

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :
N° de série :

Faculté des Sciences et Technologies
Département des Sciences et Technologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie de procédé

Spécialité : Analyse et control de qualité

Par : Elgaroui Hayat

Thème

**SYNTHESE D'UN CHARBON ACTIF A PARTIRE DES NOYAUX DE DATTES
(GHARS) ET SON APPLICATION DANS LE TRAITEMENT EAUX USEES
(L'ABATTOIR) DE LA REGION DE METLILI**

Soutenu publiquement le: 25/05/2017

Devant le jury :

M^{lle} Z.BABA AMER	MCA	Univ. Ghardaïa	Président
M^{me} K. MOULAI	MAA	Univ. Ghardaïa	Examineur
M^r C.OULEDBELKHEIR	MAA	Univ. Ghardaïa	Examineur
M^{me} K.BOUAMER	MAA	Univ. Ghardaïa	Encadreur

Année universitaire 2016/2017

Dédicaces

Je ne trouve aucun mot ou expression, qui vont exprimer mes vifs sentiments de gratitude et remerciement :

A mon très cher père qui n'a jamais cessé de m'apporter tout dont j'ai besoin pour réaliser ce travail et dans tout mon parcours éducatif, ainsi de sa tendresse et sa compréhension.

Merci papa ;

A ma chère mère qui a toujours peiné pour me créer les conditions nécessaires pour bien réussir dans mes études.

Je t'aime maman ;

A mes frères : Taha adb samed, yahia abd allah, omar abd elaziz.

A toutes mes familles petites et grandes.

A toutes mes amies et à toute la promotion de Analyse et control qualité 2016-2017.

Hayat

Remerciements

Avant toute chose, nous remercions Dieu, le tout puissant et Miséricordieux pour la volonté et la patience qu'il nous attribuées, qu'il soit loué pour l'aide qu'il nous a fournie afin d'achever nos étude et poire nous avoir guidés dans le droit chemin dans notre vie.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance, ma haute considération et mon profond respect à mon encadreur, M^{me} BOUAMER KHEIRA qui m'a guidé et encouragé au cours de ce travail, également pour sa gentillesse, sa disponibilité et sa patience.

Je tiens à témoigner toute ma gratitude M^{me} Z.BABA AMER qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de mémoire.

Ils sont pour moi un honneur de remerciers M^{me} K.MOULAI et M^{re} C.OULEDBELKHEIR d'avoir accepté de juger mon travail. Je lui en suis très reconnaissante de même que pour l'intérêt qu'il a porté à ce travail.

Mes remerciements s'adressent aussi à tous les personnes qui ont participé de près ou loin à la réalisation de ce travail et je cite en particulier département de science et technologie de d'université de Ghardaïa.

Enfin merci à Mes parents, pour leur soutien continu durant mes longues études.

Liste des tableaux

N°Tableau	Titers	Page
Tableau N°01	Production des dattes en Algérie de la campagne agricole (2000/2001) en quintaux	05
Tableau N°02	Composition et valeur fourragère des noyaux de dattes (%) de varieties Mauritanienes (1) et Irakiennes (2)	06
Tableau N°03	Composition biochimique des noyaux de dattes	06
Tableau N°04	Composition en éléments minéraux des noyaux de dattes	07
Tableau N°05	Les différences entre l'adsorption physique et chimique	10
Tableau N°06	Répartition des pores d'un adsorbant (DUBININ)	23
Tableau N°07	Les avantages et les inconvénients du CAP	25
Tableau N°08	Les avantages et les inconvénients de CAG	26
Tableau N°09	Volume d'échantillon d'après la DBO ₅	43
Tableau N°10	Les valeurs limite des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (journal officiel de la république algérienne, 2006)	66

Liste des figures

N° Figures	Titers des figures	Page
Figure N°01	Coupe d'une datte	03
Figure N°02	Coupe du noyau	06
Figure N°03	Schéma de l'adsorption physique	10
Figure N°04	Domaines d'existence d'un solute lors de l'adsorption sur un matériau microporeux	11
Figure N°05	Les isothermes d'adsorption en phase liquide	14
Figure N°06	Modèle d'adsorption en monocouche	16
Figure N°07	Modèle d'adsorption en multicouches	17
Figure N°08	Représentations d'un modèle d'USB	23
Figure N°09	microstructure de CA	23
Figure N°10	Représentations schématisées d'un grain poreux	24
Figure N°11	Protocole opératoire d'obtention du CAND	30
Figure N°12	Schéma de procédé de traitement des eaux usées sur Charbons actifs ND	45
Figure N°13	Teneurs de PH	46
Figure N°14	Teneurs de la conductivité électrique	47
Figure N°15	Teneurs de Ammonium	48
Figure N°16	Teneurs de nitrite	49
Figure N°17	Teneurs de nitrate	50
Figure N°18	Teneurs de phosphore	50
Figure N°19	Teneurs de Fer Ferreux	51
Figure N°20	Teneurs de chlorure	52

Liste des figures

N° Figures	Titers des figures	Page
Figure N°21	Teneurs de TH, Ca ⁺² , Mg ⁺²	52
Figure N°22	Teneurs de titre alcalimétrique complet	53
Figure N°23	Teneurs de Résidus Sec	54
Figure N°24	Teneurs de sulfate	54
Figure N°25	Teneurs de la demande biologique en oxygène à 5 jours	55
Figure N°26	Teneurs de demande chimique en oxygène	56

Liste des photos

N° photos	Titers	Page
Photo N°01	Charbon actif synthétisé en poudre	25
Photo N°02	Charbon actif synthétisé en Grain	26
Photo N°03	Noyaux de dattes	31
Photo N°04	Poudre de noyaux de datte	31
Photo N°05	Charbon actif de noyaux de datte	32
Photo N°06	Conductimètres	64
Photo N°07	spectromètre	64
Photo N°08	DCO mètre	64
Photo N°09	DBO mètre	64
Photo N°10	Montage d'activation du CAND	65
Photo N°11	Eau usée « l'abattoir »	65
Photo N°12	Eau usée « l'abattoir » après le traitement	65
Photo N°13	prélèvement d'eau usée de l'abattoir	67

Liste des abréviations

Abréviation	Désignations
ADE	Algérienne des eaux
°C	Degré Celsius
CAND	Charbon Actif des Noyaux de Dattes
CAG	Charbon actif en grains
CAP	Charbon actif en poudre
CE	Conductivité électrique.
DBO5	La demande biologique en oxygène
DCO	La demande chimique en oxygène
EDTA	Ethylène Diamine Tétra Acétique
HSN	Acide calcons Carboxylique
MO	Matière Oxydable
MM	Milli Mètre
NM	Nano Mètre
ND	Noyaux de Datte
NTU	Nephelometric Turbidity Unit
USB	Unités Structurales de Base
USB	Unités Structurales de Base
µS/cm	Micro Siemens par centimeter
UV	Ultra-violet

Table de matière

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des photos	
Liste des abréviations	
Introduction général	01
Synthèse bibliographique	
<i>I-Généralité sur les noyaux de dattes</i>	
I-1-Définition de la datte	03
I-2-Classification des dattes	04
I-3-Production des dattes en Algérie	04
I-4-Description morphologique	05
I-5-Composition du noyaux de datte	06
I-6-Composition biochimique du noyau de datte	06
I-7-Composition en éléments minéraux	07
I-8-Utilisation des noyaux de dattes	07
<i>II-Généralité sur l'adsorption</i>	
II-1-Définition de l'adsorption	09
II-2-Les différents types d'adsorption	09
II-3-Description du mécanisme d'adsorption	10
II-4-Facteurs influençant le phénomène d'adsorption	12
II-5-Application de l'adsorption en phase liquide	13

II-6-Classification des isothermes d'adsorption dans la phase liquide	13
II-7-Modélisation de l'équation d'adsorption	15
II-8-TYPES D'ADSORBANTS	17
<i>III-Généralité sur charbon actif</i>	
III-1-Définition de charbon actif	20
III-2-Elaboration de charbon actif	20
III-3-Préparation du charbon actif	21
III-4-Propriétés d'un charbon actif	22
III-5-Les différentes formes du charbon actif	24
III-6-Les utilisations du charbon actif	26
III-7-Régénération du charbon actif	27
<i>IV-Généralités sur les eaux usées</i>	
IV.1.Définition	28
IV.2.Les différents types des eaux usées	28
IV.3. Eaux usées de l'abattoir	28
<i>Matériel et méthode</i>	
Objectif	30
<i>Partie A: synthèse d'un charbon actif à partir des noyaux de dattes</i>	30
1/ Matières première	31
2/ Matériels et produits utilisés	31

3/ Préparation de la matière première	31
4/ Carbonisation	32
5/ Activation chimique	32
6/ Lavage	32
7/ Séchage	32
8/ Caractérisations physiques du charbon actif de ND préparés	33
<i>Partie B: Méthodes d'analyses physico-chimiques des eaux</i>	34
1)-Échantillonnage	34
2)- Prélèvement de l'eau à analyser	34
3)-Appareillage et matériels utilisés pour analyse des eaux usées	34
4)-Paramètre physique	35
5)-Paramètre chimique « pollution »	36
6)- Eléments majeurs de minéralisation	38
7)- Paramètres gravimétriques	40
8)-Les matières organiques	42
9)-Traitement d'eau usée sur charbon actif de ND	45
Résultat et discussion	

1/ Les caractéristiques physiques de charbon actif à origine des noyaux de datte	46
2/ Résultats des analyses physico-chimiques d'eaux usées	46
1. Paramètres physiques	46
2. Paramètres chimiques	48
2.1. Eléments majeurs de minéralisation	51
2.2. Paramètre de gravénumétriques	53
3/ Les matières organiques	55
<i>Conclusion général</i>	57
<i>Références bibliographiques</i>	59
<i>Annexes</i>	64

Introduction Générale

Introduction générale

La pollution envahit le globe terrestre avec tous ces types: gazeux, liquides et solides. La protection de l'environnement est devenue une occupation primordiale surtout à la préservation contre n'importe qu'elle façons de pollution.

Parmi les polluants solides on trouve les déchets de l'agriculture comme les noyaux de la plupart des fruits, cela à pousser les industriels à chercher des solutions pour valoriser ces déchets. Pour ces noyaux, ils ont trouvé des plusieurs applications (Renforcer la vue et augmenter l'intensité, ils contribuent également à se débarrasser des maladies oculaires, Maladies de cheveux traités, et le cuir chevelu, comme les noyaux des dattes utilisées pour allonger les cheveux, de renforcer et d'augmenter sa densité, et de se débarrasser des espaces dans la tête, Renforce le corps et lui fournir l'énergie et la vigueur et la vitalité, Adresse de nombreuses maladies qui affectent la peau et la peau, tels que les champignons, l'abrasion et les céréales, Contribuer à abaisser la température, et de maintenir le niveau naturel, utilisé pour tuer les bactéries, les microbes et la destruction, Renouvellement du sang et purifié dans le corps, Ramollissement de l'estomac et des intestins). Et on fait la production de charbon actif. Ces charbons sont utilisés dans différents domaines.

Parmi les domaines d'utilisation des charbons actifs c'est la dépollution par adsorption dans les liquides. Cet axe de recherche ouvre les portails de dépollution de l'environnement d'un côté en valorisant un genre de déchet solide et d'autre côté en réutilisant l'eau dépolluée.

Le charbon actif en poudre ou grains, est un matériau connu pour ses propriétés adsorbants. Elaborer des charbons à partir des déchets agricoles permet d'une part de les éliminés et d'autre part d'optimiser le rendement et les coûts de production des exploitations.

L'eau est la base de vie de tous être vivant mais la différente forme de pollution de cet élément précieux pousse les chercheurs à trouver une solution pour la dépollution.

C'est un vrai danger pour les être humain ou la vie aquatique. Les origines de la pollution des eaux sont variées mais initialement liées à l'activité humaine: pollutions domestiques, industrielles et agricoles, et notre eaux usée de l'abattoir.

Des quantités importantes des noyaux de dattes ont générées chaque année et Constituent une source significative de déchets agricoles. De tels sous-produits correspondants à cette perte sont pourtant susceptibles de présenter un intérêt économique non négligeable. Ils avèrent, ainsi, important de valoriser de tels déchets.

Introduction générale

L'objet de ce travail est la valorisation des sous-produits naturels, nous nous sommes intéressés à la préparation du charbon actif à partir de noyaux de dattes. Ces derniers ont été activés chimiquement en présence d'un acide phosphorique et chlorure de zinc comme agent activant.

Le charbon actif de noyaux de dattes « GHARS » utilisant pour teste l'efficacité, dans le traitement d'eau usée de l'abattoire.

Pour cela, nous avons structure ce travail en trois parties, en l'occurrence:

Première partie: synthèse bibliographique sur généralité noyaux de dattes, l'adsorption et charbon active la dernière généralité des eaux usées.

Deuxième partie: Matériels et méthodes de procédure expérimentale qui constitue la Préparation et la caractérisation de charbons active de noyaux de dattes, Ainsi l'évaluation des différents paramètres physiques et chimiques.

Troisième partie : Résultats et discussion et on terminera par une conclusion générale.

Synthèse bibliographique

Synthèse bibliographique

I-Généralité sur les noyaux de dattes :

Les dattes (fruits des palmiers) c'est la production de base des régions d'Oasis et parmi plusieurs variétés on trouve un genre qui s'appelle "GHARS" ce genre est très produit dans la région de METLILI qui est commune de la wilaya de Ghardaia. Chaque année on consomme des milliers de tonnes de dattes donc une quantité énorme de noyaux.

La valorisation des déchets est un problème préoccupant dont la participation dans sa résolution est notre objectif.

I-1-Définition de la datte :

La datte, fruit du palmier dattier, est une baie, généralement de forme allongée, oblongue ou arrondie. Elle est composée d'un noyau, ayant une consistance dure, entourée de chair.

La partie comestible de la datte, dite chair ou pulpe, est constituée de:

- un péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau.
- Un mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et de couleur soutenue.
- Un endocarpe de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau.
- Les dimensions de la datte sont très variables, de 2 à 8cm de longueur et d'un poids de 2 à 8g selon les variétés [1].

Leur couleur va du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambre, rouges, brunes plus ou moins foncées [2].

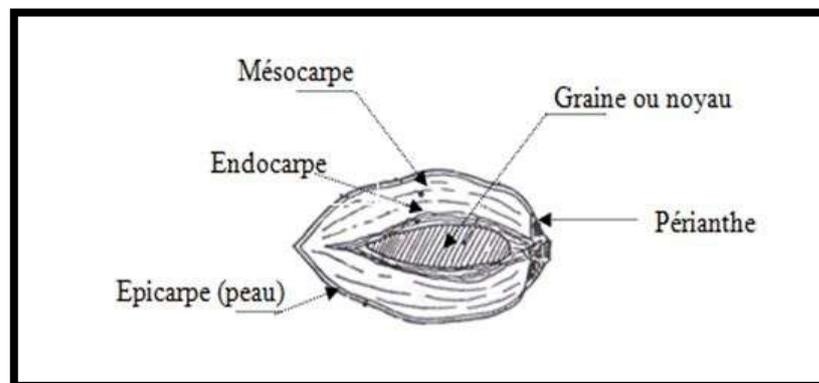


Figure N°01: Coupe d'une datte [3]

I-2-Classification des dattes:

Il existe plusieurs centaines de variétés de datte, elles sont classées généralement selon leur consistance au moment de la date de la récolte en:

- **Dattes molles:** Ghars, Bon feggous, Khastaur.
- **Dattes demi molles:** Deglat Nour, Mehjoul, Hadrawi.
- **Dattes sèches:** Deglat Baida [4].

Les dattes sèches contiennent un peu d'eau (15%), on peut les conserver pendant plus d'un an (Gene et Monica, 2007). Les dattes molles sont les plus appréciées, surtout celles des variétés tardive, translucide et exquises, très riches en sucres elles [5].

I-3-Production des dattes en Algérie:

La production réalisée dans la campagne agricole (2000/2001) est de 4.18 millions de quintaux [6].

Synthèse bibliographique

Tableau N°01: Production des dattes en Algérie de la campagne agricole (2000/2001) en quintaux.

Willaya	Deglet – Nour	Gharset analogues (dattes)	Degla – Beida et analogues (dattessèches)	total
Adrar	0	0	572.000	572.000
Laghouat	350	1990	2070	4410
Batna	210	1430	4870	6510
Biskra	769.620	134.760	292.280	1196.660
Bechar	0	0	94890	94890
Tamanrasset	0	0	47930	47930
Tébessa	4620	4000	1740	10360
Djelfa	250	100	50	400
M'sila	0	0	2500	2500
Ouargla	434.110	207.760	66.740	708610
El – Bayadh	0	8750	0	8750
Illizi	90	620	8000	8710
Tindouf	0	500	0	500
El- Oued	895.450	234.920	105.820	1236190
Khenchela	1610	4880	1480	7970
Nâama	0	1690	190	1880
Ghardaïa	106.000	38.600	131.400	276.000
Total	2.212.310	640.000	1.331.960	4.184.270

I-4-Description morphologique [7] :

Le noyau ou graine de forme allongée est de grosseur variable (**figureN°02**); son poids moyen oscille autour du gramme. Il représente de 7 à 30% du poids de la datte et est constitué d'un albumen corné de consistance dure protégé par une enveloppe cellulosique.

