



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة غرداية

N° d'enregistrement  
/...../...../...../.....

Université de Ghardaïa

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

قسم هندسة الطرائق

Département de Génie des Procédés

## Mémoire

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine: Sciences et Technologie

Filière: Génie des Procédés

Spécialité: Génie Chimique.

## Thème

**Déchlorination d'une eau à l'aide d'un mélange  
Argile- Charbon actif**

Par :

- DAHOU SOUMAIA

- ZEHANE AIDA

Devant le jury composé de :

BOUAMER Kheira

MCB

Univ. Ghardaia

Promoteur

MOULAI Kerroumia

MAA

Univ. Ghardaia

Examineur

AGOUNE Mohamed Salah

MAA

Univ. Ghardaia

Examineur

Année universitaire : 2020/2021

## Remerciements

*Nous tenons à remercier en premier lieu Dieu de nous avoir données de courage, et surtout la patience et la volonté.*

*Nous tenons aussi à exprimer notre profonde gratitude à K. BOUAMER quelle trouve ici l'expression de nos respectueuse reconnaissance pour l'encadrement très efficace et les conseils précieux qu'elle nous a prodigué tout au long de ce travail de nous soutenir et aidé malgré les difficultés causées par ce virus (COVID-19).*

*Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail tout particulièrement :*

*A Monsieur M.CHOUIREB, qu'il trouve ici l'expression de nos respectueuses Reconnaissances pour l'encadrement au laboratoire ADE et du GHARDAIA, merci de nous avoir accepté en tant que formateur dans votre laboratoire, Merci pour tous les travailleurs de ce laboratoire qu'ils ont su me prodiguer tout le long de la réalisation de ce travail, je les remercie également pour leurs gentillesse qui nous a Vraiment touché*

*Je tiens à témoigner mes profonds respects et vifs remerciements à l'enseignante HALALI, chef département génie de procédé Sans oublier tous ceux qui ont contribué et étudié dans cette université.*

*En fin je tiens à exprimer mes sentiments de gratitudes pour l'aide et les encouragements de à l'enseignante R. Amieur et Merci beaucoup.*

## ***Dédicace***

*Je ne cesserai de dire que la science représente l'investissement éternel, elle est un rempart contre l'ignorance et une essence à travers laquelle les peuples y puisent leurs énergies.*

*Lue ce modeste travail puisse être une entité dans ce monde qu'on appelle "Savoir", et une récompense d'un long labeur fait de sacrifices et de peines.*

*Ma pensée va plus particulièrement à ma mère qui a consenti à sacrifier toute sa vie pour me voir grandir et finir mes études, à mon père qui a fait preuve de patience et à qui je dois beaucoup dans l'instruction que j'ai reçu, ainsi à mes sœurs assma, yahaia, zakaria, mouhamed, kouloude qui m'ont soutenues et pour leurs patiences dans ce confinement malgré ma nervosité, et mes copines qui m'ont tout le temps encouragé et la réalisation de ce mémoire.*

*Ce travail je le dédie à ma famille DAHOU, et à toute les personnes qui m'encouragé. A mes chers enseignants sans exception. A tous les étudiants de GENIE Chimique*

*A ma promo, je vous souhaite 2021 ans Saida.*

*Et pour finir je dirai :*

*Et lorsque vous travaillez avec amour, vous vous liez à vous-même et à dieu.*

**SOUMAIA**

## *Dédicace*

Je dédie ce modeste travail à:

*Mes très chers parents, ceux grâce à qui j'ai pu atteindre ce niveau et ceux à qui je dois beaucoup de respect. Aujourd'hui, c'est autant un plaisir qu'un devoir pour moi de vous remercier pour votre amour, votre grande patience et vos sacrifices .Mes frères.*

- Mes sœurs.
- Tous mes amis et tous ceux qui me sont chers.
- Tous ceux qui méconnaissent.

**AIDA**

## Liste des tableaux

Tableau I. 1: Une idée de la vitesse de sédimentation de quelques matériaux .....	12
Tableau II. 1 : Principaux groupes de minéraux argileux et de leurs espèces.....	34
Tableau II. 2 : Présente le minéral prédominant dans la matrice argileuse basant sur l'activité, proposé par Skempton (1953).....	40
Tableau III. 1: Les concertations de $Cl_2$ avant et après traitement .....	51

## Liste de figures

Figure I. 1 : Schéma représente le dégrillage .....	11
Figure I. 2 : Schéma d'un dessablage (Mahdjar 2016). .....	13
Figure I. 3 : Schéma représente Le dégraissage-déshuilage (Fecih 2012) .....	13
Figure I. 4 : Schéma représente coagulation- floculation .....	15
Figure I. 5: Fonctionnement des décanteurs horizontaux .....	16
Figure II. 1 : Constituants en générale de l'argile .....	27
Figure II. 2 : Couche octaédrique.....	28
Figure II. 3 : Représentation d'un tétraèdre de silicium (a) et (b) agencement de tétraèdres en couche tétraédrique [39] .....	28
Figure II. 4 : Couche tétraédrique et octaédrique. [41] .....	29
Figure II. 5 : Représentation de la structure minéralogique d'une particule d'argile. [38].....	29
Figure II. 6: Structure d'un minéral 1/1 .....	30
Figure II. 7: Figure II.05 : Structure d'un minéral 1/1 .....	31
Figure II. 8 : Structure d'un minéral d'un minéral de type TOTO.....	32
Figure II. 9 : Différents modes de succession des feuillets au sein d'une unité interstratifiée.	33
Figure II. 10 : Argile gonflante .....	36
Figure II. 11 : Surface externe et interne d'une particule argileuse (smectite) .....	37
Figure II. 12 : Représentation schématique de la couche inter foliaire dans le cas de cation sinter foliaire hydratés.....	38
Figure II. 13: Mécanisme proposé de lixiviation d'une palygorskite par attaque acide.....	41
Figure III. 1 : Schéma qui représente le protocole de purification de l'argile .....	44
Figure III. 2 : Origène d'argile.....	45
Figure III. 3: Broyage de argileux.....	45
Figure III. 4: L'argile en poudre .....	46
Figure III. 5: Appareil d'agitation (labo GP).....	46

Figure III. 6: Appareil de centrifugeuse (labo biologique).....	47
Figure III. 7 : Schéma représente l'opération d'agitation.....	48
Figure III. 8 : Schéma représente le test de déchloration.....	48
Figure IV. 1: Concentration du Chlore libre après traitement ( <i>2<sup>ème</sup> expérience</i> ).....	52
Figure IV. 2 : la concertation des chlorures dans eau et argile et mélange.....	54

## Liste des abréviations

**Cl<sub>2</sub>** : chlore libre

**H<sub>2</sub>O** : l'eau

**HOCl** : Acide hypochlorique

**HCl**: Acide chlorhydrique Dissociation de l'acide

**UV** : rayonnement ultraviolet

**THM** : Les tri halo méthanes.

**CAP** : Les Charbon actif en poudre

**CAG** : Les Charbon Actif Granulaire

**CAE** : Les Charbon actif en Extrudé

**Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** : oxyde d'aluminium

**XSiO<sub>2</sub>** : dioxyde de silicium

**YH<sub>2</sub>O** : Podcasts

**Si<sup>+4</sup>** : Ion de silicium

**Mg<sup>+2</sup>** : Ion de magnésium

**Al<sup>+3</sup>** : Ion d'aluminium

**Cd<sup>2+</sup>** :Cadmium ion

**µm** : Micromètre.

## Sommaire

Titres	Pages
Remerciements.....	
<i>Dédicace</i> .....	
Liste des tableaux.....	
Liste de figures .....	
Liste des abréviations .....	
Sommaire.....	
Résumé.....	
Introduction générale .....	1
<b>Chapitre I : déchloration de l'eau</b> .....	4
Introduction .....	5
Déchloration d'eau .....	5
Déchloration par charbon actif.....	6
Mécanisme de déchloration du charbon actif .....	6
Déchloration eau par argile .....	7
Définition charbon actif .....	7
Les différentes formes du charbon actif .....	8
Procède de traitement les eaux .....	9
Prétraitement .....	10
Traitement primaire .....	14
I.6 .3: traitement secondaire .....	15
I.6 .4 : traitement tertiaire.....	17
I. .7 : Traitement des eaux par argile.....	20
Pouvoir de l'adsorption .....	21
Pouvoir de fixation.....	21
Types de Désinfectants .....	22

