

Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Valorisation d'un déchet organique, le cas
des noyaux de datte**

Présenté par :

BENKHELLAT Nabila

Soutenu le : **25 Juin 2018**

Devant le jury composé de :

M^r BELBACHIR F.

M^r HAMLAT M.

M^{me} MANKOU N.

M^{elle} HAYOUN B.

MAA

MAA

MAA

Doctorante

Président

Examineur

Promotrice

Invitée

Année universitaire : 2017 / 2018

Remerciements

Je remercie le bon Dieu le tout puissant de m'avoir armé de patience et de volonté afin de mener ce travail à terme.

Ma profonde gratitude va :

A ma promotrice M^{me} MANKOU N pour avoir accepté de m'encadrer et pour son entière disponibilité.

A M^{elle} HAYOUN B pour avoir accepté d'être ma Co-promotrice et qui ma toujours guidé dans la réalisation de ce travail

Aux membres de jury pour l'honneur qu'ils mon fait en jugeant mon travail :

Mr BELBACHIR F.

Mr HAMLAT M.

A M^{me} BOUDERSA S pour son énorme aide et sa disponibilité

J'aimerais également remercier les personnes de laboratoire de recherche SBE, pour leur enthousiasme, leur disponibilité.

Enfin, je remercie également à travers ce travail, tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

BENKHELLAT Nabila

Dédicace

Je dédie ce modeste travail tout d'abord à mes très chers parents qui n'ont jamais cessé de sacrifier pour mon bien, pour mon bonheur et pour trouvé le chemin de ma vie, que le bon dieu les garde pour moi

A mon cher frère

A mes chères sœurs

A toute ma famille

A mon mari Adel.

A ma belle famille

A Hanane, Hania, Siham, Mouma, Thanina, Nadjet

A toute la promotion 2017-2018.

A toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail de près ou de loin.

Liste des figures

N°	Titre	page
Figure 1	Représentation schématique du concept de l'économie circulaire	4
Figure 2	Représentation graphique de la classification de Giles des isothermes d'adsorption	11
Figure 3	Evolution de la quantité de DNP adsorbé par CA en fonction de la concentration et le temps de contact	19
Figure 4	La quantité adsorbée en (mg/g) du en fonction de la masse du CA	20
Figure 5	Evolution de la quantité adsorbée en fonction du pH	21
Figure 6	Evolution de la quantité adsorbée du DNP sur CA en fonction de la température et le temps de contact	22
Figure 7	Isotherme d'adsorption du DNP sur le charbon actif	23
Figure 8	Comparaison des trois modèles d'isotherme d'adsorption du DNP sur le charbon actif	25

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
I	Caractéristique des deux types d'adsorption	9
II	Les modèles d'isothermes d'adsorption	24

Liste des abréviations

DNP : Dinitrophénol

CA : Charbon Actif

pH : Potentiel d'hydrogène

m : masse

mg : milligramme

L : Litre

ml : millilitre

g : gramme

mol : nombre de mol

M : Molair

qt : quantité adsorbée

h : heur

T° : température

W : nombre de tours par minute

HCL : l'acide chloro hydrique

NaOH : la soude

( %) : écart type normalisé

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

IUPAC : Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale.....1

Généralités

I. L'économie et l'écologie.....3

I.1. L'économie linéaire.....3

I.2. L'économie circulaire.....3

II. Valorisation des déchets organique.....5

II.1. Généralités sur le palmier dattier.....5

II.2. Valorisation des noyaux de dattes.....6

II.2.1. Valorisation des dattes abimées pour fabrication de bioéthanol.....6

II.2.2. Valorisation des dattes abimées pour fabrication de protéine unicellulaire.....6

II.2.3. Valorisation de l'extrait des noyaux de dattes dans la cosméceutique.....6

III. Le Phénol.....6

III.1. Les composés phénoliques.....7

III.2. Le Dinitrophénol.....7

III.2.1. Utilisation du Dinitrophénol.....7

IV. Définition de l'adsorption.....8

IV.1. Adsorption physique ou physiosorption.....8

IV.2. Adsorption chimique ou chimiosorption.....8

IV.3. Facteur influents l'Adsorption.....9

V. Les isothermes d'adsorption.....	10
V.I. Classification des isothermes d'adsorption.....	10
V.II. Modélisation d'isothermes d'adsorption.....	11

Matériels et Méthodes

I. Matériels et méthodes.....	14
I.1. Matériels utilisés.....	14
I.2. Produits chimique.....	14
I.3. Les protocoles expérimentaux.....	15
I.3.1. Fabrication du charbon actif.....	15
II. Déroulement des expériences d'adsorption.....	16
II.1. Spectrophotométrie D'adsorption ultraviolette	17
II.2. Détermination du taux d'élimination du Dinitrophénol.....	17

Résultat et discussion

I. Etude de la cinétique d'adsorption du Dinitrophénol sur le charbon.....	18
I.1. Influence de la concentration initiale du DNP sur l'adsorption.....	18
I.2. Influence de la masse de l'adsorbant sur l'adsorbance du DNP.....	20
I.3. Influence du Ph des solutions sur l'adsorbance du DNP.	20
I.4. Influence de la température sur l'adsorption du DNP sur CA.....	21
II. Isothermes d'adsorption	22
II.1. Type d'isotherme	22
II.2. Modélisation des isothermes d'adsorption	24
Conclusion et perspective.....	26

Liste des références bibliographique

Introduction Générale

Face à une forte augmentation de la volatilité de l'économie mondiale et la multiplication des signes indicateurs de l'épuisement des ressources et la dégradation de l'environnement, l'appel en faveur d'un nouveau modèle économique se fait de plus en plus pressant. Cherchant à améliorer les performances des ressources sur l'ensemble de l'économie, les entreprises ont commencé à explorer différentes méthodes de réemploi, réutilisation et revalorisation des produits ou des matériaux, afin de récupérer le maximum de matière première, économiser sur l'apport d'énergie et préserver ce qui reste de la nature. (Cheikhlahlo et *al*, 2016)

Les produits chimiques sont des polluants très répandus, une fois dissous dans l'eau, ils sont difficiles à éliminer. La majorité des produits utilisés par les industries sont des produits de synthèses, de structure moléculaire souvent complexe, ce qui les rend instables et difficiles à dégrader. Ainsi, la mise en place de moyens de traitement adaptés à ce type de pollution s'avère nécessaire afin de réduire son impact sur l'écosystème. (Edeline, 1992)

Il existe plusieurs méthodes physiques, chimiques et biologiques pour traiter les effluents pollués tels que la coagulation, la floculation, la biodégradation, la filtration membranaire, l'oxydation chimique et l'adsorption... cette dernière est la technique employée, pour éliminer les polluants chimiques.

Plusieurs types d'adsorbats sont développés et utilisés dans le procédé d'adsorption des polluants tant organiques que minéraux ; argile, zéolites, alumine activées et le charbon.

Dans le cadre de la valorisation des noyaux de dattes, nous avons décidé de tester l'efficacité de la rétention de Dinitrophénol sur un charbon actif préparé par nous même à partir de ces noyaux de dattes.

Cette étude se décompose en trois parties organisées comme suite :

La première partie de ce travail concerne les généralités sur la problématique étudiée, nous commençons par expliquer c'est quoi l'économie circulaire, c'est quoi la valorisation, c'est quoi l'adsorption et c'est quoi les isothermes d'adsorption.

Dans la deuxième partie, expérimentale, nous présentons le matériel utilisé, ainsi que les méthodes et le mode de préparation du charbon actif à partir des noyaux de datte (lavage, broyage, tamisage, activation, carbonisation) et la préparation des solutions. Nous avons commencé par étudier l'effet de certains paramètres importants ayant une influence sur le pouvoir d'adsorption du matériau utilisé, en l'occurrence, la concentration initiale de l'adsorbé, la masse de l'adsorbant, le pH du milieu et la température, nous avons étudié la

cinétique, les isothermes d'adsorption du Dinitrophénol sur le charbon actif issu de la valorisation des noyaux de dattes .Dans la dernière partie ,nous tentons d'interpréter les résultats issus de ces expériences après avoir optimisé les paramètres opératoires. Enfin, nous terminons par une conclusion et perspectives.

Généralités

La gestion durable des déchets consiste en la récupération, le recyclage et la réutilisation tels que les déchets verts, agroalimentaires et agricoles. C'est derniers sont de la matière abandonnée, or la matière étant elle-même source d'autre matière (Lacour, 2016). Des activités de production et de consommations industrielle et consommateurs reconnaissent aujourd'hui que le traitement des déchets constitue l'enjeu écologique de cette fin de siècle, et que la mise en place d'une véritable filière économique du traitement des déchets s'impose (Belaib, 2012).

La valorisation peut contribuer à plusieurs aspects, tels que la conservation des ressources, les couts économiques, le gaspillage alimentaire, impactes environnementale et sécurité alimentaire. Ces problèmes se produisent principalement dans les pays en développement, ou la biomasse agricole et les restes sont laissés à se décomposer dans les champs ou brulés comme moyens de fertilisation (Goossens, 2017).

I. L'économie et l'écologie :

I.1. L'économie linéaire :

L'économie linéaire issue de la révolution industrielle, repose sur la chaîne «extraction de matières, production d'un bien, consommation de ce bien, production de déchets », la viabilité d'une économie fondée sur ce modèle a commencé à être remise en cause au moment où la communauté internationale à pris conscience que les ressources que l'homme exploite se raréfient (Lacour, 2016).

Au cours des 25 dernières années, l'économie mondiale à quadruplée, mais à l'inverse, 60% des siens et des services environnementaux mondiaux majeurs dont dépendent les moyens d'existence se sont dégradés ou ont été utilisés sans souci de durabilité, parce que la croissance économique des ressources naturelles sans laisser aux stocks le temps de se reconstituer, au prix de la dégradation de l'environnement et de la perte généralisée d'écosystèmes (PNUE ,2011).

I.2. L'économie circulaire :

La transition vers une économie circulaire appelle une consommation sobre et responsable des ressources naturelles et des matières premières primaires ainsi que, en priorité, un réemploi et une réutilisation et, à défaut, un recyclage des déchets, des matières

premières, secondaires et des produits. La promotion de l'écologie industrielle et de la conception écologique des produits, l'allongement de la durée du cycle de vie des produits, la prévention des déchets, des polluants et des substances toxiques, le traitement des déchets en respectant la hiérarchie des modes de traitement, la coopération entre acteurs économiques à l'échelle territoriale pertinente, le développement des valeurs d'usage et de partage et de l'information sur leurs coûts écologique, économique et social contribuent à cette nouvelle prospérité.

L'économie circulaire ne se définit pas seulement par des termes, idéalistes comme le recyclage. L'économie circulaire s'efforce de maximiser ce qui est déjà utilisé tout au long du cycle de vie d'un produit (Cheikh et *al*, 2016).