Synthèse bibliographique

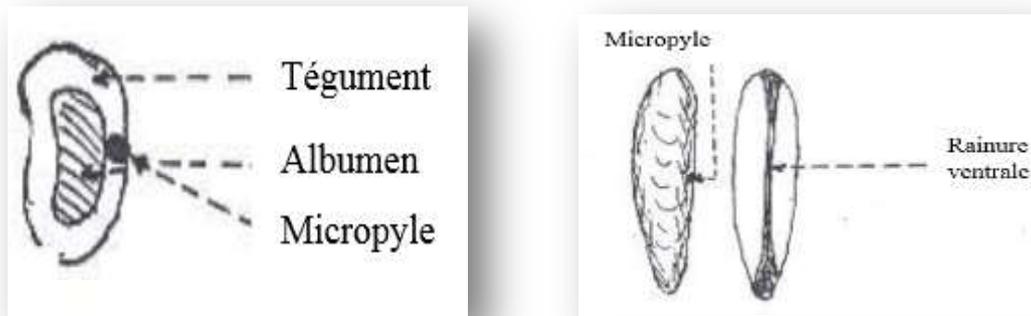


Figure N°02: Coupe du noyau [8]

I-5-Composition du noyaux de dattes [8]:

Le tableau suivant présente les principaux constituants des noyaux de dattes.

Tableau N°02: Composition et valeur fourragère des noyaux de dattes (%) de varieties Mauritaniennes (1) et Irakiennes (2).

Compositions	1	2
Eau	7.16	6.46
Cendres	1.22	1.12
Lipides	8.86	8.49
Protides	6.54	5.22
Glucides	58.90	62.51
Cellulose	17.32	16.20

I-6-Composition biochimique du noyau de datte [9, 10, 11]:

Plusieurs auteurs ont étudié la composition chimique des noyaux de dattes.

Tableau N° 03: Composition biochimique des noyaux de dattes.

Constituants	Munier, 1973	Besbes et al, 2004
Eau	6.46	8.6 – 9.4
Glucides	62.51	81 – 83.1
Protides	5.22	5.17 – 5.56
Lipides	8.49	10.19 – 12.67
Cellulose	16.20	–
Cendre	1.12	1.12– 1.15

-Les noyaux constituent un sous produit intéressant. En effet, de ces derniers, il est possible d'obtenir une farine dont la valeur fourragère est équivalente à celle de l'orge [2].

-Le noyau de datte contient jusqu'à 13.2% de matière grasse [9]. Cette dernière contient 14 types d'acides gras alors que seulement 8 sont présents dans la pulpe à des teneurs très faibles [12].

I-7-Composition en éléments minéraux [13]:

L'analyse des éléments minéraux, montre que le Potassium est le plus abondant dans le noyau de dattes suivi par le Phosphore, le Magnésium puis le Calcium et enfin le Sodium. Alors que parmi les micro-éléments, le Fer a la teneur la plus élevée (tableau N° 04).

Tableau N°04: Composition en éléments minéraux des noyaux de dattes

Valeurs	Mg/100g de matière sèche
Eléments	
Potassium	230 – 290
Magnésium	50 – 60
Calcium	30 – 40
Phosphore	60 – 70
Sodium	10 – 11
Fer	2 – 2.5

I-8-Utilisation des noyaux de dattes:

Les noyaux est utilisable dans l'alimentation humaine: après torréfaction, il peut en effet constituer un succédané du café et donne une décoction d'une saveur et d'un arôme agréable (café décaféine). Il est surtout utilisé comme provende pour les animaux; sa valeur fourragère équivaut à celle du Kilogramme d'orge. Il constitue donc d'un sous-produit des plus intéressants.

La digestibilité des noyaux est souvent améliorée par réduction de ces derniers en poudre fine.

La présente invention se rapporte à l'utilisation dans une composition, ou pour la préparation d'une telle composition, d'une quantité efficace d'un extrait de noyaux de dattes; l'extrait où la composition étant destinés à:

Synthèse bibliographique

- Traiter de manière curative et/ou préventive les manifestations cutanées du vieillissement.
- Diminuer les rides et/ou les ridules.
- Lisser la peau.
- Il a un bon effet sur l'utérus après l'accouchement.
- Sert à renouveler le sang et diminuer la fièvre.
- Il est considéré comme protecteur de certains types du cancer.
- Calment dentaire « casser le noyau et le mettes sur la gencive ».

Pour donner un ordre de grandeur, dans les compositions cosmétiques ou dermatologiques, l'extrait de noyaux de dattes est utilisé en une quantité représentant de 0.0001% à 20% du poids total de la composition, et préférentiellement en une quantité représentant de 0.001% à 5% du poids total de la composition.

Ces compositions comprenant, de façon connu, les adjuvants nécessaires à leur formulation, tels que solvants, épaississants, diluant, antioxydants, colorants, filtres, pigments, charges, conservateurs, parfums, absorbeurs d'odeur. Dans tous les cas, ces adjuvants, ainsi que leurs proportions, seront choisis de manière à ne pas nuire aux propriétés recherchées [7, 8, 14].

II-Généralité sur l'adsorption

II-1-Définition de l'adsorption :

L'adsorption est un phénomène d'interface où des molécules d'une espèce appelée adsorbat (gaz ou liquide) viennent se fixer sur la surface d'un solide, appelé adsorbant, Donc c'est un passage d'une espèce chimique d'une phase liquide ou gazeuse vers une surface solide. Elle implique dans tous les cas de l'existence d'attractions plus ou moins fortes des solutés par les surfaces, avec des énergies mises en jeu, très variables selon la nature de ces interactions.

De manière générale, l'adsorption est un phénomène exothermique qui se produit avec un dégagement de chaleur ce qui peut conduire à un échauffement du solide [15,16].

L'équilibre d'adsorption, dépend de nombreux facteurs dont les principaux sont décrits ci-après : Surface spécifique; Porosité; Nature de l'adsorbat; Polarité; pH; Température [17].

II-2-Les différents types d'adsorption:

L'étude expérimentale des nombreux cas d'adsorption permet de distinguer deux types principaux d'adsorption: L'adsorption physique et l'adsorption chimique.

1) Adsorption physique:

Appelée également physisorption. Elle est due principalement aux liaisons de VAN DER WAALS, qui prennent forme dans le cas où les forces d'interaction moléculaires entre un solide et un gaz deviennent supérieures aux forces reliant les molécules de gaz entre elles [18].

Les forces de physisorption sont deux types:

- Les forces de dispersion (VAN DER WAALS).
- Les forces polaires résultant de la présence de champ électrique dans les micropores.

En outre, ce type d'adsorption se caractérise par sa réversibilité relativement facile ainsi que par son manque de spécificité. L'adsorption est en général très rapide. La chaleur libérée (phenomena exothermique) est de l'ordre de 1 à 10 K cal / mole [18].

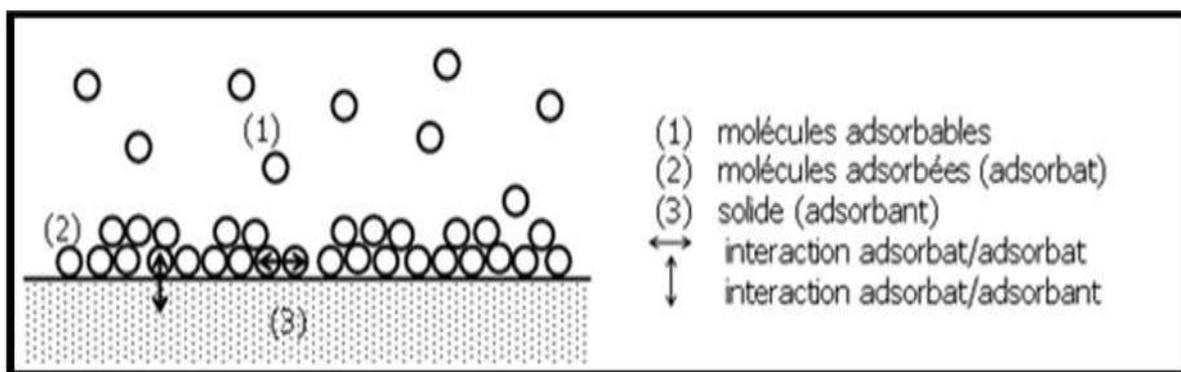


Figure N°03: Schéma de l'adsorption physique [19]

2) Adsorption chimique:

Dans la chimisorption, la liaison entre l'adsorbant et l'adsorbat est due à des forces chimiques. Ces forces sont plus grandes que les forces de VAN DER WAALS. Le phénomène est généralement irréversible. Donc, la désorption est plus difficile. Les molécules adsorbées subissent, généralement des changements dans leurs structures chimiques [20].

L'énergie mise en jeu au cours d'un processus de chimisorption est plus conséquente que celle mise en jeu au cours d'un processus de physisorption. L'adsorption chimique est un phénomène qui dépend de l'affinité particulière entre un adsorbat et un adsorbant. Sa chaleur libérée est de l'ordre de 20 à 50 kcal/mole [18] [21].

Tableau N°05 : Les différences entre l'adsorption physique et chimique [22]

Propriétés	Adsorption physique	Adsorption chimique
Température du processus	Relativement basse à la température d'ébullition de l'adsorbât	Plus élevée
Chaleur d'adsorption	1 à 10 kcal/mol	Supérieur à 10 kcal/k2mol
Liaison	Physique de Van Der Waals	Chimique
Spécificité	Processus non spécifique	Processus spécifique
Désorption	Facile	Difficile
Cinétique	Rapide	Lente
Formation de couches	Formation de multicouches	Formation de monocouche

II-3-Description du mécanisme d'adsorption:

Il existe plusieurs mécanismes d'adsorption d'un solute sur la surface d'un solide.

Parmi ces mécanismes, nous pouvons citer [23]:

- L'adsorption par échange d'ions.
- L'adsorption mettant en jeu une paire d'électrons.
- L'adsorption par polarisation des ponts d'hydrogène.
- L'adsorption mettant en jeu l'attraction électrostatique.

L'adsorption se produit principalement en quatre étapes. La figure N°04: représente un matériau (adsorbant) avec les différents domaines dans lesquels peuvent se trouver les molécules organiques ou inorganiques qui sont susceptibles de rentrer en interaction avec le solide.

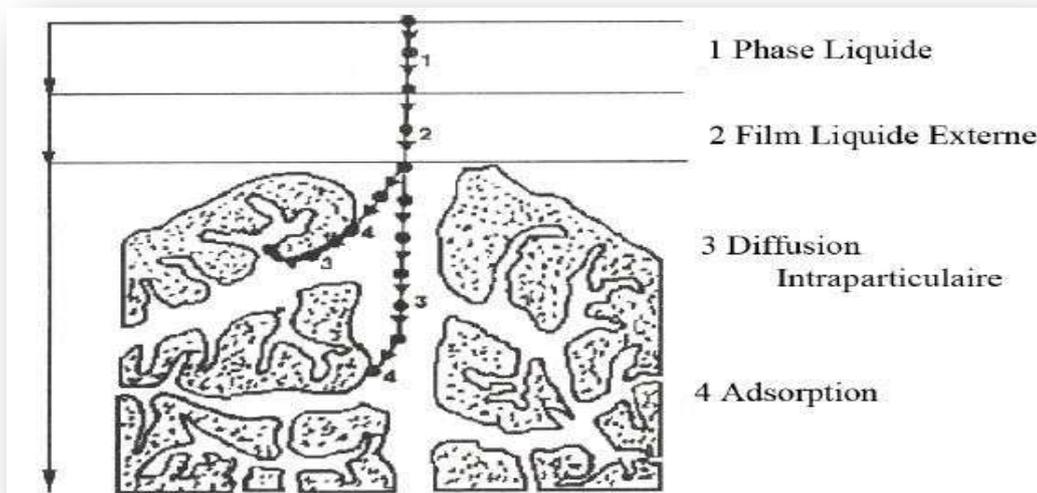


Figure N°04: Domaines d'existence d'un soluté lors de l'adsorption sur un matériau microporeux [23].

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

1. Diffusion de l'adsorbât de la phase liquide externe vers celle située eau voisinage de la surface de l'adsorbant.
2. Diffusion extragranulaire de la matière (transfert du soluté à travers le film liquide vers la surface des grains).
3. Transfert intragranulaire de la matière (transfert de la matière dans la structure poreuse de la surface extérieure des grains vers les sites actifs).
4. Réaction d'adsorption au contact des sites actifs, une fois adsorbée, la molécule est

considérée comme immobile.

II-4-Facteurs influençant le phénomène d'adsorption :

Plusieurs paramètres influent sur l'adsorption les plus importants; la température, la nature de l'adsorbant et de l'adsorbé.

1-La température :

La quantité adsorbée à l'équilibre augmente quand la température diminue, de plus, l'adsorption libère une chaleur d'adsorption comme toute réaction exothermique, elle est donc favorisée par les basses températures [24,25].

2-Facteurs caractérisant l'adsorbant :

Toutes les substances ne sont pas adsorbables au même titre. La capacité de rétention d'un polluant est fonction :

- De l'énergie de liaison de la substance à adsorber.
- De la structure et la taille des molécules : un haut poids moléculaire réduit la diffusion et par conséquent la fixation de l'adsorbé.
- De sa solubilité: moins une substance est soluble, mieux elle est adsorbée.
- De sa concentration [24,25].

3-Facteurs caractérisant l'adsorbant :

Un solide adsorbant est caractérisé par des propriétés physico-chimiques, mécaniques et géométriques, les plus importantes sont les propriétés géométriques.

- **La surface spécifique:** La surface spécifique est une mesure essentielle de la capacité de sorption de l'adsorbant. Elle désigne la surface accessible rapportée à l'unité de poids d'adsorbant. Une surface spécifique est d'autant plus grande, si l'adsorbant est plus divisé.
- **La structure de l'adsorbant :** L'adsorption d'une substance croît avec la diminution de la taille des particules et les dimensions des pores de l'adsorbant. Mais si le diamètre des pores est inférieur au diamètre des molécules, l'adsorption de ce composé sera négative, même si la surface de l'adsorbant a une grande affinité pour le composé. La distribution des tailles des pores joue un rôle important dans la cinétique globale du Processus d'adsorption.

- **La polarité:** Les solides polaires adsorbent préférentiellement les corps polaires, et les solides apolaires adsorbent les corps apolaires. L'affinité pour les substrats croît avec la masse moléculaire de l'adsorbat. L'adsorption est plus intense pour les corps qui ont relativement plus d'affinité pour le soluté que pour le solvant [24,25].

II-5-Application de l'adsorption en phase liquide:

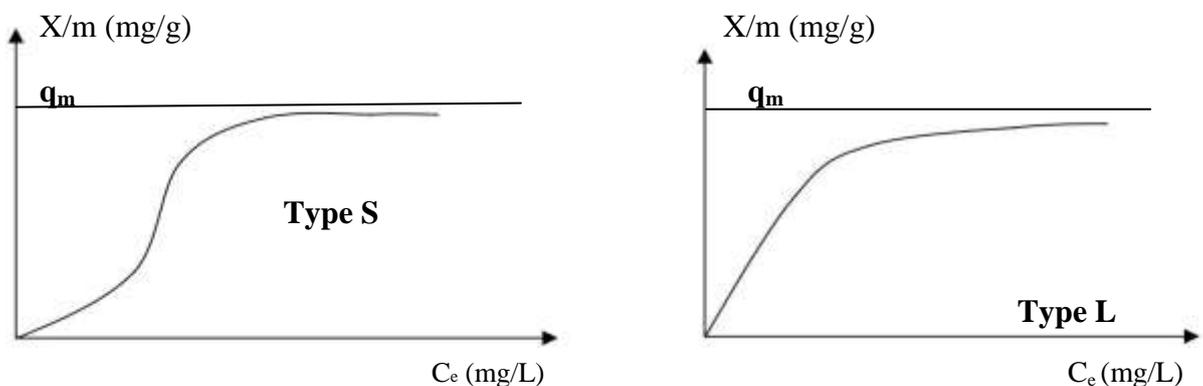
On peut classer les applications de l'adsorption en phase liquide en deux domaines: Celui du traitement des solutions diluées et celui du fractionnement des mélanges liquides, bien que, dans les deux cas, il s'agisse toujours de séparation de composés chimiques.

Les applications industrielles concernant le traitement des solutions diluées (purification et extraction) sont extrêmement nombreuses. Les traitements les plus importants en tonnage concernent:

- La décoloration des jus sucrés;
- La purification de divers produits pétroliers et de matières grasses animales et végétales;
- Le traitement des eaux (élimination, des métaux lourds, des odeurs et de la matière organique).
- La dessiccation des produits organiques industriels [26].

II-6-Classification des isothermes d'adsorption dans la phase liquide:

Gilles et Coll ont proposé les modèles d'adsorption, dont quatre types particuliers sont maintenant considérées comme les quatre formes principales d'isothermes généralement observées (**Figure N°05**) [27].



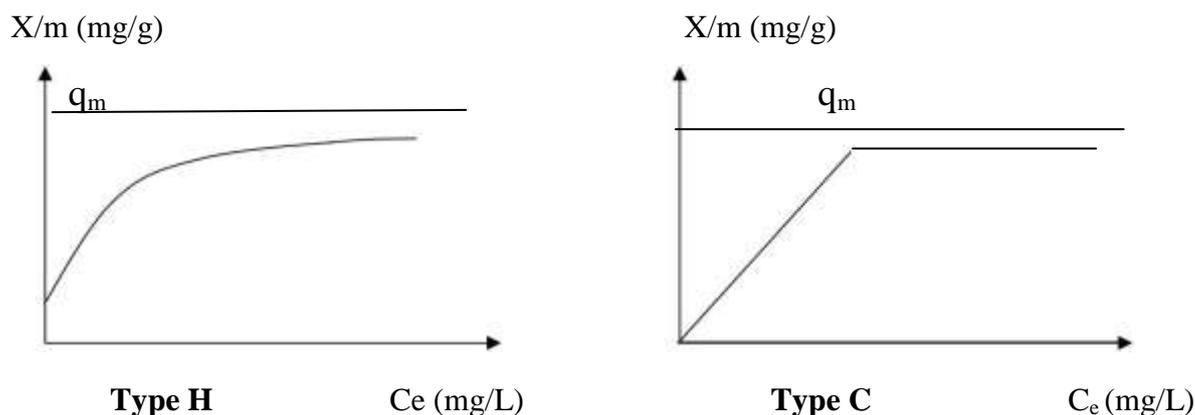


Figure N°05: Les isothermes d'adsorption en phase liquide [28].

