

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Université Kasdi Merbah Ouargla**



**FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES**

**Département de : Génie Civil et Hydraulique**

C:.....  
R:.....

**Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de**

**Master professionnel, Filière: Hydraulique**

**Spécialité : Traitement des eaux**

**Thème**

**Elimination de fer par adsorption sur charbon actif  
préparé à base de noyaux des dattes**

**Présenté par :**

❖ HALIMI Noussiba

❖ DRIK Tassadit

Soumis au jury composé de :

**Dr. ELFERGOUGUI Myriam M**

**UKMO**

**Présidente.**

**Mme. BELMABEDI Amel**

**UKMO**

**Examinatrice.**

**Dr. BOUZIANE Lamya**

**UKMO**

**Encadreur.**

**Mr. MEKHLLOUFI Nabil**

**UKMO**

**Co-Encadreur.**

**Année Universitaire: 2019 / 2020**

# REMERCIEMENTS

*Avant tout, nous remercions en premier lieu Allah le tout puissant de nous avoir illuminé et ouvert les voies du savoir, et pour nous avoir accordé la volonté et le courage pour élaborer ce travail. Surtout pour notre chère enseignante **Dr. Lamya BOUZIANE** pour son Encadrement, sa patience et d'avoir accepté de diriger ce travail et d'avoir mis à nos disposition tous les moyens qui nous a permis de mener à terme cette étude et aussi pour ses précieux conseils et ses encouragements et son aide jusqu'à l'achèvement de ce travail. Aussi à nos enseignants **Mr. Nabil MEKHLOUFI**, pour leurs aides et leurs conseils judicieux .*

*Nous tenons aussi à remercier les membres du jury **Dr. Myriam El fergougui** et **Dr. Amel Belmabedi** qui nous ont fait l'honneur de participer à examiner ce travail.*

# DEDICACES

*Nous tenons à dédier ce modeste travail à :*

*À nos parents,*

*À nos frères,*

*À nos sœurs,*

*À nos familles,*

*Vous vous êtes dépensés pour nous sans compter. En reconnaissance de tous les sacrifices consentis par tous et chacun pour nous permettre d'atteindre cette étape de notre vie.*

*Vous avez de près ou de loin contribué à notre formation.*

*À tous nos amis et nos collègues d'auditoires et tous ceux de la Faculté des sciences appliqué .*

*A l'Université de KASDI MERBAH.*

*DRIK TASSADIT & HALIMI NOUSSIBA*

# SOMMAIRE

<b>LISTE DES FIGURES</b>	V
<b>LISTE DES TABLEAUX</b>	Vii
<b>LISTE DES ABREVIATIONS</b>	viii
<b>INTRODUCTION GENERALE</b>	1
<b>CHAPITRE 01:GENERALITE SUR LES EAUX</b>	
1-Introduction	2
2- Définition de l'eau:	2
3- Généralité sur les eaux	2
4- Origine de l'eau	3
4-1- Eaux naturelles	3
4-2- Eaux de consommation	4
4-3- Eaux industrielles	5
4-4- Eaux usées	5
5- L'eau potable et ses normes	6
6- Rôle et composition chimique de l'eau	6
6-1- Rôle de l'eau	6
6-2- Composition chimique de l'eau	7
7- Disponibilité de l'eau	8
8- Accès a l'eau potable	8
9- Des maladies hydrique	9
10- L'eau et l'agriculture	9
11- Conclusion:	10
<b>CHPITRE 02: LES METHODES DE DEFERRISATION DES EAUX</b>	
1- Introduction	11
2- Généralités sur le fer	11
3- Etats naturels du fer	11
4- Procédés d'élimination du fer	12
4-1- L'oxydation	12
4-2- L'adsorption	13

4-3- Traitement biologique	14
4-4- La coagulation-floculation	14
4-5- Procédés de transfert membranaire	15
4-6- Déferrisation avec décantation	15
4-7- Déferrisation par précipitation à la chaux	15
4-8- Echange d'ion	16
5-Conclusion	16

### **CHAPITRE 03:GENERALITE SUR LE CHARBON ACIF**

1- Introduction	17
2- Définition de charbons actifs	17
3- Principales applications	17
4- Production et activation du charbon	18
5- Structure du charbon actif	20
6- Texture du charbon actif	21
7- Fonctions de surface	22
8- Propriétés du charbon actif	22
9- Différents types de charbon actif	24
9-1- Charbon actif en poudre (CAP)	24
9-2- Charbon actif en grain (CAG)	25
10- Cinétique d'adsorption	26
11- Classification des isothermes d'adsorption	26
12- La capacité d'adsorption	27
13-Conclusion	27

### **CHAPITRE 04:MATERIEL ET METHODE UTILISE**

1-Introduction	28
2- Matériels utilisées	28
2-1- Petit matériel	28
2-2- Appareillage	28
2-3- Produits utilisés.	28
3- Objectif de cette étude	29
4- Préparation de la matière première	29
5- Carbonisation des noyaux	29
6- Méthodologie expérimentale :	30

6-1- Préparation le solution de fer:	30
6-2- Cinétique d'adsorption	30
7- L'influence de la dose de charbon actif préparé	31
8- Conclusion	31

## **CHAPITRE 05 :RESULTATS ET DISCUSSION**

1-Introduction	32
2- Détermination le temps d'interaction	32
3- L'influence de la dose de charbon actif préparé	33
4- Conclusion	34
<b>Conclusion général</b>	35
<b>Référence</b>	

# **LISTE DES FIGURES**

## Liste des figures

Figure 2-1: Etats du fer dans l'eau	11
Figure 3-1: Les étapes de fabrication du charbon actif	20
Figure 3-2: Structure cristalline: (a) graphite ; (b) charbon actif	21
Figure 3-3: Représentation schématique de la surface externe et interne d'un matériau poreux	23
Figure 3-4: Représentation de la surface externe et interne d'un matériau poreux.	23
Figure 3-5: charbon actif en poudre.	24
Figure 3-6: charbon actif en grain.	25
Figure 3-7: Etapes décrivant le phénomène d'adsorption	26
Figure 4-1: Noyaux des dattes.	29
Figure 4-2: Etuve	29
Figure 4-3: Broyeur électrique.	29
Figure 4-4: Four électrique.	30
Figure 4-5: Four à moufle.	30
Figure 4-6: Balance	31
Figure 4-7: Agitateur magnétique.	31
Figure 4-8: micropipette.	31
Figure 4-9: Spectrophotomètre.	31
Figure 4-10: Turbidimètre.	31
Figure 4-11: Multi paramètres.	31
Figure 5-1: Concentration en fer en termes de temps d'agitation.	32
Figure 5-2: Concentration en fer en termes de quantité de charbon actif ajoutée	33
Figure 5-3: La turbidité en termes de quantité de charbon actif.	34



# **LISTE DES TABLEAUX**

## Liste des tableaux

Tableau 3-1: Les avantages et les inconvénients du charbon en poudre	25
Tableau 3-2: Les avantages et les inconvénients du charbon grain	25
Tableau 5-1: valeur le temps d'agitation en fonction de concentration en fer.	32
Tableau 5-2: Valeurs de la dose de charbon actif.	33

## LISTE DES ABREVIATIONS

**ERU** : Les eaux résiduaires urbaines .

**ERI** : Les eaux résiduaires industrielles.

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.

**ND** : Noyaux de dattes.

# **INTRODUCTION GENERALE**

# INTRODUCTION GENERALE

---

## Introduction général

La protection de l'environnement est devenue une préoccupation majeure de notre société et motivée, à côté d'études sur la réduction des facteurs créateurs de pollution. Le développement croissant de recharges pour l'amélioration des méthodes de dépollution ne cesse de continuer.

Les eaux résiduaires des industries textiles sont, elles aussi, chargées de nombreux micropolluants organiques, notamment certains détergents et colorants. Ces derniers sont souvent utilisés en excès pour améliorer la teinture et de ce fait les eaux de rejet se trouvent fortement concentrées en colorant dont la faible biodégradabilité rend les traitements biologiques difficilement applicables.

Plusieurs techniques ont été employées pour l'élimination du fer dans les eaux. L'adsorption est la plus communément employée, mais elle reste très onéreuse et nécessite en plus une régénération ce qui limite son utilisation dans les pays en voie de développement.[14]

Pour le but de notre travail, nous avons fait une étude qui concerne l'élimination du fer par le charbon actif préparé par les noyaux des dattes

Cette étude comprend deux parties

Une partie théorique contenant des rappels sur les eaux en général, les méthodes d'élimination du fer et le charbon actif.

Une partie expérimentale, dans laquelle on étudie l'effet des paramètres influençant l'adsorption tels que le temps d'agitation, la dose, le PH, la température, turbidité et ainsi une application concernant l'adsorption du fer par le charbon actif préparé et enfin une étude cinétique de l'adsorption effectuée sur le métal choisi

**CHAPITRE 01:**  
**GENERALITE SUR LES EAUX**

## **1-Introduction**

L'eau est un élément très important pour la vie en tant que composant de l'écosystème. Cette ressource qui répond aux besoins fondamentaux de l'homme est un élément clé du développement, puisqu'il représente une grande importance dans les activités humains à partir de l'agriculture à l'industrie.

Selon l'organisation mondiale de la santé, l'eau potable est définie comme étant une eau que l'on peut boire sans risque pour la santé. C'est une eau exempte de germes pathogènes, de parasites, et des molécules indésirables et toxiques.

L'eau est facilement polluée par une seule goutte d'une substance dangereuse. Avec les activités humaines irresponsables, la pollution générée aujourd'hui pourrait rester pendant des générations.

En effet, les différentes activités qui sont faites, notamment dans le domaine agricole et industriel, affectent les ressources en eau.[1]

## **2- Définition de l'eau:**

L'eau H<sub>2</sub>O est chimiquement constituée d'un atome d'oxygène (O) relié à deux atomes d'hydrogène (H) par deux liaisons covalentes simples, formant un angle de 104.5° la molécule présente un moment dipolaire élevé qui est de 1.85 debye dû à la forte électronégativité de l'atome d'oxygène.[1]

## **3- Généralité sur les eaux**

L'eau est une substance incolore, inodore, insipide qui couvre trois quart de la surface terrestre et qui joue un rôle primordial pour tout ce qui a trait à la vie.

Les standards de référence dans ce domaine diffèrent selon les époques et les pays .Le concept de « potabilité » varie à travers le monde, fruit d'un contexte historique, scientifique et culturel local. Il détermine la question de l'accès à l'eau, puisqu'une eau de bonne qualité est essentielle au développement économique et humain. Selon l'arrêté du 11 janvier 2007 du ministère de la Santé une eau potable dit répondre à une série des critères :

- paramètres organoleptiques : coloration, odeur, turbidité, saveur.
- paramètres physico-chimiques : température, PH, chlorures, sulfates.
- paramètres chimiques : substances indésirables, toxiques.
- paramètres microbiologiques.