Le concept d'économie circulaire naît de l'idée selon laquelle un déchet peut, une fois convenablement traité, redevenir une ressource, formant ainsi une boucle dans la chaîne de production et de consommation. Elle repose donc sur deux idées élémentaires : la prise de conscience que ce qui est considéré comme déchet peut être réutilisé comme ressource, à l'image des processus à l'œuvre dans les cycles naturels, d'une part ; la nécessité de dissocier la croissance économique et exploitation des ressources naturelles, d'autre part.

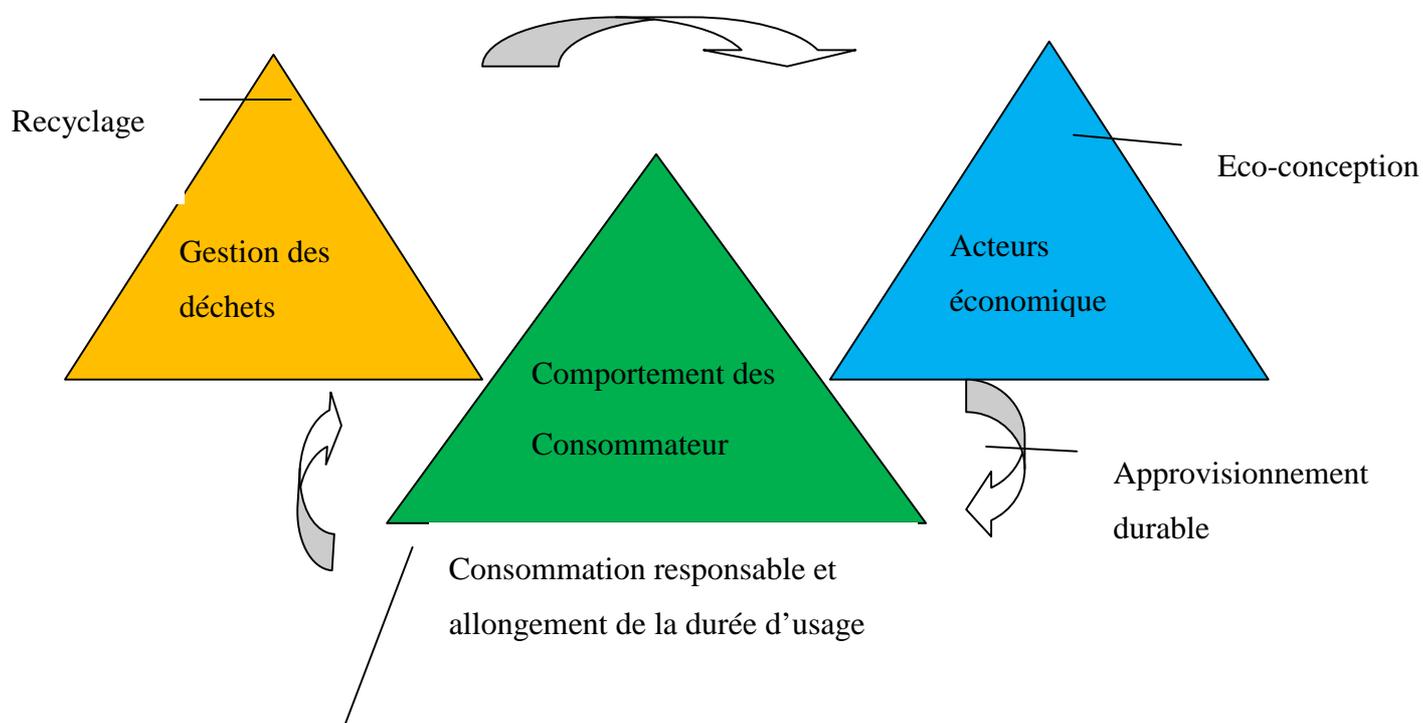


Figure 1 : représentation schématique du concept de l'économie circulaire

Concrètement, l'économie circulaire se base donc sur :

- Le réemploi : le cycle de vie d'un produit ne démarre plus de la case « ressource naturelle » pour aboutir systématiquement à la case « déchet » ;
- Le recyclage : les matériaux sont réutilisables ;
- L'écologie industrielle: les déchets d'une industrie deviennent les matières premières d'une autre ;
- L'éco conception : dès sa conception, chaque étape du cycle de vie du produit est prise en compte afin de minimiser les impacts environnementaux et favoriser le réemploi.

II. Valorisation des déchets organique :

L'industrie de la transformation des produits agricoles et souvent confrontée a plusieurs solutions :

- L'alimentation animale : elle est la plus ancienne méthode d'utilisation des résidus de fruit ;
- Epandage et compostage : fabrication de fertilisants ;
- Production d'énergie par incinération ou par production de biogaz ;
- Récupération de différents constituants incorporable dans de nouveaux produits agroalimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques (Grigoras, 2013) ;
- Production du charbon.

II.1. Généralité sur le palmier dattier :

L'Algérie est un pays phoénicole classée au sixième rang mondial et au premier rang dans le Maghreb pour ses grandes étendues de culture avec 160000 ha et plus de 2millions de jardins (Adrar, 2016).

Le palmier dattier est (*Phoenix dactylifera L*) est une monocotylédone arborescente des palmacées cultivé dans les zones arides (Benguega, 2006). Le fruit du palmier dattier est le plus exporté après le pétrole, il se compose du péricarpe charnu et de la graine qui constituent approximativement 10 a 15% de la masse totale de la datte (Benaouf et Kati, 2010). Le mot « *phaenix* » dérive de nom dattier chez les Grecs qui considéraient comme

l'arbre des phéniciens et « *dactylifera* » vient de latin dactylus dérivant du grec dactylis, signifiant doigt, en raison de la forme du fruit (Asbi, 2013).

II.2. Valorisation des noyaux de datte :

En Algérie, la phoéniculture constitue le pivot de l'agriculture saharienne avec une prédominance du palmier dattier d'environ 22% de la superficie totale de plantations, le nombre de palmier dattier étant de 11,6 millions individus. Cependant, des milliers de tonnes de dattes restent non utilisées et dépassent le 30% de la production soit environ 120,000 tonnes qui pourraient être valorisées (Kaidi et Touzi, 2001).

II.2.1. Valorisation des dattes abimées pour fabrication de bioéthanol :

Les réserves en pétrole brut et les capacités de raffinage limitées, et l'inquiétude grandissante en ce qui concerne la dégradation de l'environnement, offrent d'excellentes perspectives au bioéthanol, il est probablement la source d'énergie alternative pour les véhicules et la plus utilisée au monde, utilisation du bioalcool vise à promouvoir l'utilisation de biocarburants, présentant un double intérêt : économique et écologique (Boulal et al, 2010).

II.2.2. Valorisation des dattes abimées pour fabrication de protéines unicellulaire :

La production de protéines reste un objet essentiel afin de subvenir aux besoins mondiaux, à cet égard les productions de protéines d'organismes unicellulaires par culture de la levure *Saccharomyces cerevisiae* sur un milieu à base de dattes très riche en sucres essentiels (Ben abbes, 2011).

II.2.3. Valorisation de l'extrait des noyaux de datte dans la cosméceutique :

Entre les médicaments et les cosmétiques, apparaît le terme « cosméceutique » sensé améliorer la beauté et la santé de la peau en usage externe. Les extraits et les antioxydants des noyaux des dattes sont valorisés et incorporés dans des crèmes cosmétiques biologiques de soin (Lecheb, 2010).

III. Le phénol :

Le phénol est un solide hydrosoluble utilisé comme intermédiaire de synthèse de pesticides, explosifs, produits pharmaceutiques, colorants, matière plastiques (Vasseur, 2005). L'organisation mondiale de la santé (OMS) fixe un $0,001\text{mg l}^{-1}$ comme la limite de la concentration de phénol dans l'eau potable (Bazrafshan et al, 2016). Il est caractérisé par une odeur piquante typiquement sucrée, médicinale ou goudronneuse (El-naas.m et al, 2010).

Le phénol est synthétisé à l'échelle industrielle par extraction à partir du charbon goudron comme il est formé par la transformation de grandes quantités de Cumène présent dans les plantes utilisées pour la production de goudron le phénol est également obtenu dans une réaction entre le chlorobenzène et l'hydroxyde de sodium (Michalowicz ; Duda, 2006)

III.1. Les composés phénoliques :

Les composés phénoliques se trouvent naturellement dans les combustibles fossiles ou sont produits par la décomposition microbienne des protéines, des composés humiques et de la lignine (Abdlwhab et Amin, 2014).

III.2. Le Dinitrophénol :

Le 2,4-dinitrophénol ($\text{C}_6\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_5$) se présente sous la forme de cristaux orthorhombiques jaunâtres à jaune, d'odeur particulière à la fois âcre et douceâtre, il est pratiquement insoluble dans l'eau froide, faiblement soluble dans l'eau chaude et soluble à froid dans de nombreux solvants organiques, exemple : l'Acétone (Bazrafshan et al., 2016).

III.2.1. Utilisation du Dinitrophénol :

Le Dinitrophénol est utilisé par différents secteurs industriels il est :

- Intermédiaire de synthèse dans la fabrication de matières colorantes ;
- Rentre dans la fabrication d'insecticide et fongicides ;
- Rentre dans la fabrication de certains explosifs ;
- Rentre dans la synthèse de produit pharmaceutique (Hunteres et Gmanj, 1993)

Le terme « adsorption » a été utilisé pour la première fois par Kayser en 1881 pour décrire l'augmentation de la concentration des molécules de gaz sur des surfaces planes voisines (Rolando et Malherbe, 2007), le procédé de séparation par adsorption constitue aujourd'hui une des technologies les plus importantes, elle est largement utilisée pour la dépollution et la purification dans des domaines très variés.

IV. Définition de l'adsorption :

L'adsorption est un phénomène d'interface pouvant se manifester entre un solide et un gaz, ou entre un solide et un liquide, le phénomène est général pour les surfaces (Wuithier, 1972). Le phénomène de base mis en jeu est un transfert de matière de la phase aqueuse vers la surface solide à laquelle le composé organique ou minéral a tendance à se lier. L'énergie de liaison est matérialisée par la chaleur d'adsorption propre au système considéré.

On distingue deux types d'adsorption selon leur nature :

IV.1. Adsorption physique ou physiosorption :

L'adsorption physique ou adsorption de VAN DER WAALS est un phénomène réversible qui résulte des forces intermoléculaires d'attraction entre les molécules du solide et celles de la substance adsorbée (Edeline, 1992). Le solide adsorbe ne pénètre pas dans le réseau cristallin mais elle reste à la surface du solide mais si le solide est poreux et contient de nombreuses capillarités, la substance adsorbée peut pénétrer dans les interstices.