★ Les isotherms de type S:

Les isothermes de ce type présentent, à faible concentration, une concavité tournée vers le haut. Les molécules adsorbées favorisent l'adsorption ultérieure d'autres molécules (adsorption coopérative), ceci est dû aux molécules qui s'attirent par des forces de Van Der Waals, et se regroupent en îlots dans lesquels elles se tassent les unes contre les autres.

Ce comportement est favorisé, d'une part, quand les molécules de soluté sont adsorbées verticalement comme c'est le cas des molécules possédant un seul groupe fonctionnel et d'autre part, quand les molécules se trouvent en compétition d'adsorption forte avec le solvant [29].

★ Les isotherms de type L:

Les isothermes de type L présentent, aux faibles concentrations de la solution, une concavité tournée vers le bas qui traduit une diminution des sites libres au fur et à mesure de la progression de l'adsorption. Ce phénomène se produit lorsque les forces d'attraction entre les molécules adsorbées sont faibles. Elle est souvent observée quand les molécules sont adsorbées à plat, ce qui minimise leur attraction latérale. Elle peut également apparaître quand les molécules sont adsorbées verticalement et lorsque la compétition d'adsorption entre le solvant et le soluté est faible. Dans ce cas, l'adsorption des molécules isolées est assez forte pour rendre négligeable les interactions latérales [29].

★ Les isotherms de type H:

La partie initiale de l'isotherme est presque verticale, 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.

L'isotherme de type H est aussi observée lors de l'adsorption de micelles ou de polymères formées à partir des molécules de soluté [29].

★ Les isotherms de type C:

Les isothermes de ce type se caractérisent par une partition constante entre la solution et le substrat jusqu'à un palier. La linéarité montre que le nombre de sites libres reste constant au cours de l'adsorption. Ceci signifie que les sites sont créés au cours de l'adsorption. Ce qui implique que les isothermes de ce type sont obtenues quand les molécules de soluté sont capables de modifier la texture du substrat en ouvrant des pores qui n'avaient pas été ouverts préalablement par le solvant [29].

II-7-Modélisation de l'équation d'adsorption :

Pour décrire les performances d'un système adsorbât/adsorbant, des modèles théoriques et empiriques ont été développés, décrivant la relation entre la masse d'adsorbât fixée à l'équilibre et la concentration sous laquelle elle a lieu, à température constante.

Il s'agit d'isotherme d'adsorption. Une isotherme est donc une courbe qui représente la variation de la quantité de soluté adsorbée par unité de masse d'adsorbant en fonction de la concentration à l'équilibre C_e .

Les trois isothermes les plus connues sont celles de Langmuir, de Freundlich et de Brunauer-Emmett-Teller (BET) [30].

1. Modèle Isotherme d'adsorption de Langmuir :

L'équation de Langmuir suppose que l'adsorption a lieu sur des sites de même énergie et qu'il n'y a pas d'interaction entre les molécules adsorbées.

Elle est applicable à l'adsorption mono moléculaire et s'exprime par :

$$q = \frac{X}{m} = q_m * \frac{b.C_e}{1 + b.C_e}$$

Où :

q: quantité de soluté adsorbée par unité de masse de l'adsorbant à l'équilibre (mg/g).

q_m: capacité d'adsorption ultime (mg/g).

C_e: concentration du soluté dans la phase liquide à l'équilibre (mg/l).

b: constante de Langmuir.

La linéarisation de l'équation de Langmuir donnée permet de déduire la capacité ultime **q_m** et la constante de dissociation **K_d** égale à 1/b [30].

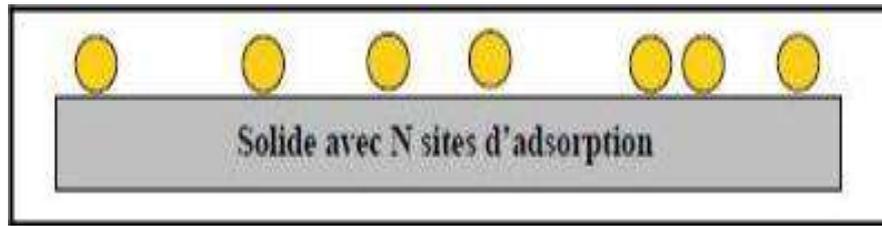


Figure N°06: Modèle d'adsorption en monocouche [31]

2. Modèle Isotherme de Freundlich :

L'isotherme d'adsorption de Freundlich, présentée en 1926, repose sur l'équation empirique suivante :

$$q = K \cdot C_e^{1/n}$$

K, n : constantes expérimentales qui dépendent respectivement de la nature de l'adsorbât et de l'adsorbant.

Cette isotherme est une isotherme empirique qui, contrairement à celle de Langmuir, tient compte de l'inégalité d'énergie d'adsorption des différents sites [32].

3. Modèle Isotherme de B.E.T :

L'isotherme de B.E.T, proposée en 1938, repose sur les hypothèses ci-dessous :

- a- Plusieurs couches successives de molécules peuvent être fixées sur l'adsorbant.
- b- Les sites d'adsorption sont distribués uniformément à la surface de l'adsorbant.
- c- Chaque site est indépendant des sites voisins
- d- L'énergie d'adsorption retient la première couche de molécule, alors que l'énergie de condensation retient les couches successives suivantes [32].

L'équation de l'isotherme d'adsorption de B.E.T est la suivante :

$$q = \frac{A \cdot C_e \cdot Q_m}{(C_s - C_e) * [1 + (A - 1) \cdot C_e / C_s]}$$

Où :

Q_m : capacité ultime d'adsorption (mg/g).

C_e : concentration du soluté dans la phase liquide à l'équilibre (mg/l).

C_s : concentration de la matière dissoute à l'état de saturation (mg/l).

A : constante liée à l'énergie d'interaction avec la surface.

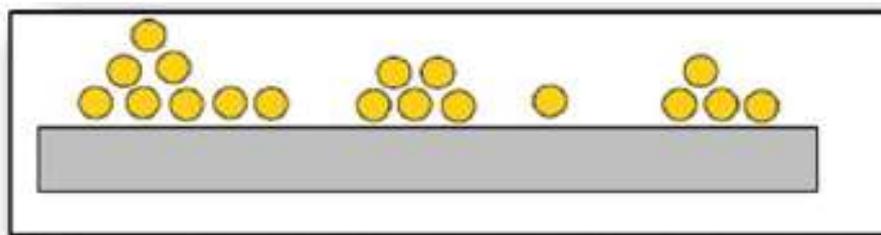


Figure N°07 : Modèle d'adsorption en multicouches [31]

II-8-TYPES D'ADSORBANTS :

Plusieurs matériaux sont utilisés en traitement des eaux pour les techniques de l'adsorption: Il s'agit de produits naturels employés tels que la terre à foulon. Certains adsorbants ont une origine minérale et les autres sont d'origine à base de polymère.

1. Charbons actifs:

Les charbons actifs sont préparés par pyrolyse d'une matière contenant du carbone, charbon ou matériau végétal, pour conduire à un charbon de bois qui est ensuite oxydé par la vapeur d'eau dans des conditions contrôlées pour créer une structure microporeuse. Il existe plusieurs centaines de qualités de charbons actifs, suivant le précurseur et les conditions de traitement. On peut aussi trouver des charbons actifs dits « chimiques », car activés à chaud en présence d'agents chimiques déshydratants, comme l'acide phosphorique ou le chlorure de zinc ce sont des adsorbants hydrophobes dont la surface spécifique se situe entre 500 et 1500 m²/g. Leur porosité, leur vaste domaine d'application et leur coût font des charbons actifs les adsorbants les plus répandus [33].

2. Adsorbants minéraux:

a. Les argiles :

Les argiles sont des produits de décomposition des roches siliceuses par désagrégation physique et chimique et mécanique puis par altération chimique.

L'argile brute contient généralement des particules élémentaires dont le diamètre des grains est inférieur à deux micromètres (<2 µm) qui représentent les individus cristallins (phase minérale pure) appelée minéraux argileux responsables de ses propriétés tel que le gonflement, la plasticité, et les propriétés d'adsorption [34].

b. Les zéolithes :

Les zéolithes sont des adsorbants de squelette cristallin aluminosilicate tridimensionnel constitué de tétraèdres SiO_4 et AlO_4 , de formule globale $(\text{AlO}_2\text{M}, n\text{SiO}_2)$ où M représente le plus souvent un métal alcalin ou alcalino-terreux et $n \geq 1$. Il existe plus de 100 espèces de zéolithes, différant par la valeur de n et la structure cristallographique. Ils ont une structure microporeuse faite de cavités et de canaux qui leur confère des propriétés adsorbantes. Ils sont sous forme de poudre, granulés ou extrudés. La surface spécifique ne dépassent pas $900 \text{ m}^2/\text{g}$. mais, ils présentent une bonne sélectivité [35].

c. L'alumine activée :

Les alumines activées sont obtenues par thermolyse flash du tri hydroxyde d'aluminium $\text{Al}(\text{OH})_3$ qui conduit à un produit de composition approximative $\text{Al}_2\text{O}_3, 0.5 \text{ H}_2\text{O}$, possédant une structure poreuse résultant du départ de molécules d'eau. La surface des pores est couverte de groupements Al-OH, et l'adsorption se fait préférentiellement par liaison hydrogène. Les alumines activées sont des adsorbants amorphes, moyennement polaires et hydrophiles. Ils ont une surface spécifique de $300 \text{ m}^2/\text{g}$ [36].

d. Les gels de silice :

Les gels de silice sont préparés à partir de $\text{Si}(\text{OH})_4$ en phase aqueuse, obtenu par acidification d'un silicate de sodium, ou bien à partir d'un sol de silice. Les groupements Si-OH conduisent à des liaisons hydrogène.

Il existe deux types de gels de silice : les microporeux, assez hydrophiles, et les macroporeux, versatiles, qui diffèrent par la taille des pores comme le nom l'indique. Leur surface spécifique peut être de 300 à $800 \text{ m}^2/\text{g}$ [37].

3. Les adsorbants à base de polymère :

Ce sont pour la plupart des produits en développements qui n'ont actuellement que des applications très spécifiques et peu nombreuses. Le plus répandu est un copolymère du styrène et du divinylbenzène: le polystyrène forme des chaînes reliées entre elles par des ponts de divinylbenzène, ce qui confère une porosité inter chaîne à la structure. Une caractéristique importante de ces adsorbants est qu'ils sont très hydrophobes. Ces produits peuvent être utilisés tel quel ou subir une carbonisation. On obtient alors des adsorbants voisins des charbons actifs. Si le polymère initial est préparé en fibres, on peut le tisser et obtenir des tissus de charbon actif.

Synthèse bibliographique

Le diamètre de fibre étant de l'ordre de 10 microns, le temps de transfert est beaucoup plus rapide que pour tous les autres adsorbants. Sa surface spécifique peut atteindre pour les tissus de charbon actif 2000 m²/g [38].

III-Généralité sur charbon actif

III-1-Définition de charbon actif :

Le charbon actif est un produit adsorbant obtenu à partir de matières premières riches en carbone (le bois, la tourbe, le charbon, le lignite, l'écorce de noix de coco, noyaux de fruits, etc.) [39].

Le charbon actif est une forme brute de graphite. Pour le grand public, ce composé est utilisé généralement pour les mines de crayons. Il reste néanmoins différent dans la mesure où la disposition des plaques de graphite est entièrement aléatoire contrairement aux mines de crayons où les plaques de graphite sont parfaitement disposées de manière parallèle.

Cette structure imparfaite est de fait très poreuse. Le charbon actif est donc composé de pores de tailles différentes : d'imperfections du domaine du visible jusqu'aux pores aux dimensions moléculaires. Le charbon actif possède la plus grande force d'adsorption physique et le plus important volume d'adsorption de tous les matériaux naturels ou synthétiques connus. La surface du charbon actif peut être supérieure à 1000 m²/g. Cela signifie que la surface développée par 3 g de charbon actif couvre la surface d'un terrain de football [39].

III-2-Elaboration de charbon actif :

1. Matières premières :

La fabrication du charbon actif passe nécessairement par l'identification et le choix de la matière première. Les matières premières peuvent être obtenues à partir d'un grand nombre de matériaux contenant le carbone d'origine végétale, animale ou minérale.

a-Origin végétale :

Il existe une multitude de produits d'origine végétale qui peuvent intervenir dans la synthèse des charbons actifs et sous différentes formes variées :

- Déchets agricoles non utilisables exemple: Noyaux de fruit, coque de noix de coco [40, 41], bagasse de canne à sucre [42, 43].
- Paille et enveloppes de céréales exemple: blé et riz [44].
- Arbre sous forme de copeaux ou de sciure de bois exemple: Bouleau, chêne, eucalyptus [43, 45], lignite [46].

b. Origine animale :

Les charbons activés sont essentiellement obtenus à partir d'ossements d'animaux, mais aussi à partir de leur sang voire de leur chair.

c. Origine minérale :

Les charbons actifs sont obtenus en grande majorité à partir de matériaux combustibles comme le charbon minéral (houille, coke) ou la tourbe.

III-3-Préparation du charbon actif:

On distingue deux méthodes de fabrication du charbon actif qui ont pour but de libérer les pores du charbon ou de la matière rendue charbonneuse.

a) Méthode thermique:

Elle comporte trois étapes:

1. Déshydratation de la matière: Elle se fait à une température entre 100 et 170°C.

2. Carbonisation: Elle se fait à une température initiale de 300°C qu'on élève jusqu'à 600°C. Après pyrolyse de la matière organique avec expulsion du CO, CO₂, des acides organiques, des alcools et des autres produits volatils, on obtient un charbon presque pur [47].

3. L'activation: Le but du processus d'activation est d'augmenter le volume des pores. Dans une certaine mesure, d'élargir les pores créés durant le processus de pyrolyse. La nature du matériau de départ ainsi que les conditions de pyrolyse prédéterminent la structure et la largeur des pores [48]. L'activation supprime les structures carbonées désorganisées, exposant ainsi les feuillets aromatiques aux agents activateurs.

-L'activation physique:

L'activation physique consiste en une oxydation à haute température (750-1000°C) par un agent oxydant gazeux. Les gazes principalement utilisés, seuls ou en mélanges, dans ce procédé sont: l'air, la vapeur d'eau ainsi que le dioxyde de carbone.

Le niveau de température joue un rôle important dans le processus d'activation. En effet, à basse température, la cinétique d'oxydation est faible et l'activation conduit à une distribution homogène de la taille des pores dans tout le volume du matériau. Quand la température augmente, la vitesse de la réaction croît plus rapidement que la diffusion du gaz oxydant. Le procédé est donc limité par le transport du gaz oxydant au sein du matériau. Ce ci

conduit à une perte d'homogénéité de la porosité [48].

b) Méthode chimique:

Elle aussi, comporte trois étapes: la déshydratation, la carbonisation et l'activation. Cette dernière étape consiste à mélanger la substance carbonisée avec les réactifs déshydratants et oxydants. Parmi les réactifs utilisés on a: le chlorure de zinc ($ZnCl_2$), l'acide phosphorique (H_3PO_4) et l'acide sulfurique (H_2SO_4). Le résidu est ensuite broyé ou pulvérisé pour fabriquer soit un charbon actif granule ou en poudre [47].

-L'activation chimique:

L'activation chimique se pratique directement sur la matière brute. C'est un procédé qui met en jeu des agents très oxydants, tels que: l'acide phosphorique (H_3PO_4), le chlorure de Zinc ($ZnCl_2$), l'hydroxyde de potassium (KOH), l'acide sulfurique (H_2SO_4)... favorisant la déshydratation, puis une reorganisation structurale à des températures plus faibles que dans l'activation physique [49].

On constate que par cette méthode, la formation de goudrons est réduite au maximum [50].

Après réaction, le matériau est lavé abondamment à l'eau afin d'éliminer toute trace d'agent chimique restant. Le traitement des précurseurs par cet agent activant améliore le développement de la structure poreuse [51].

III-4-Propriétés d'un charbon actif :

1)- Structure interne du charbon actif :

La structure interne du composé active est constituée d'un assemblage aléatoire de Cristallites poly aromatiques, appelés Unités Structurales de Base (USB), composés de d'empilement de graphènes (**Figure N°08**). Comme l'ordre dans lequel les graphènes sont empilés est moins parfait que dans le cas du graphite (**Figure N°09**), on parle d'une structure turbo stratique que l'on retrouve dans les noirs de carbone. L'espace libre entre ces feuillets constitue la microporosité du matériau [56].

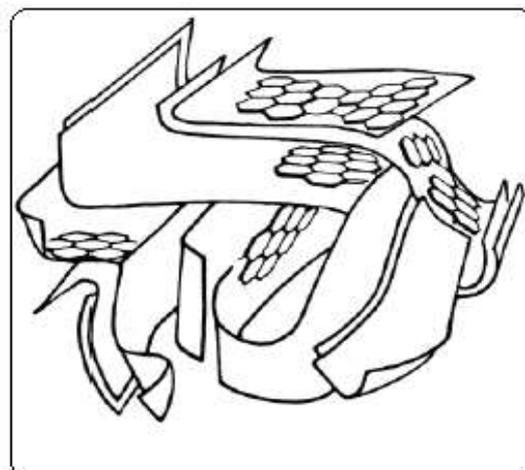
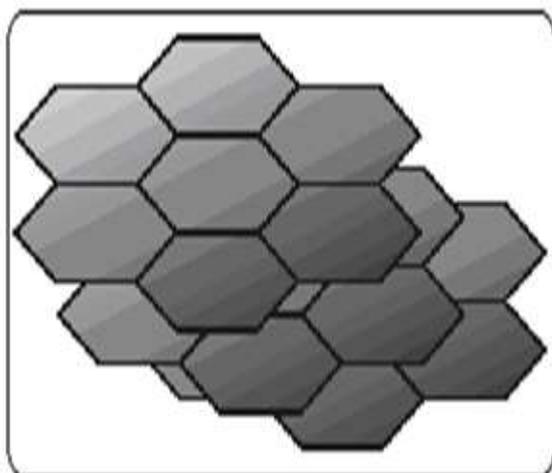


Figure N°08: Représentations d'un modèle d'USB **Figure N°09:** microstructure de CA [53]

2)- Surface spécifique d'un charbon active :

Par définition, la surface spécifique d'un adsorbant est une surface par unité de masse. Elle est généralement exprimée en m^2/g . Son estimation est conventionnellement fondée sur des mesures de la capacité d'adsorption « q_m » de l'adsorbant en question, correspondant à un adsorbant donné; la molécule adsorbée doit avoir une surface connue et acceptable. Il suffit à cet effet, de déterminer la valeur de la capacité de la monocouche à partir de l'isotherme d'adsorption [54].

