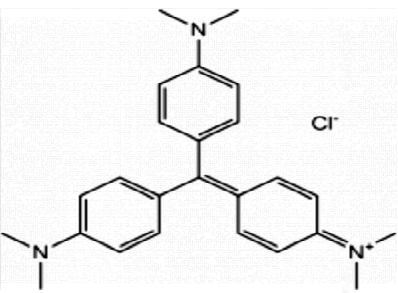
I.4.Matériels utilisés :

Le matériel et les équipements utilisés lors la réalisation des essais au laboratoire sont cités dans le tableau suivant :

Tableau I.1 : Le matériel et les produits utilisé durant notre travail.

<i>Matériels</i>	Produits	Appareillages
1. Béchers 2. Fioles 3. Pipettes graduée 4. Tubes à essai 5. Entonnoirs 6. Erlenmeyers 7. Verre de montre 8. Eprouvette graduée 9. Pissettes 10. Tamis 11. Barreaux magnétique 12. Thermomètre 13. Papier filtre	1. Acide Chlorhydrique (HCl), de pureté 35-38%. 2. Hydroxyde de Sodium (NaOH). 3. Le colorant violet de gentiane. 4. l'acide nitrique HNO ₃ (0,1M) 5. Noyaux des dattes. 6. Charbon activé issu des noyaux de dattes.	1. PH Mètre 2. Une Balance 3. Agitateur Magnétique 4. L'étuve 5. Broyeur 6. Spectrophotomètre UV-visible 7. Bain marie 8. Four a moufle 9. Diffractomètre 10. Spectroscopie infrarouge

Tableau I.2 : Les principales caractéristiques physico-chimiques du violet de gentiane (Schott, J., & Marouf, R. (2021).

Denomination	Violet gentiane Violet cristal BV3 42555 (IC)
Appellation chimique	Hexamethylpararosanine chloride (crystal violet)
Famille	Colorant basique
Structure	
Formule brute	C ₂₅ H ₃₀ N ₃ Cl
Masse molar (g/mol)	407,99
λ_{max} (nm)	580

I.5.Préparation des adsorbants :

I.5.1.Préparation des noyaux :

La préparation des noyaux se fait en premier lieu par la séparation de la pulpe du noyau à la main. Les noyaux sont lavés à l'eau pour enlever les traces de pulpe et toutes sortes d'impuretés. Après lavage, les noyaux sont placés dans une étuve portée à une température de 110°C pendant 24 heures afin de faciliter le broyage.



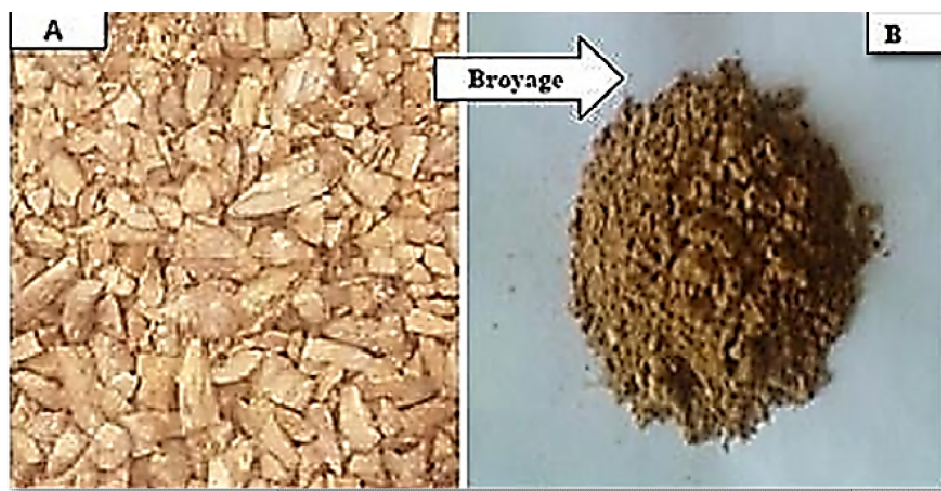
Figure I.1 : Noyaux extraits des dattes (Photo originale)

I.5.2. Préparation de la poudre brute à partir des noyaux

Les noyaux des dattes sont concassés manuellement à l'aide d'un mortier afin d'avoir de petits fragments et par la suite au moyen d'un broyeur. Pour obtenir une poudre fine.

En suite la poudre est lavée pour débarrasser les impuretés et substances solubles qu'il contient (polyphénols, pigments, matières grasses, ...). Ce lavage est réalisé plusieurs fois avec de l'eau distillée jusqu'à ce que l'eau recueilli soit incolore.

La poudre obtenue est séchée dans une étuve à la température de 110°C pendant 24 heures puis stockée dans des pots hermétiques en verre.



A) Noyaux des dattes concassés B) Poudre brute des noyaux des dattes

Figure I.2 : Les étapes de préparation la poudre brute des noyaux des dattes.

I.5.3. Préparation du charbon à base des noyaux de dattes :

I.5.3.1. Noyaux de dattes carbonisées :

La poudre des noyaux obtenue dans l'étape de préparation est placée dans un creuset. Il est mis par la suite dans un four à moufle à des températures 500°C à 800°C pendant 3 heures. La masse carbonisée à une $T^{\circ} = 110^{\circ}\text{C}$ obtenue est conservée dans des flacons fermés.



Figure I.3 : Poudre des noyaux des dattes carbonisée.

I.5.3.2. Activation de charbon carbonisé

L'activation de la poudre carbonisée est réalisée avec, 10 g du charbon obtenu par carbonisation ont été mélangés avec 30ml de HNO_3 (50% acide nitrique 50% de l'eau distillée) et maintenus sous agitation pendant 2 h.



Figure 1.4 : Prétraitement chimique des noyaux des dattes.

Le mélange est lavé avec une solution d'acide chlorhydrique (0.1 M), puis avec de l'eau distillée jusqu'à obtenir l'eau incolore (pH neutre), puis séché à 110 °C pendant 24 h.



Figure I.5 : Charbon actif a base des noyaux des dattes.

I.6.Procédure expérimentale :

Le procédé d'adsorption à l'interface solide-liquide est réalisé dans un réacteur batch agité à différentes valeurs initiales de la concentration en colorant, le temps de contact entre l'adsorbat (VG) et les adsorbants (PND, PNC et CND), la température et le pH.

La concentration résiduelle du colorant a été mesurée par le spectrophotomètre UV visible à la longueur d'onde qui correspond à l'absorbance maximale de l'échantillon (580 nm).



Figure I.6 : Spectrophotomètre UV visible.

Le pourcentage de décoloration (R) est calculé par la relation suivante :

$$R = \frac{(C_i - C_e)}{C_i} \times 100 \quad (1.1)$$

Avec:

C_i : la concentration initiale en colorant (mg/l).

$C_e = A/a$

A : absorbance

a : Coefficient d'adsorption de Langmuir

I.6.1. Etude paramétrique :

I.6.1.1. Effet du pH de la solution sur l'adsorption

L'effet du pH sur l'adsorption du VG par les adsorbants a été étudié en faisant varier la valeur du pH de 3 à 12 dans les conditions suivantes :

Volume de la solution colorée 50ml, vitesse d'agitation fixée, température ambiante, masse d'adsorbant 0,1g, la concentration initiale de VG C_0 est 10mg/l, le temps est 60mn.

I.6.1.2. Effet de temps de contact

L'étude de l'influence du temps de contact sur l'adsorption du VG par les différents adsorbants est mesurée avec les conditions suivantes:

Volume de la solution colorée = 50 ml, vitesse d'agitation fixée, température ambiante, masse d'adsorbant = 0,1g, la concentration initiale C_0 est 1,2, 3, 4, 5 et 6mg/l, les temps de prélèvement de 10 à 90 mn.

I.6.1.3. Effet de température :

L'influence de la température sur l'adsorption du VG par les adsorbants a été étudiée en faisant varier la température graduellement de 25, 40 et 55°C dans les conditions suivantes:

Volume de la solution colorée 50 ml, température ambiante, masse d'adsorbant 0,1 g et la concentration initiale C_0 1, 2, 3, 4, 5 et 6mg/l, le temps est 60 mn.

I.7. La spectrophotométrie UV-Visible :

L'analyse spectrophotométrie UV-Visible est fondée sur l'étude du changement d'absorption de la lumière par le milieu (solution), en fonction de la variation de la concentration de l'élément. Le principe d'analyse est basé sur la loi de Beer Lambert.

1.8. Loi de Beer-Lambert :

Lorsqu'un faisceau de rayonnement est monochromatique incident d'intensité I_0 traverse une substance colorée, on observe une absorption d'énergie de sorte que l'intensité du faisceau émergent I est plus faible.

Cette absorption monochromatique répond à la loi de Beer-Lambert qui s'exprime sous La forme :

$$A = \text{Log} (I_0 / I) = K \cdot CL \quad (\text{I.2})$$

Avec:

A: absorbance.

I : intensité du faisceau

émergent. I_0 : intensité du faisceau incident.

K: coefficient spécifique d'absorption massique dépendant du composé et de la longueur d'onde considérée (l/cm.g).

\bar{C} concentration massique du composé dosé (g/l).

L: épaisseur de la cuve (cm).