IV.2. Adsorption chimique ou chimiosorption :

L'adsorption chimique est essentiellement irréversible et lente, très spécifique, elle s'accompagne d'une forte variation d'énergie d'activation (Djebbar, 2014). 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 (Slasli, 2002).

Tableau I : Caractéristiques des deux types d'adsorption :

Propriétés	Adsorption chimique	Adsorption physique
Energie d'adsorption	20 à 100 kcal/mol	5 à 10 kcal/mole
Température de processus	Elevée	Inferieur a la température d'ébullition de l'adsorbat
Nature de liaison	Chimique	Physique (Van Der Wals)
Désorption	Difficile	Plus ou moins parfaite
Energie d'activation	Peut être mise en jeu	Non appréciable
Cinétique	Lente	Très rapide
Etat de surface	Monocouche	Formation de multicouches

IV.3. Les facteurs influents l'adsorption :

Dans le cas de l'adsorption en phase liquide, un grand nombre de facteurs sont susceptibles d'avoir une influence sur le processus d'adsorption, parmi eux on distingue les facteurs suivants :

- **Masse de l'adsorbant** : l'influence de la masse est également en fonction de la porosité du substrat
- **Masse de l'adsorbat** : les particules dont la masse moléculaire est faible sont légères et se déplacent plus rapidement que celles dont la masse moléculaire est élevée, donc la probabilité d'être adsorbées est plus grande.
- **pH** : Le pH est un facteur important dans toute étude d'adsorption du fait qu'il peut influencer à la fois la structure de l'adsorbant et de l'adsorbat ainsi que le mécanisme d'adsorption (Rachid et *al*, 1992).
- **Température** : L'adsorption physique s'effectue à des basses températures (phénomène exothermique), alors que l'adsorption chimique demande des températures plus élevées (phénomène endothermique). ce qui nécessite de fixer la température de processus dès le départ (Yahiaoui, 2012).

V. Les isothermes d'adsorption:

V.I. Classification des isothermes d'adsorption :

On distingue deux classifications :

➤ **Classification de Giles :**

- **Classe S** : indique une adsorption verticale de molécules, le solvant rentre en compétition avec le soluté pour l'occupation des sites de l'adsorbant (Giles et al, 1960) ;
- **Classe L** : diminution des sites libres au fur et à mesure de la progression de l'adsorption ;
- **Classe H** : la quantité adsorbée apparaît importante à concentration quasiment nulle du soluté dans la solution. Ce phénomène se produit lorsque les interactions entre les molécules adsorbées et la surface du solide sont très fortes ;

- **Classe C** : ces courbes se rencontrent lorsqu'il y a compétitivité entre le solvant et le soluté pour l'occupation des sites d'adsorption.

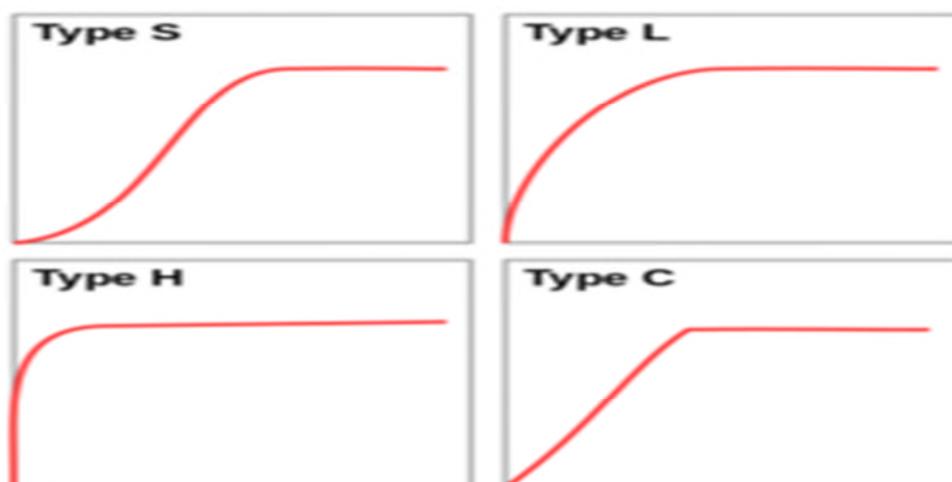


Figure 2 : représentation graphique de la classification de Giles des isothermes d'adsorption

➤ Classification de l'IUPAC

- **Le type I** sont typique d'une adsorption en monocouche avec saturation des sites d'adsorption ;
- **Le type II** correspond à une adsorption multicouche sur des surfaces microporeuses ;
- **Le type III** .cette isotherme est relativement rare elle indique la formation des couches poly-moléculaires dès le début de l'adsorption ;
- **Le type IV** Présente des marches caractéristique d'une adsorption multicouche sur une surface non poreuse très homogène.

V.II. Modélisation d'isotherme d'adsorption :

L'isotherme décrit la relation existante à l'équilibre pour une température donnée, entre la concentration de l'adsorbé dans la phase liquide et celle adsorbée à la surface de l'adsorbant

➤ Le modèle de Langmuir :

La première théorie fondamentale de l'adsorption des gaz sur des solides fut proposée par Langmuir en 1918, repose sur les hypothèses ci-dessous (Desjardins, 1916) :

- L'Existence des sites d'adsorption à la surface de l'adsorbant ;
- Une seule molécule peut s'adsorber par site ;

- Chacun de ces sites à la même affinité pour le soluté en solution ;
- Les interactions entre les molécules adsorbées et leurs voisines sont négligées ;
- L'adsorption se fait en une seule couche complètement saturée ;
- L'équation d'isotherme de Langmuir est écrite sous la forme suivante (Langmuir, 1916).

$$q_e = (q_{\max} \cdot K_L \cdot C_e) / (1 + K_L \cdot C_e) \quad (1)$$

q_e : quantité de soluté absorbé par unité de masse d'adsorbant à l'équilibre (mg/g) ;

q_{\max} : quantité maximale de soluté nécessaire pour couvrir la surface de l'adsorbant d'une couche mono-moléculaire (mg/g) ;

C_e : concentration en soluté de la solution à l'équilibre (mg/g) ;

K_L : constante de Langmuir (mg/l) ;

L'affinité entre l'adsorbant et l'adsorbat est déterminée en calculant le rapport R_L en fonction de la constante de Langmuir comme est présenté ci-dessous (Dogan M et al, 2003)

$$R_L = 1 / (1 + K_L \cdot C_e) \quad (2)$$

R_L : le rapport indiquant la qualité de l'adsorption.

Si :

- $0 < R_L < 1$ indique que l'adsorption est favorable
- $R_L > 0$ indique que l'adsorption est défavorable
- $R_L = 1$ adsorption linéaire
- $R_L = 0$ adsorption irréversible

➤ **Modèle de Freundlich :**

Repose sur les hypothèses suivantes : (Dorgan, 2003)

- Les sites actifs ont des niveaux d'énergie différents ;
- Chaque site actif peut fixer plusieurs molécules ;
- Le nombre de sites actifs n'est pas déterminé.

$$Q_e = K_F \cdot C_e^{1/n} \quad (3)$$

Ou :

n : constante caractéristique du couple adsorbant/adsorbant ;

C_e : concentration à l'équilibre en (mg/l) ;

K_f = Constante de Freundlich.

Des valeurs élevées de K_f et n traduisent une forte adsorption des solutés

La linéarisation du modèle de Freundlich donne l'équation suivante :

$$\mathbf{Log (q_e) = log (K_f) + 1/n log (C_e)} \quad \mathbf{(4)}$$

La représentation graphique de l'équation permet d'accéder aux constantes K_f et n (Giles et al, 1974)

La valeur de $1/n$ représente l'intensité d'adsorption, qui s'informe sur le mécanisme d'adsorption du soluté sur l'adsorbant. Selon la valeur de $1/n$, on distingue les différents cas suivant

- Isotherme est linéaire de type C : $1/n_f = 1$;
- Isotherme est convexe de type S : $1/n_f > 1$ et l'adsorption est favorable ;
- Isotherme concave de type L : $1/n_f < 1$ et l'adsorption est favorable ;
- Isotherme de type H : $1/n_f < 1$.

➤ **Le modèle de Temkin :**

Temkin suppose que l'abaissement de la chaleur d'adsorption avec augmentation du taux de recouvrement est linéaire notamment à moyen et faible taux de recouvrement (Desjardins, 1997).

Cette linéarité peut être due à :

- La répulsion entre espèces adsorbées sur la surface uniforme ;
- L'hétérogénéité de la surface

L'isotherme de Temkin est représentée par l'équation suivante :

$$\mathbf{q_e = RT/b \ln (K_T \cdot C_e)} \quad \mathbf{(5)}$$

La linéarisation du modèle de Temkin donne l'équation suivante :

$$q_e = B_T \ln K_T + B_T \ln C_e \quad (6)$$

Avec :

R : La constante des gaz parfait ($8,31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$) ;

T : la température absolue (K) ;

K_T : constante d'équilibre correspondant à l'énergie de liaison maximale (L.mg^{-1}) ;

B_T : constante liée a la chaleur d'adsorption qui est égale à :

$$B_T = RT/b \quad (7)$$

En traçant $q_e = f(\ln C_e)$, on obtient une droite dont la pente et l'ordonné à l'origine permettent de déterminer B_T . (Dorgan, 2003).

Matériels et Méthodes

Cette partie est consacrée à la description du matériel et l'ensemble des expériences effectuées, et d'analyse utilisée avant et après l'adsorption.

I. Matériels et méthodes :

I.1. Matériel utilisés :

- **Le four à moufle** : la carbonisation du broyat des noyaux de datte a été assurés par un four à moufle de marque *Naberther*.
- **Plaque chauffante** : le chauffage et l'agitation des solutions ont été assurés par des plaques chauffantes à agitation magnétique de marque *Raypa*.
- **pH-mètre** : le ph des solutions a été contrôlé à laide d'un pH-mètre a affichage numérique de marque *Inolab* muni d'une électrode combinée en verre. Le pH des solutions est ajusté par ajout de l'acide chlorhydrique ou de la soude.
- **Centrifugeuse** : la séparation des mélanges a été réalisé a laide d'une centrifugeuse de marque *Sigma*.
- **Balance** : toutes les pesées ont été réalisées à laide d'une balance de marque *kern*.
- **UV spectrophotomètre** : toute les absorbances ont été mesurées a laide d'un spectrophotomètre de marque *SHIMADZU*.
- **Cuve** : toute les absorbances ont été mesurées a l'aide d'une cuve en quartz .