3)-Les tailles des pores et le volume poreux d'un charbon actif :

La classification des pores proposée par DUBININ et adoptée actuellement par l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée (U.I.C.P.A.) est fondée sur leurs tailles. Trois catégories de pores ont été définies dans le Tableau N°02 [55].

Tableau N°06: Répartition des pores d'un adsorbant (DUBININ)

Pores	Rayon moyen des pores (nm)	Volume poreux ($cm^3.g^{-1}$)	Surface spécifique ($m^2.g^{-1}$)
Micropores	< 2	0,2 – 0,6	400 – 900
mMésopores	2-50	0.02-0.1	20-70
Macropores	>50	0.2-0.8	0.5-2

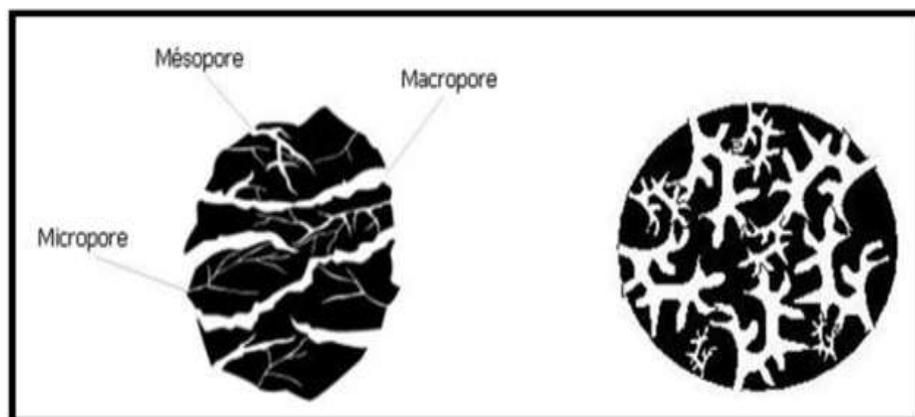


Figure N°10: Représentations schématisées d'un grain poreux [55]

4)-La capacité d'adsorption d'un charbon actif (capacité utile):

Plusieurs essais standardisés ont été définis pour caractériser la capacité d'adsorption d'un charbon actif notamment :

★ **Indice de phénol:**

Il représente la quantité de phénol C_6H_5OH exprimé en mg, adsorbée sur charbon actif [56].

★ **Indiced'iode:**

Pour les charbons actifs destinés à des applications en traitement des eaux, l'indice d'iode représente la quantité d'iode, exprimée en mg, adsorbée sur charbon actif [56].

III-5-Les différentes formes du charbon actif:

Le charbon actif est mis en œuvre sous la forme d'une poudre très finement divisée maintenue en suspension par agitation un temps suffisant pour que l'équilibre d'adsorption soit atteint, ou bien encore sous forme de grains dans un lit analogue à ceux des filtres à sable [57].

1-Charbon actif en poudre (CAP):

Le charbon en poudre se présente sous forme de particules de dimension comprise entre 10 et 50 μm et il est le plus souvent utilisé en combinaison avec les traitements de fabrication. Il est introduit en continu dans l'eau avec les réactifs de floculation. IL se trouve inséré dans les floccs et est ensuite extrait de l'eau avec eux (boues) [56].

L'utilisation de charbon actif en poudre dans la boucle de recirculation d'un ultrafiltre permet une élimination des matières organiques dissoutes, complémentaire de la membrane,

c'est le procédé cristal [56].



Photo N°01: Charbon actif synthétisé en poudre

Tableau N°07: Les avantages et les inconvénients du CAP [56]

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">◆ Les CAP sont environ 2 à 3 fois moins chers que les CAG (peu coûteux).◆ Leur dosage en quantité réglable peut suivre la concentration des polluants si celle-ci est connue.◆ Leur cinétique d'adsorption est rapide.◆ Favorise la decantation.◆ Leur employe nécessite qu'un investissement réduit quand le traitement ne comporte qu'une étape de floculation-décantation.	<ul style="list-style-type: none">-La régénération est impossible.-Il est difficile d'éliminer les dernières traces d'impuretés sans addition d'un excès.-La détection des points de pollution est problématique.- La concentration applicable est limitée à 80 mg/l.-Il est utilisé essentiellement à l'occasion de dosages discontinus ou de faible importance.

2-Le charbon actif en grains (CAG):

Le charbon granuleux s'utilise sous forme de lits filtrants. C'est le procédé logique d'extraction par adsorption, au fur et à mesure que la concentration de l'eau en produits adsorbables diminue est mise en contact avec des couches de charbon de plus en plus pur. En conservant une vitesse suffisamment importante, il est possible d'extraire totalement les corps adsorbables.

On peut considérer le procédé de filtration sur charbon granuleux comme un procédé de finition particulièrement bien adapté à l'élimination d'un apport continu et modéré de

matière polluantes adsorbables. Il faut cependant tenir compte du fait que le lit filtrant constitue une barrière efficace contre une vague de pollution [57].



Photo N°02: Charbon actif synthétisé en Grain

Tableau N°08: Les avantages et les inconvénients de CAG [57].

Avantages	Inconvénient
<ul style="list-style-type: none">◆ Le CAG est utilisé sous forme de lit filtrant.◆ IL est facile à manipuler.◆ Sa régénération est possible.	<ul style="list-style-type: none">◆ La cinétique d'adsorption est lente.◆ Il est plus coûteux que le CAP.

III-6- Les utilisations du charbon actif [58] :

➤ *Épuration des eaux*

L'eau est débarrassée des matières indésirables, c'est le cas des eaux résiduaires (effluents industriels), avant rejet dans l'environnement, mais aussi le cas des eaux potables.

➤ *Industrie pharmaceutique*

Les charbons actifs donnent d'excellents résultats dans la purification et l'extraction des antibiotiques, des vitamines, des antalgiques, etc.

➤ *Agro-alimentaire*

Les charbons actifs ayant de bonnes capacités désodorisantes, décolorantes et épurantes, leur emploi est très indiqué dans le traitement des sirops de sucre (de betterave ou de canne), de glucose, dans le traitement des huiles de tables et des graisses, des jus de fruits, etc.

III-7-Régénération du charbon actif:

Le charbon actif est un produit relativement coûteux, c'est pour quoi il est très souvent régénéré. Il existe quatre méthodes de régénération:

◆ Régénération à la vapeur:

Cette method est réservée à la régénération des charbons actifs qui ont simplement adsorbé des produits très volatils. Cependant, le traitement à la vapeur peut être utile pour déboucher la surface des grains de charbons et désinfecter le charbon [56].

◆ Régénération thermique:

Cette operation est réalisée par pyrolyse ou en brûlant les matières organiques adsorbées par les charbons actifs. Dans le but d'éviter d'enflammer les charbons, ils sont chauffés aux alienators de 800°C au sein d'une atmosphere contrôlée.

C'est la méthode de régénération la plus largement utilisée et régénère parfaitement les charbons actifs. Cependant elle a quelques des avantages:

Très coûteuse avec l'achat de plusieurs fours, il y a une perte de charbon de l'ordre de 7- 10%. L'utilisation de fours électriques réduit ces pertes [56].

◆ Régénération chimique:

Procédé utilisant un solvant à une température de 100°C et avec un pH important. L'utilisation de cette method reside dans la minimisation des pertes de charbons (environ 1%). Les polluants sont ensuite détruits par incinération [56].

◆ Régénération biologique:

Bien que le procédé de la régénération biologique soit remis en question, le fait expérimental demeure : en conditions aérobies, les bactéries sont capables de minéraliser la matière organique du charbon [56].

IV-Généralités sur les eaux usées

IV.1.Définition :

Les activités humaines, domestiques, agricoles et industrielles produisent toutes sortes de déchets et de souillures qui sont transportés par voie liquide. Ils sont susceptibles d'engendrer différentes sortes de pollution et de nuisance dans le milieu récepteur. Cet ensemble d'eau rejetée et de déchet constitue ce qu'on appelle les eaux usées [59].

IV.2.Les différents types des eaux usées :

Les eaux usées sont classées en quatre types :

1-Les eaux usées domestiques :

Sont les eaux issues des habitations ou de sanitaires des entreprises. L'eau usée domestique est un mélange complexe de matière organique et minérale ; produits par les eaux de cuisine, les eaux de vannes et les eaux de lavage [60].

2- Les eaux usées pluviales :

Bien que ces eaux n'aient pas été utilisées par l'homme, elles sont considérées comme des eaux usées car elles ne sont pas toujours propres. Il arrive même qu'elles soient plus polluées que les eaux usées domestiques. Elles ruissellent sur les surfaces imperméables, après qu'elles aient traversé une atmosphère chargée de poussières et de produits divers [61].

3- Les eaux usées agricoles :

Ces eaux sont considérées comme usées, car elles sont chargées de constituants contenus dans les engrais, en plus des composantes issues du lavage du sol [62].

4- Les eaux usées industrielles :

Toutes les unités industrielles utilisent les eaux dans leurs processus de production, par conséquent, elles sont constituées de divers déchets engendrant des rejets pollués assez considérables [62]. Parmi ses eaux il ya l'eau usée de l'abattoir où on peut la considérée comme une eau usée industrielle.

IV.3. Eaux usées de l'abattoir:

L'eau est un des éléments essentiels de la plupart des grandes entreprises de transformation de produits alimentaires d'origine animale. Après avoir été utilisée, la plus grande partie de cette eau usée de procédé est retournée à l'environnement. Comme cette eau est habituellement chargée en matière organique, elle devient dès lors une source de pollution importante pour le milieu récepteur qui la reçoit.

Synthèse bibliographique

Les abattoirs constituent sans doute l'exemple-type de ces industries où l'eau est utilisée pour le lavage des sous-produits (abats) et l'élimination des déchets (matières fécales, débris de panse et de sang).

Les effluents, de ces abattoirs sont caractéristiques et nécessitent des traitements adaptés (séparation des déchets solides et des graisses, traitements spécifiques). Plusieurs études se sont intéressées à la caractérisation et au traitement de ce type d'eaux usées par le biais des stations d'épuration soit par des procédés aérobies [63,64]. Soit par de procédés anaérobies [65, 66].

D'autres procédés de traitement sont adoptés pour l'épuration des eaux usées d'abattoir à savoir l'infiltration sur sable [67] et l'électrocoagulation [68]. Ou traitement par charbon actif, comme c'est le cas de notre étude.

Matériel et Méthodes

Matériel et méthodes

Objectif:

L'objectif de notre travail consiste à synthétiser un charbon actif à partir des noyaux de dattes « GHARS ». Puis déterminer l'efficacité de ce produit dans la dépollution de l'eau usée de l'abattoir de « METLILI » par réalisation des analyses physico-chimiques, demande chimique et demande biochimique en oxygène (DCO et DBO₅).

Nous avons effectué la synthèse du charbon actif *ND* au Laboratoire d'Université de « GHARDAIA ». Alors que les analyses l'eau usée et de l'eau traitée ont été réalisés au niveau de laboratoire de l'Algérienne Des Eaux « A.D. E. » unité de Ghardaia.

Partie A: Synthèse d'un charbon active à partir des noyaux de dattes

Les noyaux de dattes collectées est transformé en charbon actif en subissant les opérations chimiques et physiques comme indiqué sur le schéma suivant. Certaines des conditions opératoires ont été optimisés, d'autres sont basées sur des travaux récents.

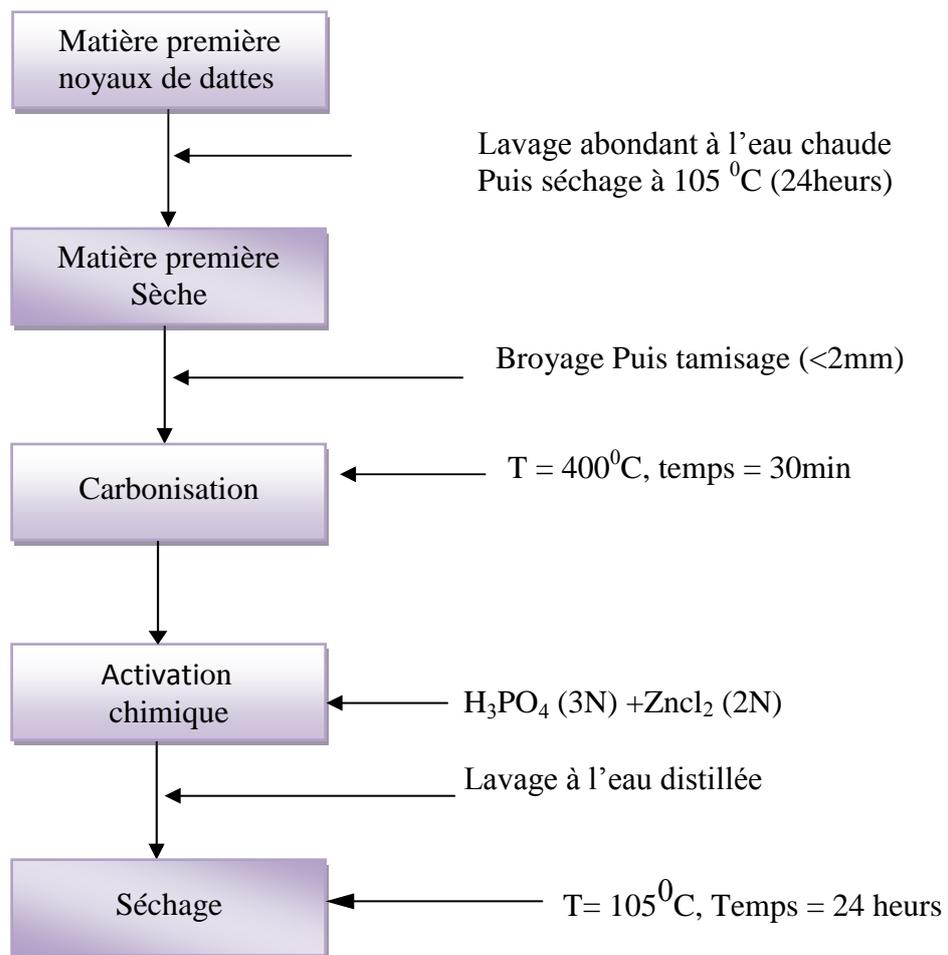


Figure N°11: Protocole opératoire d'obtention du CAND

1/ Matière première:

Les noyaux de datte utilisé dans cette étude est issu de la variété « GHARS », il est collecté en 2017 dans la région de METLILI.

2/ Matériels et produits utilisés :

Les équipements utilisés durant l'expérience de la fabrication du charbon actif de noyaux de dattes « GHARS » sont les suivants :

- Etuve électrique ; Balance sensible ; Broyeur ; Four programmable (four à moufle) ; Agitateur, creusets ou capsule en porcelaine ; tamis ; pH mètre (potentiel d'hydrogène) ; béchers ; fiole; éprouvette ; agitateur ; Montage d'activation du CAND (ballon chauffante - réfrigérant-pompe.....).

- Solution H_3PO_4 (la pureté: 85%, densité : 1.76, Masse Molaire: 98 g/mol).

-Solution $ZnCl_2$ (la pureté : 98%, densité : 2.9, Masse Molaire:136 g/mol).

3/ Préparation de la matière première:

Les noyaux de dattes collectés sont lavés à l'eau chaude afin d'éliminer toute sorte de les impuretés adhérentes ainsi que les substances hydrosolubles jusqu'à obtention d'une eau de lavage claire. Puis on procède au rinçage avec de l'eau distillée. Enfin, on leur fait subir un séchage à $105^{\circ}C$ pendant une durée de 24 heures, La matière première ainsi lavée et séchée subit un broyage grossier avec un broyeur électrique.



Photo N° 03: Noyaux de dattes



Photo N° 04: Poudre de noyaux de dattes

4/ Carbonisation:

Le choix de la granulométrie désirée étant fait (<2mm). Le mélange obtenu est ensuite carbonisé à une température de 400°C dans un four à moufle pendant une durée déterminée préalablement et qui est de 30 minutes.

5/ Activation chimique:

On fait subir à ce charbon une opération très importante qui est l'activation chimique aux moyens d'agents activants appropriés et selon différentes proportions. Notre choix s'est incliné sur le mélange acide phosphorique H_3PO_4 (3N) et le chlorure de Zinc $ZnCl_2$ (2N) en raison de leur caractère déshydratant.

Le mélange charbon actif /agent activant est introduit ensuite dans un ballon muni d'un réfrigérant. On soumet l'ensemble à une agitation thermique en le laissant bouillir pendant 03 heures (température environ 100°C).

6/ Lavage :

Le charbon active de ND est lavé, ensuite abondamment à l'eau distillée chaude, afin d'éliminer l'excès d'agent activant ainsi que la fraction soluble des cendres et ce en Mesurant le pH après chaque lavage jusqu'à obtention d'un pH neutre 7.

7/ Séchage :

Le charbon actif proprement dit est ensuite séché à une température de 105°C pendant 24 heures.

Matériel et méthodes



Photo N° 05: Charbon actif de noyaux de dattes

8/ Caractérisations physiques des charbon active de ND préparés:

1. Taux d'humidité:

C'est le rapport, exprimé en pourcentage du poids de l'eau contenue dans l'adsorbant, au Poids du même matériau sec.