- paramètres micropolluants L'eau potable fait l'objet de contrôles sanitaires au point de captage, en production et en cours de distribution.[2]

#### **4- Origine de l'eau**

Le cycle de l'eau a été modifié par son utilisation par les plantes et les animaux. Sur les milieux émergés, l'eau douce est vitale pour la plupart des espèces. Elle provient de la précipitation de vapeur d'eau atmosphérique.

Elle provient également des cycles de ré-évaporation de la rosée et des eaux météoriques qui se sont évaporées avant de rejoindre les nappes ou les cours d'eau qui alimentent les lacs intérieurs, les rivières et fleuves, ainsi que des nappes d'eau souterraines profondes, soit directement, soit suite à la fonte de neiges ou de glaces. Sur terre, 97 % de l'eau de surface est salée; les 3 % restants constituent d'eau douce de la planète. D'après cette origine on distingue.[2]

#### **4-1- Eaux naturelles**

##### **4-1-1- L'eau de pluie**

Elle n'est qu'une source temporaire, elle est produite par la rencontre des vents humides et d'un obstacle. Elle contient l'azote, de l'oxygène dissout, du chlorure de sodium, du magnésium, du calcium, de l'iode, du brome, du dioxyde de carbone, des carbonates, du nitrite, d'ammoniac, des phosphores et de la poussière. On appelle ruissellement l'eau de pluie qui est recueillie par les ruisseaux et les rivières. Le volume et la variation de ruissellement sont influence principalement par les précipitations et leur distribution pour la grandeur, la forme, l'écorce et la topographie.[2]

##### **4-1-2- Les eaux de surface**

Ce type des eaux englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents (rivières, lacs, étangs, barrages,...). La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par ces eaux durant leurs parcours dans l'ensemble des bassins versants. Ces eaux sont le siège, dans la plupart des cas, d'un développement d'une vie microbienne à cause des déchets rejetés dedans et de l'importante surface de contact avec le milieu extérieur. C'est à cause de ça que ces eaux sont rarement potables sans aucun traitement.[3]



### **4-1-3- Les eaux souterraines**

De point de vue hydrogéologique les couches aquifères se divisent en :

- Nappes phréatiques ou alluviales : Peu profondes et alimentées directement par les précipitations pluvieuses ou les écoulements d'eau en dessus,
- Nappes captives : Plus profondes que les premières couches et séparées de la surface par une couche imperméable, l'alimentation de ces nappes est assurée par l'infiltration sur leurs bordures.

La nature du terrain sous lequel se trouvent ces eaux est un déterminant de leurs compositions chimiques, cependant elles sont appelées aussi les eaux propres car ils répondent `en général` aux normes de potabilité. Pourtant, ces eaux sont moins sensibles aux pollutions accidentelles, elles perdent totalement leur pureté originale dans le cas de contamination par des polluants.

Quand une eau souterraine contient une concentration en certains minéraux dépassant les normes de potabilité, mais elle représente des propriétés thérapeutiques on la distribue en bouteilles avec parfois un traitement bien défini, ces eaux sont dites eaux minérales.[3]

### **4-1-4- Eaux des mers et océans :**

Les mers et les océans constituent des énormes réservoirs d'eau, elles représentent près de 97.4% du volume d'eau existant actuellement sur notre planète, le reste est la part des eaux continentales (eaux souterraines et superficielles). Les eaux de mers sont caractérisées par une grande salinité, elles sont dénommées aussi « eaux saumâtres », ce qui rend leur utilisation difficile, notamment leur coût très élevé pour leur traitement.[3]

### **4-2- Eaux de consommation**

Ce sont les eaux destinées à la consommation domestique, elles ont connues une énorme croissance suite au développement démographique et à l'amélioration des conditions de vie des populations. La consommation domestique en eau varie de quelques litres par jour dans les pays sans adduction publique et à faible confort ménager jusqu'à plusieurs centaines de litres dans les pays très développés. Même si ce n'est qu'une petite quantité qui va être bu, jamais ces eaux ne sont distribuées qu'après traitement, trois facteurs déterminent le choix d'un traitement:

- La quantité : La source doit couvrir la demande, en toute circonstance.

- La qualité : La qualité de l'eau brute dont on dispose doit être compatible avec la législation en vigueur.
- L'économie : Le coût d'investissement et de fonctionnement du procédé de traitement relatif à chacune des ressources disponibles est déterminant lors de la prise d'une décision.

Il faut signaler que les établissements distributeurs des eaux de consommation sont responsables de la conformité de ces eaux aux normes jusqu'à leurs arrivées au consommateur.[3]

### **4-3- Eaux industrielles**

La qualité et la quantité des eaux utilisées dans l'industrie sont très variables, elles dépendent du type de l'entreprise productrice et de sa taille.[3]

### **4-4- Eaux usées**

L'utilisation des eaux engendre un nouveau produit appelé effluent ou eau usée. Les problèmes liés aux eaux usées sont aussi anciens que ces eaux elles même et ils s'aggravent suivant la croissance démographique, l'amélioration de la qualité de vie des populations et le développement des activités industrielles.

Les eaux usées se divisent en deux grandes catégories : les eaux résiduaires urbaines (ERU) et les eaux résiduaires industrielles (ERI).[3]

#### **4-4-1- Eaux résiduaires urbaines (ERU)**

Les eaux résiduaires urbaines (ERU) regroupent les eaux ménagères, les eaux vannes et les eaux de ruissellement. La composition et les caractéristiques d'une eau résiduaire urbaine sont peu variables par rapport aux eaux usées industrielles.[3]

#### **4-4-2- Eaux résiduaires industrielles (ERI)**

Les caractéristiques des eaux usées industrielles subissent des grandes variations, elles dépendent à une multitude de paramètres type de l'industrie, production, nettoyage,..., les différentes étapes du procédé industriel, l'état des appareils,... Par ailleurs, il existe des caractéristiques communes entre les effluents de la même industrie.

En terme de volume et type de polluants, les effluents industriels présentent le plus souvent une charge importante et un risque de dysfonctionnement structurel et fonctionnel des réseaux d'assainissement et des dispositifs de traitement des eaux usées.

Les principaux polluants transitant dans les eaux usées d'origine industrielle sont :

- Les métaux toxiques,
- Les toxines organiques,
- Les matières colorées,
- Les huiles et graisses,
- Les sels,
- La pollution organique.[3]

## **5- L'eau potable et ses normes**

Une eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque pour la santé, Les normes ont été établies qui fixent notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nocives. Selon ces normes, une eau potable doit être exempte de germes pathogènes (bactéries, virus) et d'organismes parasites. Elle ne doit contenir certaines substances chimiques qu'en quantité limitée : il s'agit en particulier de substances qualifiées d'indésirables ou de toxiques, comme les nitrates et les phosphates, les métaux lourds, ou encore les hydrocarbures et les pesticides, pour lesquelles des " concentrations maximales admissibles " ont été définies. À l'inverse, la présence de certaines substances peut être jugée nécessaire comme les oligoéléments indispensables à l'organisme. Une eau potable doit aussi être une eau agréable à boire: elle doit être claire, avoir une bonne odeur et un bon goût. Enfin, elle ne doit pas corroder les canalisations afin d'arriver "propre" à la sortie des robinets. Les normes ne font donc que définir, à un moment donné, un niveau de risque acceptable pour une population donnée. Elles dépendent par ailleurs étroitement des connaissances scientifiques et des techniques disponibles. Elles peuvent donc être modifiées à tout moment en fonction des progrès réalisés. Tous les pays du monde ne suivent pas les mêmes normes. Certains édictent leurs propres normes. D'autres adoptent celles conseillées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).[2]

## **6- Rôle et composition chimique de l'eau**

### **6-1- Rôle de l'eau**

L'eau, utilisée à de multiples fins, a une valeur économique et devrait donc être reconnue comme un bien économique et social, et que soit reconnu le droit fondamental de tous les êtres humains d'avoir accès à de l'eau propre et à des services d'assainissement et ce, à un prix abordable. La valeur économique de l'eau a été longtemps méconnue, ce qui s'est soldé

par des gaspillages de la ressource et des utilisations dégradant l'environnement. La gestion de l'eau en tant que bien économique est un moyen important d'arriver à une utilisation efficace et équitable des ressources en eau, à les préserver et à les protéger. Les fonctions de l'eau peuvent se définir et se classer suivant les propriétés de l'eau qui les déterminent, en :

- **fonctions biologiques** : l'eau constituant de la matière vivante et vecteur d'échanges internes et externes ; l'eau aliment.
- **fonction écologique** : l'eau biotope aquatique.
- **fonctions hydrauliques** : (mécaniques, hydrostatique, hydrodynamique): l'eau support (surtension -l'eau milieu flottable-, suspension), vecteur (par son flux) de transport (de matière, d'énergie), moteur, conservateur et transformateur d'énergie, agent de transmission de contraintes mécaniques, liant.
- **fonctions thermiques** : l'eau fluide caloporteur, agent de thermorégulation.
- **fonctions chimiques** : l'eau composante (hydratante), solvant, réactive ou catalytique vis-à-vis de nombreuses substances.
- **fonctions optiques** : l'eau milieu transparent ou réflecteur, conducteur de lumière.
- **fonctions symboliques** : l'eau signifiante dans le contexte socioculturel (symbole de pureté, de fécondité).[2]

## **6-2- Composition chimique de l'eau**

Elle contient aussi, sous forme dissoute ou en suspension, des substances minérales et organiques.

### **6-2-1- Les matières minérales :**

L'eau contient beaucoup d'ions dissous dont les principaux sont les ions calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), sodium ( $\text{Na}^+$ ), potassium ( $\text{K}^+$ ), carbonate ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ), sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), chlorure ( $\text{Cl}^-$ ) et nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ). Ils proviennent pour l'essentiel du lessivage des sols par les eaux de pluie. Aussi, leur teneur dépend-elle directement de la nature des roches du bassin versant, l'eau contient aussi des éléments nutritifs, ou nutriments, que sont l'azote (contenu dans l'ammoniac, les nitrites et les nitrates), le phosphore (contenu dans les phosphates) et la silice, mais aussi le fer et le manganèse. D'autres éléments ne sont présents qu'à l'état de trace, comme l'arsenic, le cuivre, le cadmium, le manganèse, le fer, le zinc, le cobalt, le plomb... Ils proviennent des roches mais aussi parfois des activités industrielles et domestiques.[2]

**6-2-2- Les matières organiques:**

Les matières organiques peuvent être présentées sous forme dissoute (carbohydrates, pigments et composés d'origine artificielle ou en suspension (déchets végétaux, plancton...). Elles proviennent pour l'essentiel de la dégradation de la matière organique présente dans le milieu ou dans les sols lessivés par les pluies (décomposition des plantes et des animaux).[2]

**7- Disponibilité de l'eau**

Pour sauvegarder le futur approvisionnement en eau, on peut soit essayer d'augmenter l'approvisionnement, soit gérer la demande, soit encore essayer de faire le deux. Cependant, les nouvelles sources d'eau douce sont de plus en plus chères à exploiter, limitant le potentiel de développement d'un nouvel approvisionnement. Cela signifie que pour faire face aux nouvelles demandes, une bonne partie de l'eau doit provenir de l'eau économisée sur les utilisateurs actuels, grâce à une réforme complète des politiques avec des mesures d'incitation économique et d'adaptation de nouvelles technologies.