I.2. Produits chimiques :

- **Acide chlorhydrique (HCL)** : Pureté 37%, densité 1,19 et de masse molaire égale à 36,5g/mol, de marque (sigma-aldrich).
- **Soude(NaOH)** : pureté 97%, et de masse molaire égale a 40g/mol, de marque (biochemopharma).
- **Le chlorure de zinc(Zncl₂)** : pureté 98%, et de masse molaire égale à 136,29g/mol.
- **Le Dinitrophénol (C₆H₄N₂O₅)** : de masse molaire 184,106 g/mol.

I.3. Les protocoles expérimentaux

I.3.1. Fabrication du charbon actif :

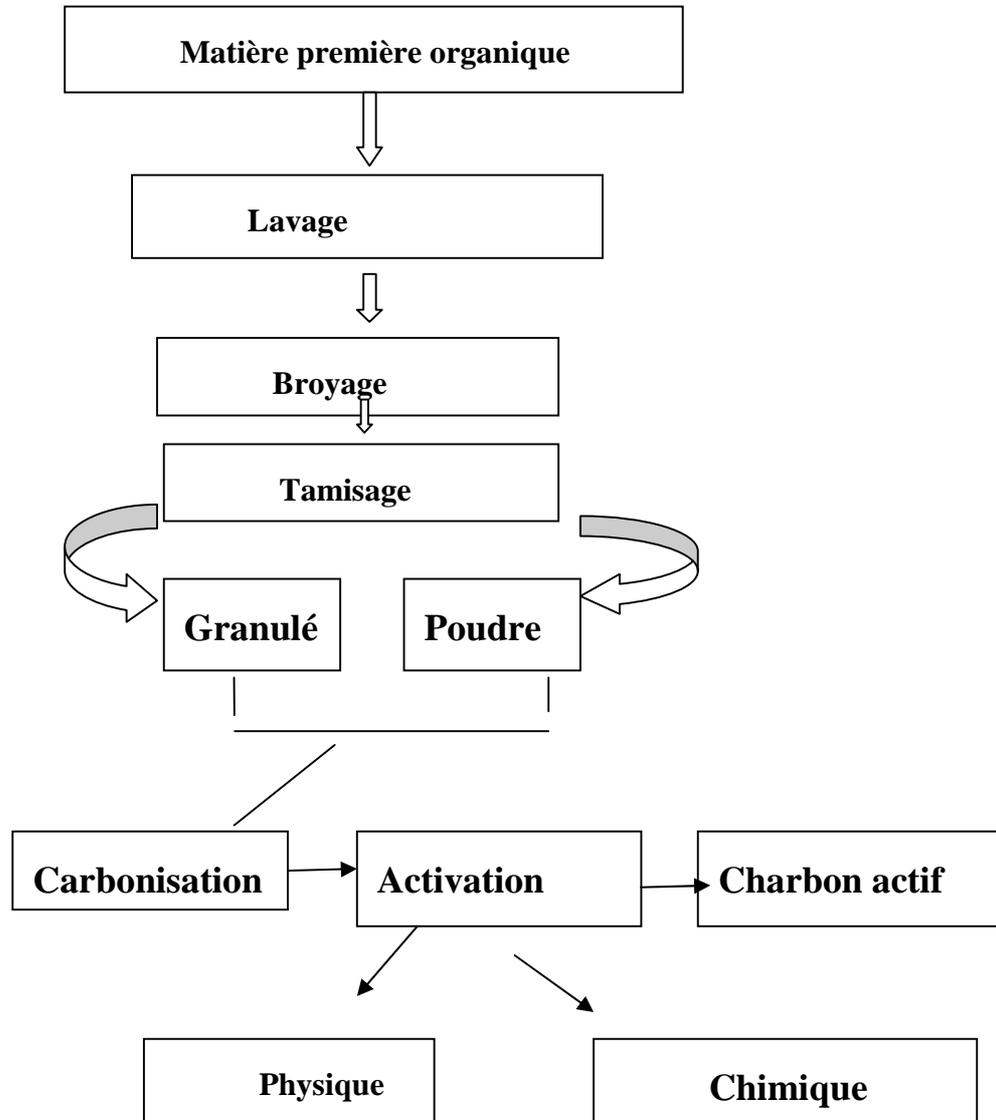


Figure II : Etapes de fabrication du charbon actif

- **Préparation des Noyaux de Dattes :**

Les noyaux de dattes ont été abondamment lavés à l'eau distillée puis séchés à l'étuve à 105°C pendant 24h, ils ont ensuite été broyés et tamisés pour ne retenir que la fraction

comprise entre 0,5 et 2mmL. Les grains retenus sont prétraités chimiquement avant carbonisation.

- **L'activation :**

On a imprégné 10g du précurseur dans une solution de 15g de $ZnCl_2$ et de 150ml d'eau distillée sous un chauffage à reflux pendant 2h à $85^\circ C$, ensuite on les a séché a $105^\circ C$ pendant 24h, cette démarche est très importante pour l'augmentation de la porosité de la surface du précurseur.

- **La carbonisation :**

La carbonisation est la décomposition thermique des matières organique : les espèces autres que le carbone sont éliminées, on à introduit 30g du précurseur imprégner dans des creusé à une température de $500^\circ C$ pendant 2h à une vitesse de montée de $10^\circ C/min$. Le but de la carbonisation est d'obtenir un produit fortement carboné, avec une porosité rudimentaire qui pourra ensuite être développée dans le processus d'activation.

- **Lavage avec le HCL :**

Nous avons introduit chaque 10g du charbon dans une solution de 150ml de HCL à (3M) sous un chauffage à reflux pendant 30 mn à $90^\circ C$.

- **Lavage a l'eau distillé :**

On a lavé le précurseur avec l'eau distillée jusqu'à la neutralisation du pH de l'eau de lavage.

II. Déroulement des expériences d'adsorption :

Les expériences d'adsorption ont été effectuées dans des conditions choisies et fixées au préalable à savoir la masse d'adsorbant, la concentration de l'adsorbat, le pH de la solution et la température.

Les expériences sont exécutées en introduisant une quantité précisément pesée d'adsorbant (Charbon actif) dans un erlenmeyer contenant 250ml d'une solution de l'adsorbat (Dinitrophénol) à la concentration désirée C_i (mg/l). Les prélèvements sont effectués toutes les 5 minutes au début puis toutes les 10 minutes et vers la fin toutes les 15 minutes, la solution est séparée de l'adsorbant par centrifugation à 6000rpm pendant 4min. L'absorbance de la solution du surnageant est mesurée par spectrophotométrie ultraviolet à la longueur d'onde qui correspond à l'absorbance maximale du Dinitrophénol à un pH donné.

II.1. Spectrophotométrie d'adsorption ultraviolette (UV) :

La spectrophotométrie est une technique qui doit son essor aux progrès de la mécanique quantique. Elle permet, entre autres d'identifier une substance chimique et de déterminer la concentration d'un soluté dans une solution, par l'interaction des électrons des molécules soluté (appelé chromophore) avec la lumière.

II.2. Détermination du taux d'élimination du Dinitrophénol :

Le taux d'élimination est défini comme étant le rendement de la réaction d'adsorption, c'est le rapport de la quantité du Dinitrophénol adsorbée à un instant (t) donné sur celle qui s'y trouve initialement dans la solution aqueuse.

$$\text{Taux\%} = (c_0 - c_t / c_0) \times 100$$

Pour décrire l'équilibre d'adsorption à l'interphase liquide / solide, il est recommandé de présenter la variation de la quantité de soluté adsorbée par unité de masse d'adsorbant (q_e) en fonction de la concentration restante dans la solution (C_e) à l'équilibre à une température constante en employant l'équation suivante(

$$q_e = ((C_0 - C_e) \times V) / m$$

- V : volume de la solution (l)
- C_0 : concentration initial de l'adsorbat dans la phase liquide (mg/l)
- C_e : concentration de l'adsorbat dans la phase liquide à l'équilibre (mg/l)
- m : masse de l'adsorbant (g).

Résultats et discussion

L'élimination des produits chimiques dans les solutions aqueuses par adsorption sur différents matériaux solides, en particulier sur le charbon actif, à fait l'objet de beaucoup de travaux.

Dans cette partie nous allons suivre l'évolution de quelques paramètres sur l'adsorption du Dinitrophénol (DNP). La première étape de notre travail été la préparation du charbon actif à partir des noyaux de datte par la méthode chimique, la seconde étape été des essais expérimentaux qui ont été porté sur l'effet des paramètres influant sur l'adsorption tels que : l'influence de la concentration initiale en adsorbat sur les rendements de son élimination, la masse du charbon, le pH du milieu, ainsi que la température des solutions.

I. Etude de la cinétique d'adsorption du Dinitrophénol sur le charbon actif:

I.1. Influence de la concentration initiale du DNP (Dinitrophénol) sur l'adsorption:

L'étude de la concentration initiale du DNP sur l'adsorbant en solution implique la détermination du temps de contact qui correspond à l'équilibre d'adsorption ou à un état d'équilibre de saturation de l'adsorbant par le soluté. Les expériences ont été menées à différentes concentration en soluté : 70; 90; 110; 145 et 170 mg/L. Le pH de la solution maintenu à pH=6, la masse de charbon égale à 0,5g/L, l'agitation à 300tr/min et la température à 25°C pendant 3h.

L'adsorption à été étudiée en fonction du temps pour déterminer la quantité de DNP adsorbé à différent intervalles de temps ainsi que le temps d'équilibre.

Les résultats obtenus sont représentés sur la figure ci-dessous :

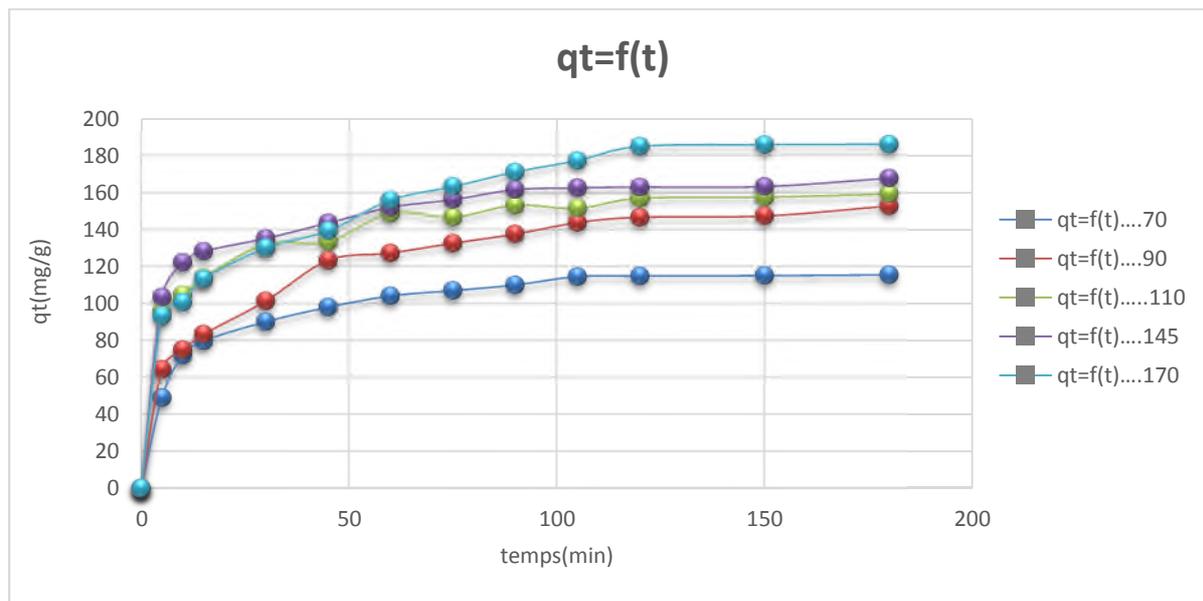


Figure 3 : Evolution de la quantité de DNP adsorbée par CA en fonction de la concentration et le temps de contact ($m=0,5g$; $pH=6$; $W= 300$ tr/min).