On peut écrire :

$$A = \epsilon \cdot C \cdot L \quad (\text{I.3})$$

Avec:

$C = C / M$ concentration en quantité de matière (mol/l) . L : épaisseur de la cuve (cm).

M : masse molaire (g/mol).

$\epsilon = M \cdot K$: coefficient spécifique d'absorbance molaire (l/cm.mol).

Le coefficient ϵ est un coefficient intrinsèque du composé et dépend de la longueur d'onde, de la température et du solvant.

Des écarts par rapport à cette loi peuvent se produire à cause des interactions moléculaires, des formations de complexes, ou encore à une insuffisance de résolution ou à des problèmes instrumentaux.

I.9. La droite d'étalonnage :

La courbe d'étalonnage est obtenue en faisant varier la concentration de la solution aqueuse de VG. Les mesures d'absorbance des solutions colorées sont effectuées à la longueur d'onde maximale du spectre d'absorption λ_{max} (600 nm) à des concentrations connues (1 ; 2 ; 3;4; 5; 6 ; 7 ; 8 et 9 mg/l).

Tableau I.3 : Valeurs d'absorbance = f (C) à $\lambda_{\max} = 590$ nm pour VG.

C (mol /l)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Absorbance	0,069	0,169	0,304	0,36	0,484	0,536	0,6	0,673	0,777

Ce tableau exprime la courbe d'étalonnage de l'adsorption de différente concentration molaire de notre échantillon. (la solution de violet de gentiane)

La lecture de spectre de l'adsorption de ces différentes concentration.

Permet de tracer cette droite mathématique cette droite tracer permet de résoudre l'équation suivante $y=ax+b$

Dans cette expérimentation qui nous intéresse c'est le facteur (a) qui va nous aider après dans des calculs expérimentales tels que la T° , PH et le Temps idéals pour l'adsorption de violet de gentiane.

D'après cet illustration on constate que ce $y=0.0876x$

a) Préparation de la solution mère :

Notre solution mère de VG utilisée durant toutes les expériences et dont la concentration est de 10 mg/l a été préparé à partir de VG poudre.

- La masse qu'on doit peser est égale à 10 mg de VG poudre.
- Cette quantité est versée dans une fiole jaugé de 1L.

On remplit un peu d'eau distillé, et on agite bien jusqu'à la dissolution complète de la poudre. La fiole est remplie de l'eau distillé jusqu'au trait de jauge.

b) Détermination de la longueur d'onde spécifique du violet Gentiane :

Une solution de 10 mg/l de ce dernier a été soumise à un balayage par spectrométrie UV- visible dans la gamme de longueur d'onde allant de 500 à 600 nm la longueur d'onde spécifique correspond à l'absorbance maximale .

Les solutions utilisées sont obtenues par dilution d'une solution mère du Violet de Gentiane. Cette dernière est préparée par dissolution d'un gramme de la poudre de violet de gentiane dans un litre d'eau distillée.

Tableau I.4 : la longueur d'onde de spectre par rapport à l'adsorption de violet de gentiane.

λ (nm)	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600
Absorbance	0,334	0,447	0,568	0,672	0,754	0,804	0,872	0,89	0,925	0,905	0,736

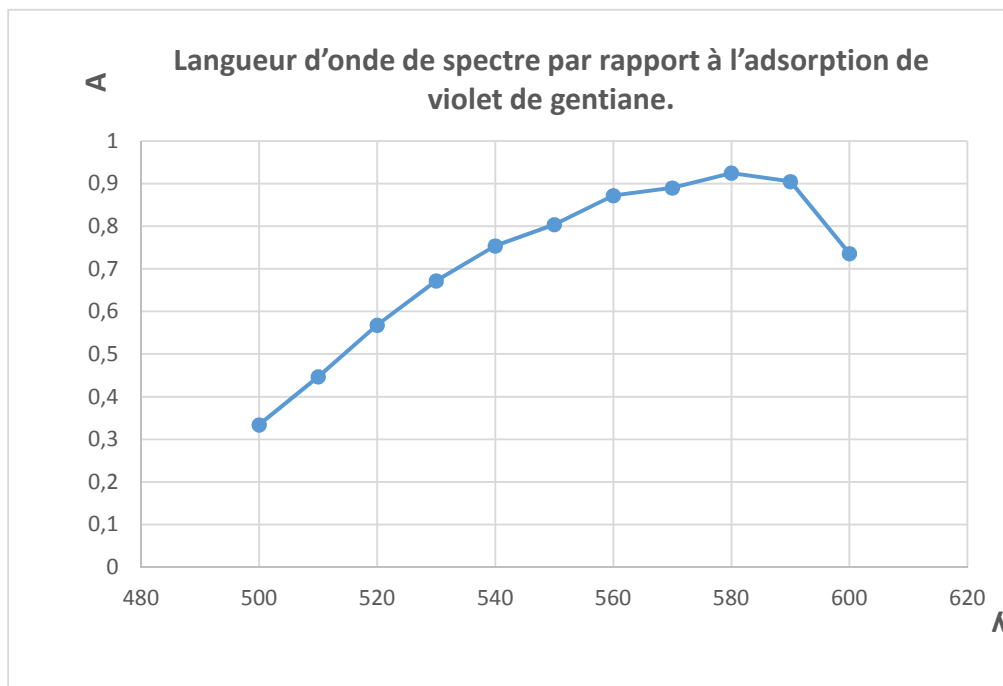


Figure I.7 : Détermination de la longueur d'onde spécifique

La longueur d'onde de notre solution (le violet de gentiane) commence à s'augmenter en parallèle avec l'augmentation de l'adsorption de violet de gentiane ou elle atteint son maximum au point 580 en équivalant avec l'adsorption au point 0,9.

On observe la diminution de la longueur d'onde malgré l'augmentation de l'adsorption.

Donc on conclue que la longueur d'onde la plus fonctionnelle à l'adsorption de violet de gentiane par les noyaux des dattes est 580 nm.

juste après ça : nous traçons la courbe d'étalonnage pour obtenir $(a) / y = ax + b / y = 0.0876$ pour nous aider avec le reste des calculs.

Tableau I.5 : La courbe d'étalonnage de l'adsorption de différente concentration molaire de notre échantillon.

Cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	0,069	0,169	0,304	0,36	0,484	0,536	0,6	0,673	0,777

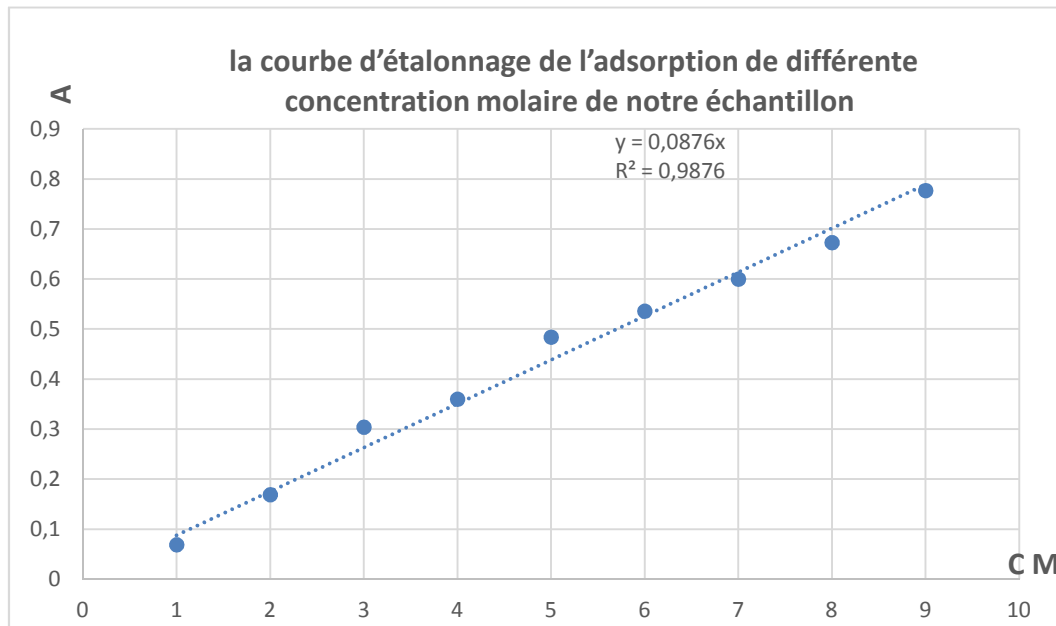


Figure I.8 : La courbe d'étalonnage de l'adsorption de différente concentration molaire de notre échantillon.

Cette figure exprime la courbe d'étalonnage de l'adsorption de différente concentration molaire de notre échantillon. (la solution de violet de gentiane)

la lecture de spectre de l'adsorption de ces différentes concentration.

Permet de tracer cette droite mathématique cette droite tracer permet de résoudre l'équation suivante $y=ax+b$

Dans cette expérimentation qui nous intéresse c'est le facteur (a) qui va nous aider après dans des calculs expérimentales telles que la T° , PH et le Temps idéals pour l'adsorption de violet de gentiane.

D'après cet illustration on constate que ce $y=0.0876x$

Méthode d'analyse :

La détermination de la concentration résiduelle du colorant est effectuée grâce à une analyse utilisant un Spectrophotomètre Ultraviolet-Visible à double faisceau “UV-2300” à la longueur d'onde 580nm déterminée auparavant.