Mode opératoire: On pèse 5g d'adsorbant qu'on introduit dans un creuset en céramique, soit (m_1) la masse d'adsorbant mis dans le creuset. On place ensuite l'échantillon dans une étuve (ou four) à 105° C jusqu'à un poids stable. On pèse de nouveau l'échantillon, soit (m_2) la mmasse d'adsorbant sans le creuset (creuset préalablement pesé).Le taux d'humidité est donné par la relation:

$$H = [(m_1 - m_2) / m_1] \times 100$$

2. Taux de cendres :

Il permet de connaître la part de matière minérale qui entre dans la composition de l'adsorbant.

Mode opératoire : On pèse un gramme d'adsorbant sec et on l'introduit dans un creuset à calcination, soit p_1 le poids d'adsorbant mis dans le creuset. On place ensuite le creuset dans


$$\%C = (p_2 / p_1) \times 100$$

Matériel et méthodes

un four à 600°C pendant 45 min. Après refroidissement, on pèse à nouveau le creuset, soit p2 le poids des cendres dans le creuset. On exprime le taux de cendres par l'équation :

3. Mesure du pH:

Le pH est une notion qui permet de façon commode et précise de désigner le caractère Acide, basique ou neutre d'une solution.

Mode opératoire: Dans un ballon muni à un réfrigérant, on met une masse d'adsorbant (2 g), à laquelle on ajoute de l'eau distillée. On procède ensuite à un chauffage à reflux pendant 30min puis au refroidissement. Le pH de la suspension est mesuré à l'aide d'un pH- mètre.

Partie B: Méthodes d'analyses physico-chimiques des eaux.

1)-Échantillonnage :

- Point d'échantillonnage:

Le point d'échantillonnage doit être situé à un endroit caractéristique de l'effluent où il y a suffisamment de turbulence pour assurer l'homogénéité du rejet. Lorsqu'il s'agit des cours d'eau naturels ou dans les canaux, il convient de se placer loin de toute cause naturelle ou humaine de perturbation apportée aux conditions de l'écoulement.

La bonne planification de la campagne d'échantillonnage est nécessaire pour éviter les pertes et les erreurs. Plusieurs éléments doivent pris en compte lors de la planification d'une campagne d'échantillonnage, on cite les plus pertinents :

-Etablissement d'une liste des paramètres qui devront être analysés.

-Localisation du site du prélèvement.

-Détermination des cycles et des heures du fonctionnement du procédé à analyser afin de faire l'échantillonnage pendant ce temps.

-Détermination du type du réseau des rejets (combiné ou séparatif).

-Une visite préliminaire au site pour déterminer les moyens et les conditions de transport des échantillons, l'accessibilité aux rejets, la disponibilité et l'équipement de sécurité requis.

-Approches d'échantillonnage:

Matériel et méthodes

Echantillon aléatoire simple consiste à prélever au hasard sur un terrain, s'il s'agit d'un milieu statique (sol, résidus solide, etc...) ou à des périodes du temps, lorsqu'il s'agit d'un milieu dynamique (rejets liquides, cours d'eau, etc...).

2)- Prélèvement de l'eau à analyser :

Dans notre travail, le prélèvement se fait de la région de «METLILI » rejet d'eau usée de l'abattoir, dans la commune de wilaya de Ghardaïa.

Les eaux doivent être prélevées dans des flacons stériles. Ceux-ci sont Immergés En position verticale en le tenant par le fond, l'ouverture soit légèrement plus haute que le fond et dirigée dans le sens contraire de courant. Deux bouteilles de 500 ml pour l'analyse physico-chimique avant et après les traitements et deux flacons pour l'analyse DBO₅, DCO.

3)-Appareillage et matériels utilisés pour analyse des eaux usées:

- * Spectrophotomètre.
- * Conductivité-mètres.
- * PH-mètre.
- * Turbidité-mètre.
- * DBO-mètre, DCO-mètre.

4)-Paramètre physique :

-La température:

Principe: Cette mesure doit être faite sur place, utiliser un thermomètre au dixième degré monté dans une gaine terminée par un petit réservoir afin que la température ne varie pas entre l'instant où l'instrument est retiré de l'eau et le moment de la lecture l'emploi d'un thermomètre à maximum peut être utile.

-La conductivité:

Principe: la mesure est basée sur le principe du pont de Wheatstone, on utilisant comme appareil un galvanomètre ou une image cathodique [69].

- Le pH:

Principe: La mesure du pH doit s'effectuer sur place de préférence, par la méthode électrométrique, la mesure électrique quoique délicate puisse seule donner une valeur exacte car elle est indépendante du potentiel d'oxydo-réduction, de la couleur du milieu, de la turbidité des matières colloïdales [69].

-La turbidité:

Matériel et méthodes

Principe: On mesure la turbidité par la méthode de néphélométrie à formazine [69].

-La salinité:

Principe: La minéralisation déterminée par pesée de l'extrait sec n'est pas rigoureusement identique à celle calculée à partir de la conductivité [69].

- Le TDS (sels totaux dissous):

Principe: Le TDS exprime la minéralisation totale en sel dissout:

$$TDS = \Sigma \text{Anions} + \Sigma \text{Cations} \text{ (mg/l)}$$

5)-Paramètre chimique « pollution » :

Les analyses des éléments de pollution :

- ★ **Méthode spectrophotométrique:** Pour le dosage des éléments de pollution.
- ★ **Appareil utilisé:** Spectrophotomètre UV-VIS: HACH (ODYSSEY) DR/2500.

-L'ammonium (NH₄⁺):

Principe: Mesurage spectrométrique à environ 650 nm, du composé bleu formé par la réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hydrochlorite en présence de nitrospentacyanoferrate (III) de sodium (nitroprussiate de sodium) [69].

✓ Mode opératoire :

- Prendre 40 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 4 ml Dichloroisocyanurate de sodium.
- Ajouter 4 ml de réactif coloré.
- Compléter la fiole à 100 ml d'eau distillée.
- Passer au spectrophotomètre, après une heure.

-Nitrite (NO₂⁻):

Principe: Suivant l'origine des eaux, la teneur en nitrites est assez variable. La méthode au réaction des ions nitrites présents dans une prise d'essai, à pH 1,9 avec le réactif amino-4 benzène sulfamide en présence d'acide orthophonique pour former un sel diazoïque que forme un complexe de coloration rose avec le dichlorhydrate de N-(naphyl-1) diamino-1,2 éthane (ajouté avec le réactif amino 4 benzène sulfonamide). Mesurage l'absorbance à 540 nm [69].

✓ Mode opératoire:

Matériel et méthodes

-Prendre 40 ml d'eau à analyser.

-Ajouter 2 ml du réactif mixte.

-Complété à 50 ml par l'eau distillée.

-Attendre 20 mn.

-Nitrate NO_3^{2-} :

Principe: En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosionate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique [69].

✓ **Mode opératoire:**

-Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.

-Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %.

-Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.

-Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88° C.

(ne pas sur charger ni sur chauffer très longtemps) laisser refroidir.

-Reprendre le résidu avec 2 ml H_2SO_4 et laisser reposer 10 mn.

-Ajouter 15 ml d'eau distillée.

- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium.

- Ortho-phosphates (O-PO_4^{-3}):

Principe: Réaction des ions ortho-phosphates avec une solution acide contenant des ions de molybdate et d'antimoine pour former un complexe d'antimonyl-phosphomolubdate. Réduction du complexe par l'acide ascorbique pour forme un complexe de molybdène fortement coloré en bleu [69].

✓ **Mode opératoire:**

- 40 ml d'eau à analyser.

-1 ml acide ascorbique.

-2 ml du Molybdate d'acide.

Matériel et méthodes

-Attendre 20 mn le développement de la couleur bleu.

-Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm.

-Fer Ferreux (Fe^{+2}):

Principe: Après oxydation en milieu acide, le fer est réduit à l'état ferreux et dosé par spectrophotométrie en utilisant la coloration rouge donnée par les sels ferreux avec la phénanthroline [69].

✓ **Mode opératoire:**

- Prendre comme prise d'essai 50 ml d'eau d'échantillon.

- Transvaser la solution dans une fiole de 100 ml.

- Ajouter 1ml de la solution chlorhydrate hydroxylamine et mélanger soigneusement.

- Ajouter 2 ml de tampon acétate pour obtenir un pH entre 3.5 et 5,5.

- Ajouter 2 ml de la solution phénanthroline.

- Conserver pendant 20 min à l'obscurité.

- Mesurer l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre UV VIS à 510 nm en utilisant une cuve de 50 mm.

6)- Eléments majeurs de minéralisation:

-Titre hydrométrique (TH) :

Principe : Les alcalinoterreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe du type chélate par le sel disodique de l'acide éthylènediamine tétracétique à pH 10. La disparition des dernières traces d'éléments libres à doser est décelée par le virage d'un indicateur spécifique, le noir ériochrome. En milieu convenablement tamponné pour empêcher la précipitation du magnésium, la méthode permet de doser la somme des ions calcium et magnésium [69].

✓ **Mode opératoire :**

A l'aide d'une pipette, introduit 50 ml de l'échantillon dans une fiole de 250 ml. Ajouter 4 ml

Matériel et méthodes

de la solution tampon et quelque grain de noir d'ériochrome, titré immédiatement à l'aide de la solution d'EDTA, versé à partir d'une burette, tout en agitant constamment, versé rapidement au début de dosage, puis lentement versé à la fin. Ajouter la solution de l'EDTA goutte à goutte jusqu'à la solution commence à virer de la couleur rouge au bleu. Le point final est atteint lorsque la dernière nuance rouge disparaît.

❖ Expression des résultats :

$$[\text{TH}] \text{ mg/l} = V_{\text{EDTA}} \times F \times 20$$

[TH]: concentration de la dureté totale en mg/l.

V_{EDTA} : volume de l'EDTA en ml.

F: indicateur de dilution.

-Calcium (Ca^{+2}):

Principe: est identique à celui de la méthode titrimétrique décrite pour la dureté totale. Toutefois, comme le dosage se fait à un *pH* élevé (12-13), le magnésium est précipité sous forme d'hydroxyde et n'intervient pas. Par ailleurs, l'indicateur choisi, HSN, ne se combine qu'avec le calcium pour former un complexe rouge [69].

✓ Mode opératoire :

-Dans une fiole conique de 250 ml, introduire successivement:

-50 ml d'eau à analyser.

- 2 ml de la solution d'hydroxyde de sodium.

-environ 0,2 g indicateur coloré HSN.

-Ajouter la quantité de solution d'EDTA nécessaire pour avoir un virage au bleu.

❖ Expression des résultats :

La détermination du mg/l de Calcium est donnée par la formule suivante:

$$[\text{Ca}^{2+}] \text{ mg/l} = V_1 \times F \times 8.016$$

D'où :

Matériel et méthodes

V_1 : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

F: nombre de dilution.

-Magnésium Mg^{+2} : La détermination du mg/l de Magnésium est donnée par la formule suivante:

$$[Mg^{2+}] \text{ mg/l} = (V_2 - V_1) \times F \times 4.86$$

Où:

V_2 : Volume totaux d'E.D.T.

V_1 : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

F: nombre de dilution.

-Titre alcalimétrique complet (TAC):

Principe: Se réalise par la méthode volumétrique. Le titre alcalimétrie complet ou TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres, carbonates et hydrogénocarbonates. Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué en présence d'un indicateur coloré [69].

✓ **Mode opératoire :**

-Prendre 100 ml (50ml d'eau à analyser) et compléter d'eau distillé.

-2 gouttes méthylorange $C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$.

-Et titrer avec HCL jusqu'au virage (Rouge brique).

❖ **Expression des résultats**

La détermination du mg/l de TAC est donnée par la formule suivante:

$$\text{TAC mg/l} = (V-0.5) \times f \times 12.2$$

Avec:

F: Facteur de dilution.

-Le dosage des chlorures par « Méthode de Mohr » (Cl^-):

Principe: Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de réaction est indiquée par

Matériel et méthodes

l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent [69].

✓ Mode opératoire :

- Prendre 100 ml (50ml d'eau à analyser) et complété d'eau distillé.
- Ajouter 3 gouttes de K_2CrO_4 (coloration jaunâtre).
- Titrer avec $AgNO_3$ à 0, 01N jusqu'à coloration brun rougeâtre.

$$C_{CL- mg/l} = V_s * C * F * f / V_a$$

❖ Expression des résultats:

- V_s : Volume d' $AgNO_3$ nécessaire pour le dosage de l'échantillon.
- $V_a=100$
- C_{AgNO_3} : Normalité d' $AgNO_3 = 0.02$.
- F : facteur de correction du titre d' $AgNO_3 = 35453$.
- f : facteur de dilution.

7)- Paramètres gravimétriques:

- Dosage de sulfate (SO_4^{2-}) :

Principe: Les ions sulfates sont précipités à l'état de sulfate de baryum et évalués gravimétriquement [69].

✓ Mode opératoire

- Prendre 100 ml d'eau à analyser dans un bécher.
- Ajouter 5ml d'acide chlorhydrique à 10%.
- Chauffer jusqu'à ébullition tumultueuse en agitant constamment pour éviter les projections.
- Faire tomber goutte à goutte 20 ml de solution de chlorure de baryum à 10%.
- Laisser reposer, s'assurer que la précipitation est complète par l'addition d'une petite quantité de chlorure de baryum.
- Décanté le liquide surnageant encore chaud en le laissant écouler le long d'un agitateur au-dessus du filtre sans cendres. Laisse, placer sur un entonnoir de joulie .Entrainer le moins possible de précipiter au cours de cette opération.

Matériel et méthodes

- Laver le précipité à l'eau distillée bouillante jusqu'à ce que les eaux de lavage.
- Porter le filtre et l'entonnoir à l'étuve à 500 °C jusqu'à dessiccation complété.
- Tapoter Légèrement le filtre pour faire tomber les particules adhérant au filtre.
- Calciner, Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser .Soit P le poids de sulfate de baryum trouvé [69].

❖ Expression des résultats:

$$C_{SO_4^{2-}} \text{ mg/l} = \Delta P * 4115.5$$

$C_{SO_4^{2-}}$: Concentration du sulfate.

$$\Delta P = P_1 - P_V$$

D'où P_1 : est le poids plein de la capsule.

P_V :est le poids vide de la capsule.

Le résultat est donné directement en mg/l.

- Residues sec R.S à 105°C:

Principe: une certaine quantité d'eau est évaporée dans des capsules tarées. Le résidu des séché et en suite pesée [69].

✓ Mode opératoire:

- Tarer une capsule préalablement lavée, rincée à l'eau distillée et desséchée.
- Prélever 50 ml d'eau d'échantillon
- Séchage dans un bain marie.
- Porter cette dernière à l'étuve à 105° C pendant 2 heures.
- Laisser refroidir pendant ¼ d'heure au dessiccateur.
- Peser immédiatement et rapidement.

❖ Expression des résultats:

$$C_{RS} \text{ mg/l} = (P_P - P_V) * 20000$$

D'où

P_P : est le poids plein de la capsule.

P_V : est le poids vide de la capsule.

Matériel et méthodes

Le résultat est donné directement en mg/l.

8)-Les matières organiques:

1. La demande biologique en oxygène à 5 jours (DBO₅)

Principe : La Demande Biochimique en Oxygène (DBO) renseigne sur la consommation en oxygène d'une eau pour assurer la dégradation biochimique des matières organiques présentes sous l'action des microorganismes, généralement pendant une période de 5 jours (DBO₅) à 20°C dans l'obscurité [69].

✓ Mode opératoire :

- Introduire un volume d'eau à analyser (V) dans la bouteille de DBO mètre en fonction de la concentration de l'eau.
- Mettre un barreau magnétique dans la bouteille.
- Mettre dans le premier bouchon en plastique une ou deux cristaux de NaOH pour absorber l'humidité.
- Fermé la bouteille de la DBO mètre par le deuxième bouchon qui est sous forme d'une tête avec un afficheur électronique
- Laisse le DBO mètre sous une agitation magnétique pendant cinq jours.

❖ Expression et résultat :

- on lèse la valeur afficher sur le DBO mètre.
- On multiplie cette valeur par un coefficient selon le volume (V) introduit:

$$\text{DBO}_5 \text{ (mg/l)} = \text{Lecture} \times \text{Facteur}$$

Tableau N^o 05: Volume d'échantillon d'après la DBO₅

Matériel et méthodes

La charge	DBO ₅ (mg/l)	Volume (ml)	Facteur
Très faible	0-40	432	1
Faible	0-80	365	2
Moyenne	0-200	250	5
Plus que moyenne	0-400	164	10
Un peu chargée	0-800	97	20
Chargée	0-2000	43.5	50
Très chargée	0-4000	22.7	100

2. La demande chimique en oxygène (DCO):

Principe: La Demande Chimique en Oxygène (DCO) renseigne sur la consommation en oxygène d'une eau pour l'oxydation de presque toutes les substances organiques solubles dans l'eau, à l'exception d'une série de composés azotés et d'hydrocarbures à peine solubles dans l'eau [69].

✓ Mode opératoire :

- Introduire 10ml d'eau à analyser dans un ballon de 500 ml.
- Ajouter 5ml de dichromate de potassium.
- Ajouter lentement et avec précaution 15 ml du sulfate d'argent.
- Mettre le mélange sous une température de 148°C pendant 2 heures.
- Laisser le mélange se refroidir, diluer à 75ml avec de l'eau distillé.
- Ajouter quelques gouttes de solution de ferroïne.
- Déterminer la quantité nécessaire de solution de sulfate de fer et d'ammonium par titrage de notre solution, le point de virage est de couleur rouge violet.

❖ Expression des résultats:

La mesure de DCO nécessite une précision élevée à cause de la sensibilité des

Matériel et méthodes

solutions utilisée et leurs petits volumes. Elle est calculée par la formule:

$$\text{DCO} = 8000(V_1 - V_2) T / V_0$$

Avec :

V_1 : volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire au dosage (ml).