La figure montre que l'augmentation de la concentration initiale de DNP est accompagnée d'une augmentation de la quantité adsorbée. Cette augmentation peut s'expliquer par l'existence d'un fort gradient de la concentration en DNP entre la solution et la surface du charbon actif (Auta et Hameed, 2014).

En général les courbes sont formées de 2 parties : la première ou la cinétique d'adsorption est plus rapide au cours des 50 premières minutes (régime transitoire), ceci revient à la grande vitesse d'adsorption qui caractérise cette période qui est due au grand nombre de sites vacants disponibles sur la surface du C.A utilisé, la deuxième ou l'on observe un ralentissement dans l'adsorption du DNP (Régime permanent), car le charbon arrive à saturation, et les sites actifs de CA sont occupés en présence de teneur élevée de DNP (Arafane et al, 2014).

Le rendement de l'adsorption de DNP sur le CA sont 87,88 ; 79,54 ; 69,96 ; 56,14 ; 54,37% respectivement pour les concentrations 70, 90, 110, 145, 170 mg/l.

Ces résultats révèlent que la quantité de DNP adsorbée augmente en fonction de la concentration initiale, au contraire le taux d'élimination diminue avec l'augmentation de la concentration.

I.2. Influence de la masse de l'adsorbant sur l'adsorbance de DNP :

L'étude de l'effet de la masse du CA sur l'adsorption du DNP en faisant varier la masse du CA de : 0,1 ; 0,3 ; 0,7 et 1g/l. la concentration de DNP est fixée a 70mg/l, le pH=6, la température à 25°C et la vitesse d'agitation a 300tr/min.

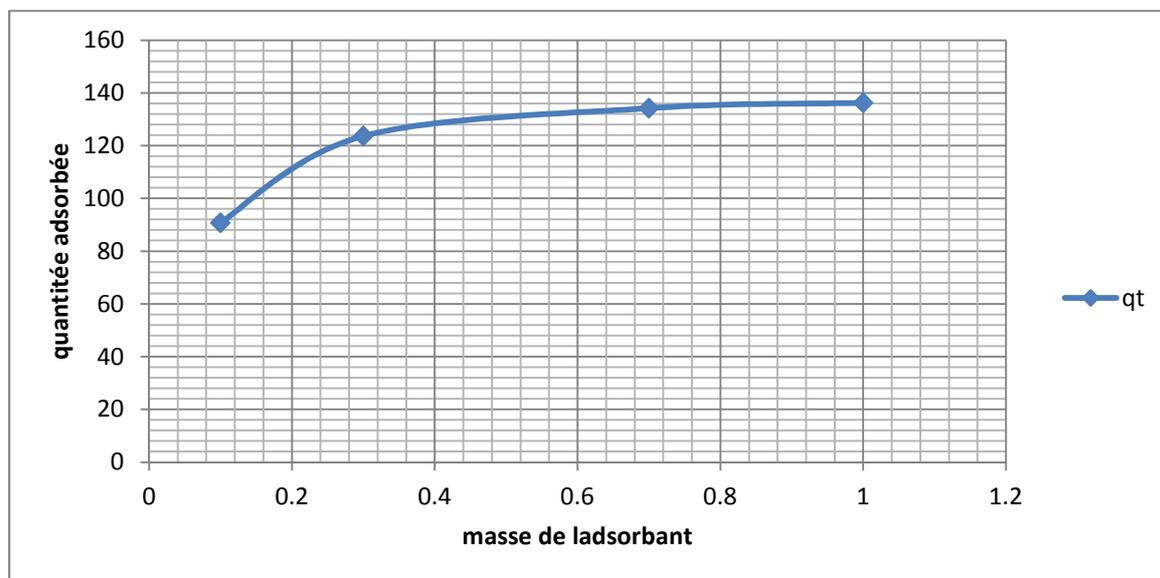


Figure 4: la quantité adsorbée (mg/g) du DNP en fonction de la masse du CA.

Comme on peut le constater sur la figure, la quantité adsorbée augmente avec l'augmentation de la masse de l'adsorbant. En effet, lorsque la masse de l'adsorbant augmente le nombre de sites actifs disponibles augmente et la probabilité de rencontre (soluté-site actif) augmente également, conduisant donc à une meilleure rétention.

D'après ces résultats la masse choisie pour ce présent travail est de 0,5g.

I.3. Influence du pH des solutions sur l'adsorbance du DNP sur le charbon actif :

Le pH joue un rôle primordial dans l'étude des phénomènes d'adsorption. Le potentiel des charges de surface de l'adsorbant, le comportement de l'adsorbé (degré d'ionisation) et le mécanisme d'interaction entre l'adsorbé et l'adsorbant utilisé changent selon le pH de la solution (Goudazi et al, 2008).

Dans ce cas, nous avons étudié l'efficacité de l'adsorption en variant le pH de 2 à 6 à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique (HCl) et de soude (NaOH), selon le pH voulu, une masse de 0,5 g d'adsorbant a été agitée dans 1000ml de solution à 70mg de DNP. Les résultats obtenus lors de ces essais, sont présentés sur la figure IV.

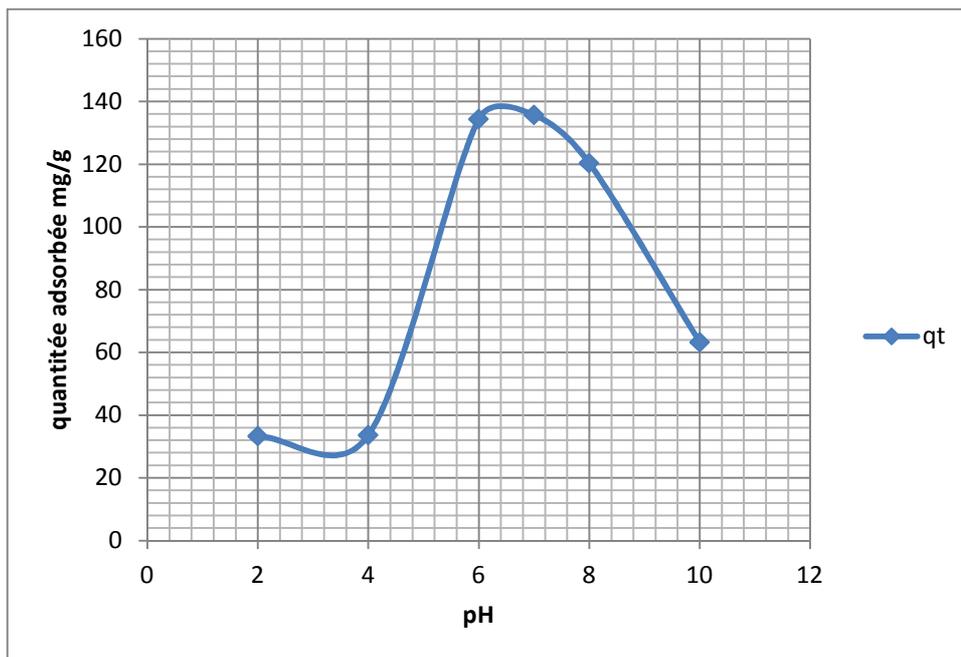


Figure 5 : évolution de la quantité adsorbée en fonction du pH

($m = 0,5g$; $C = 70mg/l$; $W = 600tr/min$)

Sur cette figure 5, il est évident que l'adsorption du dinitrophénol est plus élevée dans la gamme neutre, à bas pH, la surface de l'adsorbant était entouré d'ion H^+ ce qui empêchera les ions de dinitrophénol de se rapprocher de l'adsorbant cependant avec l'augmentation du pH l'adsorption compétitive des ions H^+ a diminuée et la surface de charbon est devenue plus chargée négativement ainsi les ions chargés positivement peuvent être facilement adsorbés. (Siboni et al, 2013)

Ainsi, l'adsorption est favorisée entre $pH=6$ et $pH=8$

I.4. Influence de la température sur l'adsorption du DNP sur CA :

L'adsorption est un phénomène qui peut être endothermique ou exothermique selon le matériau adsorbant et la nature des molécules adsorbées (Hall et al, 1966). Dans le but d'appréhender le phénomène thermodynamique de l'adsorption de DNP sur le CA, nous avons effectué des expériences de l'adsorption en variant la température des solutions de $25^{\circ}C$ à $45^{\circ}C$. Les essais ont été réalisés sur des solutions de 100ml, à la concentration de $DNP = 70mg/L$, avec une masse de $0,5g/L$ du charbon actif et à pH initial égale à 6. Ces mélanges sont maintenus sous agitation constante de 300 tr/min.