La disponibilité de l'eau nécessaire aux divers besoins de l'homme (personnels, domestiques, industriels, agricoles) constituent un impératif absolu sans le quel il n'y aurait pas de développement. Dès à présent, plus de 50 pays n'ont plus assez d'eau pour répondre aux normes minimales qu'exige un développement durable. Une économie de l'eau, en particulier dans l'irrigation des cultures qui est le premier poste de consommation, s'impose donc, ainsi que son recyclage en particulier dans l'industrie et certains usages domestiques.[2]

**8- Accès a l'eau potable**

En effet, 17% de la population mondiale vivent sans accès à l'eau potable dans le monde. Cependant de réels progrès ont été réalisés : depuis 1990, la proportion de personnes n'ayant pas accès à ce bien de première nécessité, permettant ainsi à près de 6 milliards d'individus de bénéficier d'un accès à l'eau potable en 2011. 11 % de la population mondiale, n'avait pas accès à l'eau potable en 2011.

Selon l'OMS, la quantité adéquate d'eau potable représente au minimum 20 litres d'eau par habitant et par jour.

La notion d'accès rend compte de la plus ou moins grande facilité avec la quelle on peut accéder à un service. Appliquée à l'eau potable, elle se décline en termes de disponibilité de la ressource, de permanence, de distance qui sépare le ménage de son point d'eau et de qualité. En termes de distance, on entend par accès raisonnable, l'existence d'un point d'eau potable permanent à une distance inférieure à 200 mètres de la concession.

Ainsi l'accès à l'eau est un problème de plus en plus critique pour la survie de nombreuses espèces, y compris l'être humain, notamment dans les déserts et autres contrées arides, polluées, ou dans les zones en cours de salinisation suite au déboisement. L'eau douce étant très inégalement répartie et accessible sur la Terre, elle est une des grandes sources d'inégalité écologique et de conflits pour l'avenir.[2]

### **9- Des maladies hydriques**

La pénurie ou l'absence quasi-totale de l'eau potable peut causer des maux énormes sur les plans économique, social et de la santé. L'accès aux eaux souillées et à des points d'eau non aménagés ou insuffisamment aménagés expose les populations à toutes sortes de maladies. Jusqu'à 80 % de la population des villes de province souffrent de maladies vermineuses, jusqu'à 25 % de typhus et environ 20% de diarrhées. Le paludisme et le choléra sont également très répandus. Les maladies liées à l'eau causent de nombreux décès parmi les nourissants et les personnes âgées, qui en sont particulièrement touchés. Ainsi que des nombreuses conséquences tel que : des retards de croissance, la baisse du développement intellectuel, l'anémie constante, l'augmentation du risque d'infection par d'autres germes à cause de la baisse de l'immunité. Toutes ces maladies sont appelées maladies hydriques parce qu'elles sont directement liées à l'eau, eau souillée et absence d'eau.[2]

### **10-L'eau et l'agriculture**

L'agriculture est la principale source d'approvisionnement alimentaire dans le monde et la principale source de revenus pour des milliards d'habitants dans les zones rurales. L'irrigation agricole consomme de vastes quantités d'eau douce, ce qui provoque dans de nombreux endroits des pénuries d'eau qui s'aggravent.

Les eaux s'écoulant naturellement dans les canaux suffisaient à couvrir les besoins élémentaires. A mesure que les villes puisent dans les réserves hydriques pour leurs populations en rapide augmentation, l'agriculture doit considérablement améliorer son rendement hydrique et la productivité de ses ressources en eau.

L'agriculture est l'activité humaine la plus consommant l'eau. 69% des prélèvements mondiaux lui sont imputables. Là aussi, il s'agit légitimement de répondre à la demande alimentaire mondiale croissant. Ainsi, l'intensification et la modernisation de l'agriculture ont entraîné une sur utilisation de l'eau faisant peser une menace sur la viabilité des systèmes agricoles dans de nombreuses régions du monde. L'utilisation inappropriée des engrais, des pesticides peut provoquer une pollution de l'eau potable, des rivières et des lacs.

Les questions et les défis que pose alors la maîtrise de l'eau dans l'agriculture diffèrent d'une région à l'autre en fonction des conditions socioéconomiques et agro-climatiques.

La productivité est le rapport entre unité de produit et unité de facteur de production. Dans le contexte de cette étude, l'expression productivité de l'eau est employée exclusivement pour désigner la quantité ou la valeur du produit par rapport au volume ou à la valeur d'eau prélevée ou détournée. La valeur du produit peut s'exprimer sous différentes formes (biomasse, céréales, argent). Par exemple, la perspective «produire plus avec moins d'eau» est axée sur la quantité de produit obtenue par unité d'eau. Une autre perspective prend en considération les différences de valeur nutritionnelle entre diverses cultures, ou le fait qu'une quantité donnée d'une culture nourrit davantage de personnes que la même quantité d'une autre culture. Il est important, dès lors que la sécurité alimentaire est évoquée, de préciser ces critères.[2]

### **11- Conclusion:**

La classification des eaux diffère d'une référence à une autre, quelques unes les classifient suivant l'origine, quelques parlent par des eaux de pluies, certains autres s'intéressent à l'utilisation des eaux.[3]

**CHPITRE 02:**  
**LES METHODES DE DEFERRISATION DES EAUX**



### 1- Introduction

Le fer est considéré comme étant l'un des éléments les plus répandus dans le monde. Il est non seulement l'un des minéraux principaux de la croûte terrestre, mais il se trouve également en abondante quantité dans les réserves d'eau. Bien que le fer constitue un élément nécessaire à la santé humaine, il peut générer des problèmes lorsqu'il est présent dans l'eau potable à une concentration élevée supérieure à un certain seuil supérieure à la norme fixée par l'OMS à 0,2 mg/l.[4]

### 2- Généralités sur le fer

Le fer est un élément chimique, de symbole Fe et de numéro atomique 26. Le noyau de l'atome de fer 56 est l'isotope le plus stable de tous les éléments chimiques, car il possède l'énergie de liaison par nucléon la plus élevée. En effet, l'eau souterraine riche en fer soluble, est claire. Mais lorsqu'elle est exposée à l'air, elle devient trouble par oxydation, suivie d'une précipitation des substances minérales.

Le fer est un oligoélément essentiel à la vie. Toute fois, il est considéré à des concentrations supérieures à 0,2 mg/l comme indésirable.[4]

### 3- Etats naturels du fer

Le fer est présent dans la plupart des sols sous forme de minéraux. Sa solubilisation est à l'origine des concentrations élevées dans les eaux. Pour définir une déferrisation efficace, il faut connaître la teneur totale en fer, mais aussi les différentes formes sous lesquelles cet élément est susceptible de se présenter (Fig.2-1).[5]

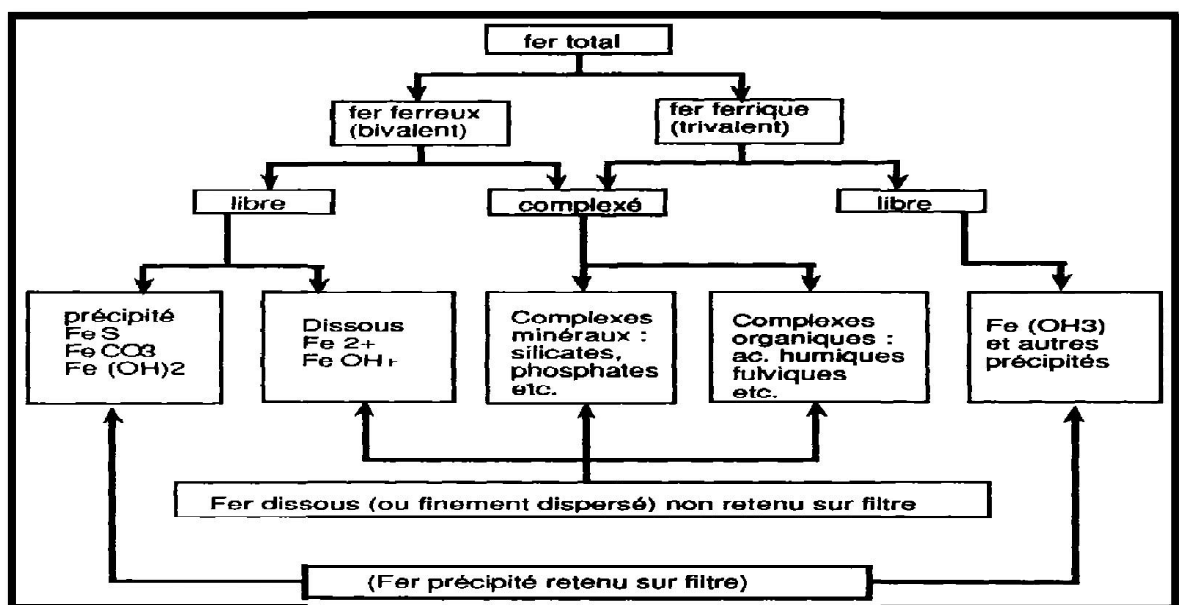


Figure 2-1: Etats du fer dans l'eau.[5]

### 4- Procédés d'élimination du fer

La potabilisation des eaux naturelles contenant du fer impose un traitement spécifique pour abaisser la teneur en  $Fe^{2+}$  suivant la norme fixée par l'OMS ( $<0,2$  mg/l). Un certain nombre de technologies a été développé pour l'élimination du fer dans les eaux de consommation humaine. La plupart de ces technologies est basée sur les traitements physico- chimiques. Il existe cinq principales méthodes de déferrisation de l'eau : l'oxydation- précipitation, la coagulation-floculation, l'adsorption, le traitement biologique et la filtration membranaire.[4]

#### 4-1- L'oxydation

Ce type de traitement commence toujours par l'oxydation qui est une étape indispensable, permettant de faire passer le fer de l'état ferreux ( $Fe^{2+}$ ) plus stable à l'état ferrique ( $Fe^{3+}$ ) moins stable. Pour cela, plusieurs procédés d'oxydation sont employés :[4]

- l'oxydation par l'oxygène.
- l'oxydation par le chlore.
- l'oxydation par le permanganate de potassium.
- l'oxydation par le dioxyde de chlore.
- l'oxydation par l'ozone.[5]

La cinétique de l'oxydation du fer divalent par l'oxygène dépend de plusieurs facteurs, en particulier : la température, le pH, les teneurs en fer et en oxygène dissous.