V_2 : volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire à l'essai à blanc (ml).

T : la titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium $T = 0,12$.

V_0 : volume de la prise d'essai.

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique biodégradable ou non contenue dans les eaux à l'aide du bichromate de potassium à 150°C. Elle est exprimée en mg O₂/l. La valeur du rapport DCO/DBO indique le coefficient de biodégradabilité d'un effluent, il permet aussi de définir son origine (Suschka. J et Ferreira. E, 1986). Généralement la valeur de la DCO est:

DCO = 1.5 à 2 fois DBO Pour les eaux usées urbaines.

DCO = 1 à 10 fois DBO Pour tout l'ensemble des eaux résiduaires.

DCO > 2.5 fois DBO Pour les eaux usées industrielles.

La relation empirique de la matière organique (MO) en fonction de la DBO₅ et la DCO est donnée par l'équation suivante:

$$\text{MO} = (2 \text{ DBO}_5 + \text{DCO}) / 3$$

3. La biodégradabilité:

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux.

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que:

$$\text{K} = \text{DCO} / \text{DBO}_5$$

Matériel et méthodes

- Si $k < 1,5$: cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradable.
- Si $1,5 < K < 2,5$: cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.
- Si $2.5 < K < 3$: les matières oxydables sont peu biodégradables.
- Si $K > 3$: les matières oxydables sont non biodégradables.

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteur de la croissance bactérienne, tels que, les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures ... etc.

La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, si non on applique un traitement physico-chimique.

9)-Traitement d'eau usée sur charbon actif de ND :

Application : Le principe de cette méthode consiste à faire passer de l'eau usée de « l'abattoir » chargé de polluants dans charbon actif ND « GHARS » Par phénomène d'adsorption, certains composés (organiques, inorganiques) seront piégés par les pores, en respectant les conditions suivantes :

On fait passer 100 ml d'eau à analyser dans 1g de charbon actif de noyaux de datte ; rapport «1/100 » pour un temps de contacts dépassant les 24 heures.

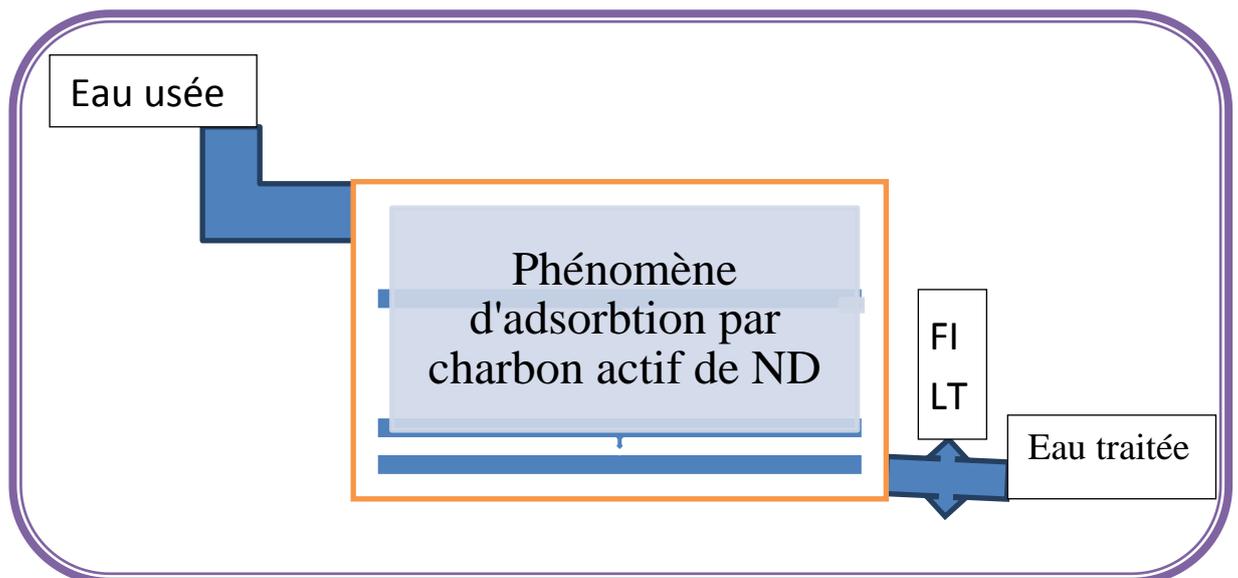


Figure N° 12: Schéma de procédé de traitement des eaux usées sur Charbons actifs ND

Résultats et discussions

Résultats et discussions

1/ Les caractéristiques physiques de charbon actif à origine des noyaux de dattes :

Après la fabrication charbon actif de ND procède à sa caractérisation via une série de Propriétés physique à certains resultants sont donnés et Comparer avec d'un CA type.

★ **Taux d'humidité:** H= 04% c'est une valeur bien, cause de avec dans la norme (<5%) CA type.

★ **Taux de cendres :** C=13% supérieure à la norme (<10%).

★ **Potential d'Hydrogène:**

Après le mesure de on remarque pH=05 est légèrement l'acide cause en utilise de le mélange de activation avec solution acide phosphorique avec un solution de chlorure de zinc.

★ **Taille effective (TE) :** On Le choix de la granulométrie désirée étant fait (<2mm).

2/ Résultats des analyses physico-chimiques d'eau usée l'abattoir:

1. Paramètres physiques:

Nous avons mesuré le pH, température, et la conductivité, TDS, SAL, et turbidité de l'eau usée avant et après le traitement. Les résultats sont représentés histogramme :

L'interprétation:

a. Potential d'Hydrogène pH:

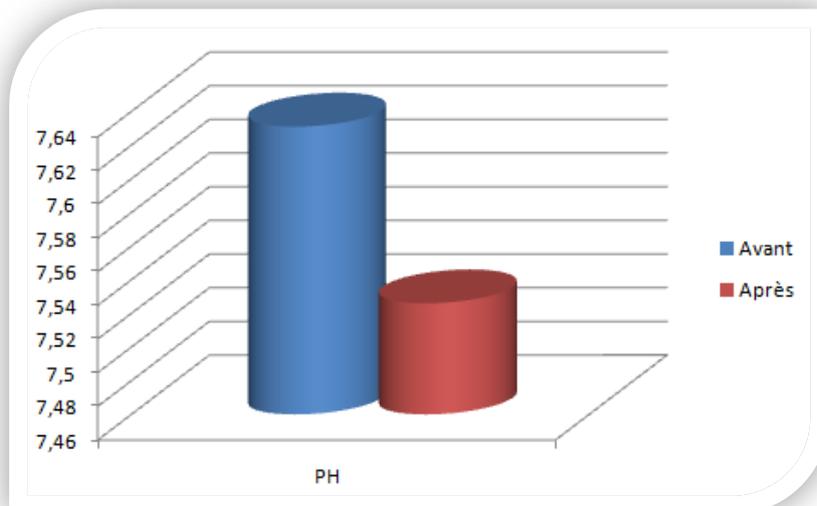


Figure N°13 : teneurs de PH

Résultats et discussions

Le **pH** est un élément important pour l'interprétation de la corrosion. Cette mesure peut apporter des renseignements sur la qualité d'eau.

D'après résultat on observe la diminution du pH d'eau usée de l'abattoir (7.631) après le traitement avec charbon active ND (pH=7.526) malgré que les deux valeurs sont conformes avec les normes de rejet algériennes ($6,5 < \text{pH} < 8,5$).

b. La conductivité électrique CE :

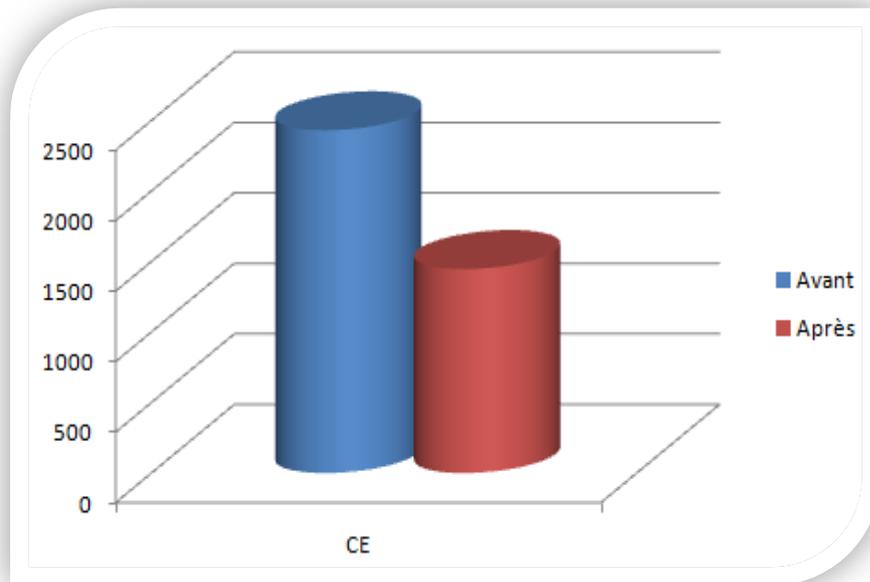


Figure N°14: teneurs de la conductivité électrique

La conductivité électrique est probablement l'une des plus simples et des plus importantes pour le contrôle de la qualité des eaux usées. Elle traduit le degré de minéralisation globale, elle nous renseigne sur le taux de salinité. C'est une expression à conduire un courant électrique mesurée en milli siemens par centimètre. Les résultats obtenus mettent en évidence une variation avant de $CE=2430\mu\text{s}/\text{cm}$, $TDS=1478\text{ mg}/\text{l}$, $SAL=0,8$. Après traitement par CAND moins importante de $CE=1446\mu\text{s}/\text{cm}$, $TDS= 895\text{ mg}/\text{l}$, $SAL=0,1$. Ce qui met en évidence une forte diminution. La comparaison des valeurs de la conductivité électrique au niveau des eaux usées analysées avec les normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation permet de déduire, que ces eaux usées sont acceptables pour l'irrigation des cultures. De même, ces valeurs moyennes sont inférieures à $2700\mu\text{s}/\text{cm}$ (Norme de potabilité).

c. Turbidité :

D'après une simple observation d'œil, il est remarqué que l'eau elle est plus turbide (très charge de valeur >9.99 NTU) à entrés et moins claire au milieu sortie. Ces observations indiquent la diminution des matières qui le troublent dans les cours d'eau.

2. Paramètres chimiques:

Nous avons mesuré différent *paramètre de pollution* de l'eau usée avant et après le traitement. Les résultats sont représentés histogramme :

a)-Ammonium (NH_4^+):

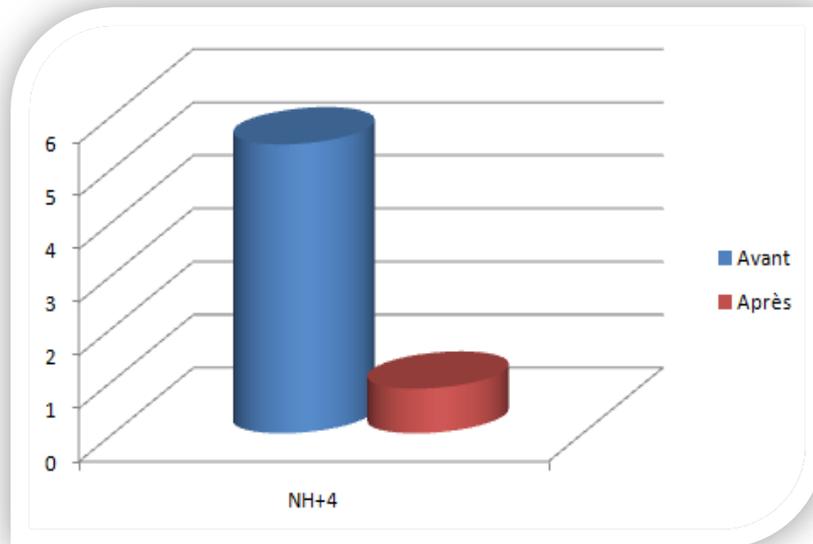


Figure N°15 : teneurs de l'ammonium

D'après les résultats obtenus : on remarque une teneur très élevées en ammonium dans les analyses des rejets, alors que le résultat après traitement passe à une valeur très faible donc on peut dire il y a une bonne d'adsorption de cet élément par le CAND le rendement est parvenue jusqu'à 84 %.

b)-Nitrite NO_2^- :

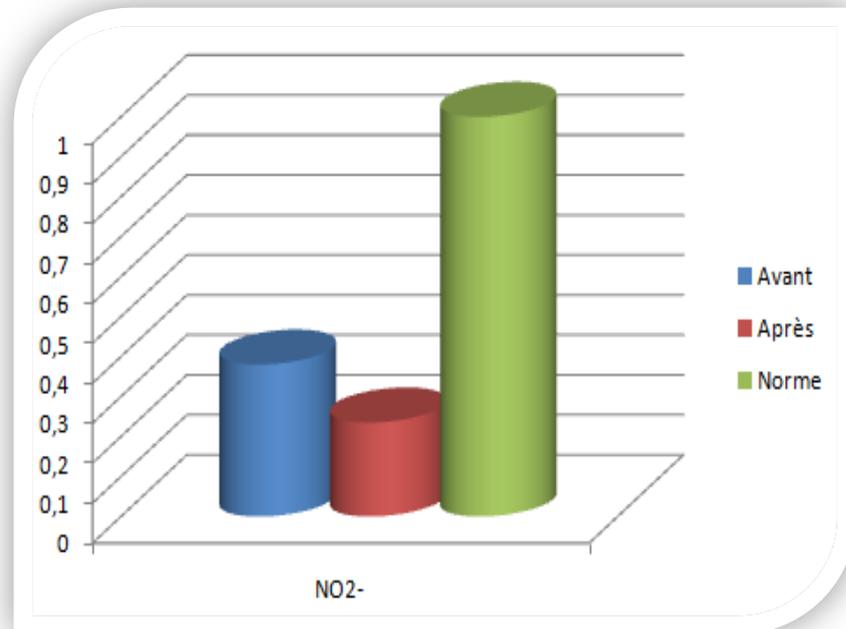


Figure N°16: teneurs de nitrite

D'après les résultats obtenus l'observation faite sur les analyses est la concentration des nitrites avant traitement était faible (0.38 mg/l), cette valeur après traitement devient 0.235 mg/l). Donc un rendement de 38%, ce qui montre la bonne efficacité d'adsorption par le CAND.

Les faibles concentrations en Nitrites rencontrées au niveau des eaux usées de l'effluent étudié, pourraient être expliquées par le fait que l'ion Nitrite (NO_2^-) est un composé intermédiaire, instable en présence de l'oxygène, dont la concentration est généralement très inférieure à celle des deux formes qui lui sont liées, les ions nitrates et ammonium.

Les Nitrites proviennent généralement soit d'une dégradation incomplète d'Ammoniac soit d'une réduction des Nitrates.

Résultats et discussions

c)- Nitrates (NO_3^{-2}):

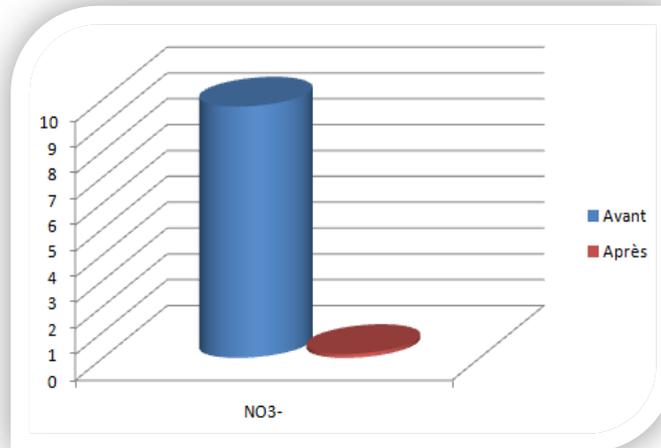


Figure N°17 : teneurs nitrate

Les résultats obtenus pour les nitrates de l'avant vers l'après traitement 9.719 à 0.15 mg/l présentent presque une élimination de cet élément avec un rendement d'adsorption de 98%. Montrant ainsi l'efficacité de traitement des éléments de pollution.

d)-Phosphore P :

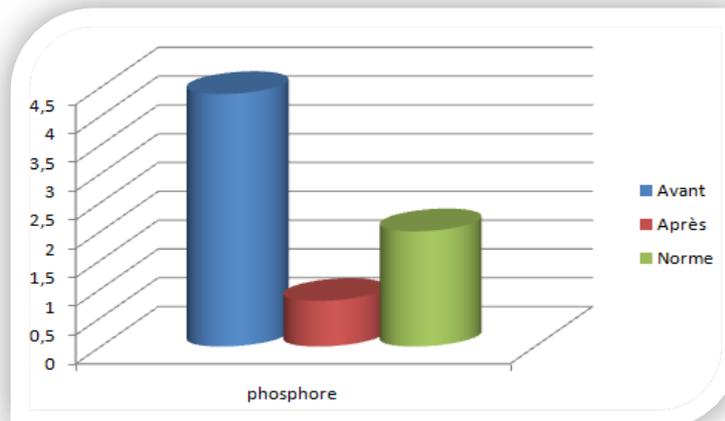


Figure N°18 : teneurs phosphore

Les analyses d'eaux de rejet présentent une valeur élevée de phosphore (4.383mg/l) qui est due probablement au détergent utilisé ; Cette valeur diminue après traitement à un seul très faible (0.792 mg/l) le rendement calculé est 81%.

e)-Fer Ferreux (Fe^{+2}) :

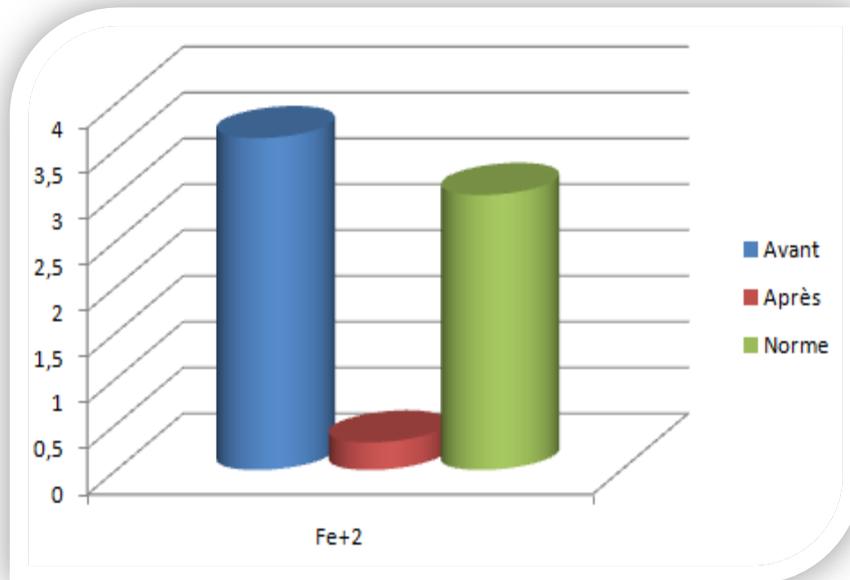


Figure N°19: teneurs fer ferreux

Malgré que le fer n'est pas un élément polluant, mais sa concentration dans ce rejet est élevé (3.623mg/l); après adsorption par charbon actif le fer atteint une valeur très faible (0.3mg/l) avec un bon rendement 91%.