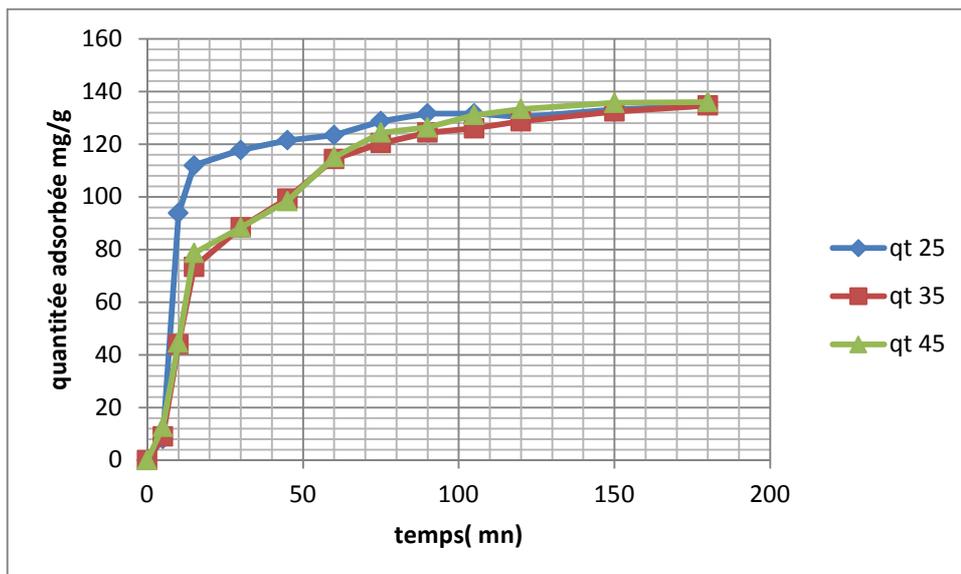


Figure 6 : Évolution de la quantité adsorbée du dinitrophénol su charbon actif en fonction de la température et du temps

L'adsorption à l'équilibre montre que l'adsorption diminue avec l'augmentation de la température de 25 à 40°C, ce qui indique que l'adsorption du dinitrophénol est de nature exothermique. Ces résultats montrent que la diminution de l'adsorption à une température élevée peut être attribuée à la plus grande tendance des molécules de Dinitrophénol pour former des liaisons hydrophobes en milieu aqueux entraînant ainsi leurs interactions hydrophobes avec la surface adsorbante de CA. (Belhamdi B, 2016)

II. Isothermes d'adsorption :

II.1. Type d'isotherme :

L'isotherme d'adsorption est réalisée en représentant la quantité de DNP à l'équilibre en fonction de la concentration d'équilibre de la solution à pH= 6 et à température ambiante. La **(figure 7)** montre que l'isotherme d'adsorption de la quantité de DNP augmente plus au moins rapidement pour de faibles concentrations en solution, puis se stabilise pour atteindre un palier qui correspond à une saturation des sites d'adsorption.

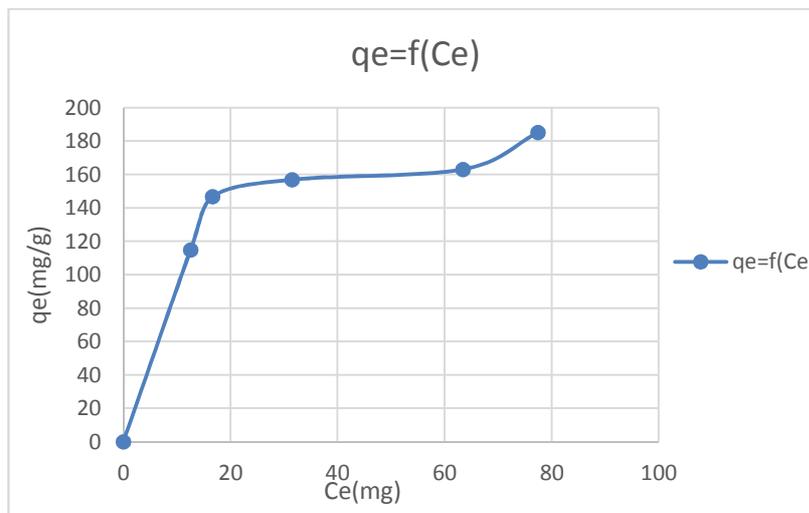


Figure 7 : Isotherme d’adsorption du DNP sur le charbon actif.

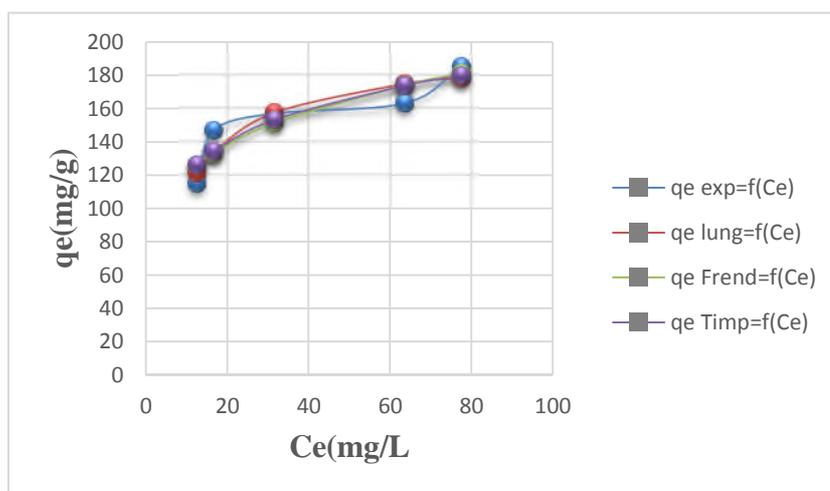


Figure 8 : Comparaison des trois modèles d’isotherme d’adsorption du DNP sur le charbon actif avec celle obtenue expérimentalement.

Cet isotherme (**figure 8**) est comparé aux modèles donnés dans la classification de Giles et al. C’est un isotherme de type L4. Il indique une adsorption en monocouche avec une faible compétition entre les molécules du DNP et les molécules de solvant pour l’occupation des sites actifs

II.2. Modélisation des isothermes d'adsorption :

Afin de modéliser l'isotherme d'adsorption du DNP sur le charbon actif, nous avons fait appel aux équations les plus répandues dans ce domaine à savoir : Freundlich, Langmuir et Tempkin.

Tableau II : les modèles d'isothermes d'adsorption

Modèle	Paramètres	Les valeurs
Langmuir	R^2	0,988
	Q_{\max} (mg/g)	196,078
	K_L (L/g)	0,129
	R_L (L/mg)	0,221-0,378
	Δq (%)	5,095%
Freundlich	R^2	0,809
	K_F (L/mg)	76,172
	n_f	5,03
	Δq (%)	6,266%
Tempkin	K_T	1,754
	$RT/b(B_T \text{ (J. mol}^{-1}\text{)})$	29,412
	R^2	0,835
	Δq (%)	6,018%

A partir des résultats de modélisation des isothermes donnés dans le Tableau, nous observons que :

- Le facteur de séparation R_L varie de 0,221 à 0,378 ($0 < R_L < 1$) ; ce qui indique que l'adsorption est favorable. (Dorgan et al ,2003)

- La constante de Langmuir $k_L=0,129$ est faible nous indique une faible affinité de DNP par rapport du charbon actif.
- La valeur de n_f du modèle de Freundlich est supérieure à 1 ($n_f = 5,03$), cela montre que l'adsorption est favorable et physique. Par conséquent, $1/n=0,198$ elle est inférieure à 1, ce qui confirme le type de l'isotherme qui est L. (Dorgan et al, 2003)
- Les écarts types normalisés (Δq %) obtenues sont toutes faibles ; elles varient de 5,095% pour le modèle de Langmuir à 6,266% pour le modèle de Freundlich.
- Le coefficient de corrélation R^2 du modèle de Langmuir est de 0,988, il est supérieur à celui des modèles de Freundlich ($R^2 = 0,809$) et Timpkin ($R^2 = 0,835$).

Par conséquent, le modèle linéaire qui représente bien l'isotherme d'adsorption est celui qui assure un coefficient de corrélation élevé et un écart type normalisé faible (■ %) (Desjardins, 1916), ainsi le modèle de Freundlich est celui qui simule le mieux ce procédé.

CONCLUSION

Conclusion générale :

Cette présente étude a pour objectif la valorisation d'un déchet organique dans un but de fabrication d'un charbon actif à partir des noyaux de dattes, qui sera utile pour l'adsorption d'un produit chimique toxique et écotoxique, dans cette étude on est arrivés à démontrer les paramètres optimaux favorisant l'adsorption qui sont :

- Un temps d'équilibre égal à 120 min donc c'est un procédé applicable facilement à l'échelle industrielle ;
- Une masse d'adsorbant égale à 0,5 g/l donc il a une capacité de rétention très importante ce qui est très économique ;
- Une masse d'adsorbat égale à 70 mg/l donc c'est un adsorbant très efficace
- Un pH optimal égal à 6 ce qui induit qu'il adsorbe dans intervalle neutre
- Une température égale à 25°C donc l'adsorbat est exothermique
- La modélisation des isothermes d'adsorption nous a permis, de montrer que le modèle de Langmuir décrit l'adsorption du DNP par le charbon actif avec une meilleure précision R^2 égal à 0,988 et une faible erreur Δq à 5,095%.
- Les paramètres d'équilibre RL sont comprises entre 0 et 1 indique que l'adsorption du DNP sur le charbon actif utilisé est favorable.
- La valeur de $1/n$ dans le modèle de Freundlich étant inférieure à 1 le type L est confirmé selon la classification de Gill, les molécules du DNP s'adsorbent en monocouche.

On est arrivé à avoir un rendement qui dépasse les 90% de l'élimination de l'adsorbat, ce qui est très important sur le plan écologique, par donner une autre vie à un produit organique abandonné, aussi c'est un point très important qui démontre la réussite de l'économie circulaire en favorisant le concept de la revalorisation en boucle fermée des déchets organiques comme dans notre cas des noyaux de dattes.

La revalorisation et l'économie circulaire sont des démarches très importantes sur le plan écologique autant sur le plan économique, les dattes représentent un produit national, de consommation large et de production énorme, leurs noyaux une fois transformés en charbon actif sont efficaces pour la dépollution des eaux contaminées par des produits chimiques, les industries alors sont invitées à adopter cette démarche de dépollution avec une matière première gratuite et un rendement très proche de 100%, sur le plan écologique cette démarche empêche

la perte d'une biomasse, conserve une ressource ,dépollue les eaux et favorise la production des dattes.