**La réaction peut s'écrire :**  $4 Fe^{2+} + O_2 + 8 OH^- + 2 H_2O \rightarrow 4 Fe(OH)_3$

La réaction est d'autant plus rapide que le pH est plus élevé et que l'eau est plus proche de la saturation en oxygène.

D'autres oxydants plus puissants (l'ion hypochlorite, le permanganate de potassium ( $KMnO_4$ ), le dioxyde de chlore ( $ClO_2$ ) et l'ozone ( $O_3$ )) peuvent oxyder le fer presque instantanément. Malgré leur coût élevé, il peut être pratique de les utiliser aussi pour l'oxydation du fer.

La cinétique d'oxydation du fer dépend donc fortement du pH. L'ion ferreux peut être oxydé très rapidement par  $O_2$  en hydroxyde ferrique si le pH est supérieur à 7,8 tandis qu'il est oxydé quasi-instantanément par les oxydants plus forts.

L'utilisation du permanganate de potassium est grandement répandue notamment à cause de sa plus grande rapidité à oxyder le fer en comparaison avec le chlore ou l'oxygène. L'ozone

## **CHAPITRE 02: LES METHODES DE DEFERRISATION DES EAUX**

---

représente aussi une alternative intéressante mais sa production ainsi que son utilisation demandent des coûts plus importants que l'utilisation du permanganate de potassium. Si la concentration en fer ferreux est inférieure aux recommandations de l'OMS, une simple chloration pour assurer la désinfection de l'eau peut s'avérer suffisante.

Après oxydation, le fer est classiquement éliminé par filtration.[4]

- **Aération**

L'aération permet de mélanger l'air à l'eau pour favoriser les réactions d'oxydation, enlever les gaz dissous ou éliminer les goûts et odeurs. L'aération suit les lois de l'échange gaz-liquide, pour le transfert des solutés à travers une interface air-liquide.[15]

- **Oxydation chimique**

Les oxydants chimiques jouent le même rôle que l'aération en ce qui a trait à l'oxydation des éléments réduits comme les ions ferreux. La combinaison avec l'étape d'aération est toutefois intéressante puisque la demande en oxydant chimique peut être abaissée grâce à l'action préalable de l'oxygène de l'air sur les composés réducteurs, volatils ou autres.[15]

### **4-2- L'adsorption**

L'adsorption d'une substance par un solide désigne sa fixation de façon plus ou moins irréversible avec la surface de ce solide sans qu'il y ait réaction chimique entre eux. C'est un phénomène rapide qui aboutit à un équilibre entre la substance adsorbée et celle restant en solution. L'équilibre dépend de la concentration du soluté et de la surface du corps adsorbant

Il existe deux types d'adsorption:

Il s'agit ainsi d'un phénomène de surface qui, dans le cas de la déferrisation, peut être réalisé sur un lit de particules. Ce procédé est bien adapté à l'élimination spécifique de fer mais nécessite de maîtriser le pH du milieu. La capacité d'adsorption dépend de la surface spécifique du matériau, de la nature de la liaison adsorbant-adsorbat, du temps de contact, du pH et de la concentration initiale de l'élément à éliminer, de la présence d'interférents (ions compétitifs) ainsi que de la taille des particules des matériaux de fixation.

Les adsorbants utilisés pour la déferrisation des eaux sont l'argile de bentonite et le charbon actif.

Le charbon actif conduit généralement à de bons résultats en ce qui concerne l'élimination du fer ; la régénération se fait par la soude ou le gaz carbonique. Il présente toutefois des limites, car il ne s'utilise pas en milieu basique et requiert une très grande acidité, ce qui fait

qu'il est peu utilisé. Cependant, la méthode peut être coûteuse puisqu'il y a une nécessité d'abaisser dans un premier temps le pH pour ensuite l'augmenter à une valeur de 7 pour les besoins de la consommation.[4]

### **4-3- Traitement biologique**

Les ferrobactéries constituent une partie de la microflore normale des eaux souterraines. La déferrisation biologique, dans son principe, ne diffère pas fondamentalement des procédés d'oxydation (à l'air) et de filtration. Il s'agit d'un phénomène de nature catalytique, qui induit une oxydation du fer permettant de combiner les phases d'oxydation et de filtration dans un seul appareil, même si le pH est inférieur à 7 .

Ainsi, de nombreuses bactéries permettent, en milieu aérobie une oxydation biologique du fer. Pour certaines bactéries, l'oxydation de ce métal est indirecte: elle est due à l'augmentation du pH liée à la croissance de ces bactéries. Cette augmentation du pH au voisinage de la bactérie permet l'oxydation du fer par l'oxygène à une vitesse variable.[4]

Ces procédés exploitent certains mécanismes de résistance développés par les microorganismes (bactéries, algues, champignons et levures), qui sont capables de fixer et accumuler les métaux .Ces micro-organismes appelés aussi biomasse.[10]

### **4-4- La coagulation-floculation**

Les procédés de précipitation basés sur la coagulation/floculation ont été largement étudiés pour l'élimination du fer dans l'eau. Généralement, la coagulation à l'aluminium est utilisée pour l'élimination d'une combinaison de fer et/ou de manganèse avec l'arsenic

La coagulation avec le sulfate d'aluminium est efficace pour l'élimination du fer de l'eau pour répondre à la réglementation en vigueur en termes de teneur en fer dans l'eau potable. Cependant, les inconvénients de cette technique sont la production de boue toxique, une dose importante de coagulant et la nécessité d'une pré-oxydation ainsi qu'un réajustement du pH après traitement.

D'autre part, l'électrocoagulation peut être également citée parmi les techniques d'élimination du fer de l'eau. Dans cette technique, l'utilisation d'électrodes en aluminium permet de générer différents complexes d'hydroxyde d'aluminium dans une solution en  $Fe^{2+}$  lorsqu'un potentiel est appliqué de part et d'autre des deux électrodes plongées dans la solution.[4]

### 4-5- Procédés de transfert membranaire

#### 4-5-1-Osmose inverse

Le principe consiste en un transfert de solvant d'une solution diluée vers une solution concentrée au travers d'une paroi microporeuse sous l'action d'un gradient de pression.

C'est un procédé qui permet de purifier l'eau pour la production d'eau potable, d'eau pure pour chaudières et pour les industries agro-alimentaires.[10]

#### 4-5-2-Electrodialyse

Ce procédé permet le transfert des ions métalliques, sous l'effet d'un courant électrique (Gradient de champ électrique), d'une solution à travers une membrane de dialyse, l'électrodialyse est utilisée pour la récupération du cuivre, du nickel et de l'argent dans les bains de traitement de surface.[10]

### 4-6- Déferrisation avec décantation:

Il est toujours nécessaire d'intercaler un processus de décantation entre l'aération et la filtration surtout lorsque l'eau brute contient des teneurs élevées en fer. Cela conduit à la production d'une quantité élevée de précipité (après oxydation), pouvant entraîner le colmatage rapide du filtre.

Ce procédé est également conseillé lorsque l'on est en présence de couleur, de turbidité, d'acides humiques, d'agents complexants, etc., provoquant une diminution importante de la cinétique d'oxydation et de précipitation du fer.[5]

### 4-7- Déferrisation par précipitation à la chaux

Le fer et le manganèse, sous forme dissoute dans l'eau brute, sont amenés à précipiter en ajoutant de la chaux qui vient modifier le pH de l'eau. Les ions de fer et de manganèse forment alors des précipités de  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  et  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  respectivement. Ce procédé se combine bien avec l'adoucissement à la chaux.

Pour précipiter le fer et le manganèse par la chaux, il faut respecter les critères de conception suivants :

- pH minimal : 9,5 (entre 10,5 et 11 de façon usuelle)
- Dose de chaux (par mg/L de Fe ou de Mn) : 1 mg/L (CaO)
- Concentration de Fe et de Mn à l'eau brute : maximum combiné de 4 mg/L.[15]

### 4-8- Echange d'ion

Les résines échangeuses d'ions captent les ions présents dans l'eau brute pour les remplacer par du sodium.

À l'instar des autres ions, le fer et le manganèse peuvent être retenus sur des résines échangeuses d'ions. Par contre, l'eau à traiter doit être exempte d'oxygène dissous et d'oxydants et les ions de fer et de manganèse doivent être bivalents. En respectant ces conditions, l'échange d'ions peut être efficace pour l'enlèvement du fer et du manganèse jusqu'à des valeurs élevées dans l'eau brute (>10 mg/L en fer et >2 mg/L en manganèse). Par contre, le volume de résine nécessaire à l'échange d'ions fait en sorte que ce type de procédé est surtout intéressant pour les petits systèmes et qu'il est difficile de le mettre en application pour les grandes usines de potabilisation de l'eau.[15]

### 5-Conclusion

les technologies qui pourraient être employées pour l'élimination du fer contenu dans l'eau peut être éliminé soit biologiquement, soit à partir d'un traitement physico-chimique. Les principes de base de la déferrisation physico-chimique sont l'oxydation et l'aération. Pendant longtemps, cette technique a été la plus courante, surtout pour les eaux de forage.

Ils consistent à transformer les espèces métalliques solubles en espèces insolubles ou à les retenir sur une matrice solide (échange d'ion, adsorption).

**CHAPITRE 03**  
**GENERALITE SUR LE CHARBON ACIF**

## **1- Introduction**

Le charbon actif est connu pour le traitement de l'eau depuis 2000 ans. Il a été commercialisé au début du XX<sup>ème</sup> siècle pour la décoloration du sucre principalement. Dès 1930, il est utilisé dans le traitement de l'eau pour supprimer l'odeur et le goût. A cette époque, il n'était disponible que sous forme de charbon actif en poudre. Le charbon actif en grain a vu le jour durant la première guerre mondiale: il était utilisé dans les masques à gaz. Par la suite, l'utilisation du charbon actif s'est répandue; il est actuellement principalement utilisé pour.

- le traitement de l'eau.
- la purification de l'air.
- la pharmacie.
- l'exploitation minière etc.[6]

## **2- Définition de charbons actifs**

Le charbon actif est un carbone microporeux inerte qui a subi un traitement pour augmenter sa surface. Il possède ainsi une très grande surface spécifique pouvant aller de 100 à 2000 m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup> d'où sa grande capacité d'adsorption.

La structure du charbon actif est proche de celle du graphite, ordonnée sous la forme d'un empilement de couches successives planes d'atomes de carbone disposés en hexagones réguliers.