Les résultats comparés à la norme sont très acceptables. Le fer est devenu sous forme de trace.

2.1. Eléments majeurs de minéralisation:

Nous avons mesuré différent paramètres volumétriques de l'eau usée avant et après le traitement.

Résultats et discussions

a. Chlorure Cl^- :

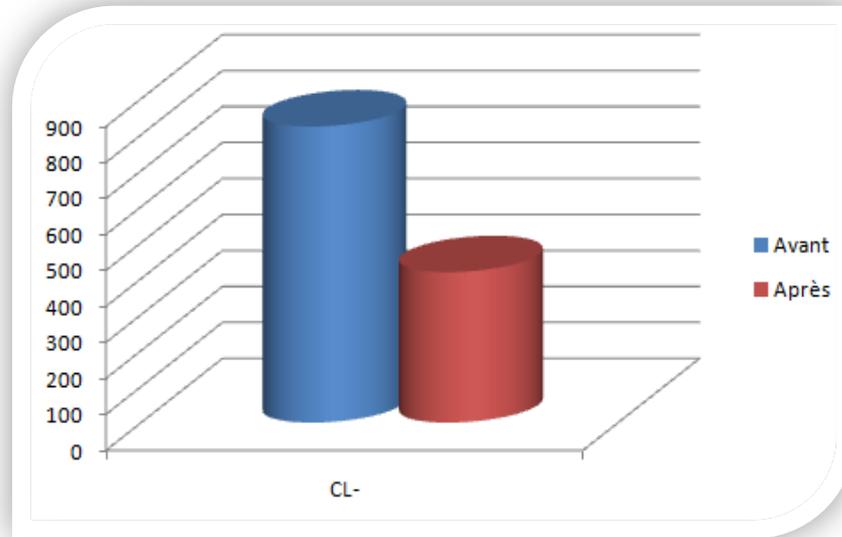


Figure N°20 : teneurs de chlorure

Les eaux de la région de METLILI provient d'une origine souterraine chargée en sels en générale dépassent les normes ce qui influe sur les rejets.

D'après les résultats obtenus un remarque concentration Chlorure très élevées cause de l'utilisation produit de lavages et nettoyages, en mesure la valeur avant=823 mg/l, après l'adsorption CAND, il y'a une diminution $C=418$ mg/l à un rendement 49%.

b. Titre hydrométrique (TH), Calcium (Ca^{+2}), Magnésium Mg^{+2} :

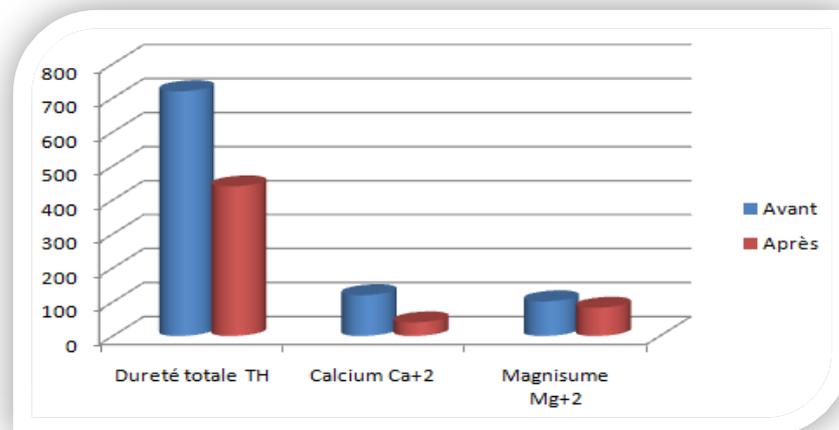


Figure N°21: teneurs TH, Ca^{+2} , Mg^{+2}

Résultats et discussions

D'après les résultats obtenus une observation de diminution de concentration TH = [720 à 440 mg/l], Avec de rendement : TH =38%.

On remarque de faibles diminutions pour Ca^{+2} = [120 à 40mg/l], Mg^{+2} = [102 à 83mg/l]. Ce qui donne une faible d'adsorption CAND ces éléments donc un rendement Ca^{+2} =15%, Mg^{+2} =18.6 %.

c)- Titre alcalimétrique complet (TAC) :

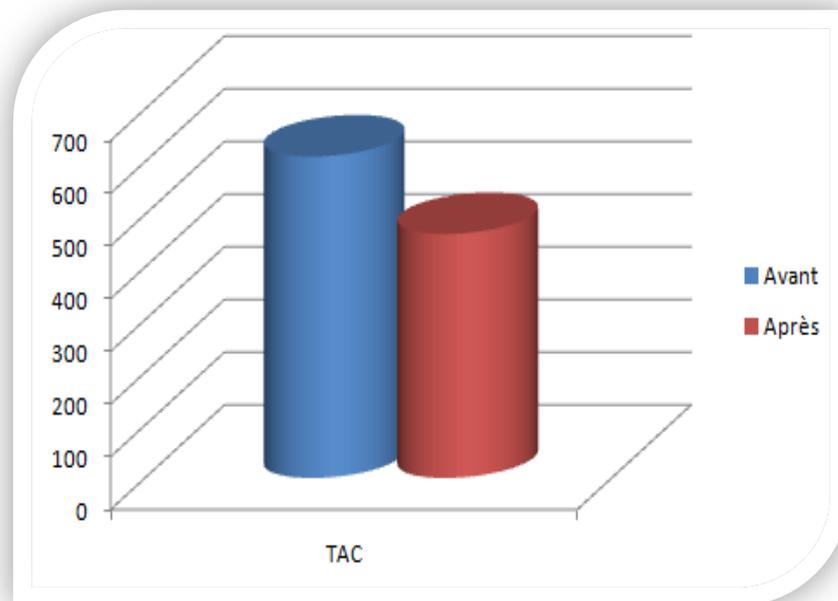


Figure N°22 : teneurs titre alcalimétrique complet

On observe : une faible diminution concentration TAC= [610 à 463 mg/l], ce qui montre une faible d'adsorption CAND cet élément donc un rendement TAC=24%.

2.2. Paramètres de gravénumétriques :

Nous avons mesuré paramètre gravénumétriques de l'eau usée avant et après le traitement. Les résultats sont représentés histogramme.

Résultats et discussions

a)-Résidus Sec :

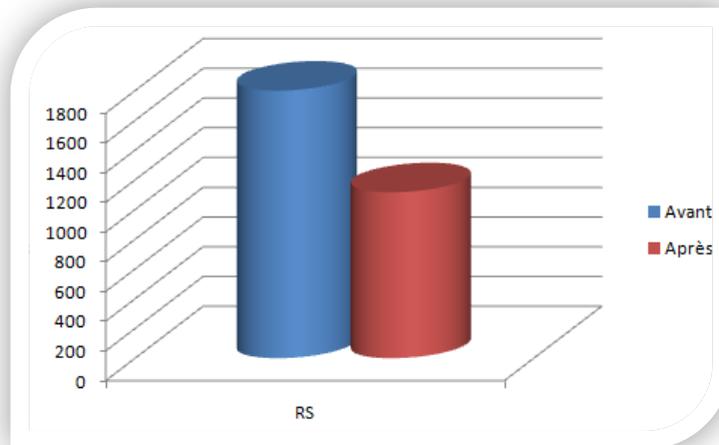


Figure N°23: teneurs Résidus Sec

On observe une moyenne de diminution de la concentration des résidus secs avant=1800 à l'après de l'adsorption =1116 mg/l. Ce qui montre un bon traitement avec CAND, donc un bon rendement de 38 %.

b)- Sulfate :

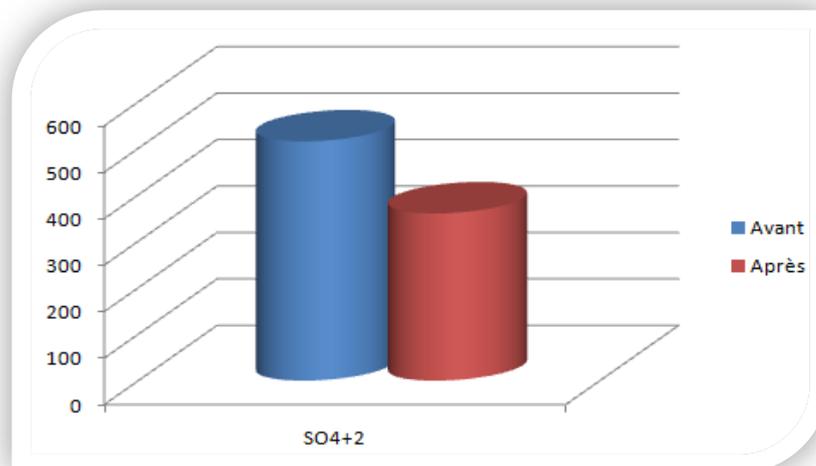


Figure N°24: teneurs sulfate SO_4^{+2}

On remarque une moyenne de diminution de la concentration **sulfate** avant=515 mg/l et après l'adsorption =360 mg/l donc un bon rendement de 30%.

Résultats et discussions

3/ Les matières organiques :

a) La demande biologique en oxygène à 5 jours (DBO₅) :

Nous avons mesuré DBO₅ de l'eau usée avant et après le traitement. Les résultats sont représentés dans histogramme.

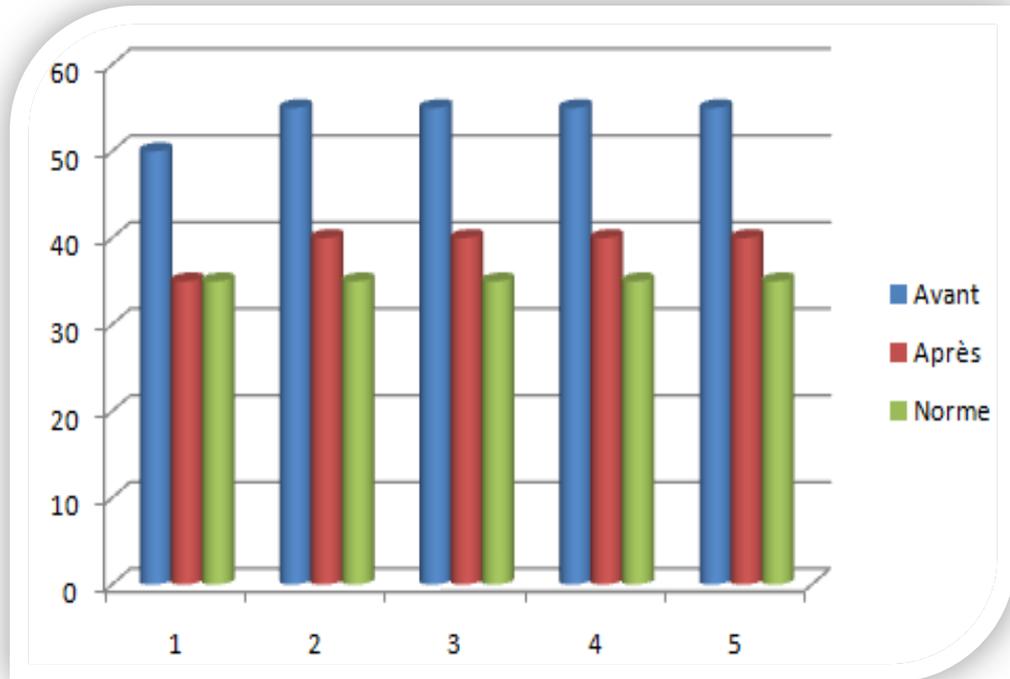


Figure N°25: teneurs la demande biologique en oxygène à 5 jours

D'après les résultats obtenus les valeurs avant traitement sont de concentration élevées (La demande biologique en oxygène à 5 jours=50mg/l) supérieure à la norme C=35 mg/l. Après traitement, il y'a une diminution de concentration [de 50 à 35mg/l] du 1^{ère} jour ce comparer au norme=35 mg/l est égalité de résultats. On les 4 jours il y' a une augmentation de concentration de [55 à 40 mg/l] qui montre une bien efficacité d'adsorption de CAND cet élément donc un constant de rendement 30 % à 5 jours.

Les valeurs élevées de la DBO₅, pourraient être expliqué par l'abondance de la matière organique (débris de panse), et par la concentration de cet effluent par le sang des rejets de l'abattoir.

b) La demande chimique de oxygène (DCO) :

Nous avons mesuré DCO de l'eau usée avant et après le traitement. Les résultats sont représentés histogramme.

Résultats et discussions

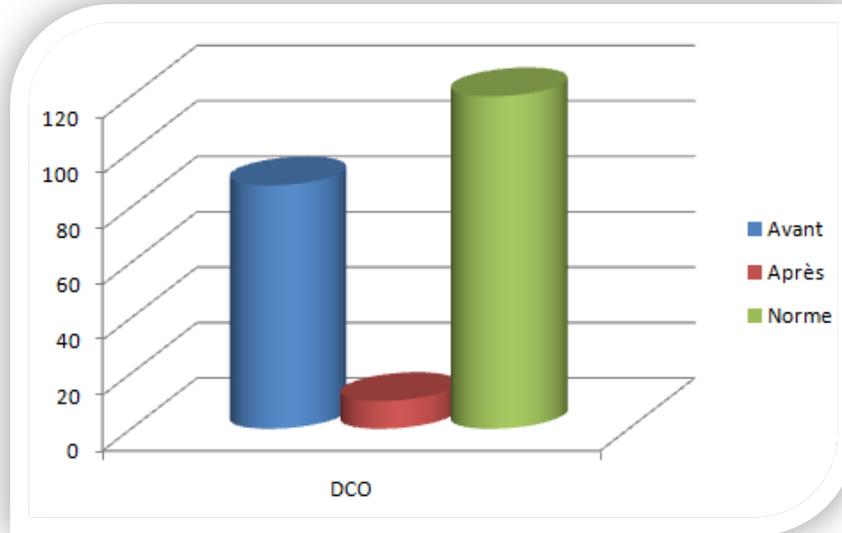


Figure N°26 : teneurs de demande chimique en oxygène

Pour la DCO, les analyses donnent une concentration=87.84 mg/l dans les eaux usées de l'abattoir, elles sont moyennement inférieures à la norme 120 mg/L. Après traitement la DCO devient 10 mg/l, on observe une grande diminution ce qui montre une bonne efficacité d'adsorption de cet élément donc un bon rendement 88%.

La pollution par les matières organiques, La biodégradabilité, est essentiellement due aux rejets de l'abattoir.

Donc : les matières organiques MO= 65.94mg/l

- La biodégradabilité par un coefficient $K=1.59$ cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.

Conclusion de résultat :

Le charbon actif des noyaux de dattes est un fort adsorbant pour différents types de polluants comme le fer ferreux, les nitrates, les nitrites, les phosphores, la DCO.

Son adsorbance est moyennement efficace pour la DBO_5 et les sulfates et même elle est acceptable pour le titre hydrotimétrique.

Pour conclure on peut dire qu'il y a une sélectivité d'adsorption par le charbon actif des noyaux de dattes « GHARS ».

Conclusion Générale

Conclusion générale

On arrive à conclure à la fin de ce travail qu'il est possible de synthétiser un charbon actif à partir des déchets agricoles des noyaux de dattes « GHARS » avec des conditions importantes de température de calcination 400°C à un temps de 30 minutes, puis activation de celui-ci à l'aide des solutions préparées à certaines concentrations d'acide phosphorique $\text{H}_3\text{PO}_4(3\text{N})$ et le chlorure de Zinc $\text{Zn Cl}_2(2\text{N})$, puis neutralisation du lavage $\text{PH} = 7$.

Parmi les techniques utilisées pour tester l'efficacité d'adsorption de notre produit qui est le charbon actif ND on a fait le traitement des eaux usées d'abattoir. Le point de prélèvement est choisi selon la charge en matière organique et différents types de polluants et même des ions minéraux.

Les résultats d'analyse physicochimique expérimentaux, ont montré que le charbon actif (ND) est un adsorbant plus performant pour les éléments de pollution de l'eau comme l'ammonium 84% et les nitrates 98%, les phosphores 81%, et même les éléments indésirables comme le fer 91%.

Pour les éléments majeurs de minéralisation les chlorures donnent un pourcentage moyen d'élimination de 49% alors pour les résidus secs et nitrite 38%, les sulfates 30%.

Le pourcentage d'élimination de calcium 15% et de magnésium 18.6% était faible. Par contre pour la demande biologique en oxygène (DBO_5) on a une bonne efficacité d'adsorption sur CAND le rendement est de 30 % à 5 jours.