A

- Abdelwahab O; Amin N K. (2014). Adsorption of Phenol from Aqueous Solutions By *Luffa Cylindrical* Fibers: Kinetics, Isotherm on Thermodynamic Studies, Egyptian Journal of Aquatic Research. 39,215-223.
- Absri R. (2013). Analyse de La Diversité Variétale du Palmier Dattier (*Phoenix Dactylifera L*) : Cas des Ziban. Mémoire de Magister en Sciences Exactes et des Sciences de La Nature et de La Vie, Université De Biskra
- Adrar I. (2016). Utilisation des Noyaux de Dattes Pour l'Élimination des Ions Fe^{2+} en Solution Aqueuse. Mémoire de Magister .Université de Tizi-Ouzou, Faculté des Sciences
- Allen S J; Meckay G et Khandar K Y H. (1989). Equilibrium Adsorption Isotherms for Basic Dyes into Lignite, Journal Chemical Technology and Biotechnol.45,291
- Auta M;Hameed B-H.(2014) .Chitosan-clay composite as highly effective and low-cost adsorbent for batch and fixed-bed adsorption of methylene blue, Chemical Engineering Journal .237, 352-361
- Aarfane A; Salhi A; El Krati M.Kinetic and thermodynamic study of the adsorption of red 195 and methylene blue dyes on flyash and bottom ash in aqueous medium, Journal Mater Environnement science.5, 1927-1939

B

- Ben Abbas F. (2011).Étude de Quelques Propriétés Chimiques et Biologiques d'Extraits de Dattes « *Phoenix Dactylifera* ».Mémoire de Magister. Université de Sétif, Faculté de Technologie
- Benguega S. (2006). Utilisation de Blocs Multi Nutritionnels en Alimentation des Ovins et des Caprins. Mémoire de Fin D'études .Université de Ouargla, Faculté des Sciences de L'ingénieur,

- Belaib A. (2012). Etude de La Gestion et de La Valorisation Par Compostage des Déchets Organiques Générés Par Le Restaurant Universitaire Aicha Oum Almouminine. Mémoire de Magister en Ecologie. Université de Constantine, Faculté des SNV
- Belhamid B; Merzougui Z; Tari M et Addoum A. (2016). Equilibrium and Thermodynamic Study of L-Phénylalamine Adsorption Using Activated Carbon Based on Agricultural Waste (Date Stones). Faculty of Chemistry (USTHB) Al-Alia, Algeria. 32-16111
- Boulal A ; Benali B ; Moulai M Et Touzi A. (2010). Transformation des Déchets de Dates de La Région d'Adrar en Bioéthanol .Unité de Recherche en Energie Renouvelables en Milieu Saharien, URERMS. Adrar, Algérie. Revue des Energie Renouvelable. 13N°3, 455-463
- Bozarafshane E; Amiriam P; Mahvia H; Anasri-Moghadam A. Application of Adsorption Process for Phénolic Compounds Removal From Aqueous Environnement: Asystémic Review Global NEST Journal. Vol 18,146-163
- Brunauer S. (1940). Theory of the Van Der Waals Adsorption of Gases. 62,1723.

C

- Carrasco-Marin F; Mueden A; Centeno T A; Steockli F et Moreno-Castilla C. (1997). Active Carbon. Chem J. Soc. Faraday Trans. 93,2211-2215
- Cheikhlahlo R; Essabak K; Gillibert O Et Hestin M. (2016). L'économie Circulaire « La Nouvelle Energie de l'Entreprise ? ».Edition DELIC Et DELOILLE
- Combes RD; Haveland-Smith RB. (1982). Mutation Research.Reviews in genetic toxicology.98 (2) 101-243

D

- Djebbar M. (2014). Argile de Maghnia : Purification et Adsorption des Polluants. Thèse de doctorat. Université d'Oran.
- Djeradins R. (1997). Le Traitement des Eaux. 2^{ème} Edition. Ecole Polytechnique de Montréal
- Dogan M ; Alkan M.(2003).Removal of Methylene Violet from Aqueous solution by Perlite. Journal of Colloid Interface Science ;267(1) 32-41.

E

- Edeline F. (1992). L'épuration Physico-Chimique des Eaux : Théorie et Technologie. Edition : Cebedoc ; Lavoisier

H

- Hall K; Eagleton L; Acrivos A et Vermeulen T. (1966). Pore and Solid Diffusion Kinetics in Fixed Bed Adsorption under Constant Pattern Condition. Ind. Eng. Chem. Fundament. 5,212-223
- Hunter T et Gmanj A.(1993). Neural tube defects produced by inhibitors of mitochondrial metabolism in mouse embryos in vitro. Teratology

G

- Geldron A. (2014). Economie Circulaire : Notion Direction Economie Circulaire et Déchets ADEME Angers
- Giles CH; Macewan TH et Smith D. (1960). The Reaction of 1-Methylene-4-T-Butylcyclohexane With Lead Tetra-Acetate.3973-3993.
- Giles CH; Smith A. (1974).A general treatment and classification of the solute adsorption isotherm. Journal of Colloid and Interface Science. (3) 755-765.

- Goudazi A ;Motedayen G ;Sahraei R et Hmadpoor H.(2008).Ammonia-free chemical bath deposition of nanocrystallin ZnS thin film buffer layer for solar cell.Thin Solid Film.516 4953-4957.
- Grigoras C-G. (2012) .Valorisation des Fruit et des Sous Produit de l'Industrie de Transformation des Fruit Par Extraction des Composée Bioactifs Sciences Agricoles. Université d'Orléan

K

- Kaidi F Et Touzi A. (2001). Production de Bioalcool à Partir des Déchets de Dattes. Laboratoire de Biomasse. Centre de Développement des Energie Renouvelable. Bouzarea Alger 75-78

L

- Lachheb F. (2010). Extraction et Caractérisation Physic-Chimique et Biologique de La Matière Grasse du Noyau des Dates Essai D'incorporation dans Une Crème Cosmétique de Soin. Mémoire de Magister. Faculté des Sciences de L'ingénieur. Université de Boumerdes
- Lacour J. (2016). Valorisation de Fraction Organique de Résidus Agricoles et Autres Déchets Assimilés a L'aide de Traitement Biologique Anaérobies. Thèse de Doctorat Ecole Doctorale Société et Environnement .Université Quisqueya
- Langmuir I. (1916). The Constitution and Fundamental Proprieties of Solids and Liquids. Jornal of the American Chemical Society. 38(1),2221-2295

M

- Michalowicz J et Duda W. (2006). Phenols –Source and Toxicity. Faculty of Biology and Environment Protection. Université of Lodz Banacha 12/16 Str., 90-237. Polan

P

- PNUE. (2011). Vers Une Economie Verte: Pour un Développement Durable et une Eradication de La Pauvreté. Synthèse à L' intention des Décideurs

R

- Rolando M; Malherbe R. (2007). Adsorption and Diffusion in Nanoporous Matériels. Edition: CRC Press; Taylor et Francis Groupe.
- Rachide MA; Buckley DE Et Robertson. (1992). Decontamination of Textile Wastewater by Powdered Activated Carbon .Geoderma.8, 11-18.

S

- Slasli M A. (2002). Modélisation de L'adsorption Par Les Charbons Microporeux : Approche Théorique et Expérimentale. Université de Neuchâtel .Suisse.

W

- Wuithier P. (1972). Raffinage et Génie Chimique. Edition Technip. Paris

Y

- Yahiaoui N. (2012). Etude de L'adsorption des Composés Phénoliques des Margines D'olive Sur Carbonate de Calcium: Hydrox apatite et Charbon Actif. Mémoire de Magister. Université M Mammeri.Tizi-Ouzou.

*Liste des références
bibliographiques*

Tableaux de la variation de la concentration initiale du polluant (étude de l'effet de la concentration initiale Dinitrophéno

Ci=Concentration initiale du Dinitrophénol

Ph = ph de la solution

m = masse du charbon

T= température de la solution

Ci=70mg/L	pH=6	m=0,5g/L	w=300rpm	T=25°C
-----------	------	----------	----------	--------

essai 1				
temps	Abs	C	RDM	qt
0	1,52	65,3468468	0	0
5	0,977	40,8873874	37,4302061	48,9189189
10	0,722	29,4009009	55,0079272	71,8918919
15	0,636	25,527027	60,9360998	79,6396396
30	0,52	20,3018018	68,9322396	90,0900901
45	0,433	16,3828829	74,9293445	97,9279279
60	0,365	13,3198198	79,6167367	104,054054
75	0,333	11,8783784	81,8225684	106,936937
90	0,299	10,3468468	84,1662646	110
105	0,249	8,09459459	87,6128765	114,504505
120	0,245	7,91441441	87,8886055	114,864865
150	0,243	7,82432432	88,02647	115,045045
180	0,238	7,5990991	88,3711312	115,495495

Ci=90mg/L pH=6 m=0,5g/L w=300rpm T=25°C

essai 1

Temps	Abs	C	RDM	qt
0	2,116	92,1936937	0	0
5	1,402	60,0315315	34,8854253	64,3243243
10	1,286	54,8063063	40,5530855	74,7747748
15	1,192	50,5720721	45,1458445	83,2432432
30	0,991	41,518018	54,9665315	101,351351
45	0,747	30,527027	66,8881614	123,333333
60	0,703	28,545045	69,0379636	127,297297
75	0,644	25,8873874	71,9206528	132,612613
90	0,589	23,4099099	74,6079054	137,567568
105	0,52	20,3018018	77,979186	143,783784
120	0,488	18,8603604	79,5426785	146,666667
150	0,48	18,5	79,9335516	147,387387
180	0,42	15,7972973	82,8650999	152,792793

Ci=110mg/L pH=6 m=0,5g/L w=300rpm T=25°C

essai 1

Temps	Abs	C	RDM	qt
0	2,559	112,148649	0	0
5	1,498	64,3558559	42,6155762	95,5855856
10	1,399	59,8963964	46,5919589	104,504505
15	1,294	55,1666667	50,8093345	113,963964
30	1,093	46,1126126	58,8825963	132,072072
45	1,078	45,4369369	59,4850785	133,423423
60	0,905	37,6441441	66,4337069	149,009009
75	0,93	38,7702703	65,4295698	146,756757
90	0,858	35,527027	68,3214845	153,243243
105	0,877	36,3828829	67,5583404	151,531532
120	0,817	33,6801802	69,9682693	156,936937
150	0,81	33,3648649	70,2494276	157,567568
180	0,79	32,463964	71,0527373	159,369369

Ci=145mg/L pH=6 m=0,5g/L w=300rpm T=25°C

essai 1

Temps	Abs	C	RDM	qt
0	3,293	145,211712	0	0
5	2,145	93,5	35,6112541	103,423423
10	1,937	84,1306306	42,0634674	122,162162
15	1,87	81,1126126	44,1418246	128,198198
30	1,792	77,5990991	46,5614046	135,225225
45	1,699	73,4099099	49,4462884	143,603604
60	1,605	69,1756757	52,3621925	152,072072
75	1,559	67,1036036	53,7891243	156,216216
90	1,499	64,4009009	55,6503397	161,621622
105	1,488	63,9054054	55,9915625	162,612613
120	1,483	63,6801802	56,1466638	163,063063
150	1,48	63,545045	56,2397245	163,333333
180	1,43	61,2927928	57,7907374	167,837838

Ci=170mg/L pH=6 m=0,5g/L w=300rpm T=25°C

essai 1

Temps	Abs	C	RDM	qt
0	0,699	170,189189	0	0
5	2,813	123,59009	27,3807633	93,1981982
10	2,73	119,851351	29,5775766	100,675676
15	2,59	113,545045	33,2830448	113,288288
30	2,403	105,121622	38,2324917	130,135135
45	2,3	100,481982	40,9586576	139,414414
60	2,116	92,1936937	45,8287015	155,990991
75	2,035	88,545045	47,9725795	163,288288
90	1,947	84,5810811	50,301731	171,216216
105	1,878	81,472973	52,1279975	177,432432
120	1,793	77,6441441	54,377746	185,09009
150	1,782	77,1486486	54,6688899	186,081081
180	1,78	77,0585586	54,7218252	186,261261