La quantité adsorbée est déterminée par la relation suivante :

$$Q_{\text{abs}} = (C_0 - C_{\text{eq}}) / m \times v$$

Q_{abs} : Quantité adsorbée (mg/g).

C_0 : Concentration initiale (mg/l).

C_{eq} : Concentration à l'équilibre (mg/l).

m : Masse d'adsorbant (m)

V : Volume de la solution (l)

Le rendement est donné par la relation suivante :

$$R = \frac{(C_i - C_e)}{C_i} \times 100$$

C_i



Chapitre II

Résultats et discussions

II.1.comparaison préliminaire entre CND et PNC :

- Une quantité de 1g de la poudre de ND carbonisé non activé.
- Une quantité de 1g de poudre activée.
- 50ml du colorant de concentration initial C_i mg/l.

Donc il faut prendre 1g de la poudre activé et non activé +50ml du colorant (10mg/L), le mélange est maintenu sois agitation magnétique de 500tr/min pendant 1heure.

% (poudre activé)=72,3%.

% (poudre non activé)=68%.

II.2 Méthodes de caractérisation :

II.2.1. analyse par FTIR :

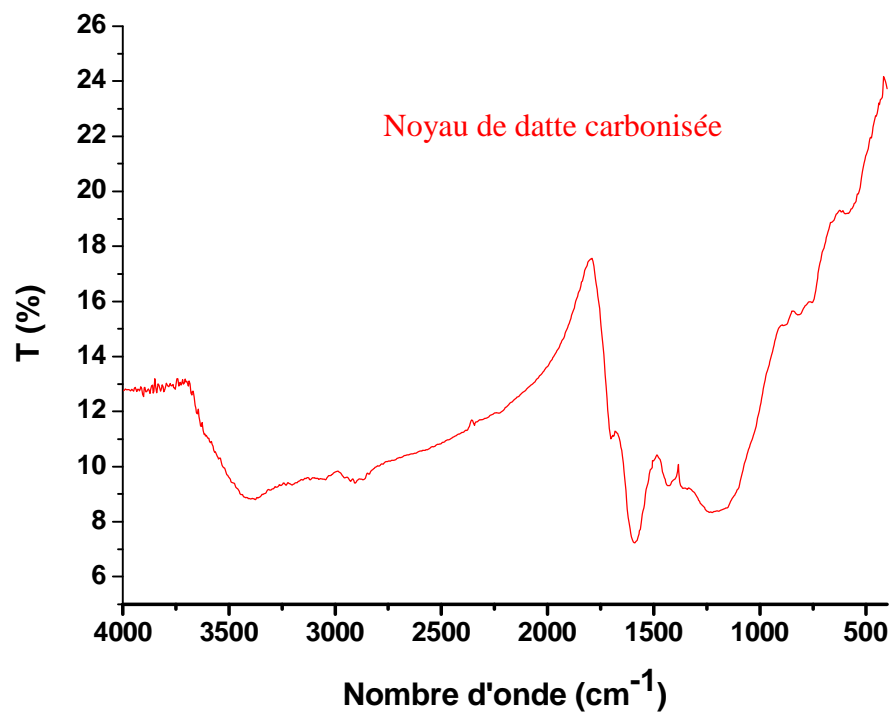


Figure I.1. Spectre infrarouge influençant le phénomène d'absorption de noyau de datte carbonisée

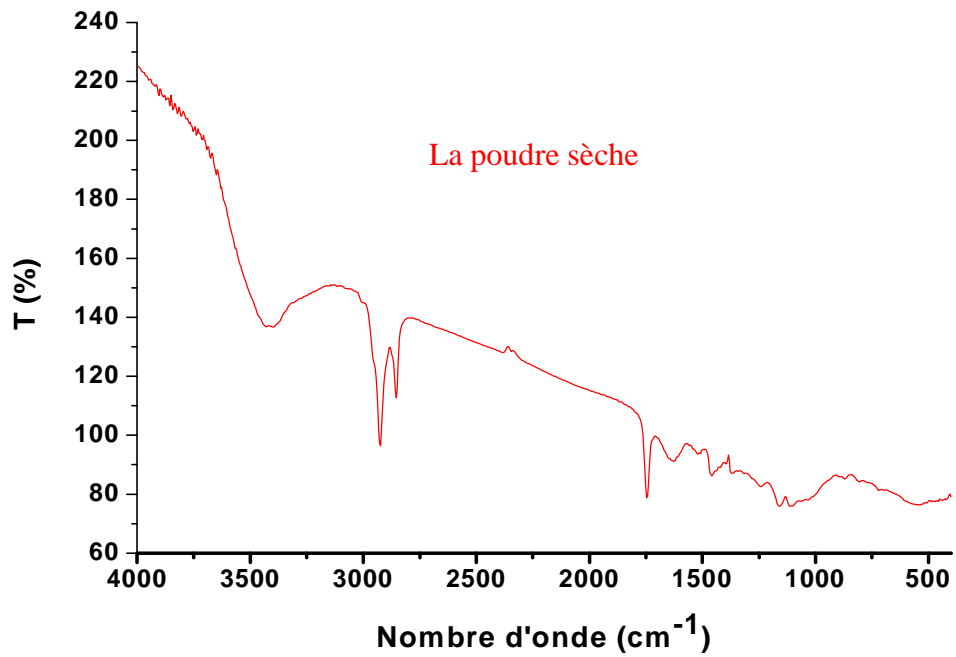


Figure II.2. Spectre infrarouge influençant le phénomène d'absorption de la poudre sèche

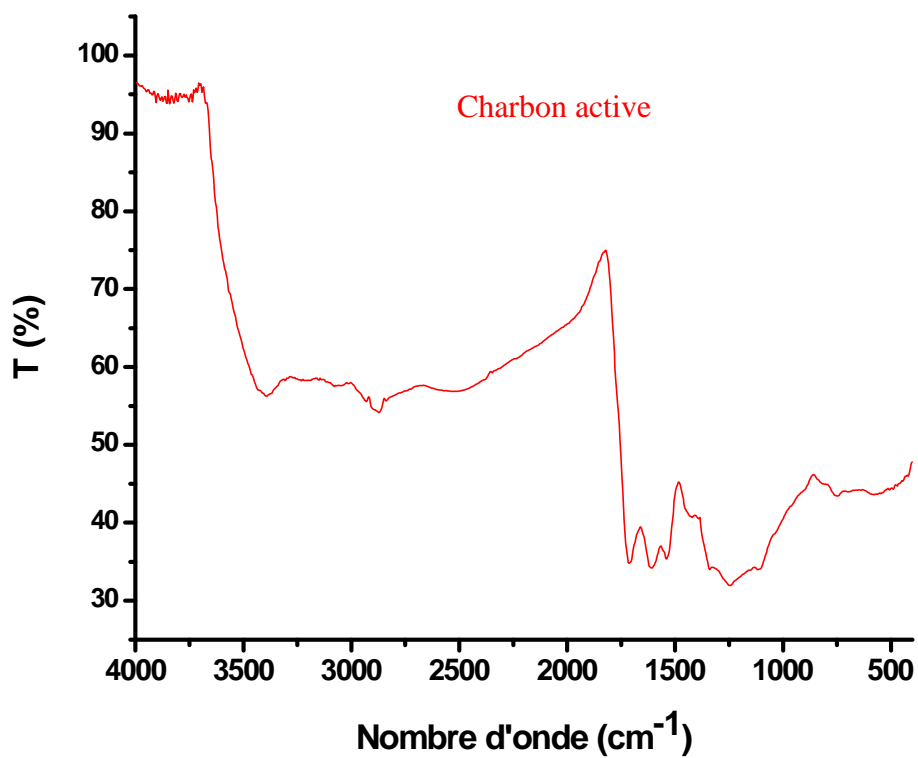


Figure II.3. Spectre infrarouge influençant le phénomène d'absorption de charbon actif

INTERPRETATION DES SPECTRES IR

Les pics forts qui apparaissent entre 3300 et 3400 cm^{-1} sont attribués à des groupes HO liés (Alcools, phénols et les acides carboxyliques)

Les pics enregistrés entre 2850 et 2900 cm^{-1} correspondant aux C-H (Alcanes)

Le pic remarqué à 1700 cm^{-1} est caractéristique de la vibration d'étirement du C=O des acides carboxyliques du xylane

Les bandes à 1450 ET 1550 cm^{-1} attribuées à la déformation C=C (aromatiques de la lignine)

Les autres bandes entre 1100 jusqu'au 1450 sont attribués aux groupes C=O méthyloxy et C-O (alcools, esters, ...)