Désinfection chimique.....	22
Désinfection physique.....	23
Désinfection par chloration.....	23
I.9 .1 : Principe de désinfection.....	24
<b>Chapitre II : Argile et purification.....</b>	<b>25</b>
II.1 : Introduction .....	26
II .2 : Définition .....	26
II .3 : Structure de base .....	27
II .3 .1 : Couche Octaédrique .....	27
Couche tétraédrique .....	28
Liaison entre les couches tétraédriques et octaédriques .....	28
II.4 : Classification des minéraux argileux.....	30
II .4.1 : Les minéraux à 7Å de type 1 :1 .....	30
II .4.2 : Les minéraux à 10Å de type 2 :1 .....	31
II .4.3 : minéraux de groupe 14Å de type 2 :1 :1 .....	31
II .4.4 : Minéraux interstratifiés .....	32
II .5 : Les principaux groupes de minéraux argileux .....	33
Propriétés des argiles minérales.....	35
Charges de surface.....	35
Capacité de gonflement .....	35
Surface spécifique .....	36
1. Densité de charge spécifique .....	37
Capacité d'échange cationique .....	38
Activité des argiles .....	39
Purification des argiles.....	40
<b>Chapitre III : Matériels et méthodes.....</b>	<b>43</b>
I.1 : Introduction.....	44

<b>I.1 : Protocole et matérielle .....</b>	<b>44</b>
<b>Préparation d'argile .....</b>	<b>45</b>
<b>Purification d'argile.....</b>	<b>46</b>
<b>Déchloration l'eau à l'aide d'argile et du charbon actif .....</b>	<b>47</b>
<b>Chapitre IV : Résultats et discussions.....</b>	<b>50</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>51</b>
<b>Mesure du pouvoir déchloration .....</b>	<b>51</b>
<b>I.2 .1Traitement pour l'élimination du Chlore libre .....</b>	<b>51</b>
<b>I.2 .2 Traitement d'une eau contenant plus de 0.8mg/l du Chlore libre .....</b>	<b>52</b>
<b>I.2 .3Traitement pour l'élimination des Chlorure (Cl-) .....</b>	<b>54</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>57</b>
<b>Références.....</b>	<b>59</b>

## Résume

Le traitement de l'eau est un domaine très vaste parmi les procédés appliqués, on trouve, l'adsorption qui elle aussi se présente sous différents types et plusieurs genres.

Le présent thème concerne un procédé de traitement de déchloration d'une eau contenant du chlore libre (l'hypochlorite de sodium) utilisé comme désinfectant.

Le principe est un traitement de déchloration de l'eau par adsorption sur une argile locale purifiée, l'application est réalisée en deux essais l'une sur l'argile seule et l'autre sur un mélange d'argile purifiée avec un charbon actif commercial.

Dans une première étape, nous nous sommes intéressés à la purification de matériau de l'origine locale El-Menia de la wilaya de Ghardaïa, en appliquant un Protocole d'acidification par HCl. Puis on est passé à son utilisation dans le traitement de l'eau. L'analyse est réalisée sur l'échantillon d'eau avant et après traitement pour déterminer le chlore dans ses deux dérivés Chlore libre et Chlorure  $Cl^-$ .

Les résultats obtenus présentent un bon rendement pour les deux éléments.

**Mots clés :** Traitement de l'eau, déchloration, argile, purification.

## المخلص :

تعتبر معالجة المياه مجالاً واسعاً جداً بين العمليات المطبقة، نجد الامتزاز الذي يحدث أيضاً في أنواع مختلفة و عدة أنواع. يتعلق هذا الموضوع بعملية معالجة إزالة الكلور من الماء المحتوي على الكلور الحر (هيبوكلوريت الصوديوم) المستخدم كمطهر. المبدأ هو معالجة إزالة الكلور من الماء عن طريق الامتزاز على الطين المحلي المنقى، ويتم التطبيق في اختبارين، أحدهما على الطين وحده والآخر خليط من الطين المنقى مع الكربون المنشط. تجاري في البداية كنا مهتمين بتنقية الطين المحلي من مواد محلي منشأ المنيعه بولاية غرداية، بتطبيق البروتوكول التحميص بواسطة حمض الهيدروكلوريك (HCl). ثم انتقلنا لاستخدامه في معالجة المياه. يتم إجراء التحليل على عينة الماء قبل وبعد المعالجة. لتحليل على عينة الماء قبل وبعد المعالجة لتحديد الكلور في مشتقاته الكلور الحر والكلوريد-Cl<sub>2</sub>.

النتائج التي تم الحصول عليها تظهر عائد جيد للمكونين. وبطرق مختلفة.

**الكلمات المفتاحية:** معالجة المياه ، إزالة الكلور، الطين، التنقية

## **.Summary**

The treatment of water is a very broad field among the processes applied, we find adsorption which also comes in different types and genres.

This theme concerns a déchlorination treatment process for water containing free chlorine (sodium hypochlorite) used as a disinfectant.

The principle is a water déchlorination treatment by adsorption on a local clay purified, the application is carried out in two tests, one on clay alone and the other on a mixture of purified clay with commercial activated carbon. In a first step, we were interested in the purification of local material from the El-Menia origin of the wilaya of Ghardaia, by applying an acidification protocol by HCl. Then we moved on to its use in water treatment. The analysis is carried out on the water sample before and after treatment to determine the chlorine in both Chloride Cl<sup>-</sup> and Free Chlorine derivatives.

The results obtained show a good yield for both elements.

**Keywords:** Water treatment, Déchlorination, clay, Purification.

# **Introduction générale**

## Introduction générale

On parle ici de l'eau que l'on consomme chaque jour. L'eau est essentielle à la vie et au bien-être parce que l'eau est un produit naturel vital pour la santé et le développement de l'homme.

En général, l'eau est obtenue en suivant plusieurs processus de traitements selon les ouvrages mis en place sur les sites de traitements et selon l'origine. Le traitement peut être physique ou chimique selon le cas.

Souvent les eaux souterraines profondes sont à l'abri de la contamination, mais une infection ou une pollution peut être arriver dans le cycle d'exploitation. Pour éviter ces problèmes un traitement par chloration est satisfaisant. La chloration ou parfois le surdosage peut modifier le goût et peut être même dangereux pour la santé, malgré que le chlore est un bon désinfectant. Il y a différentes méthodes de déchloration comme celle de charbon actif, zéolite ou par ultraviolet...etc.

Parmi les matériaux qui ont fait l'objet de plusieurs investigations ces dernières années, les argiles ont fait preuve d'une grande efficacité pour le traitement des eaux résiduaires colorées [1]. Les argiles smectiques (bentonites) sont les plus recherchées par les industriels. L'utilisation de matériau local, telle que l'argile comme filtre peut s'avérer être la technique de choix pour l'épuration des eaux dans le monde. Ces argiles sont utilisées dans plusieurs domaines tels que la déchloration des eaux.

Dans ce travail, nous tentons à l'exploitation d'une argile du Sud algérien El-Menia et à la détermination des paramètres optimaux de son activation acide pour augmenter sa surface spécifique et son volume poreux pour avoir une très bonne efficacité de traitement.

La présente étude se fixe comme objectif, en premier lieu, l'optimisation des conditions opératoires pour la purification acide de cette argile.

## Introduction générale

---

En second lieu, Nous étudions la déchloration par l'argile purifié et cette argile mélangé au charbon actif.

le travail présenté dans ce mémoire est reparti en quatre chapitres :

Le premier chapitre est consacré à l'étude déchloration d'eau par l'adsorption, nous avons également décrit dans cette partie les différentes méthodes pour réduire la toxicité du chlore en éliminant les résidus de chlore libre dans l'eau.