Pour la DCO, l'adsorption sur le CAND des éléments chimiques consomme l'oxygène les résultats donnent une grande diminution ce qui montre une bonne efficacité d'adsorption de cet élément.

La pollution par les matières organiques, La biodégradabilité, est essentiellement due aux rejets de l'abattoir. Que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.

Conclusion générale

Recommandation :

Notre recommandation est de suivre la production de charbon actif à partir de différentes variétés de noyaux de dattes qui sont presque unitaire et en faisons changer plusieurs paramètres, Pour avoir un charbon actif plus efficace :

- * La qualité de noyaux de datte.
- * Le protocole de calcination.
- * Le mode d'activation.
- * Les choix de produits activant.
- * La taille effective des grains sont tous des éléments influents sur la qualité de produit adsorbant.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] Espiard, E., 2002, « Introduction à la transformation industrielle des fruits ». Ed. Lavoisier, p 147 – 155.
- [2] Djerbi M., 1994. Précis de phoéniculture. FAO, 192p.
- [3] DJERBI M, 1988. Les maladies du palmier dattier. , P.R.L.C.B, Algérie.127p.
- [4] LAVILLE V, 1994. La protection des fruits tropicaux après récolte. 190p.
- [5] BOULLARD B., 1997. Dictionnaire : plantes et champignons. 875p.
- [6] Anonyme, 2002. Statistiques agricoles : Superficies et productions. Ministère de l'agriculture et du développement rural. Serie A, pp 5-6.
- [7] MUNIER P., 1973. Le palmier dattier. Ed. , Maisonneuve et Larose, Paris, 367p.
- [8] DJERBI M., 1994. Précis de phéniculture. Ed., F.A.O., Rome, 1.
- [9] Hamada J.S., et al. 2002. preliminary analysis and potentiel uses of date pits in foods, food Chemistry, 76, 135-137.
- [10] Al.hoodi, et al. 1998. Chemical composition of seeds date fruits cultivars of united Arab Emirates. Journal of food science and technologie, 35, 44-46.
- [11] Al.Showiman S.S. 1990. Chemical composition of date palm seeds (phoenix Dactylifera L.) in Saoudi-Arabia. J. Chem. Soc. 12. 15-24.
- [12] El-Shurafa, M.Y., et al. 1982. Organic un inorganic constituents of date palm pits (seeds). J.Date palm, 2275-284.
- [13] Devshony, S., Etechola A. et Shani, A. 1992. Characterisation and some potential application of date palm (phoenix Dactylifera L.) Seeds and seeds oil. JAOCS, 69, 595-597.
- [14] BELLAOUAR.S ET MAROUK.S, Mise en valeur des huiles de noyaux de dattes et étude du pouvoir antioxydant, Mémoire fin d'étude ingénieur, université Kasdi Merbah-Ouargla, 2009, pp12 -21, 22.
- [15] [http : www.Sciences et Technologies des Poudres.com/](http://www.Sciences et Technologies des Poudres.com/) -Introduction.htm. 20 février 2012.
- [16] C.CREANGÃ (2007), 'Procédé AD-OX d'élimination de polluants organiques non Biodégradables (par adsorption puis oxydation catalytique)', mémoire de doctorat, Institut de Toulouse, pp.8.

Références bibliographiques

- [17] E.ERRAIS (2011), 'Réactivité de surface d'argiles naturelles, étude de l'adsorption de colorants anioniques', mémoire de doctorat, Université de Strasbourg, pp.
- [18] O. BEN BELKACEM, " Valorisation du marc de café dans le domaine du traitement des effluents de l'ennoblissement textile ". Mémoire d'Ingénieur, Boumerdès, 1999.
- [19] E. Koller, Aide-mémoire Génie chimique, 2^{ème} Edition DUNOD. Avril (2005) 364-.
- [20] A. MEKARZIA, " Utilisation du charbon actif préparé à partir du marc de café dans le traitement et l'épuration des eaux ". Thèse de Magister. Ecole Nationale Polytechnique, 2000.
- [21] DEGREMONT, " Mémento. Technique de l'eau". 10^{ème} édition copyright, 2005.
- [22] R. Desjardins, « le traitement des eaux », Edition de l'école polytechnique de Montréal, 1997.
- [23] N. Bouziane, Elimination du 2-mercaptobenzothiazole par voie photochimique et par adsorption sur la bentonite et le charbon actif en poudre, Mémoire de Magister En Chimie, Université Mentouri de Constantine. (2007).
- [24] L. Robert, F. Dardel, Adsorption J 2730, Traité Génie des procédés. (1988).
- [25] Degremonts, Memoto-Technique de l'eau, Lavoisier et Documentation. (1989).
- [26] C. E. Chittour, Physicochimie des surface : L'adsorption gaz-solide et liquide-solide, (2008) 415-17.
- [27] E.ERRAIS (2011), 'Réactivité de surface d'argiles naturelles, étude de l'adsorption de colorants anioniques', mémoire de doctorat, Université de Strasbourg, pp .
- [28] R. Desjardins, Le traitement des eaux. 2^{ème} Edition revue et améliorée, Édition de l'Ecole Polytechnique de Montréal. (1990).
- [29] N. Bouziane, Elimination du 2-mercaptobenzothiazole par voie photochimique et par adsorption sur la bentonite et le charbon actif en poudre, Mémoire de Magister En Chimie, Université Mentouri de Constantine. (2007).
- [30] N. Boudries, « Biosorption des métaux lourds sur une biomasse Mycelienne ».
- [31] Braz, J. Chem. Eng. vol.26 no.2 São Paulo Apr.2009.
- [32] F. Edeline, « L'épuration biologique des eaux résiduaires », Edition CEBEDOC, Paris, 1988. 1952) 259-269.
- [33] G.D. Halsey, The role of surface heterogeneity, Advances Catalysis.
- [34] A. Chauvel, G.Monnier, sur la signification générale de l'analyse granulométrique en pédologie ; examen des problèmes posés par la caractérisation de la structure de certains sols tropicaux. C. R. Acad. Sci., 264, série D, 1969-1972. (1967).

Références bibliographiques

- [35] Fiani, Adsorption de polluants gazeux sur des filtres à charbon actif, Modélisation des échanges couplés de matière et de chaleur, INPG-EMSE. Saint-Etienne. France. (2000).
- [36] Barrer, Zeolites and clay minerals as sorbents and molecular sieves, Academic Press. 1978.
- [37] Industrial alumina chemicals, ACS Monograph. 184 (1986).
- [38] C. Moreno-castilla, Adsorption of organic molecules from aqueous solution on carbon materials, (2004) 42, 83, 94. Available online at www.sciencedirect.com
- [39] http://www.fr.wikipedia.org/wiki/Carbon_activé.
- [40] Bosh.H, the production and characterization of activated carbon of from coconut shell catalized by potassium carbon. 1994. **29**: p. 949-953.
- [41] DIANA C.S.Azevedo, et al., Microporous activated carbon prepared from coconut shell using chemical activation with zinc chloride. Microporous and Mesoporous Materials,, 23 March 2007. **100**(1-3,).
- [42] VALIX, M., W.H. Cheung, and G. McKay, Preparation of activated carbon using low temperature carbonization and physical activation of high ash raw bagasse for acid dye adsorption. August 2004. **56**(5): p. 493-501.
- [43] Mukana.al, Préparation des charbons actifs à partir des sciures de Bagasse de canne à sucre, des bois de Ntola et Lifaki imprégnées dans des solutions de soude caustique. Rev. Cong.Sci.Nul, 2000. **16**(1): p. 84-92.
- [44] SATONAKA, S., T. ISOBE, and T. KAYAMA, Preparation of activated carbon with phosphoric acid from waste liquors, waste sludges and waste from deinking Research Bulletins of the college Experiments Forests. . 2, 2000. **41**: p. 551-560.
- [45] Rodriguez, J., preparation and caractérisation of activated carbon from eucalyptus fraft lignin. carbon, 1993. **31**(1): p. 87-95.
- [46] Reinoso, F.R. and M.M. SABIO, Activated carbons from lignocelulosic materials by chemical and physical activation: an overview. carbon, 1992. **30**(7): p. 1111-1118.
- [47] O. BEN BELKACEM, " Valorisation du marc de café dans le domaine du traitement des effluents de l'ennoblissement textile ". Mémoire d'Ingénieur, Boumerdès, **1999**.
- [48] M.A. SLASLI, " Modélisation de l'adsorption par les charbons microporeux, approche théorique et expérimentale ". Thèse de Doctorat, Université de NEUCHÂTEL, Décembre, **2002**.

Références bibliographiques

[49] G. COUDERC, " Contribution à l'état de l'adsorption binaire par les charbons non poreux et poreux ". Thèse de Doctorat des sciences chimie physique. Université du NEUCHÂTEL, Décembre, **2002**.

[50] N.GHALMI et A. SIFER, " Essais d'adsorption du phénol et du cuivre sur charbon actif valorisé à base de grignon d'olives ". Mémoire d'Ingénieur, Boumerdès, **2006**.

[51] S. LOTRETTE, " Utilisation des fibres de carbone active comme catalyseur d'O- et N-Glycosylation. Application à la synthèse des Saponines et de Nucléosides ". Thèse de doctorat, **2004**.

[52] N'guessan Joachim KROU ; Etude expérimentale et modélisation d'un procédé séquentiel AD-OX d'élimination de polluants organiques. DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE (Année 2001) P 31, 32, 33.

1. *dye adsorption*. Chemosphere, 2004. **56**(5): p. 493-501.

2. *Internation, Union of Pure and applied Chemistry, Pure. chem*, 1987. **57**: p. 603.

[53] AMI ILHAM et HADJOUTI LAMIA : « Essai d'adsorption de phénol et de cuivre sur charbon actif préparé apartir de marc café », Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur en Génie de l'environnement, Département Génie de l'environnement, UniversitédeBoumerdes2006.

[54] C.CREANGÃ (2007), 'Procédé AD-OX d'élimination de polluants organiques non biodégradables (par adsorption puis oxydation catalytique)', mémoire de doctorat, Institue de Toulouse, pp.8.

[55] Cours de Tamar Kohm, water et waste water Treatment, Adsorption, solide.16-23.

[56] DEGREMONT, " Mémento. Technique de l'eau". 10^{ème} édition copyright, **2005**.

[57] S. Hazourli, « adsorption et electrosorption de composés organiques sur charbon actif rn grains », Thèse de doctorat, USTHB 1991.

[58] J.-P. DEVALANCE ; Charbons actifs ; BULLETIN DE L'UNION DES PHYSICIENS, Vol. 89 - Avril 1995 P.

[59] D.D Mara ; Sewage treatment in hot climates. Ed.John willey and sons.1980.

Références bibliographiques

- [60] Satin M. 1999 et Bouziani M. 2000. Caractérisation physico-chimique des eaux usées d'abattoir en vue de la mise en œuvre d'un traitement adéquat : cas de Kénitra au Maroc p199.
- [61] Satin M. 1999. Caractérisation physico-chimique des eaux usées d'abattoir en vue de la mise en œuvre d'un traitement adéquat : cas de Kénitra au Maroc p199.
- [62] Satin M. et Béchir Selmi.1999. Caractérisation physico-chimique des eaux usées d'abattoir en vue de la mise en œuvre d'un traitement adéquat : cas de Kénitra au Maroc p199.
- [63] DA. Lovett, SM.Travers et KR. Davey. Activated sludge treatment of abattoir wastewater – I. Influence of sludge age and feeding pattern. 1984*Wat. Res.*18: 429- 434.
- [64] D. Couillard et S. Gariépy. Faisabilité du procédé aérobic thermophile pour un effluent d'abattoir. 1990*Can. J. Chem. Eng.* 68: 018-1023.
- [65] R. Borja et MM. Duran. Influence of the support on the kinetics of anaerobic purification of slaughterhouse wastewater.1993. *J. Biores. Technol.* # 44: 57-60.
- [66] V. Reginatto, R.M. Teixeira, F. Pereira, W. Schmidell, A. Furigo, R. Menes, C. Etchebechere andH.M. Soqres. Anaerobic ammonium oxidation in a bioreactor treating slaughterhouse wastewater. *Brazilian Journal of Chemical Engineering.* Vol. 22, No 04, pp. 593-600, October-December2003.
- [67] Gnagne et F. Brissaud. « Etude des limites de l'épuration par infiltration sur sable des eaux usées fortement chargées en matières oxydables de l'abattoir de Ougadougou au Burkina Faso ». *Sud Sciences & Technologies.* N°9. Décembre 2002.
- [68] M. Asselin, J.-F. Blais, P. Drogui et H. Benmoussa. « Utilisation de l'électrocoagulation pour le traitement des eaux usées d'abattoir ». 21e Congrès régional de l'est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau. Québec, 4 novembre 2005.
- [69] J. RODIER Bernard LEGUBE, Nicole MERLET et coll. « Analyse de l'eau » 9^{em} édition 1511p.

Annexes

Appareillage et matériels utilisés pour analyse eaux usées



Photo N°06: Conductimètres



Photo N° 07: spectromètre



Photo N°08: DCO mètre



Photo N°09: DBO mètre



Photo N°10: Montage d'activation du CAND

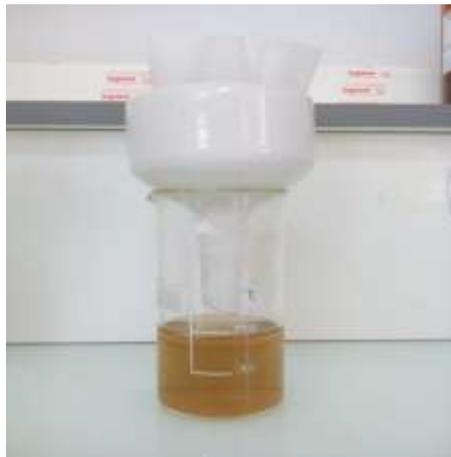


Photo N°11: eaux usées « l'abattoir »



Photo N°12: après le traitement

Tableau N°10: les valeurs limite des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (journal officiel de la république algérienne, 2006).

PARAMETRES	VALEURS LIMITES	UNITES
Température	30	C°
PH	6,5 à 8,5	-
MES	35	mg /1
DBO5	35	mg/1
DCO	120	mg/1
Azote kjeldahl	30	mg/1
Phosphates	02	mg/1
Phosphore total	10	mg/1
Cyanures	0,1	mg/1
Aluminium	03	mg/1
Cadmium	0,2	mg/1
Fer	03	mg/1
Manganèse	01	mg/1
Mercure total	0,01	mg/1
Nickel total	0,5	mg/1
Plomb total	0,5	mg/1
Cuivre total	0,5	mg/1
Zinc total	03	mg/1
Huiles et Grasses	20	mg/1
Hydrocarbures totaux	10	mg /1
Indice phénols	0,3	mg/1
Fluor et composés	15	mg/1
Etain total	02	mg/1
Composés organiques chlorés	05	mg/1
Chrome total	0,5	mg/1
(*)Chrome III+	03	mg/1
(*)Chrome VI+	0,1	mg/1
(*)Solvants organiques	20	mg/1
(*)Chlore actif	1,0	mg/1
(*)PCB	0,001	mg/1
(*)Détergents	2	mg/1
(*)Tensioactifs anioniques	10	mg/1



Photo N° 13 : prélèvement d'eau de l'abattoir

Résumé

L'étude présente intéresse à la valorisation des déchets agricoles « Noyaux de dattes » et leur application dans le domaine de purification d'eau usée. Les noyaux de dattes présentent un déchet solide qui est produit dans notre région en grande quantité chaque année.

Les noyaux de dattes sont calcinés pour donner le charbon actif après activation chimiquement par ($ZnCl_2$, H_3PO_4) dans le but d'améliorer son capacité d'adsorption.

Le charbon actif synthétisé à partir de noyaux de dattes "GHARS" est soumis à un test de dépollution des eaux usées du l'abattoir de la zone de « METLILI ».

En fin les résultats obtenus montrent que le charbon actif de noyaux de dattes "GHARS" présente un pouvoir adsorbant et une bonne efficacité d'élimination des polluants et même des ions minéraux.

Mots clés: valorisation, noyaux de dattes "GHARS", charbon actif, adsorption, eau usée.

Abstract

The study focuses on the valorization of agricultural waste "Date kernels" and their application in the field of purification of waste water. The dates nuclei present a solid waste that is produced in our area in large quantities each year.

The date nuclei are calcined to give the activated carbon after chemically activation by ($ZnCl_2$, H_3PO_4) in order to improve its adsorption capacity.

The activated carbon synthesized from dates nuclei "GHARS" is subjected to a waste water depollution test of the slaughter house of the "METLILI" zone.

Finally, the results obtained show that the activated carbon of dates nuclei "GHARS" has an adsorbent power and a good efficiency of elimination of pollutants and even mineral ions.

Key words: valorization, Date nucléines "GHARS", activated carbon, adsorption, used water.

ملخص

ترتكز هذه الدراسة على تطوير المخلفات الزراعية " نواة التمر " في مجال معالجة مياه الصرف الصحي، مع العلم أن منطقتنا تنتج بكميات كبيرة كل عاما.

يتم تحويل نواة التمر إلى فحم نشط عن طريق التفحيم ومن ثم معالجتها كيميائيا بواسطة حمض فوسفوريك وكلوريد الزنك الهدف هو تحسين قدرة الامتزاز .

من أجل ذلك قمنا بإجراء اختبار فحم نشط لنواة التمر "غرس" في معالجة مياه الصرف الصحي المسلخ لمنطقة "متليلي".

وفي الاخير أظهرت النتائج أن الكربون النشط لنواة التمر لديها القدرة قوية على الإمتزاز أنواع من الملوثات وحتى الأيونات المعدنية

الكلمات المفتاحية: التقييم، نواة التمر "غرس"، فحم النشط، الامتزاز، مياه الصرف الصحي.