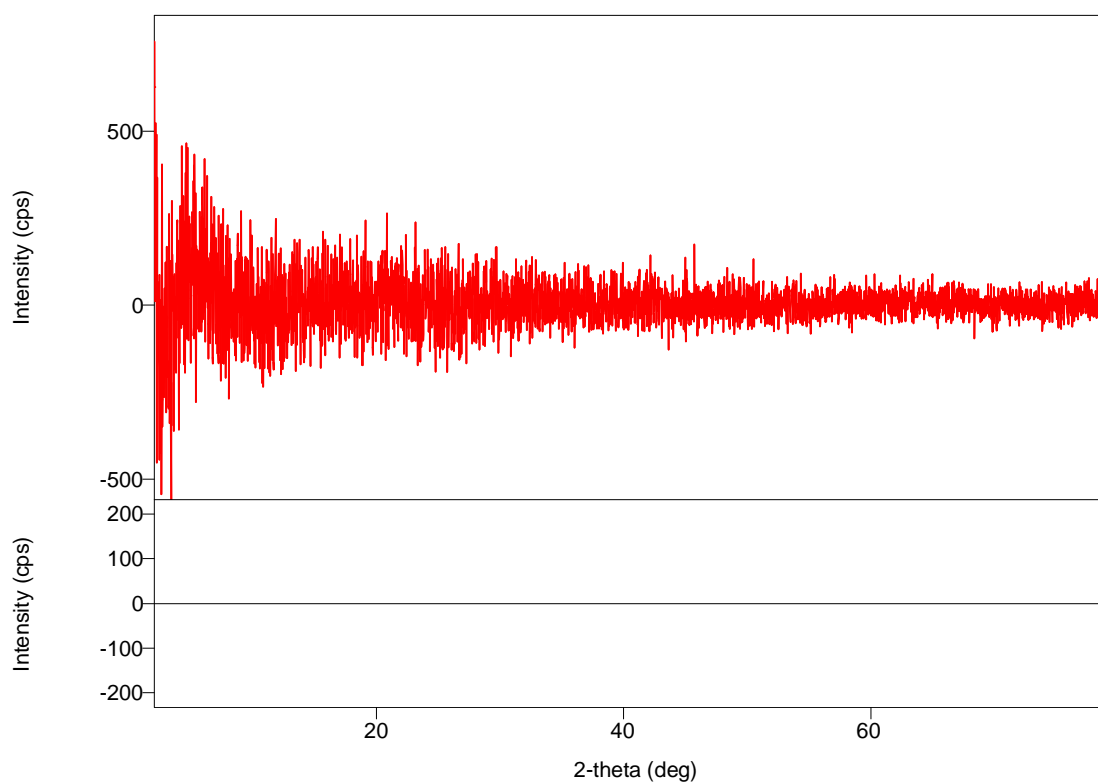
II.2.2. analyse par DRX :

Peak List

General information

Analysis date	2022/05/23 09:54:38		
Sample name	L1	Measurement date	2022/05/23 09:35:03
File name	L1_Theta_2-Theta.raw	Operator	ADMINISTRATOR
Comment			

Peak list**Measurement profile**



Peak List

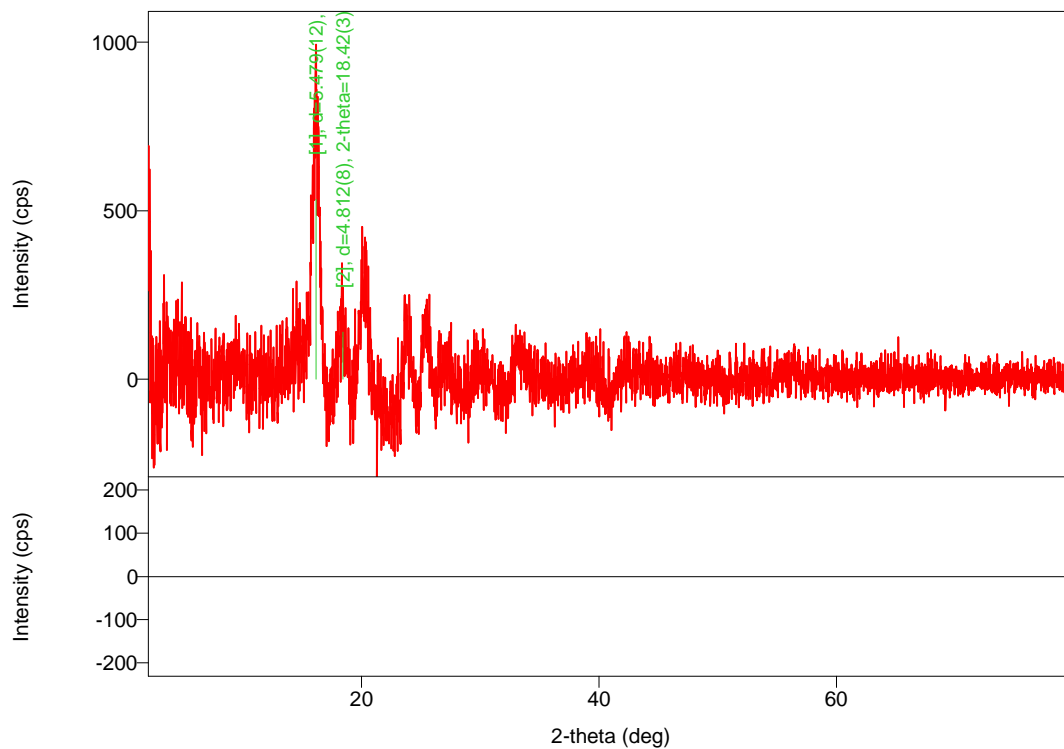
General information

Analysis date	2022/05/23 10:28:22		
Sample name	L2	Measurement date	2022/05/23 09:53:11
File name	L2_Theta_2-Theta.raw	Operator	ADMINISTRATOR
Comment			

Peak list

No.	2-theta(deg)	d(ang.)	Height(cps)	FWHM(deg)	Int. I(cps deg)	Int. W(deg)	Asym. factor
1	16.16(4)	5.479(12)	533(47)	0.71(4)	520(21)	0.97(13)	1.1(3)
2	18.42(3)	4.812(8)	140(24)	0.46(9)	83(15)	0.6(2)	4(5)

Measurement profile



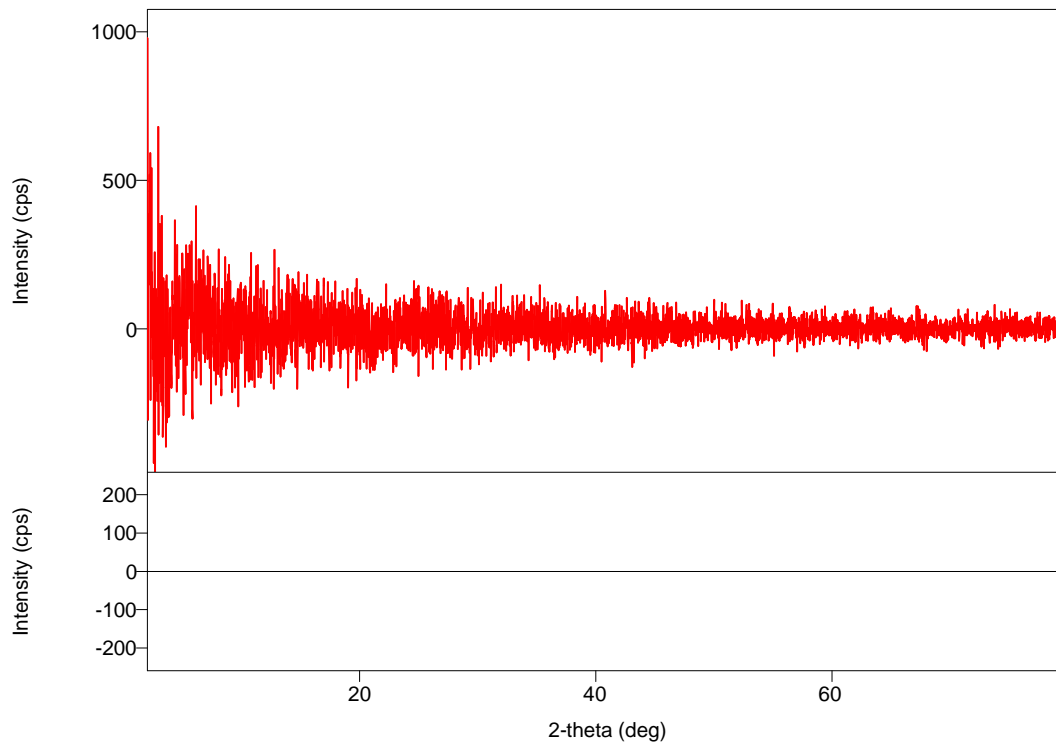
Peak List

General information

Analysis date	2022/05/23 10:28:43		
Sample name	L3	Measurement date	2022/05/23 10:10:40
File name	L3_Theta_2-Theta.raw	Operator	ADMINISTRATOR
Comment			

Peak list

Measurement profile



II.2.3 INTERPRETATION DES SPECTRO DRX :

La DRX nous a permis de montrer qu'après l'activation des noyaux des dattes il y a eu une disparition de toutes les molécules et les atomes le carbonés, ce qui nous garantit la bonne qualité du charbon obtenu

Dans la figure L2 montre en générale une structure amorphe du matériau et une faible cristallinité de l'échantillon dans un domaine de 10 à 45° (Djilali.R 2012)

Le diagramme présente un pic à 22° qui est attribué à la présence de la cellulose présente dans les noyaux des dattes.