Le deuxième chapitre est consacré à l'étude bibliographique sur l'argile caractérisation, propriétés de l'argile et purifié.

Le troisième chapitre C'est la présentation du protocole de purification de l'argile par acide chlorhydrique et donc l'élimination des impuretés et l'augmentations de la capacité de déchloration par l'argile purifiées

Le quatrième chapitre c'est la présentation des résultats et leurs discussions et en fin une conclusion générale

# Partie théorique

# **Chapitre I :**

# **Déchlorination de l'eau**

### **Introduction :**

Le traitement de l'eau est dans tous les pays une problématique forte à laquelle, il fait répondre écologiquement et dans des conditions économiques acceptables. Mais nous avons rencontré quelques problèmes dans le goût de l'eau et la situation le montre dans le fait qu'au cours des siècles passés, le chlore a été utilisé comme désinfectant chimique primaire dans les efforts de traitement de l'eau, et il s'est avéré très efficace pour éliminer les agents pathogènes et autres impuretés polluantes à un coût minime. Cependant, il a été démontré qu'il provoque de nombreux effets négatifs sur la santé tels que le cancer, affecte également le goût de l'eau et laisse un goût désagréable dans l'eau. Bien que le rôle principal de chlore c'est désinfecter l'eau. Par conséquent, il est important d'éliminer le chlore de certaines utilisations de l'eau pour réduire les dommages à la santé

À la fin du 19ème siècle, le développement des charbons actifs vient de commencer. L'utilise des charbons actifs comme un filtre dans un système de traitement de produits chimiques sont deux systèmes appropriés qui peuvent aider à éliminer le chlore de l'eau. L'argile peut être en tant qu'ingrédient actif de l'agent de déchloration, être un agent de liaison inorganique naturelle, ajouter lemoulage par mélange direct d'une quantité d'eau.

### **Déchloration d'eau :**

La déchloration est pratiquée pour réduire la toxicité du chlore en éliminant les résidus De chlore libre et mélangé restant après la chloration. La déchloration se produit lorsque le profil de charge bactérienne est variable ou que le temps de rétention dans la cuve est insuffisant nécessite l'utilisation d'un additif permettant une réaction chimique rapide puis la réduction des résidus de chlore libre en excès. Se débarrasser de l'excès de chlore est important pour éviter de gâcher le goût pour la déchloration et est le produit chimique le plus important utilisé dans le processus de désinfection des eaux c'est la forme la plus courante de déchloration Voici quelques alternatives pour la déchloration l'adsorption sur charbon actif,

On maintient le taux de chlore désinfectant dans l'eau en circulation après mélange

À une valeur inférieure ou égale 0,6 mg/l, de préférence inférieure ou égale à la limite détectable. [2].

## Chapitre I : Déchloration de l'eau

---

Il existe plusieurs façons simples et rapides d'éliminer le chlore de l'eau. Les méthodes Naturelles telles que l'ébullition ou l'évaporation sont utiles pour de petites quantités d'eau.

### Déchloration par charbon actif :

La technologie du charbon actif est une méthode connue et efficace de déchloration de l'eau. Le mécanisme de réaction de déchloration consiste en une combinaison d'hydrolyse du chlore libre à l'ion hypochlorite et en la décomposition catalytique de l'ion hypochlorite à la surface du carbone. Le chlore libre est ainsi transformé en ion chlorure.

### Mécanisme de déchloration du charbon actif :

*Hydrolyse du chlore libre dans l'eau ;*



**Chlore + eau → acide hypochlorique + acide chlorhydrique Dissous dans l'acide**

**Chlorhydrique dans l'eau HOCl → H<sup>+</sup> + OCl<sup>-</sup> pHbas**

### **PH élevé Destruction catalytique de l'acide hypochlorique**



plus de garantir une eau saine et dépourvue de tout risque de contamination par les micro-organismes, le traitement UV de l'eau s'inscrit également [3].

Dans une démarche environnementale : L'objectif de cette étape est la destruction de la population microbienne contenue dans l'eau afin de protéger la santé publique Les réactifs mis en œuvre pour la désinfection des eaux alimentaires sont identiques à ceux de l'oxydation. Néanmoins, l'oxydation et la désinfection restent deux étapes bien distinctes :

- L'oxydation intervient au début de la chaîne de traitement-entre le traitement physique et la clarification- on parle généralement de « peroxydation ».
- La désinfection intervient en toute fin de traitement-avant la mise en distribution de l'eau- on parle souvent de « post chloration ».

## Chapitre I : Déchloration de l'eau

---

La désinfection au chlore ou à l'hypochlorite de sodium- est simple à mettre en œuvre (injection directe à partir d'une bouteille de chlore ou d'une pompe doseuse).

La désinfection au chlore a l'inconvénient de former des composés organiques chlorés tels que les trihalométhanes (THM) et de générer des mauvais goûts.

### **Déchloration eau par argile :**

Certaines argiles sont considérées comme des « argiles cicatrisantes » pour la façon dont elles se lient aux métaux lourds et aident à les éliminer.

Cette propriété fait référence à sa nature poly-cationique, qui conduit à l'absorption des charges négative (source.) Au contact de liquides.

Les argiles fixent l'eau par adsorption à leur surface et augmentent de volume par gonflement. C'est un composé qui n'induit aucune plasticité et quelque fois de la matière organique. Elles constituent ainsi une réserve d'eau. L'argile sèche développe une tension de succion importante.

Pour l'eau qui peut s'opposer à celle des racines des plantes. Avec adjonction croissante d'eau, la tension de succion diminue, l'ensemble eau- argile devient plastique, puis visqueux et finalement les particules d'argiles se dispersent dans l'eau en formant une solution colloïdale. L'argile imprégnée d'eau qui se dessèche se rétracte et se casse par des fentes de retrait. Les minéraux argileux sont donc susceptibles de capter d'importantes quantités de cations présents dans une phase aqueuse mise en leur contact. Ce phénomène de rétention est appelé phénomène d'échange cationique.

La bentonite a ceci de particulier qu'une fois hydratée, les composants moléculaires et physiques de l'argile changent rapidement et génèrent une charge environnementale. Il s'agit d'une argile bentonite, et lorsqu'elle se mélange à l'eau, elle se dilate rapidement comme une éponge poreuse très absorbante.

### **Définition charbon actif :**

Le charbon actif est une substance solide carbonée, noire, sans goût, qui est un adsorbant obtenu à partir de matières premières riches en carbone (bois, tourbe), charbon de bois, lignite, coques de noix de coco, noyaux de fruits, etc.).

## Chapitre I : Déchloration de l'eau

---

Les charbons actifs sont des produits carbonés avec une structure poreuse. Ils ont une grande surface de contact interne. Ces matériaux issus du processus industriel peuvent adsorber une grande variété de substances qui se fixent sur leurs surfaces internes, et sont donc appelés adsorbants.

Les matériaux carbonés activés sont reconnus pour leur capacité d'adsorption. Ils peuvent adsorber une espèce chimique en impuretés (adsorbat) dans un milieu liquide ou gazeux. Cette propriété est liée à une forte porosité interne présente une grande surface développée, à savoir une certaine activité [4].

### Les différentes formes du charbon actif :

Plus de 100 types de charbons actifs pour toutes vos applications. Nous mentionnons trois types célèbres : [5] .

- Les Charbon actif en poudre.
- Les Charbon Actif Granulaire.
- Les Charbon actif en Extrudé.

### Charbon actif en poudre :

Charbons actifs en poudre présentent une granulométrie inférieure à 100  $\mu\text{m}$  avec un diamètre moyen situé entre 15 et 25  $\mu\text{m}$ . Ils ont une large surface externe et une faible profondeur de diffusion, ce qui engendre une vitesse d'adsorption très rapide [9] (figure01) (Il est le genre que nous utiliserons dans notre expérience). Le charbon actif en poudre est utilisé en combinaison avec un traitement de clarification. Le charbon actif en poudre est ajouté continuellement avec l'eau à traiter avec des agents flocculants. Il est recommandé d'utiliser des clarificateurs pour augmenter le temps de contact entre le Caractérisé des charbon actif L'adsorption est rapide dans la mesure où une grande Partie de la surface de contact est directement disponible. [6].