Le charbon actif est un adsorbant non spécifique avec une structure poreuse bien développée formée majoritairement par des micropores et des mésopores de différents diamètres.[12]

Ils ont aussi une taille des pores dans l'échelle de 1 à 4 nm, et une porosité interne de (0.4 à 0.8).[9]

## **3- Principales applications**

Les charbons actifs sont utilisés dans plusieurs domaines :

### **3-1- Filtration**

- systèmes de filtration de l'air contaminé .
- décontamination de l'eau potable : le charbon actif retient un grand nombre de composés organiques.
- masques à gaz .
- filtres utilisés dans les installations de ventilation en circuit fermé .



- filtration de polluants organiques .
- système de filtration pour aquarium.[10,12]

### **3-2- Chimie**

- déchloration des eaux : eau potable et autres liquides alimentaires . Le chlore des oxydants chlorés est réduit en chlorures (Cl-) par une action catalytique.
- traitement des effluents liquides.
- décoloration du sucre.
- décaféination du café.
- stockage de l'hydrogène.
- support pour métaux catalytiques ultra divisés.
- élimination des hydrocarbures dans l'eau.[10,12]

### **3-3- Industrie**

- extraction de l'or des minerais.
- stockage de l'hydrogène.
- balais (frotteurs) dans les générateurs et moteurs.[10,12]

### **3-4- Médecine**

- Anti-diarrhéique dans les cas des diarrhées.
- Aigreurs d'estomac, aérophagies, flatulences.
- Epuration digestive et abaissement du taux de cholestérol.
- Traitement de l'intoxication alimentaire.
- Antidote en cas d'intoxication par médicaments, produits chimiques, métaux lourds, détergents, solvants organiques.[12]

## **4- Production et activation du charbon**

Nous rappelons de façon très brève les étapes de production de cet absorbant:

- **Le séchage de la matière première:** Les matériaux premières qu'ils sont introduits dans la fabrication des charbons actifs sont d'origine organique, végétale ou minérale tels que: le bois, la tourbe, la noix de coco, les noyaux de dattes..., les résidus d'agriculture sont utilisé comme précurseurs pour la préparation de charbons actifs.[9]

- **La carbonisation:** La carbonisation ou la pyrolyse est une décomposition thermique appliqué sur la matière première à haute température dans l'intervalle de (400°C à 1000°C) dans un four sous vide, ou avec un courant continu d'un gaz inerte, afin de minimiser le contact entre les produits carboné et les produits volatiles.

A partir l'effet de chaleur les gaz volatiles va dégager, et par conséquence la substance restant va être plus riche en carbone.

Le but de la carbonisation est d'obtenir un produit fortement carboné, par le dégagement des gaz volatils et les hétéroatomes (H, O), mais sa structure poreuse reste très limitée, ce qui nécessite de procéder à l'activation pour développer la structure poreuse.[9]

- **L'activation:** A pour but le développement de la structure poreuse en éliminant les goudrons qui obstruent les pores, élargir les pores créés durant le processus de carbonisation, et à créer les fonctions de surface qui sont à l'origine des interactions entre les solides et les solutés adsorbés.

On distingue deux types d'activation: activation physique ou activation chimique.

**1-Activation physique:** l'activation physique consiste en une oxydation à haut température (800-1000°C) par un agent oxydant gazeux. Les gaz principalement utilisés sont: l'air, la vapeur d'eau, ainsi que le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), ou encore un mélange de ces gaz.

**2-Activation chimique:** met en jeu un agent chimique tel que le chlorure de zinc, l'acide phosphorique ou sulfurique, le KOH,...etc. Elle favorise la déshydratation puis une réorganisation structurelle à des températures comprises entre (400°C et 800°C), ces températures sont inférieures à celles du procédé physique.

Ces traitements d'activation ont pour but de développer et de moduler la structure poreuse du charbon et conduisent à une très forte augmentation de sa surface spécifique.[9]

Les différentes étapes de fabrication de charbon actif se résument dans le tableau qui suit :

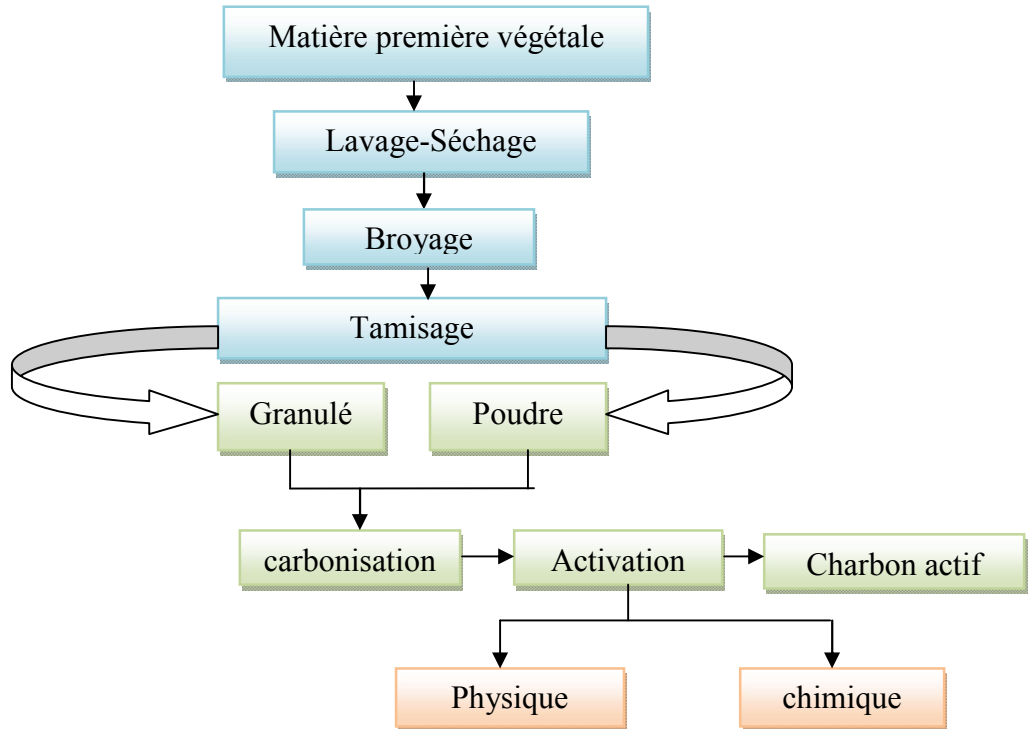


Figure 3-1: Les étapes de fabrication du charbon actif.[10,12]

## 5- Structure du charbon actif

La structure du charbon actif est semblable à celle du graphite. En effet la structure cristalline de ce dernier consiste en un ensemble de couches planes d'atomes de carbone, ordonnés en hexagone réguliers, comparables aux cycles aromatiques (Figure 3-2). L'analyse de diffraction aux rayons X, révèle que sa structure est graphitique, mais avec quelques différences, notamment par la disposition des ces couches planes d'atomes de carbone en un agencement désordonné et par la formation de groupements fonctionnels, dus à la présence d'hétéroatomes dans le réseau cristallin . Ces modifications de structure pourront engendrer des interactions spécifiques (groupements fonctionnels) et des interactions non spécifiques (hétérogénéité du réseau) pour cet adsorbant.[7]

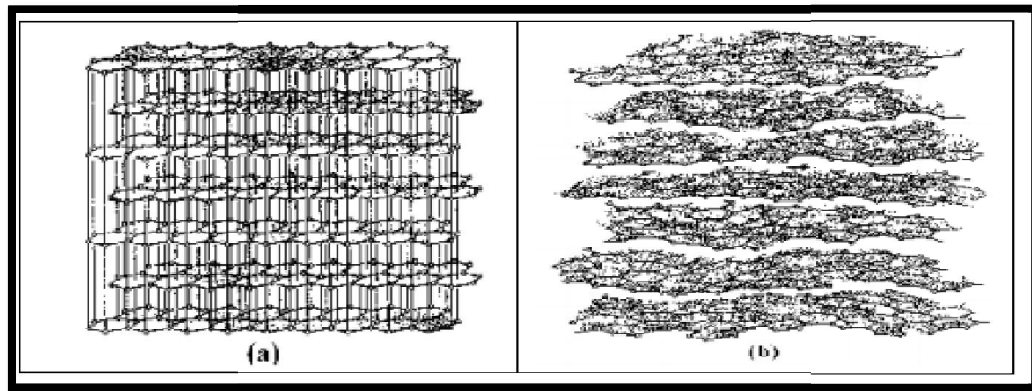


Figure 3-2: Structure cristalline: (a) graphite ; (b) charbon actif.[7,13]

## 6- Texture du charbon actif

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

- **Macropores** : ils possèdent un rayon moyen compris entre 500 et 1000 Å et peut atteindre jusqu'à 20000 Å. L'ordre de grandeur de leurs aires massiques (0,5 à 2 m<sup>2</sup> /g) montre qu'ils influencent faiblement la capacité d'adsorption.
- **Mésopores** : ils ont un rayon compris entre 18-20 Å et 500-1000 Å. Leurs surfaces spécifiques (25 à 75 m<sup>2</sup> . g<sup>-1</sup>) montrent qu'ils peuvent influencer moyennement la capacité d'adsorption. En effet, les phénomènes de condensation capillaire ne peuvent se dérouler qu'à l'intérieur de ces mésopores. Ils sont considérés comme des pores de transition en contrôlant le passage des adsorbats vers les micropores.
- **Micropores** : ils constituent pratiquement l'essentiel de la surface spécifique totale (95 %). Leur rayon qui est inférieur à 18-20 Å (de l'ordre de la taille des molécules simples) leur confère un très grand rôle dans le processus d'adsorption. Concernant le pouvoir adsorbant du charbon actif, il a été clairement établi que la porosité peut limiter les capacités de ce matériau vis-à-vis des molécules complexes, principalement celles à haut poids moléculaire. Ce qui va contrôler la vitesse de diffusion des substrats à l'intérieur des particules du charbon actif.[7]

## **7- Fonctions de surface**

Les fonctions de surface sont introduites lors de l'étape d'activation, mais ils dépendent de la composition du précurseur et du mode d'activation.

Lors de l'activation, des fonctions oxydées, appelées également sites actifs, se forment à la surface de charbon. Ces fonctions peuvent être de trois types : acides, basiques, ou neutres.

Il y a une majorité de groupements acides qui prédominent à la surface des pores. Pendant leur fabrication, puis leur stockage, les charbons actifs sont en contact avec l'air ambiant. Les éléments hydrogène et oxygène sont alors fixés en surface, ce qui conduit à la formation de fonctions oxygénées.

Les fonctions oxygénées de surface sont donc susceptibles d'être formées spontanément par contact avec l'air.