II.3. Les paramètres :

II.3.1. Effet du pH

Les conditions opératoires de l'expérience sont :

- Concentration initiale de la solution de VG: 10mg/l ;
- Volume de la solution : 50ml ;
- Vitesse d'agitation : fixé;
- Masse du support : 0.1 g ;
- Température de la solution : ambiante.

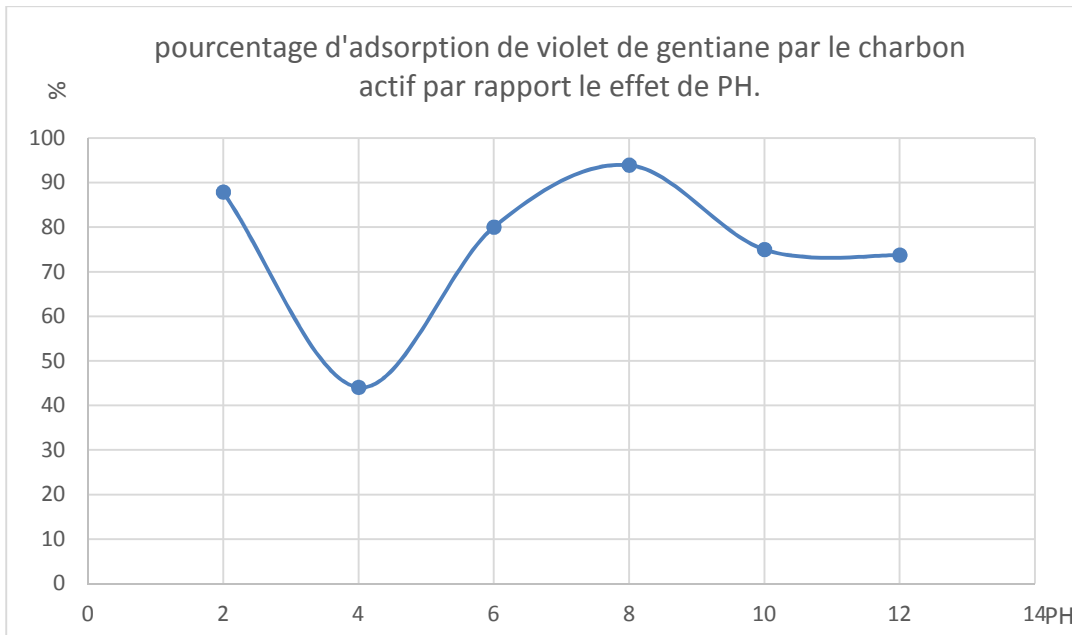


Figure II.4 : pourcentage d'adsorption de violet de gentiane par le charbon actif par rapport le effet de pH.

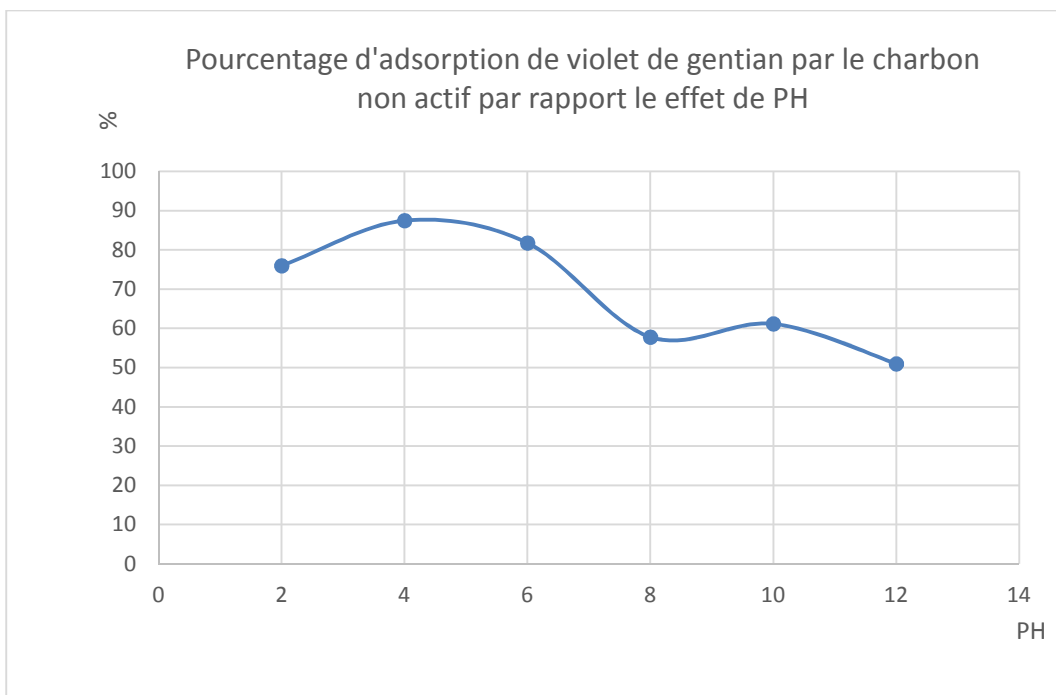


Figure II.5 : Pourcentage d'adsorption de violet de gentiane par le charbon non actif par rapport le effet de PH.

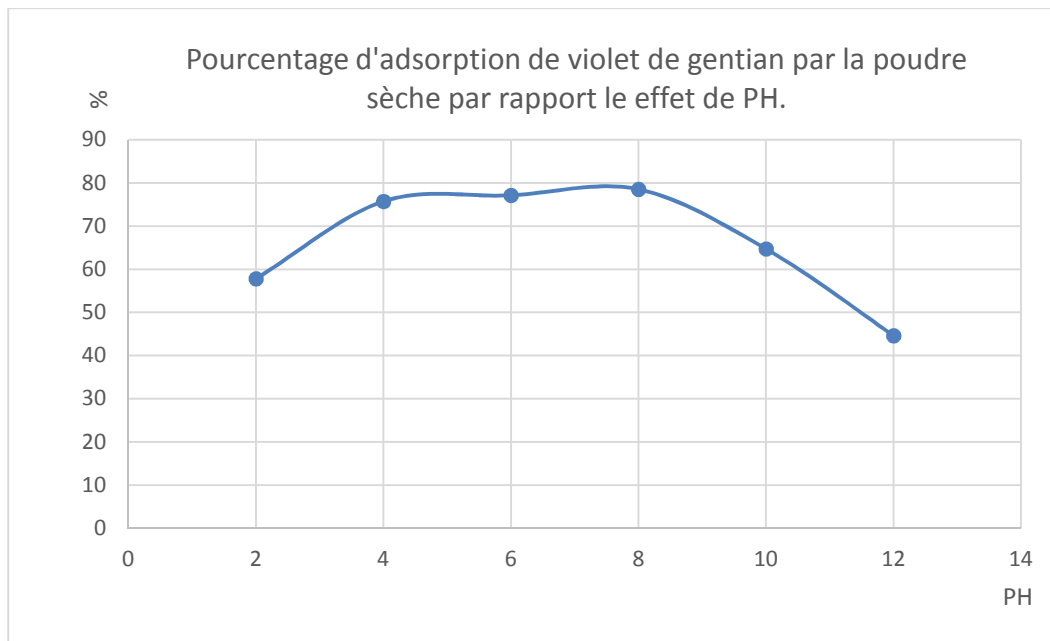


Figure II.6 : Pourcentage d'adsorption de violet de gentiane par la poudre sèche par rapport l'effet de PH.

Les graphes suivants représentent la variation de l'adsorption de violet de gentiane par le charbon actif, et charbon non actif et la poudre sèche par rapport au PH, respectivement.

On prend comme exemple le pH=2, l'adsorption de violet de gentiane obtenue par rapport à ce pH est 88% pour le charbon actif, 76% charbon non actif et 58% pour la poudre sèche.

Par contre le pH=4 n'est pas si favorable à l'adsorption de violet de gentiane par le charbon actif 44%, pH=12 n'est pas si favorable aussi à l'adsorption de violet de gentiane par le charbon actif et la poudre sèche.

On suit l'adsorption de violet de gentiane par le charbon actif, non actif et la poudre sèche. En augmentant le PH.

On remarque que le pH=8 est le plus favorable à l'adsorption de violet de gentiane par le charbon actif et la poudre sèche avec un pourcentage de 94% et 79% respectivement et le pH=4 est plus favorable à l'adsorption de violet de gentiane pour le charbon non actif.

D'après cette comparaison en les 3 éléments (charbon actif, charbon non actif et la poudre sèche).

On conclue que la poudre sèche et le charbon actif ont une bonne adsorption au même pH=8.

II.3.2. Effet du temps de contact :

Les conditions opératoires de l'expérience sont :

- Concentration initiale de la solution de VG: 10 mg/l ;
- Volume de la solution : 50 ml ;
- Vitesse d'agitation : fixé ;
- pH de la solution : 8 pour le charbon actif ;
- Masse du support : 0.1 g ;
- La température est ambiante.