### *Charbon Actif Granulaire :*

Sont des particules de formes irrégulières parmi une gamme de tailles allant de 0.2 mm à 5 mm Ce type de charbon est utilisé pour des applications en phase liquide et gazeuse.

Le charbon actif en grains est appliqué sous différents types dans le système d'eau pour l'élimination des oxydants chlorés résiduels et une très faible élimination des sous-produits de désinfection : chlorates et Ce composé de faible poids moléculaire favorise une longue durée de vie. Il est utilisé pour l'élimination des polluants organiques et des matières organiques sous forme de carbone dissous.

### *Charbon actif en Extrudé :*

Formes cylindriques avec des diamètres allant de 0.8 mm à 5 mm utilisé pour des applications en phase gazeuse à cause de sa faible perte de charge, de sa grande résistance mécanique et de sa faible teneur en poussières.

### **Procède de traitement les eaux :**

Un traitement d'une eau brute des tinées à la consommation suit généralement les étapes suivantes :

- Prétraitement.
- Traitement primaire.
- Traitement secondaire(physico-chimique).
- Traitement tertiaire.

### Prétraitement

Il y a plusieurs niveaux de traitement des eaux usées. Dans le traitement primaire, on utilise des écrans et des réservoirs pour enlever la majorité d'éléments solides. Cette étape est extrêmement importante parce que les éléments solides représentent environ 35 % des éléments polluants qui doivent être enlevés. [7].

Les opérations de prétraitement Connaître par : Dégrillage, dessablage, dégraissage et déshuilage, tamisage.

#### a. Dégrillage :

Les déchets véhiculés par l'effluent sont éliminés dès leur arrivée dans la station grâce au dégrillage mécanique. Les eaux usées passent par des grilles de plus en plus fines où les matières Il s'agit d'une simple étape de séparation physique [8], volumineuses sont retenues.

Il existe deux types de dégrillage :

- Le dégrillage grossier qui épure l'eau avec des grilles espacées de quelques millimètres pour retirer les déchets dont le volume est supérieur à 2 ou 3cm.
- Le dégrillage fin, constitué de grilles encore moins espacées, va éliminer les déchets d'un volume supérieur à 1cm. Le dégrillage est destiné à piéger les matières plus ou moins volumineuses et les déchets de toutes sortes contenues dans le chenal d'admission d'un ouvrage hydraulique ou au stade de prétraitement [9].

L'eau usée domestiques, agricoles ou industrielles, pour permettre leur extraction puis stockage en benne et évacuation vers une voie de traitement

Les déchets véhiculés par l'effluent sont éliminés dès leur arrivée dans la station grâce au Efficace, en fonction de l'écartement entre barreaux de grille, on peut distinguer :

- Le pré dégrillage, pour écartement supérieur à 40 mm ;
- Le dégrillage moyen, pour écartement de 40 à 10 mm ;
- Le dégrillage fin, pour écartement de 10 à 6 mm ;
- Le tamisage, pour écartement de 6 à 0,5 mm :



*Figure I. 1 : Schéma représente le dégrillage [10].*

### *b. Dessablage :*

Procède qui consiste à enlever le sable des pièces de fonderie coulées dans des moules en sable. Des trous sont parfois nécessaires dans les parois internes,

Les installations en aval (ensablement des conduites, des bassins, usure des pompes et autres organes métalliques...) se déposent au fond de bassins conçus à cet effet. Ils sont récupérés de différentes façons

La technique consiste à faire circuler l'eau brute à traiter dans des bassins dans lesquelles la vitesse de circulation est environ de 0,3 m/s pour éliminer les sables et les graviers.

La vitesse de sédimentation des particules est fonction de leur nature, de leur diamètre et de la viscosité du liquide dans lequel elles se trouvent diamètre et de la viscosité du liquide dans lequel elles se trouvent.

## Chapitre I : Déchloration de l'eau

Tableau I. 1: Une idée de la vitesse de sédimentation de quelques matériaux [11].

Matériaux	Diametermm	Masse Spécifique (g/cm <sup>3</sup> )	Vitesse de Sédimentation(cm/s)
<i>Sable</i>	0.02-2	2.86	2.00-100
<i>Fin Limons</i>	0.002-0.02	1.1	0.4-2
<i>Argile</i>	0.02-2	2.86	0.005-0.04
<i>Matières organiques</i>	0.01-0.4	1.1	0.3-0.2

On distingue deux types de dessableurs suivant la géométrie des bassins ou la circulation

De fluide :

- Les dessableurs sa canaux gravitaires ;
- Les hydrocyclones [12].



*Figure I. 2 : Schéma d'un dessablage (Mahdjar 2016).*

### **C. dégraissage-déshuilage :**

Le dégraissage et le déshuilage consistent à éliminer des effluents bruts les huiles et les graisses, qui sont des produits dont la densité est légèrement inférieure à celle de l'eau. L'objectif est de prévenir différents types de problèmes lors du traitement.

Les boules graisseuses, diminution des transferts d'oxygène, apparition de bactéries filamenteuses ;

- L'endommagement des équipements et des pompes ;
- La mauvaise sédimentation dans les décanteurs ;
- La surconsommation des produits chimiques lors de la préchloration et a gulation-floculation ;
- Ledéshuilageparflottationassistée(utilisationdebullesd'air)estgénéralement abordé [13].



*Figure I. 3 : Schéma représente Le dégraissage-déshuilage (Fecih 2012).*

### *c. Tamisage :*

Le tamisage constitue un dégrillage fin poussé par filtration des eaux brutes sur toile, treillis ou tôle perforée, à mailles plus ou moins fines. Le est mise en œuvre dans le cas d'eaux résiduaires chargées de matières

Suivant la dimension des mailles de la toile, on distingue :

- Le macro-tamisage qui est destiné à tenir certaines matières en suspension, flottantes ou semi flottantes (débris végétaux ou animaux, insectes, brindilles, algues, herbes, etc....) de dimension comprise entre 0,2 et quelques millimètres.
- Le micro-tamisage qui est destiné à tenir les matières en suspension de très petites dimensions contenues dans les eaux de consommation (plancton), les dimensions des mailles comprises entre 30  $\mu\text{m}$  et 150  $\mu\text{m}$  [14].

### **Traitement primaire :**

Le processus principal du traitement primaire est la décantation qui est considérée comme un procédé physique, elle a pour but d'éliminer les particules décantables en suspension dont la densité est supérieure à celle de l'eau. La décantation primaire consiste en une séparation des éléments liquides et des éléments solides sous l'effet de la pesanteur. Les matières décantables se déposent au fond ou flottent à la surface par différence de densité ou après l'adjonction de produit agglomérant les matières, accélérant leur flottation ou leur sédimentation [15].

Elle est adaptée pratiquement dans toutes les usines de traitement des eaux puisqu'elle est la plus économique pour éliminer les polluants, elle a pour objectif d'éliminer :

- Les matières flottantes ;
- Une fraction de matières colloïdales ;
- Les matières solides finement dispersées par formation des floes avec des particules plus grosses [13].

### 3 : traitement secondaire :

Le but principal de l'épuration physico-chimique est l'élimination des particules non décan tables qui sont présentes dans l'eau sous forme colloïdale et qui doivent être coagulées floculées et décantées

#### a) *Coagulation- -floculation*

Il s'agit d'un processus qui répond à des réglementations peu contraignantes en matière d'élimination des eaux usées tout en permettant une réutilisation économique de l'eau. La coagulation est la première étape du processus de traitement physico-chimique des eaux, S'obtient par addition dans l'eau d'un réactif chimique le sel d'aluminium ou de fer et permet ainsi leur agglomération. Elle consiste essentiellement à neutraliser et à réduire la charge électrique et donc à favoriser le rapprochement des particules afin de les agglomérer. C'est le traitement de base appliqué pour corriger tout ou partie des défauts de l'eau liés aux fractions de particules inertes (limon, argile, colloïdes).