Les charbons actifs peuvent présenter des valeurs de pH basique ou acide en solution aqueuse, ceux possédant des groupements acides de surface ont des propriétés d'échange de cations, tandis que ceux possédant un caractère basique ont un pouvoir d'échange anionique. Plusieurs structures de groupements fonctionnels oxygénés acides présents à la surface de ces fibres ont été mises en présence de molécules organiques, il y a deux grands types d'interactions qui rentrent en jeu : les interactions électroniques et les interactions avec les fonctions de surface présentes sur la fibre. La réactivité de surface peut être modifiée après synthèse en utilisant des réactifs chimiques tels que l'ammoniac, l'hydrogène, le chlore, des agents oxydants,....[7]

## **8- Propriétés du charbon actif**

Un certain nombre de paramètres permettent de caractériser un charbon actif et de déterminer ses conditions d'utilisation. Ils sont détaillés ci-dessous.

• **Le volume poreux et la taille des pores:** Il est habituellement exprimé en centimètres cube par gramme d'adsorbant. Selon la classification IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry), les tailles de pores sont réparties en 3 groupes :[6]

- Les pores de largeur excédant 50 nm appelés macropores.
- Les pores de largeur comprise entre 2 et 50 nm appelés mésopores.
- Les pores de largeur inférieure à 2 nm appelés micropores (ou nanopores).

Les macropores permettent au fluide d'accéder à la surface interne du charbon actif, les mésopores favorisent le transport de ce fluide et les micropores sont les sites de l'adsorption.

La présence de macropores crée une résistance au transfert de matière, généralement facteur limitant dans le cas des adsorbants en grain.[10]

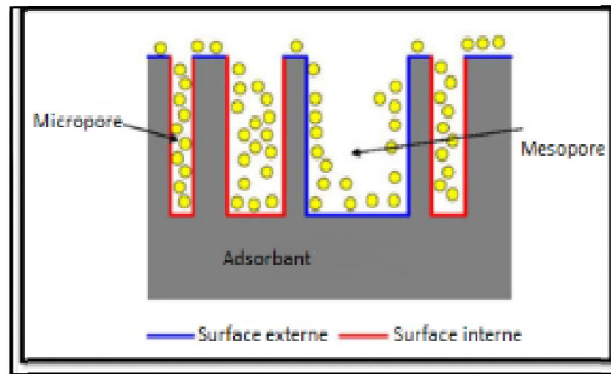


Figure 3-3: Représentation schématique de la surface externe et interne d'un matériau poreux.[10,13]

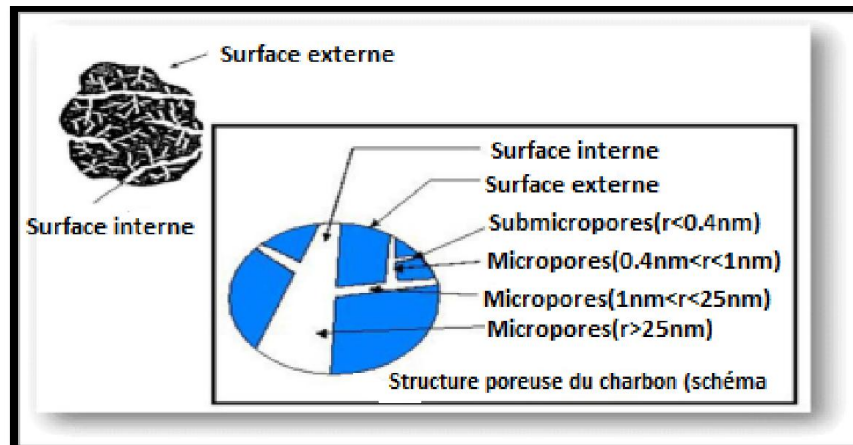


Figure 3-4: Représentation de la surface externe et interne d'un matériau poreux[10,12]

Le volume poreux total des charbons actifs est de 0,5 à 1 cm<sup>3</sup> .g<sup>-1</sup> (50 à 70% en volume).[6]

- **La surface spécifique:** La surface spécifique d'un adsorbant est une surface par unité de masse, généralement exprimée en m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>, représentant l'aire disponible pour adsorber une monocouche de molécules. Pour un charbon actif, cette aire spécifique est comprise entre 500 et 1500 m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>. Ce sont essentiellement les micropores et mésopores qui créent de la surface. Plus la surface d'adsorption est grande, plus la quantité de matière adsorbée est importante.
- **La taille des grains:** Elle conditionne la vitesse d'adsorption (plus le grain est petit, plus le transfert vers le centre est rapide) et la perte de charge à travers le lit.[6]

- **La dureté:** Elle représente la résistance au tassement, à la friction et aux vibrations pendant la phase de lavage.[6]
- **La densité:** Plus le charbon est activé, plus il est léger. La densité indique le niveau d'activation du charbon actif. Elle conditionne l'efficacité des traitements et c'est également un élément déterminant de son prix. La densité du charbon actif utilisé pour le traitement de l'eau est en général comprise entre 0.20 et 0.55 g/cm<sup>3</sup>. L'expérience montre que quand la densité est supérieure à 0.35 g/cm<sup>3</sup>, le lit du charbon actif fonctionne mieux.
- **Indice d'iode:** La performance du charbon actif est évaluée par sa capacité d'adsorption de l'iode, prise comme substance de référence. L'indice est proportionnel au nombre de micropores. Plus il est grand, meilleur est le niveau d'activation et donc meilleure sera la capacité d'adsorption.[6]
- **La teneur en cendres:** Elle est importante car elle peut gêner la mise en place du charbon. La teneur en cendres du charbon actif appliqué au traitement de l'eau devra être la plus basse possible, surtout si l'eau est dure, et en aucun cas, dépasser 10%.[6,7]

## 9- Différents types de charbon actif

Le charbon actif est principalement disponible sous deux formes différentes : en poudre ou en grain.

**9-1- Charbon actif en poudre (CAP):** Le charbon actif en poudre prend la forme de grains de taille comprise entre 10 et 50  $\mu\text{m}$ . Sous cette forme, il s'utilise souvent pour le traitement de l'eau et du gaz. Dans le premier cas, il est généralement utilisé en combinaison avec un traitement clarificateur pour augmenter le temps de contact entre le charbon et l'eau.[6]

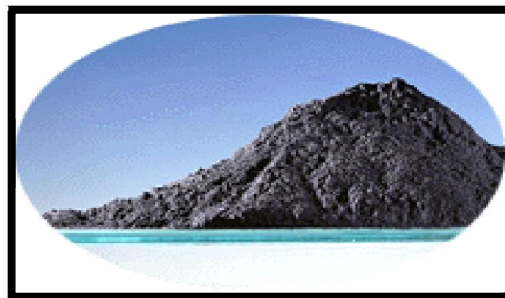


Figure 3-5: charbon actif en poudre.[6]

Le tableau suivant résume quelques avantages et inconvénients du charbon en poudre.

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

**Tableau 3-1:Les avantages et les inconvénients du charbon en poudre[10,12]**

**9-2- Charbon actif en grain (CAG):**La forme du CAG est irrégulière et sa taille est comprise entre 0.2 – 5 mm. Il est majoritairement utilisé pour l’élimination des micros polluants organiques et de la matière organique des eaux, mais il est également appliqué au traitement des gaz. Les caractéristiques physiques du CAG varient considérablement selon les matériaux constitutifs et le mode de fabrication.[6]



**Figure 3-6-:charbon actif en grain.[6]**

Le tableau suivant résume quelques avantages et inconvénients du charbon en grain.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le CAG est utilisé sous forme de lit filtrant.</li> <li>• Il est facile à manipuler.</li> <li>• Sa régénération est possible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La cinétique d’adsorption est lente.</li> <li>• Il est plus couteux que le CAP.</li> </ul>

**Tableau 3-2: Les avantages et les inconvénients du charbon grain.[12]**



### 10- Cinétique d'adsorption

La connaissance des paramètres de l'équilibre d'adsorption permet de déduire les capacités d'adsorption d'un support. La détermination des paramètres cinétiques doit en plus être réalisée pour la prévision de l'allure des courbes. Le transfert d'un adsorbât de la phase liquide vers un site d'adsorption, représenté par la (Figure 3-7) fait intervenir les étapes suivantes :[7,12]

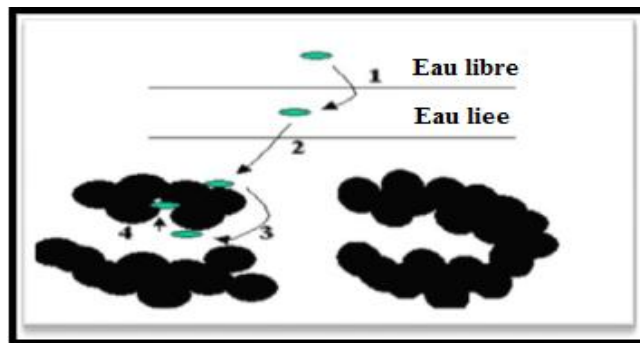


Figure 3-7: Etapes décrivant le phénomène d'adsorption.[6,9,10]

**Étape n°1 :** Transfert de la particule de la couche externe d'hydratation vers la couche interne (Étape très rapide).

**Étape n°2 :** Déplacement de l'eau liée jusqu'au contact avec le charbon. (Étape rapide).

**Étape n°3 :** Diffusion à l'intérieur du charbon sous l'influence du gradient de concentration. (Étape lente).

**Étape n°4 :** Adsorption dans un micropore. (Étape très rapide).[10,12]

### 11- Classification des isothermes d'adsorption

Tous les systèmes adsorbant-adsorbât ne se comportent pas de la même manière. Expérimentalement, on distingue quatre classes principales nommées: **S** (Sigmoïde), **L** (Langmuir), **H** (Haute affinité) et **C** (partition Constante).

Après cette description nous abordons l'interprétation des différentes classes d'isothermes.[10]

#### ➤ Isotherme de type L (Langmuir):

Ce type indique l'adsorption bi-fonctionnelles. Ce qui minimise leur attraction latérale. Le rapport entre la concentration résiduelle en solution et celle adsorbée diminue lorsque la concentration du soluté augmente. Donc elle présente aux faibles concentrations de la solution, elle est aussi caractérisée par de faibles forces d'attraction entre les molécules adsorbées.[9]

➤ **Isotherme de type S (Sigmoïde):**

C'est la conséquence de la compétition entre deux mécanismes opposés, elle présente aux faibles concentrations de la solution. Dans la plupart du temps décrit une adsorption coopérative, dans laquelle l'interaction adsorbant-adsorbant est plus forte que celle entre adsorbant-adsorbat.[9]

➤ **Isotherme de type H:**

Ce type se fait si les interactions entre les molécules de l'adsorbant et la surface de l'adsorbant sont très fortes, et elle représente un cas extrême du type L. Le soluté montre parfois une affinité élevée vis-à-vis de l'adsorbant.[9]

➤ **Isotherme de type C:**

Dans ce type, le rapport entre la concentration résiduelle et adsorbée est le même pour n'importe quelle concentration, ce rapport nommée (coefficient de distribution) ou (coefficient de partage). elle décrit une affinité relative constante des adsorbant pour l'adsorbant.[9]

## **12- La capacité d'adsorption**

La capacité d'adsorption reliée avec plusieurs facteurs tels que les facteurs d'adsorbant (surface spécifique, granulométrie, fonctions de surface, porosité,...), ainsi les facteurs de l'adsorbant (concentration, solubilité, taille des molécules, fonctions chimiques présentes, compétition entre les différentes molécules...) et d'autres comme le temps de contacts entre l'adsorbant et l'adsorbant, température du milieu, pH de solution, vitesse d'agitation et du type de charbon utilisé.[9]

## **13-Conclusion**

Les charbons actifs sont les adsorbants les plus fabriqués et les plus employés dans le monde. Ces déchets de la biomasse sont largement disponibles, bon marché et environnemental.