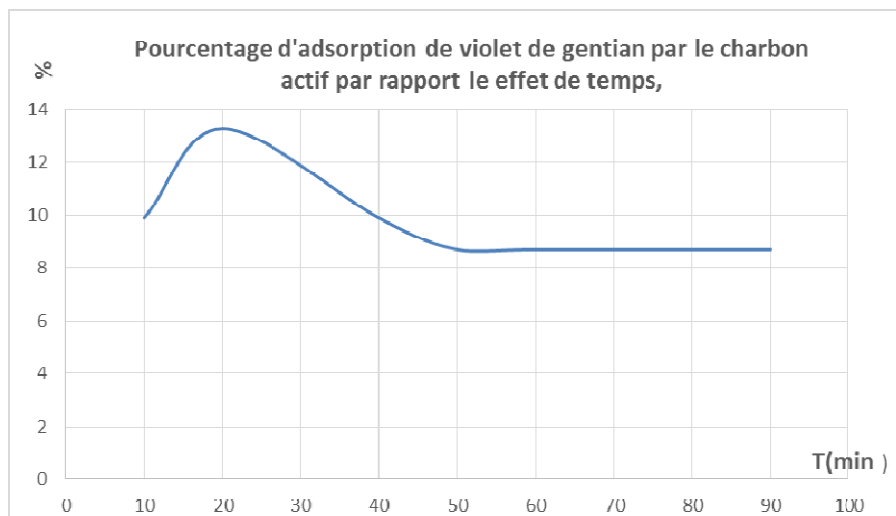


Figure II.8 : Pourcentage d'adsorption de violet de gentiane par le charbon actif par rapport le effet de temps,

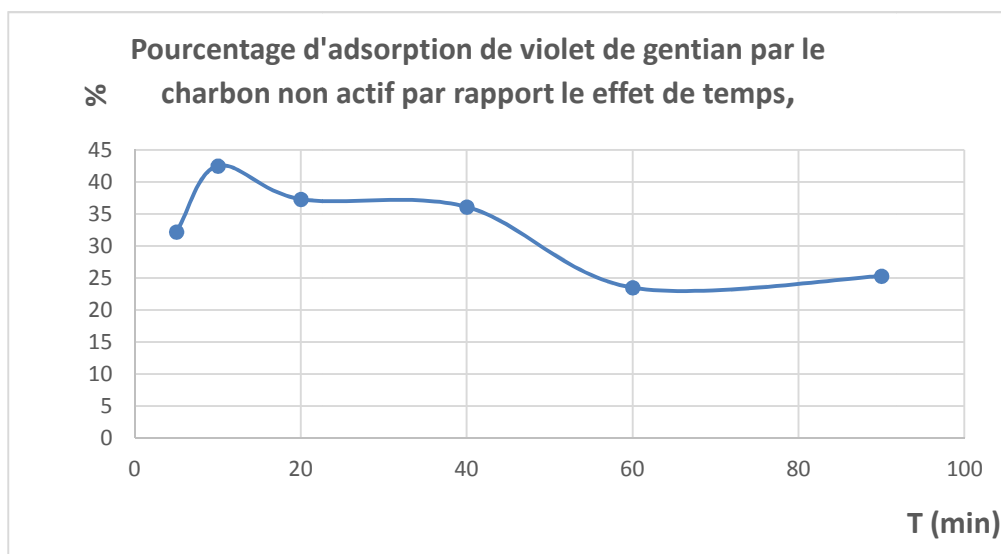


Figure II.9 : Pourcentage d'adsorption de violet de gentiane par le charbon non actif par rapport le effet de temps,

Les illustrations graphiques 1 et 2 montrent la variation d'adsorption selon des différents temps pour le charbon actif et charbon non actif respectivement.

- On observe que le pourcentage d'adsorption atteint son maximum à la minute (20min) et (10min) pour le charbon actif et non actif selon l'ordre.

Malgré l'élongation du temps, le pourcentage d'adsorption se diminue et reste stable à la minute 50 pour le charbon actif et 60 min pour le charbon non actif.

D'après ces graphes, on conclue que le temps idéal pour une bonne adsorption est 20min pour le charbon actif, et 10min pour le charbon non actif.

II .3.3. L'effet de la température :

Les conditions opératoires de l'expérience sont :

- Concentration initiale de la solution de VG: 1, 2, 3, 4,5et 6mg/l ;
- Volume de la solution : 50 ml ;
- Vitesse d'agitation : fixé ;
- pH de la solution :-pH= 8 pour le charbon actif ;
- pH= 4 pour noyaux des dettes carbonisé no activé.
- pH=8pour noyaux des dettes no carbonisé no activé ;
- Masse du support : 0.1 g ;
- La température est 25,45 et 55C°

Nous représentons sur les figures 1,2 et3 de l'adsorption de violet de gentiane dans le charbon actif en fonction de la température.

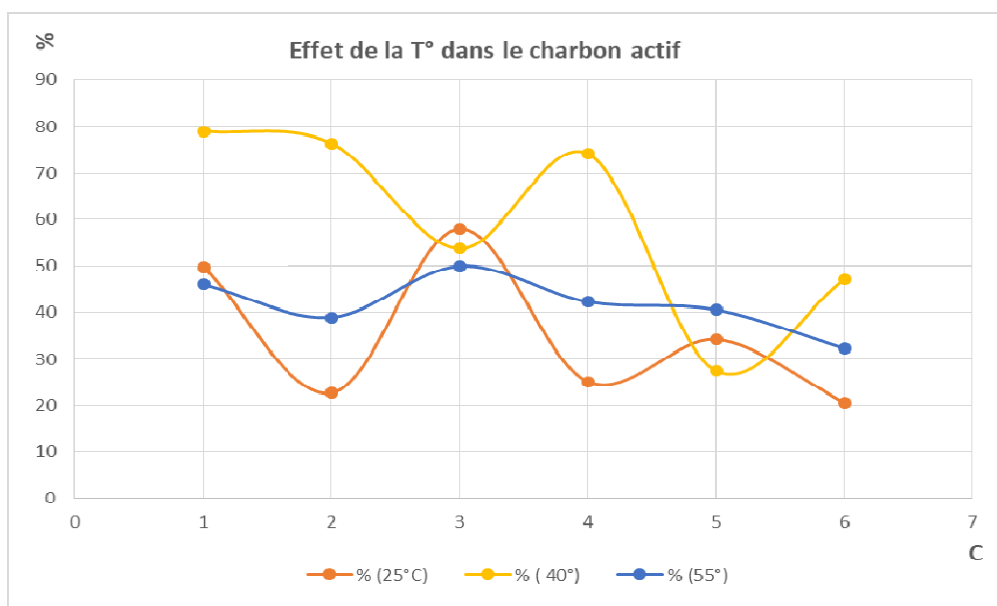


Figure II.10 : Effet de la température pour l'adsorption de VG dans le charbon actif.

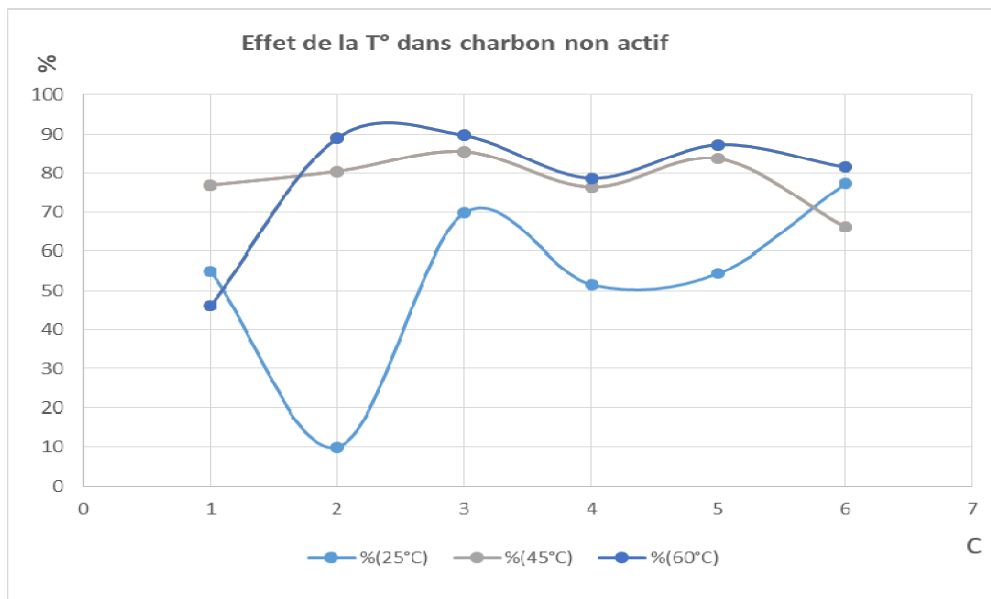


Figure II .11 : Effet de la température pour l’adsorption de VG dans le charbon non actif.