Il assure également l'élimination de la fraction "floculable". La floculation a pour objectif de favoriser à l'aide d'un mélange lent les contacts entre les particules déstabilisées, ces particules s'agglutinent pour former un floc qu'on peut facilement éliminer par les procédés de décantation. Une coagulation-floculation, suivie d'une décantation appliquée sur une eau domestique, permet d'éliminer jusqu'à plus de 90% des matières en suspension Et de 40 à 65 % [14].

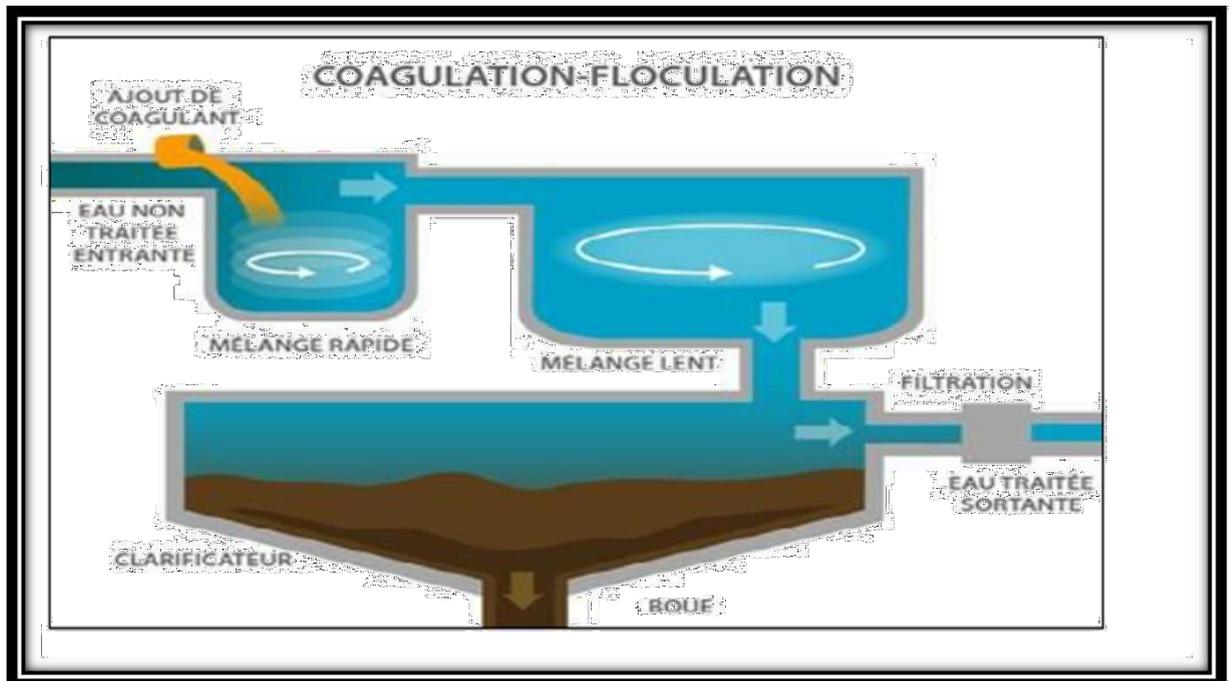


Figure I. 4 : Schéma représente coagulation- floculation( Enseiht, site)

### b) Décantation

Décantation, les matières solides se déposent au fond du bassin et forment des boues

Secondaires c'est une technique après l'étape de coagulation-floculation paracerque ans la décantation, toute particule présente dans l'eau est soumise à deux forces. La force de pesanteur qui est l'élément moteur permet la chute de cette particule. Les forces de frottement dues à la traînée du fluide s'opposent à ce mouvement.

La force résultante en est la différence [17]. Les particules seront éliminées du fond du bassin périodiquement. L'eau clarifiée se situant à la surface du décanteur est ensuite redirigé vers un filtre La décantation est régie par la loi suivante

La décantation est régie par la loi suivante :

$$t = S \times h / Q$$

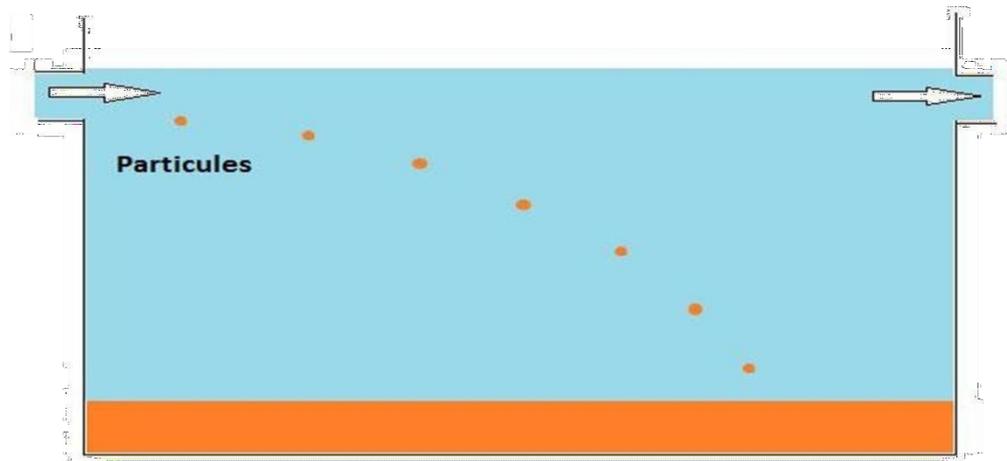
Où  $t$  : le temps de rétention dans l'ouvrage

$Q$  : le débit traversier  $S$  : la surface de l'ouvrage

$h$  : la hauteur entre le plan d'eau libre et le radier

Il existe deux grands types de décanteur :

**Les décanteurs à flux horizontal :** Le décanteur horizontal est constitué d'une cuve parallélépipédique : l'eau chargée de MES pénètre à une extrémité et l'eau décantée ressort à l'autre suivant un écoulement horizontal. Elle nécessite une surface de bassin de décantation importante avec une vitesse de sédimentation généralement



*Figure I. 5: Fonctionnement des décanteurs horizontaux.*

- **Les décanteurs lamellaires** : Il s'agit d'un ouvrage de décantation dans lequel des lamelles parallèles inclinées permettent de multiplier la surface de décantation utile tout en réduisant la surface au sol par rapport à un bassin de décantation classique à

flux horizontal .Il existe trois (03) types de décanteurs lamellaires

- ✓ Les décanteurs à contre-courant,
- ✓ Les décanteurs à co-courants,
- ✓ Les décanteurs à courants croisées,

### **I.6 .4 : traitement tertiaire :**

Objectif de traitement tertiaire dans lequel il est nécessaire d'améliorer les performances du traitement des matières en suspension, du phosphore ou des agents pathogènes.

Dans la plupart des cas, le traitement tertiaire est utilisé pour tous les cas énumérés. Ces types de traitements tertiaires comprennent tous les traitements physiques, chimiques ou biologiques appliqués, par exemple, dans le cas de milieux récepteurs très sensibles.,

Ici on utilise charbon actif pour Effectue la dechloration d'une eau ayant subi un traitement de chloration par excès dans le traitement tertiaire des eaux résiduaires ou industrielles. Dans ce cas le charbon actif peut être considéré comme un complément au traité biologique. Ce procédé est utilisé au niveau de la station d'épuration, pour dechloration l eaux.

### ***I.6.4.1 : Traitement des eaux par charbon actif :***

#### ***I.6.4.1.1 : Adsorption sur charbon actif***

De façon générale, le charbon actif est un excellent adsorbant : sa capacité d'adsorption des molécules organiques et des gaz est remarquable, la plus grande partie de la production actuelle est

Utilisée pour la capture des polluants en solution aqueuse pour obtenir de l'eau potable, ou pour la purification de flux gazeux (épuration des fumées ou purification d'air).