Les précurseurs utilisés pour la production de charbon actif sont des matières organiques qui sont riches en carbone.

Enfin, Il est à noter que les traitements avec le charbon actif en poudre ou en grains sont d'un intérêt croissant car ils se caractérisent essentiellement par:

- Un faible coût dynamique.
- Une mise en œuvre simple.
- Une meilleure compétitivité par rapport à d'autres procédés de traitement.

**CHAPITRE 04 :**  
**MATERIEL ET METHODE UTILISE**

## **1-Introduction**

L'exploitation et la valorisation de l'un des sous-produits naturels de notre pays. La particularité de ces déchets réside en la possibilité de leur recyclage en de produits finis industriellement exploitables. Les noyaux de dattes ont été largement utilisés comme charbon actif.

Elaborer des charbons activés à partir des déchets végétaux est intéressant du point de vue économique car c'est à partir de transformations simples qu'est effectuée une application directe de ces matériaux de base. On a préparé le charbon actif dans le laboratoire de pédagogie de la faculté des sciences appliquées et les essais dans laboratoire de recherche de Génie de l'Eau et de l'Environnement en Milieu Saharien (LGEEMS).

## **2- Matériels utilisées**

### **2-1- Petit matériel**

- Verrerie de laboratoire : entonnoirs, béchers, micropipette, erlenmeyers ...
- Papier filtre.
- Eau distillée.
- Noyaux des dattes.
- Les tamis.

### **2-2- Appareillage**

- Une balance: mesure du poids.
- Spectrophotomètre.
- Étuve.
- Multi paramètres.
- Turbidimètre.
- Agitateur magnétique.
- Four électrique ou à moufle.
- broyeur électrique.

### **2-3- Produits utilisés.**

- (FeSO<sub>4</sub>).
- charbon active préparé avec des particules d'un diamètre de 2 mm.
- Réactif au fer ferreux pour 25 ml d'échantillon.

### 3- Objectif de cette étude

Les objectifs de notre étude sont la préparation d'une phase adsorbant issue de noyaux de dattes (ND) de la variété « El ghars » de la région d'Ouargla, ainsi que la caractérisation et l'étude de l'efficacité de notre charbon à base de ND pour l'élimination de fer dans l'eau.

### 4- Préparation de la matière première

La matière première utilisée dans cette étude est El ghars, d'une palmeraie du Sud-Est de l'Algérie et plus exactement à kasr (Ouargla)

La datte El ghars d'un gout parfumé, est de forme fuselée ou ovoïde. À maturité, la datte est plutôt beige marron, l'épicarpe est lisse et brillant. Le mésocarpe est très peu charnu, de consistance demi-molle et de texture fibreuse .

A partir de 657.4 g de noyaux de dattes nous avons obtenu les pourcentages des poids comme suivant :

- Le diamètre 2 mm : 0 g → 0 %
- Le diamètre 0.8 mm : 411.2 g → 62.5 %
- Le diamètre 0.5 mm : 97.1 g → 14.8 %
- Le diamètre < 0.5 mm : 149.1 g → 22.7 %

### 5- Carbonisation des noyaux

#### 5-1- Charbon brut

Dans un premier temps, Le charbon brut est préparé à partir des noyaux de dattes qui ont été lavées à l'eau distillée, puis séchées à l'étuve à 105°C pendant 24 heures , ensuite broyées en diamètre 2 mm et tamisées avec les tamis à différents diamètres(2 mm,0.8 mm,0.5 mm). Après la carbonisation se fait entre 400 et 600 °C pendant 1 heure dans un four à reflux.



Figure 4-1:Noyaux des dattes.



Figure 4-2:Etuve.



Figure 4-3:Broyeur électrique.



Figure 4-4:Four électrique. Figure 4-5:Four à moufle.

➤ **Calcul du rendement de masse du charbon actif**

Les rendements de chaque expérience sont calculés utilisant l'équation :

$$\text{Rendement \%} = \frac{\text{masse finale}}{\text{masse initiale}} \times 100 \quad (1)[13]$$

$$R \% = \frac{5.7}{120} \times 100 = 4.75 \%$$

**6- Méthodologie expérimentale :**

**6-1- Préparation le solution de fer:**

Le solution de fer a été préparée dans un bécher 500 ml de l'eau distillée, à partir de 1g de sulfate de fer II(feso4), Couvrez-le de papier d'aluminium, Mélanger la solution dans un agitateur pendant 3 minutes. Mesurer la concentration final de fer par spectrophotomètre, le résultat égale à 3.41 mg/l.

**6-2- Cinétique d'adsorption**

**6-2-1- Description des essais d'adsorption du fer sur le charbon actif**

Les essais d'adsorption sont réalisés sous agitation continu 300 tour par minute (tpm), Les cinétiques d'élimination du fer sur le charbon actif sont effectuées sur de solution de fer (1g) dissoutes dans 500 ml de l'eau distillée , et (1 l) de l'eau distillée auxquelles on ajoute 4 ml de solution de fer et Couvrez-le et fait l'agitation pendant 3 min jusqu'à l'équilibre ajouté 1 g du charbon actif et agité le solution on défèrent temps (5,10,20,30 min). Le solution est agitées , puis filtrées avec le papier filtre. L'influence de l'agitation et du temps de par l'élimination de fer.

Les rendements d'élimination du fer sont calculés par la relation suivante :

$$R (\%) = 100 \times (C_0 - C_e) / C_0 \dots \dots \dots (2)[13]$$

**R :** Le rendement.

**C<sub>0</sub> :** Concentration initiale du fer (mg/l).

**C<sub>e</sub> :** Concentration à l'équilibre du fer en solution (mg/l).

$$R (\%) = 100 \times (3.41 - 0.12) / 3.41 = 96.48 (\%)$$

Les différents résultats obtenus sont tracés sous forme de courbes  $C = f(t)$ .

### 7- L'influence de la dose de charbon actif préparé

Peser différentes quantités de charbon actif (20,40,50,60,80 et 100) mg.

Remplir un ballon avec un volume de 250 ml d'eau distillée, et ajouter 2 ml d'une solution de fer avec une concentration de 3.41 mg/l, mélanger la solution pendant 3 minutes.

Ajouter le charbon actif et mélanger pendant 5 minutes, puis effectuer le processus de filtrage.

Enfin, mesurer les paramètres suivants ( PH, Turbidité, Température, Conductivité, Concentration de fer)



Figure 4-6: Balance.

Figure 4-7: Agitateur magnétique. Figure 4-8: micropipette.



Figure 4-9: Spectrophotomètre. Figure 4-10: Turbidimètre. Figure 4-11: Multi paramètres.

### 8- Conclusion

La fabrication des charbons actifs passe par deux étapes fondamentales : la carbonisation et l'activation, qui permettent d'obtenir un charbon actif de bonnes caractéristiques. Toutes les propriétés de produit finale dépendent de la nature de matière première, ainsi les conditions de carbonisation, et aussi le temps et le type d'activation.

**CHAPITRE 05 :**  
**RESULTATS ET DISCUSSION**



## 1-Introduction

Dans ce chapitre, les résultats expérimentaux obtenus sont présentés et discutés. Ils concernent l'application de procédé d'adsorption le fer. Un type d'eau a été étudiés : une eau synthétique préparée au laboratoire ayant une certaine concentration en fer dissous.

## 2- Détermination du temps d'interaction

T (min)	5	10	20	30
C fer	<b>0,14</b>	0,07	0,12	0,06
R (%)	<b>95,89%</b>	97,95%	96,48%	98,24%

Tableau 5-1: valeur du temps d'agitation en fonction de concentration en fer.

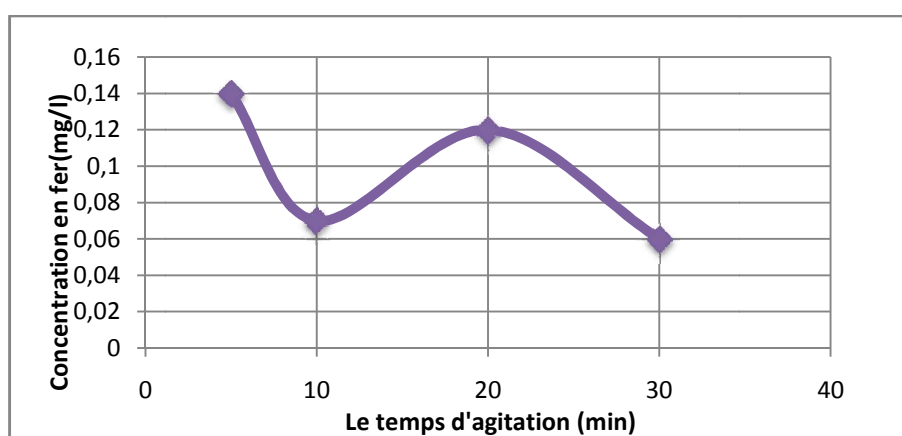


Figure 5-1: Concentration en fer en termes de temps d'agitation.

### ➤ Analyse

A travers la courbe qui représente la concentration en fer en termes de temps d'agitation on remarque que la concentration en fer diminue de 0.14 à 0.07 mg entre la 5ème et 10ème min. Ensuite, elle augmente de 0.12 mg entre la 10ème et 20ème min, à la fin elle diminue à 0.06 mg entre la 20ème à 30ème min.

### ➤ Discussion

On constate que lors ce que on atteint la 5ème minutes, la concentration correspondante en fer est de 0.14 mg, cette dite valeur représente le temps optimal pour l'adsorption des ions de fer par le charbon actif et la valeur enregistrée est la plus proche des normes de l'Organisation mondiale de la santé.