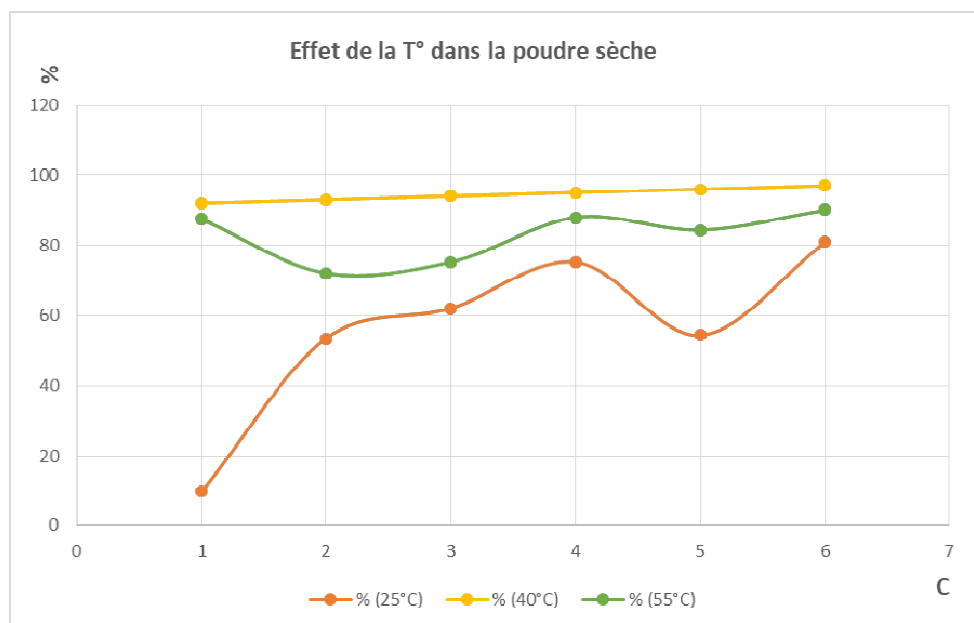


Figure II.12 : Effet de la température pour l’adsorption de VG dans la poudre sèche.

Dans les figures 1, 2 et 3 on expose 06 échantillons de (charbon actif, charbon non actif et la poudre sèche) respectivement à des températures différentes (25°C, 40°C et 55°C).

En lisant les différents pourcentages d’adsorption de violet de gentiane obtenu par ces 3 dernier sous l’influence de varient la T°.

- L’exposition de ces échantillons (charbon actif et charbon non actif) à la T°=25°C :

Selon les graphes suivantes la baisse adsorption obtenu à la $T^{\circ}25C^{\circ}$ C'était celle à l'échantillon C6 pour charbon actif 20.5%, l'échantillon C2 pour charbon non actif 10% et l'échantillon C1 pour la poudre sèche 10%.

⇒ Par contre l'adsorption la plus élevée et celle des échantillons C3 (58%), C6 (77%) et C6 (81%) respectivement.

- On passant à la Température moyenne ($40C^{\circ}$) mais les même échantillons précédant, dans ce cas les échantillons ayants un faible pourcentage d'adsorption C5 (27.4%), C6 (66%) et C1 (87 %) selon l'ordre.

- Par contre les pourcentages élevés d'adsorption de ces échantillon à la température ($40C^{\circ}$) est le suivant : C1 (79%), (85.6%) et (96.75%).

D'après cette comparaisant on conclue que :

1 / L'adsorption de charbon non actif et la poudre sèche est fonctionnelle à la T° Basse ($T^{\circ}=25C^{\circ}$).

2 / L'adsorption de la poudre sèche est plus fonctionnelle à la T° moyenne ($T^{\circ}=40C^{\circ}$) en comparent avec le charbon actif et charbon non actif.

3 / L'adsorption de la poudre sèche est plus fonctionnelle à la T° élevée ($T^{\circ}=55C^{\circ}$) par rapport aux charbons actifs et charbon non actif.

4 / La Température Basse ($T^{\circ}=25C^{\circ}$) à une influence sur les échantillons ayant les mêmes conditions telles que la concentration moyenne, le p et le temps c'est le cas de charbon non actif et la poudre sèche qui ont presque le même pourcentage d'adsorption.

5 / La T° moyenne ($T^{\circ}=40C^{\circ}$) à une influence sur les échantillons ayant la concentration élevée, c'est le cas de la poudre sèche avec pourcentage d'adsorption très élevé (97%).

6 / La T° élevée ($T^{\circ}=55C^{\circ}$) à une influence sur les échantillons ayant des concentrations moyennes por le charbon actif et non actif et des concentrations élevées pour la poudre sèche.

7 / La poudre sèche au pourcentage le plus élevé d'adsorption pour les échantillons ayant des concentrations élevées sous l'influence de différentes degré de T° .

8 / Le charbon actif à un pourcentage d'adsorption élevé pour les échantillons ayant des faibles concentrations sous l'influence de différentes degré de la T° .

9 / Le charbon non actif à un pourcentage d'adsorption élevée pour les échantillons ayant des concentrations moyennes sous l'influence de la T° moyenne et élevée, par contre la T° basse à une influence sur les concentrations élevées de charbon non actif



Conclusion générale

Conclusion générale

La pollution par les composés organiques telle que les colorants synthétiques est l'un des sérieux problèmes actuels dont la gravité augmente avec le développement industriel.

Ces composés organiques sont susceptibles de se dégrader, qui peuvent être nocifs pour tous les écosystèmes à cause de leurs stabilités et de leurs persistances dans la nature. L'utilisation des matériaux d'origine naturelle pour l'élimination de ces polluants organiques représente une alternative prometteuse aux procédés d'adsorption en utilisant les différents traitements chimiques.

La présente recherche avait pour objectif principal de tester la capacité des noyaux à l'état naturel et activer pour l'adsorption du violet de gentiane qui semble présent dans des eaux résiduaires de l'industrie textile et afin de purifier cette eau d'une éventuelle contamination.

Nous avons en premier temps entamé notre recherche à la partie bibliographique pour d'écrire les déchets des colorants et une partie expérimentale au quel nous avons effectué nos expériences pratiques.

Dans notre étude, les noyaux de datte, qui représentent un sous-produit de l'industrie agro-alimentaire très abondant en Algérie, ont été utilisés comme biosorbant pour l'élimination des colorants de Violet de gentiane en solution aqueuse. La poudre obtenue a été caractérisée par différentes techniques d'analyses physico-chimiques tel que DRX et IR puis, l'activation des matériaux a été réalisée en utilisant de l'acide nitrique avant les carboniser par le four à moufle à 500°C.

L'étude de l'adsorption du colorant par le déchet des noyaux de dettes nous a permis de distinguer la valeur de ces matériaux et cela a été confirmé par les différents résultats trouvés.

L'efficacité du charbon actif par la variation du pH a prouver que l'adsorption dépend principalement du pH du milieu réactionnel pour l'élimination du colorant est favorisé par des pH basique. En revanche l'augmentation du pH diminue l'adsorption.

D'autres paramètres ont été pris en considération pour évaluer le phénomène d'adsorption tel que la concentration, de la température, et du temps de contact. Le meilleur rendement trouvé a été enregistré à pH 8 et à la température de 40°C avec un pourcentage de 94% et 96,75%, respectivement.

Le temps idéal pour une bonne adsorption est affiché à 20 min pour le charbon actif, et 10 min pour le charbon non actif.

Conclusion générale

Au vue de ces résultats, il parait donc que l'utilisation du noyau de datte comme charbon actif sans carbonisation et activation chimique est prometteuse comme procédé biologique de traitement des eaux polluées.

Références bibliographiques














Références




- Abed. F, (2011). « Etude de la décoloration des eaux sur les matériaux naturels noyaux de dattes et grignons d'olives », *Mémoire Magister*, Université de Boumerdes.
- Benmehdi. E, Mebarki. R, Boulal. A, (2019). Valorisation des noyaux de dattes par production de bioénergie dans la région d'Adrar, *mémoire de Master*, université d'Adrar.
- Babuponnusami, K. Muthukumar, (2014). A review on fenton and improvements to the fenton process for wastewater treatment. *Journal of Environment Chemical Engineering*, 2, 557-572. chromophoric luminescence mechanism. 15th World Conference on NonDestructive Testing, 15-21 October . Rome.
- Daneshvar. N, Salari. D, Khataee. A.R, (2014). Optimization of the photocatalytic degradation of commercial azo dyes in aqueous TiO₂ suspensions. *Reac Kinet Mech Cat*, 157
- El Krati, M, (2000). Thèse de doctorat d'Etat, faculté des sciences, université chouaibi doukkali, El jadida, Maroc
- Gherbi. N (2008). Thèse de doctorat faculté des sciences de l'ingénieur, Département de Chimie industrielle .université Makhoulouf, M; Hamacha, R ; 2013. 3.1116
- Metahri. M (2012). « Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la Step est la ville de Tizi-Ouzou » Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Thèse de doctorat.
- Attab, S. (2011). Amélioration des dattes dans l'adsorption de la qualité microbiologique des eaux usées épurées par boues activées de la station d'épuration haoud berkaoui par l'utilisation d'un filtre à sable local.
- Nait Merzoug. N, (2014). « Application des tiges des dattes dans l'adsorption des polluants, *mémoire de Magister*, université de Souk Ahras
- panuzos, rovel, j.M; 2000. leau, l'industrie, les nuisances 235.123
- Paya J., Monzo J., Borrachero M.V., Peris E., Amajour F.; (2000). Sugar cane bagasse ash (SCBA): studies on its properties for reusing in concrete production , *Journal of Chemical*, 30, 543.
- Lin. Z, Chen. Z, Li. D, Li. J, Chen. Z, (2008). The Fluorescence Penetrant Agent Manufacture and Its Wastewater Treatment, 17th World Conference on Nondestructive Testing, China
- Lellou, S., Kadi, S., Ouadjenia, F., Benhebal, H., Schott, J., & Marouf, R. (2021). Synthesis and application of montmorillonite nanocomposites/phenolic resins for the elimination of Basic Blue 41. *Desalination and Water Treatment*, 218, 389-400.
- Lellou, S., Kadi, S., Ouadjenia, F., Benhebal, H., Schott, J., & Marouf, R. (2021). Synthesis and application of montmorillonite nanocomposites/phenolic resins for the elimination of Basic Blue 41. *Desalination and Water Treatment*, 218, 389-400.