C'est l'adsorbant le plus connu, le charbon actif d'origine végétale ou minérale, que l'on retrouvera dans l'étude du traitement des eaux il peut parfois être régénéré. Lors de l'adsorption, le polluant est transféré de la phase liquide vers la phase solide [18].

Grâce à ses propriétés particulières (grande surface spécifique, hétérogénéité chimique et structurale), le charbon actif est capable d'adsorber toutes sortes de composés organiques et inorganiques. Comme nous l'avons mentionné précédemment, le procédé d'activation donne aux charbons actifs un vaste réseau de pores microscopiques et

D'innombrables orifices de différent diamètre, qui sont des pièges pour les substances étrangères. Ce phénomène par lequel le charbon actif capte et retient des substances étrangères est connu sous le nom d'adsorption, aussi le charbon actif est utilisé pour filtrer la matière organique ou les métaux lourds. Le charbon actif doit être remplacé de façon régulière, il peut parfois être régénéré. Lors de l'adsorption, le polluant est transféré de la phase liquide vers la phase solide. Ces techniques non destructives requièrent des opérations postérieures de régénération et de post-traitement des déchets solides onéreuses.

### 4.2 : filtration

Un procédé physique qui permet de retenir les microorganismes par rétention à l'aide d'un filtre. Les particules qui sont enlevées dans l'eau durant la filtration dépendent de la taille des filtres qui sont utilisés. La filtration lente enlève les bactéries, les virus et les protozoaires et produit essentiellement de l'eau propre. Il est recommandé d'employer un désinfectant comme mesure conservatoire.

But, la filtration enlève un grand nombre de contaminants, mais exige toujours la désinfection pour produire de l'eau sur cette technique exige une épuration secondaire préalable garantissant une élimination assez poussée des matières en suspensions. Considère comme L'élimination des virus, des bactéries et des protozoaires est fonction de milieu poreux, de la vitesse de percolation, de l'eau filtrée [19].

Elle constitue une barrière physique absolue pour des molécules ou particules de taille supérieure à un certain seuil. Contrairement à la filtration membranaire, la qualité de l'eau filtrée par procédé traditionnel dépend grandement de l'eau brute traitée. La nanofiltration et l'osmose inverse sont les plus adaptés à la réduction partielle de la couleur et des petites molécules organiques [20].

La filtration, habituellement précédée des traitements de décantation, permet d'obtenir une bonne élimination des bactéries, de la couleur, de la turbidité et, indirectement, de certains goûts et odeurs [21].

#### Les différents procédés de filtration :

- *Filtration par gravité* : Le mélange est uniquement soumis à la pression de l'air. Le fluide passe à travers le média, tandis que les solides sont récupérés sur le média séparation.
- *Filtration par surpression* : L'effluent, arrive sous pression dans le filtre.

- **Filtration sous pression réduite** : Le mélange est soumis d'un côté du filtre à la pression atmosphérique, et De l'autre côté, où sort le filtrat, à une dépression réalisée grâce une pompe avide.

Le passage de l'eau à travers un milieu filtrant entraîne, une dissipation d'énergie qui se traduit par une perte de pression, ou « perte de charge », entre l'amont et l'aval. Cette perte de charge croît plus ou moins rapidement au fur et à mesure que le milieu filtrant charge d'impuretés, et le flux d'eau filtrée décroît en conséquence [22].

### **I.6.4.3 : désinfection**

Désinfection est l'étape ultime du traitement de l'eau de consommation avant distribution. Est un traitement visant à éliminer les micro-organismes pathogènes, bactéries, virus et parasites ainsi que la majorité des germes banals moins résistants. C'est le moyen de fournir une eau bactériologiquement potable, tout en y maintenant un pouvoir désinfectant suffisamment élevé pour éviter les reviviscences bactériennes. C'est le moyen de fournir une eau qui soit hygiéniquement potable, un abaissement de la teneur des germes, parfois exigé pour les rejets dans des zones spécifiques (zones de baignade, zones de conchylicoles) ou dans le cadre d'une réutilisation.

Il faut retenir que l'efficacité de la désinfection dépend, du suivi de la concentration en oxydant. L'évolution de la concentration en oxydant est liée à la demande en oxydant de l'eau. Cette demande dépend de la qualité de l'eau, du pH, des températures, des matières organiques, et de la concentration en ammoniacque.

### **I.7 : Traitement des eaux par argile :**

L'argile est un mélange de minéraux argileux et d'impuretés cristallines sous forme des débris Rocheux de formule générale ( $Al_2O_3$ ,  $XSiO_2$ ,  $YH_2O$ ). La caractérisation minéralogique de L'argile par diffraction au rayon X montre qu'elle capacités de capteur de minéraux ils sont uneresource pour la dépollution des eaux parce que L'échangeabilité des cations inter foliaires responsable de l'hydratation et du gonflement [23], ce qui confère à ces argiles des propriétés hydrophiles et ces argiles « tueuses » est aussi efficace.

Bactéries, et garde cette efficacité pendant plusieurs mois pour cette raison il est utilisé comme traitement de eaux et La présence de charges électriques sur ces surfaces L'argile absorbe également les métaux lourds, toxiques pour l'organisme, tels quel plomb ou le

## Chapitre I : Déchloration de l'eau

---

chlorure de mercure. La biodisponibilité de certains minéraux comme le fer, le magnésium ou encore le calcium peut être modifiée par la présence d'argile dans la

Lumière intestinale. L'argile, par ses pouvoirs absorbant et adsorbant, interagit avec les minéraux, oligoéléments, des principes actifs médicamenteux dans la lumière intestinale.

Être Le pH pzc (Point of Zero Charge : correspond au point isoélectrique (pHi), valeur de pH laquelle le potentiel électrique de la particule est neutre dans une solution aqueuse) de l'argile est de 7,31 avec une concentration totale des charges de surface respectivement sont attribuables aux phénomènes d'adsorption par la formation de complexes internes de surface sur l'argile. En plus de l'adsorption, le reste est éliminé soit par précipitation des hydroxydes de ces métaux, soit par d'autres mécanismes de complexation. » [24].

### **Pouvoir de l'adsorption :**

L'adsorption est un procédé de transfère de matière entre une phase liquide (ou gazeuse) chargée en composé organique ou inorganique et une phase solide : l'adsorbant. La capacité d'adsorption de l'adsorbant dépend de la surface développée ou surface spécifique du matériau. Aussi, l'adsorption avec les argiles étudiée par de nombreux chercheurs, peut constituer une alternative simple, sélective et économiquement acceptable pour le traitement physicochimique conventionnel. L'utilisation des argiles comme adsorbants, présente un intérêt dans le traitement des eaux de rejets industriels. Ceci est justifié par l'importance de la surface développée par ce matériau, par la présence de charges négatives sur la surface, par la possibilité d'échange des cations et par une large disponibilité dans la nature [25]. Pour améliorer les possibilités de récupérations et élimination des polluants, peu de recherches ont porté sur l'utilisation de l'argile [26].

### **Pouvoir de fixation :**

La poudre d'argile est une merveille de la nature pour purifier l'eau. Celui-ci permet à l'argile de se lier avec de nombreuses impuretés et donc de les fixées. On mélange l'eau avec la poudre d'argile, celle-ci fixe les impuretés et se dépose au fond en laissant une eau potable.

L'argile a le pouvoir de lier à elle les substances avec lesquelles elle entre en contact. Cette propriété est couramment utilisée pour purifier l'eau. Certains peuples d'Afrique utilisent

## Chapitre I : Déchloration de l'eau

---

Cette propriété afin de purifier l'eau qu'ils puisent. L'argile mélangée à ce liquide fixe les impuretés.

Lorsque le liquide est filtré, l'argile emporte avec elle les impuretés. La méthode expérimentale utilisée est simple et traditionnelle avec filtration, a pour principale application l'analyse d'échantillons sous forme liquide [27].