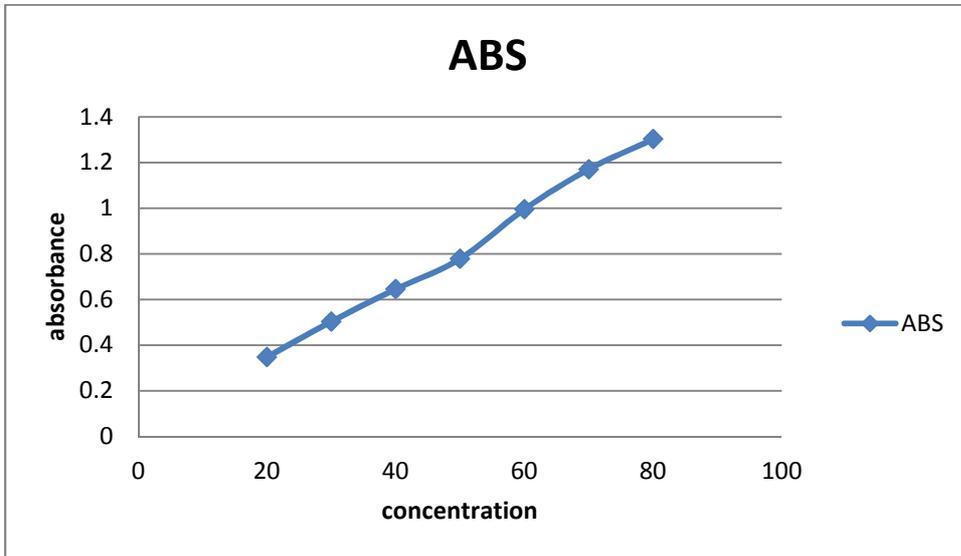


Figure 1 : Courbe détalonnage du ph=2

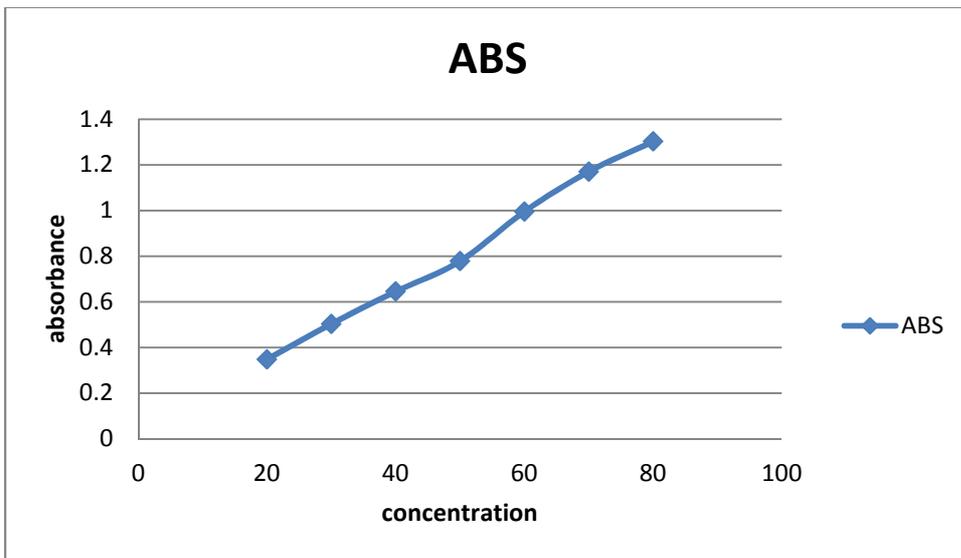


Figure 2 : courbe détalonnage du ph=10

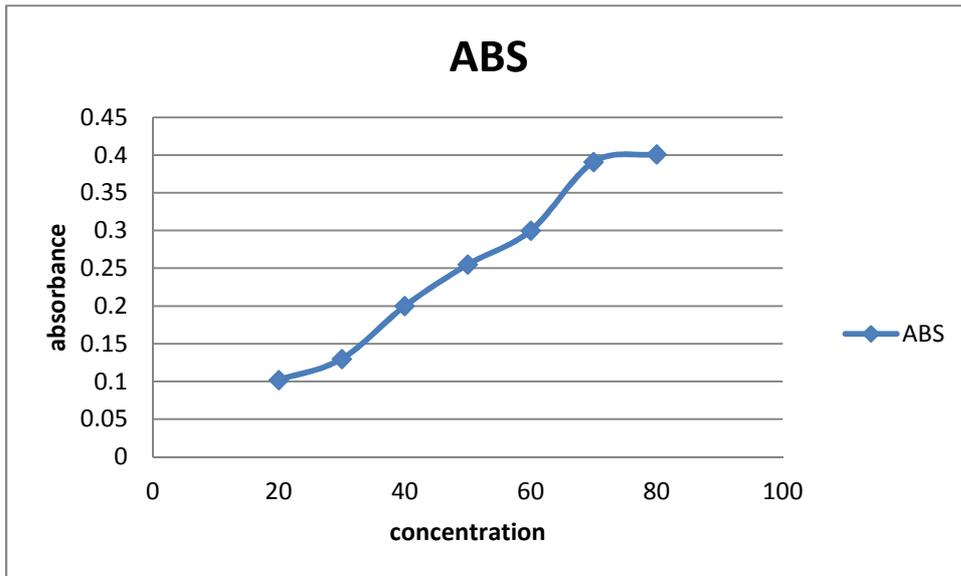


Figure 3 : courbe détalonnage du ph=4

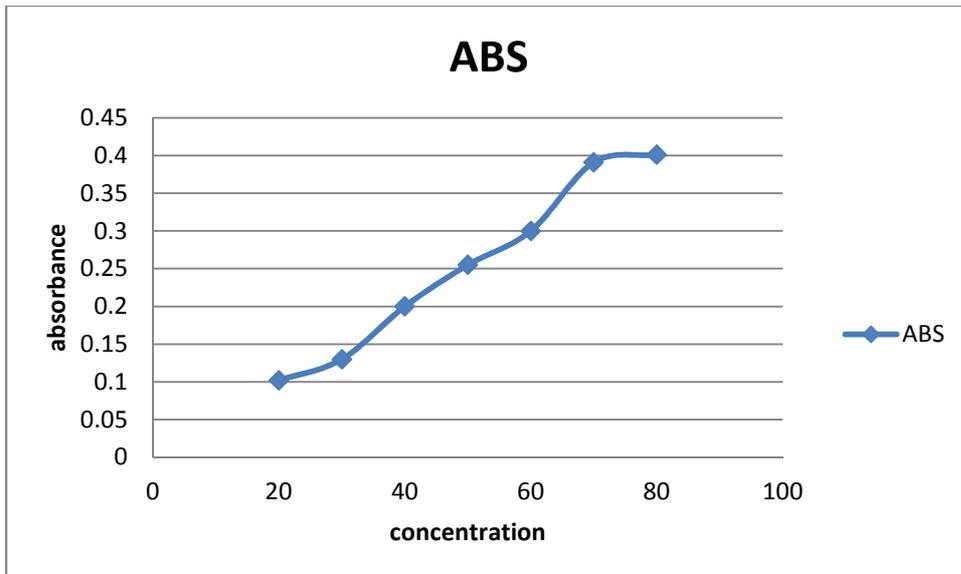


Figure 4 : courbe détalonnage du ph=8

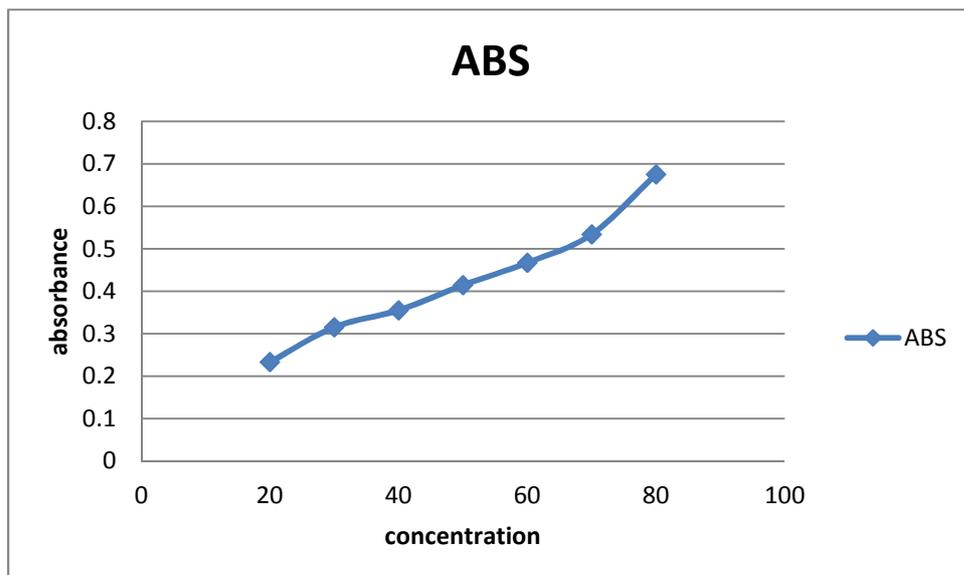


Figure 5 : courbe détalonnage du ph= 7

Annexes

Résumé : Cette présente étude est consacrée à l'étude de la valorisation selon le modèle d'économie circulaire d'un déchet organique qui est les noyaux de datte pour la fabrication d'un charbon actif qui sera utilisé dans la dépollution des eaux usée contaminée par les produits chimiques et dans notre cas le Dinitrophénol générées par les différentes industries. Ce charbon sera un adsorbant du Dinitrophénol qui représente un produit chimique toxique et écotoxique, nous avons déterminé les paramètres optimaux favorisant la meilleure rétention de ce dernier.

Mots clés : Valorisation, Economie circulaire, Déchet organique, Noyaux de Dattes, Charbon actif, Adsorption, Dinitrophénol.

Abstract: This study is devoted to the study of the recovery of the circular economy model of an organic waste which is the date kernels for the production of an activated carbon which will be used for the decontamination of contaminated wastewater generated by the different industries. This coal will be an adsorbent of Dinitrophénol which represents a toxic and ecotoxic chemical, we have determined the optimal parameters favoring the best retention of the latter.

Key words: Valuation, Circular economy, Organic waste, Date kernels, Activated carbon, Adsorption, Dinitrophénol.