Annexes

Annexes

Béchers	Fioles	Pipettes	Tubes à essai	Entonnoirs
				
Erlenmeyers	Verre de montre	Eprouvette graduée	Pissettes	Tamis
				
	Barreaux magnétique	Thermomètre	Papier filtre	
				

• <u>PH Mètre</u> :	• <u>Une Balance</u> :	• <u>Agitateur Magnétique</u> :
		

• L'étuve :



• Broyeur :



• Spectrophotomètre UV-visible :



• Bain marie :



• Four a moufle :



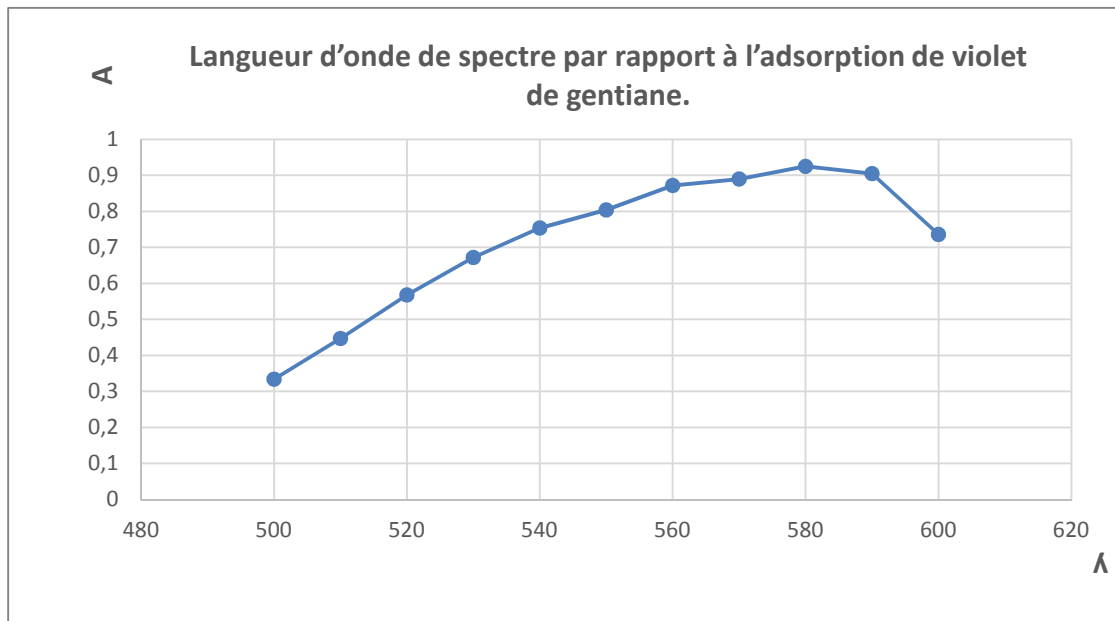


Figure 1 : Détermination de la longueur d'onde spécifique

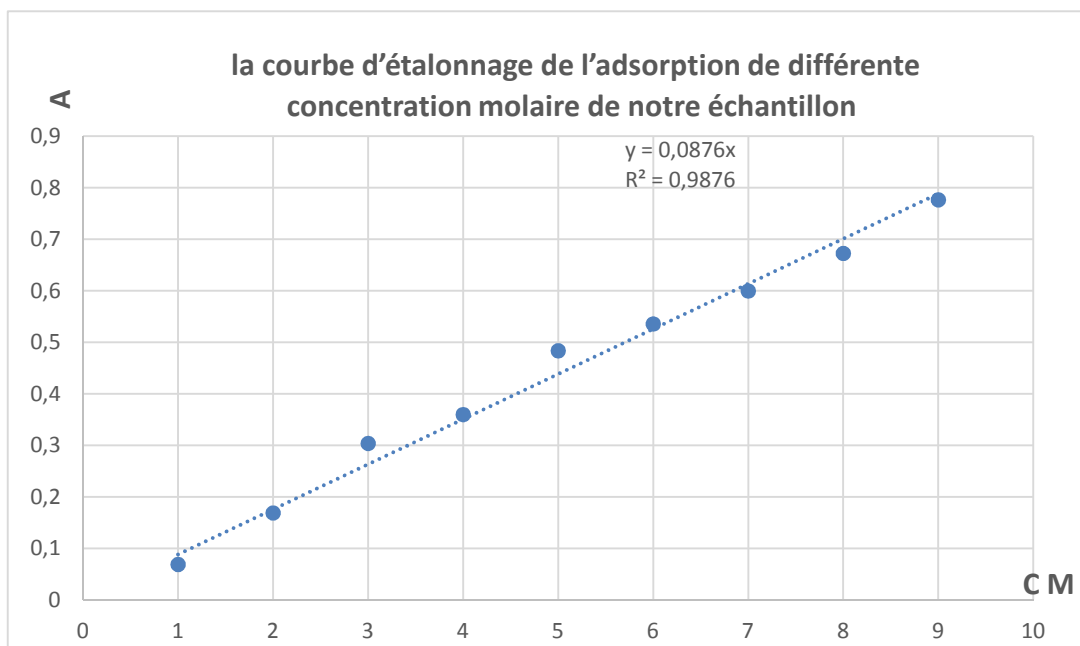


Figure 2: Langueur d'onde de spectre par rapport à l'adsorption de violet de gentiane.

ANNEXE 01

Tableau 1 : Pourcentage d'adsorption de violet de gentiane par le charbon actif par rapport l'effet de temps

T (min)	10	20	40	50	60	90
DO	0,79	0,76	0,85	0,8	0,81	0,8
%	9,9	13,3	9,9	8,7	8,7	8,7

Tableau 2 : Pourcentage d'adsorption de violet de gentiane par le charbon non actif par rapport l'effet de temps

Temps	5	10	20	40	60	90
DO	0,594	0,504	0,55	0,56	0,671	0,655
%	32,2	42,5	37,3	36,1	23,5	25,3
PPM	164			146	173	169

ANNEXE 02

Tableau 1: pourcentage d'adsorption de violet de gentiane par le charbon actif par rapport l'effet de pH

PH	2	4	6	8	10	12
%	87,9	44,07	80,03	93,95	75	73,75

Tableau2: pourcentage d'adsorption de violet de gentiane par le charbon non actif par rapport l'effet de pH

PH	2	4	6	8	10	12
A	0,21	0,11	0,18	0,37	0,34	0,43
PPM	52	28	40	96	88	112
%	76	87,5	81,8	57,8	61,2	51

Tableau 3: pourcentage d'adsorption de violet de gentiane par la poudre sèche par rapport l'effet de pH

PH	2	4	6	8	10	12
A	0,37	0,213	0,201	0,189	0,31	0,486
PPM	95	55	52	49	80	125
%	57,8	75,7	77,1	78,5	64,7	44,6

ANENXE 03

Tableau 1: Effet de la température pour l'adsorption de violet de gentiane dans le charbon actif.

C	C1	C2	C3	C4	C5	C6
A	0,044	0,136	0,111	0,263	0,289	0,418
% (25°C)	49,8	22,5	58	25	34,2	20,5
A	0,019	0,042	0,122	0,091	0,318	0,278
% (40°)	79	76,5	53,66	74,25	27,4	47,1
A	0,048	0,107	0,132	0,203	0,261	0,356
% (55°)	46	39	50	42,25	40,6	32,33

Tableau 2: Effet de la température pour l'adsorption de violet de gentiane dans le charbon non actif.

C	C1	C2	C3	C4	C5	C6
A (25°C)	0,04	0,07	0,08	0,17	0,2	0,12
PPM	12	20	22	45	53	32
% (25°C)	55	10	69,66	51,5	54,4	77,33
A (45°C)	0,021	0,035	0,038	0,083	0,071	0,179
PPM	5	9	10	21	18	46
% (45°C)	77	80,5	85,66	76,5	83,8	66
A (60°C)	0,048	0,02	0,028	0,075	0,056	0,098
PPM	12	5	7	19	14	25
% (60°C)	46	89	89,66	78,75	87,4	81,5

Tableau 3: Effet de la température pour l'adsorption de violet de gentiane dans la poudre sèche.

C	C1	C2	C3	C4	C5	C6
A	0,079	0,081	0,1	0,087	0,2	0,1
PPM	20	21	26	22	52	26
% (25°C)	10	53,5	62	75,25	54,4	81
A	0,012	0,016	0,018	0,012	0,036	0,018
PPM	3	4	5	3	9	4
% (40°C)	92	93	94	95	96	97
A	0,011	0,049	0,055	0,042	0,069	0,052
PPM	2,805	12,63	16,84	10,74	17,79	13,29
% (55°C)	87,5	72	75,26	88	84,44	90,11