### Types de Désinfectants :

La désinfection est une opération d'élimination volontaire et momentanée de certains germes, de manière à stopper ou prévenir une infection ou le risque d'infection ou surinfection par des micro-organismes ou virus pathogènes et/ou indésirables.

La désinfection implique d'éliminer ou tuer les micro-organismes ou d'inactiver les virus pathogènes de milieux, matières ou matériaux contaminés en altérant leur structure ou en inhibant leur métabolisme ou certaines de leurs fonctions vitales (la filtration qui ne détruit pas les microbes n'est pas à elle seule un processus de « désinfection »).

Il existe généralement deux types de désinfection :

- La désinfection chimique.
- La désinfection physique.

### Désinfection chimique :

Les principaux de ce type de désinfection sont des oxydants chimiques ayant un double objectif, la destruction de la population bactérienne et l'oxydation des substances organiques et des éléments graves.

Les agents oxydants les plus employés dans la décontamination des eaux sont :

- Le chlore gazeux ;
- Les hypochlorites de sodium déchloration (eau de javel);
- Les hypochlorites de calcium ;
- Le dioxyde de chlore ;
- Le brome ;
- L'ozone ;

### Désinfection physique :

La désinfection physique s'effectue soit par effet germicide, soit par élimination directe sans ajout de réactifs. Avec le rayonnement ultraviolet, l'activité germicide est obtenue par la rupture physique des macromolécules.

Avec le rayonnement ultraviolet, l'effet germicide est obtenu par la rupture physique des macromolécules, voire par l'explosion des cellules bactériennes. Avec la filtration, les bactéries sont physiquement détruites.

Avec la filtration, les bactéries sont physiquement éliminées de l'eau par le pouvoir de rupture des membranes.

### Ils sont présentés par :

- L'ébullition ;
- Les rayons gamma ;
- L'ultrason

### Désinfection par chloration :

Le chlore est l'un des produits couramment utilisés pour la désinfection de l'eau destinée à la consommation humaine. Il permet d'éliminer de façon efficace les bactéries, microbes, virus et autres micro-organismes responsables de pathologies graves telles que la dysenterie, le choléra ou la typhoïde.

Il existe de plusieurs méthodes de désinfection de l'eau. Celles-ci font appel soit à un processus physique (ultrafiltration, traitement UV...),

-pour la désinfection par rayonnement ultraviolet : respect d'une certaine intensité de radiation par volume d'eau.

-pour la désinfection par membrane d'ultrafiltration : vérification de l'intégrité des membranes. Dans la pratique, le traitement membranaire est toujours suivi d'une étape de désinfection chimique.

Soit un processus chimique mettant en œuvre une réaction d'oxydation, qui peut être obtenue par ozonation ou par chloration. La désinfection par le chlore est l'une des méthodes les plus faciles à mettre en œuvre dans les situations d'urgence. Employé sous forme de chlore gazeux, d'hypochlorite de sodium (eau de Javel) ou de pastilles, le chlore est particulièrement efficace et facile à mettre en œuvre [28].

## Chapitre I : Déchloration de l'eau

---

Cette méthode a été utilisée il y a plusieurs siècles et elle est encore utilisée aujourd'hui, C'est une méthode de désinfection chimique qui utilise divers types de chlore ou des substances contenant du chlore pour oxyder et désinfecter la source d'eau potable.

### I.9 .1 : Principe de désinfection

La désinfection se fait par ajout à l'eau d'une certaine quantité des produits chimiques oxydants dotés des propriétés germicides.

La chloration présente l'avantage de posséder un double effet :

- Un effet bactéricide lors de l'injection (pouvoir désinfectant du produit).
- Un effet rémanent qui protège l'eau d'une nouvelle contamination lors du stockage (effet de désinfection dans le temps). Attention ! Après désinfection, il peut subsister quelques germes banals, car la désinfection n'est pas une stérilisation.

### Pour une bonne désinfection

La désinfection physico-chimique : il convient de respecter un temps de contact et une dose d'application adaptée afin d'assurer l'efficacité de l'action du composé chimique et minimiser les sous -produits susceptibles de se créer le cas échéant.

Mais La plupart des microorganismes pathogènes sont éliminée de l'eau lors de la première étape de purification de l'eau. Cependant, la désinfection de l'eau est encore nécessaire afin d'empêcher que l'eau potable soit nocive pour notre santé. Les microorganismes peuvent se trouver naturellement dans la nature ; et invisible, les microorganismes sont présents dans les sols, l'air, la nourriture et l'eau à ces microorganismes dès notre naissance.

Les microorganismes pathogènes de l'eau ont un nombre spécifique des propriétés qui les distinguent des contaminants chimiques. Ce sont des organismes vivants. Ils ne sont pas dissous dans l'eau mais coaguleront et s'attacheront aux colloïdes et aux solides de l'eau [29].

# **Chapitre II :** **Argile et Purification**

### **II.1 : Introduction**

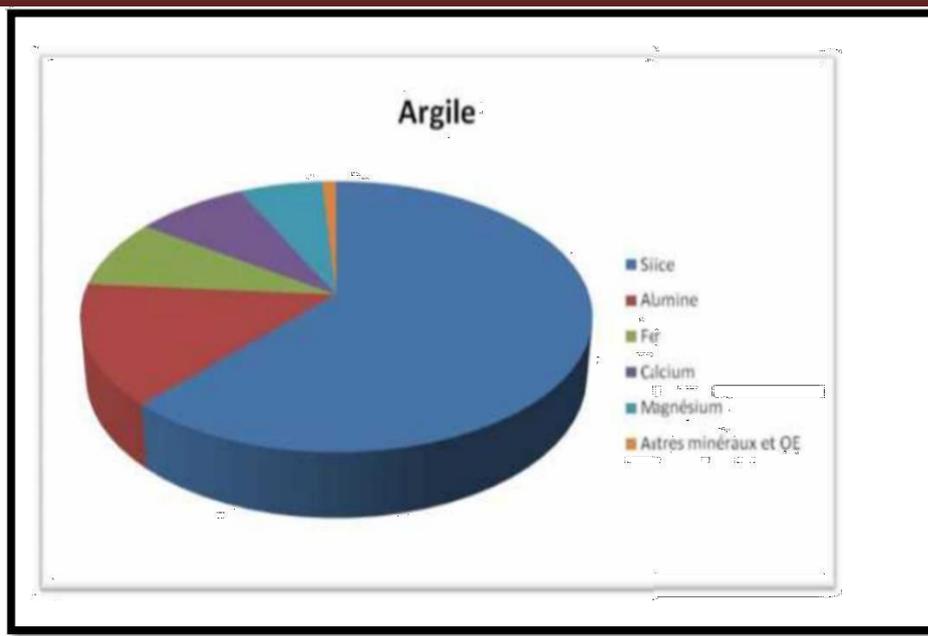
Une argile naît majoritairement par altération des roches, puis en perpétuelle évolution sur des temps à l'échelle géologique.

Le type d'argile produit dépend directement de la nature de la roche, du climat et de la topographie du milieu. Le processus de formation des minéraux argileux conditionne alors la morphologie et la taille des particules ainsi que leur structure et leur composition chimique. Cette structure en feuillet et la composition chimique confèrent à ces types de matériaux des propriétés physico- chimiques d'intérêt commercial {surface spécifique, capacité d'échange cationique (CEC) capacité de sorption, potentiel de gonflement, plasticité, ect.}[30].

L'adsorption reste une technique relativement facile à mettre en œuvre. La recherche d'un adsorbant efficace et moins coûteux s'avère donc intéressante. Dans cette optique, l'utilisation de l'argile en tant qu'adsorbant présente un grand intérêt en raison de son efficacité, son coût accessible et son abondance [31,32]. Le but de ce chapitre est de présenter des notions de base sur la structure des minéraux argileux, comment elle détermine les propriétés et purifié de l'argile

### **II .2 : Définition :**

Il existe diverses définitions des argiles, le mot "argile" aura des significations différentes en mécanique des sols et des roches, ou en physique des sols ; il désigne, selon les cas, un groupe d'espèces minérales, une famille de roches, une classe de matériaux, ou une classe granulométrique constituée de parties minérales dont la granulométrie est inférieure à 2 micromètres.