## 3- L'influence de la dose de charbon actif préparé

	1	2	3	4	5	6
<b>dose</b>	20	40	50	<b>60</b>	80	100
<b>C fer</b>	1,22	0,84	0,84	<b>0,21</b>	0,17	0,12
<b>Turbidité</b>	0,96	1,96	3,5	<b>3,67</b>	4,28	6,06
<b>PH</b>	6.3	7.4	7.66	<b>8.31</b>	8.24	8.37
<b>Conductivité</b>	17	40	35	<b>98</b>	73	36
<b>T°</b>	19.91	20.18	20.19	<b>20.83</b>	19.74	19.64
<b>R (%)</b>	64,22%	75,37%	75,37%	<b>93,84%</b>	95,01%	96,48%

Tableau 5-2: Valeurs de la dose de charbon actif.

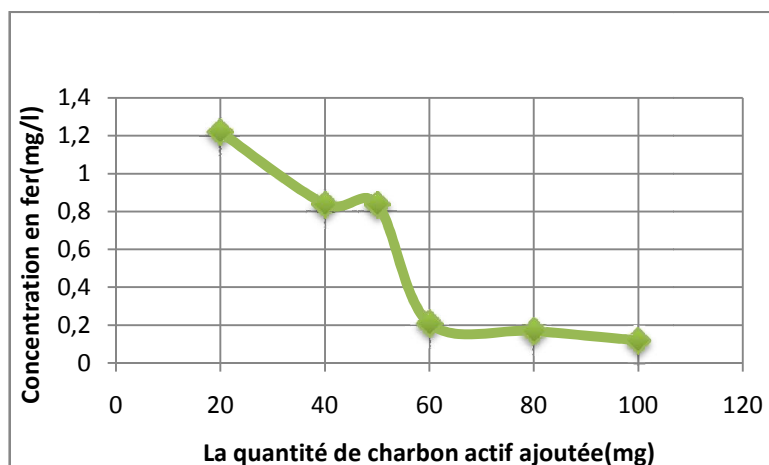


Figure 5-2: Concentration en fer en termes de quantité de charbon actif ajoutée

➤ **Analyse**

Pour la courbe qui représente la concentration de fer en termes de quantité de charbon actif ajoutée. On observe une diminution en continue de la concentration de fer correspondant à une augmentation de la quantité de charbon actif, Où 60 mg est la quantité optimale de charbon actif pour obtenir une concentration de fer de 0.2 mg.

➤ **Discussion**

Lorsque la quantité de charbon actif est inférieure à 60 mg, le charbon actif se sature.

Lorsque la quantité de charbon actif est supérieure à 60 mg, une précipitation et décantation de la plupart des ions de fer qui sont stabilisés et adsorbés par le charbon.

Plus la concentration de fer est faible, le rendement d'adsorption est élevé.

plus la concentration du fer est élevée, plus la consommation du charbon est grande.

### Influence du paramètre pH

L'adsorption des traces de métaux augmente avec le pH, lorsque le pH augmente la compétition avec le proton décroît. De plus, de nouveaux sites réactionnels peuvent céder leurs protons et contribuer à l'augmentation de la réactivité du milieu.

### Influence de la température

L'adsorption est un phénomène endothermique ou exothermique suivant le matériau adsorbant et la nature des molécules adsorbées.

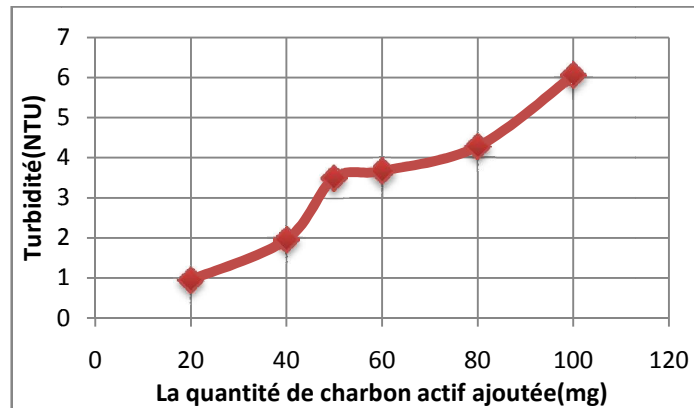


Figure 5-3: La turbidité en termes de quantité de charbon actif.

### Analyse

Selon la courbe qui représente la turbidité en termes de quantité de charbon actif ajoutée, on constate une augmentation en continue de la turbidité suite à l'augmentation de la quantité du charbon actif.

### Discussion

Plus la quantité de charbon actif est élevée, plus il y a de matière en suspension, ce qui augmente la turbidité.

### 4- Conclusion

Nous concluons que le temps d'agitation et la quantité du charbon actif sont les facteurs qui permettent le contrôle de la concentration du fer dans l'eau potable.

## **CONCLUSION GENERAL**

### Conclusion général

Notre contribution ouvre la voie à des investigations futures pour la valorisation des déchets végétaux à savoir noyaux de dattes ou autres en les exploitant dans la purification des effluents industriels et de protection de l'environnement d'une manière générale par le procédé d'adsorption étant donné que ce dernier est très utile pour minimiser le degré de pollution. On peut dire que l'objectif de notre travail est achevé par la fabrication de Charbon actif des noyaux des dattes.[12]

Cette étude a été réalisée en deux étapes, la première est de fabriquer un charbon actif à partir de noyaux de dattes, à la carbonisation à 400°C dans un four électrique. Le second est d'étudier la méthode d'eferrisation par charbon actif préparé.(l'adsorption).

Suivant cette étude on conclut que :

- Nous avons constaté que dans les 5 minutes suivant l'agitation, nous avons obtenu une concentration de 0,21 mg.
- La quantité appropriée de charbon pour deferrisation le fer est 60 mg.
- Et l'effet de la quantité de charbon actif sur la concentration en fer dans une relation directe, plus la quantité de carbone est grande, moins la concentration
- Outre l'effet de la quantité de charbon actif sur la turbidité, plus la quantité de carbone est élevée, plus la turbidité est élevée

# **REFERENCE**

### Référence

- [1].H.BENANDELOUAHID,(Balance ionique d'une eau de puits), Licence Sciences et Techniques, Université sidi Mohamed Ben Abdellah, 2017/2018.
- [2].<https://www.africmemoire.com/part.3-chap-i-generalite-sur-leau-775.html>.
- [3].R.SALGHI,(Chimie des eaux), Première année GPEE, université ibn zohr Agadir, 2017/04/.
- [4].R.FAKHFEKH HAMDENI,(Performances du système hybride précipitation/microfiltration et de la nanofiltration dans l'élimination du fer pour la potabilisation de l'eau), Doctorat, L'université Claude Bernard Lyon 1, 23/06/2017.
- [5].(La deferrisation des eaux de forage: Synthèse des techniques expérimentées avec succès au CREPA),1996.
- [6] LU Jinyan,(Etude comparative sur les charbons actifs), Synthèse technique, Office international de l'eau-SNIDE, Février 2005.
- [7] N.BOUZIANE,( ELIMINATION DU 2-MERCAPTOBENZOTHIAZOLE PAR VOIE PHOTOCHEMIE ET PAR ADSORPTION SUR LA BENTONITE ET LE CHARBON ACTIF EN POUDRE),Magister en chimie, Université Mentouri de Constantine, 30/5/2007
- [8] D.LOUAAR, (ELIMINATION DES IONS FERRIQUES EN SOLUTION AQUEUSE PAR ADSORPTION SUR UNE ARGILE NATURELLE), Master en génie chimique, Université Larbi Ben M'hidi Oum Elbouaghi, 2016-2017
- [9] A. Boutalbi et A. Saker,( Préparation de charbon actif à base de Résidus agricole et leur application à l'élimination des colorants), Master, Université Echahid Hama Lakhdar. El Oued, 2017/2018
- [10] N.SEDIRA,( Etude de l'adsorption des métaux lourds sur un charbon actif issu de noyaux de dattes), Magister, Université Mohamed Chérif Massaadia Souk-Ahras, 2012-2013
- [11].(La deferrisation des eaux de forage : Synthèse des techniques expérimentées avec succès au CREPA) ,1996
- [12].C. Sakher,(Préparation d'une nouvelle phase adsorbant et étude comparative), Master, Université Larbi Tébessi- Tébessa, 29/05/2016

- [13].A. TOUATI, (PRÉPARATION D'UN CHARBON ACTIF PAR PYROLYSE DE LA BIOMASSE : CAS DU NOYAU DU FRUIT DU NÉFLIER), Magister, Université Larbi Ben M'hidi Oum El Boughi, 2010.
- [14].A.AZZI, (Etude de l'adsorption de certains colorants par spectrophotométrie UV-visible et spectroscopie IR), Master, Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, 2014
- [15] M. BESSEDIK (Traitement de l'eau II), Université tlemcen.



## ملخص

الامتزاز هو عملية معالجة مناسبة تمامًا لإزالة مجموعة متنوعة جدًا من المركبات السامة في بيئتنا. في هذا العمل قمنا باختبار كفاءة عملية الامتزاز لإزالة أيونات الحديد من الماء. أجريت الاختبارات في محاليل تركيبيية من الماء المقطر وكانت المواد الممتازة المختارة لإجراء هذه الدراسة هي أحجار التمر. أظهرت تأثيرات ظروف التشغيل المتغيرة مثل وقت التلامس وكمية المادة الماصة وسرعة التحريك ودرجة الحرارة والتركيز الأولي ودرجة الحموضة أن قدرة الامتصاص التي تم الحصول عليها باستخدام الكربون المنشط مقبولة.

**الكلمات المفتاحية:** الحديد ، الامتزاز ، الكربون المنشط ، المحصول ، نواة التمر

## Résumé

L'adsorption est un procédé de traitement, bien adapté pour éliminer une très grande diversité de composés toxiques dans notre environnement.

Dans ce travail nous avons testé l'efficacité du procédé d'adsorption pour éliminer des ions ferrique des eaux. Les essais ont été réalisés en solution synthétiques d'eau distillée et les adsorbants choisis pour réaliser cette étude sont les noyaux des dattes. Les effets de la variation des conditions opératoires telles que le temps de contact, la quantité d'adsorbant, la vitesse d'agitation, la température, la concentration initiale et le pH ont montré que la capacité d'adsorption obtenue en utilisant le charbon actif est acceptable.

**Mots clés :** fer, adsorption, charbon active, rendement, noyau des dattes.

## Abstract

Adsorption is a treatment process, well suited to remove a very large diversity of toxic compounds in our environment.

In this work we tested the efficiency of the adsorption process to remove ferric ions from water. The tests were carried out in synthetic solutions of distilled water and the adsorbents chosen to carry out this study are date stones. The effects of varying operating conditions such as contact time, amount of adsorbent, stirring speed, temperature, initial concentration and pH have shown that the adsorption capacity obtained using activated carbon is acceptable.

**Key words:** iron, adsorption, activated carbon, yield, date kernel.