*Figure II. 1 : Constituants en générale de l'argile.*

Les minéraux argileux responsable de ses propriétés tel que le gonflement, la plasticité et les propriétés d'adsorption. Mais dans les sols, ces particules élémentaires sont en général liées entre elles par des ciments de nature très diverse (carbonates, composés organiques, composés minéraux amorphes ou oxydes et hydroxyde de fer et d'aluminium, quartz feldspaths) au sein d'agrégat de tailles beaucoup plus grandes [34].

### **II .3 : Structure de base :**

Les minéraux argileux sont, formés par un empilement de feuillets. Chaque feuillet est constitué par un ensemble de couches qui résultent de la superposition d'une série de plans anioniques élémentaires. Ces derniers sont composés soit par un assemblage de type compact des ions ( $O_2^-$  et/ou  $OH^-$ ), soit par un assemblage de type hexagonal d'ions  $O_2^-$ . Suivant le type de plans superposés les couches sont octaédriques ou tétraédriques. [35]

#### **II .3 .1 : Couche Octaédrique :**

Elle est constituée par un enchaînement de plusieurs octaèdres dont les sommets sont occupés par des atomes d'oxygènes et des groupements hydroxyles, conférant ainsi, une structure hexagonale

compacte. Les centres peuvent être occupés par des atomes variés de valence trois (Al, Fe) ou deux (Fe, Mg).

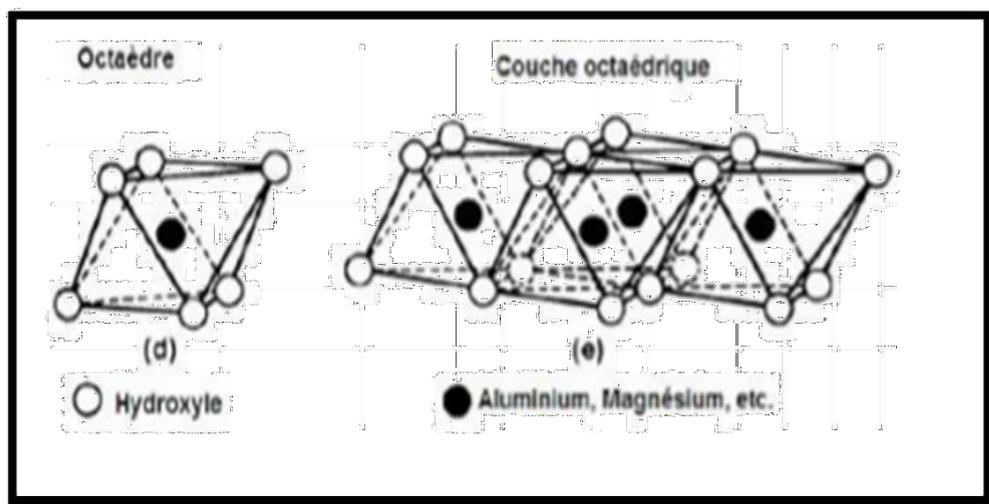


Figure II. 2 : Couche octaédrique (Morel, 1989).

### Couche tétraédrique :

Cette couche est formée par l'enchaînement de tétraèdres dont les sommets sont occupés par des atomes d'Oxygène et le centre par un atome de Silicium, comme il peut être aussi occupé par un atome trivalent  $Al^{+3}$ .

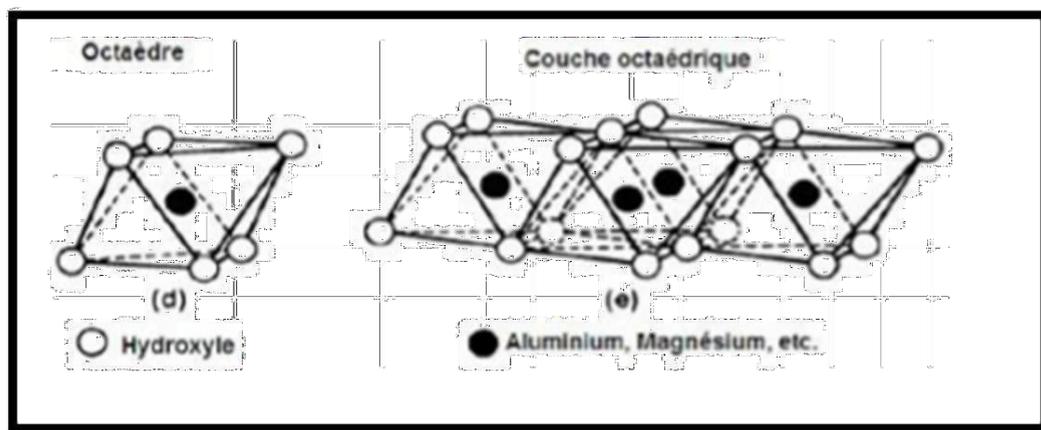


Figure II. 3 : Représentation d'un tétraèdre de silicium (a) et (b) agencement de tétraèdres en couche tétraédrique [35]

### Liaison entre les couches tétraédriques et octaédriques :

La liaison entre couches octaédrique et tétraédrique pour former les feuillets se fait par le partage des oxygènes apicaux des tétraèdres qui remplacent autant d'hydroxyles formant les sommets des octaèdres. Les dimensions des couches tétraédriques et octaédriques ne sont pas

tout-à-fait identiques ce qui induit des déformations des deux couches lors de leur liaison [36].

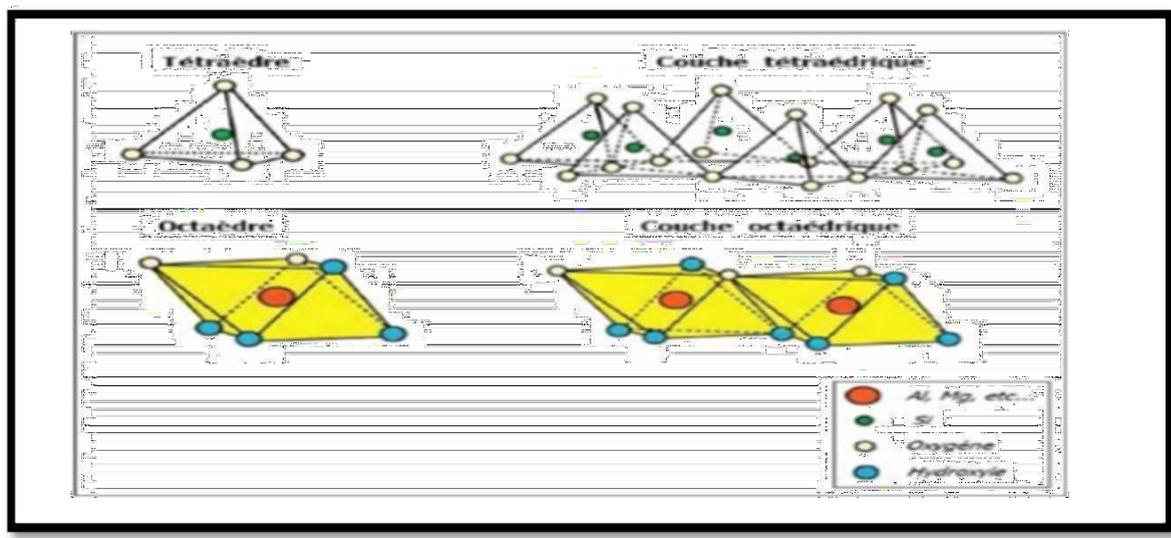


Figure II. 4 : Couche tétraédrique et octaédrique. [37]

La représentation de la structure minéralogique d'une particule d'argile est donnée par l'organigramme suivant (figure II .04)

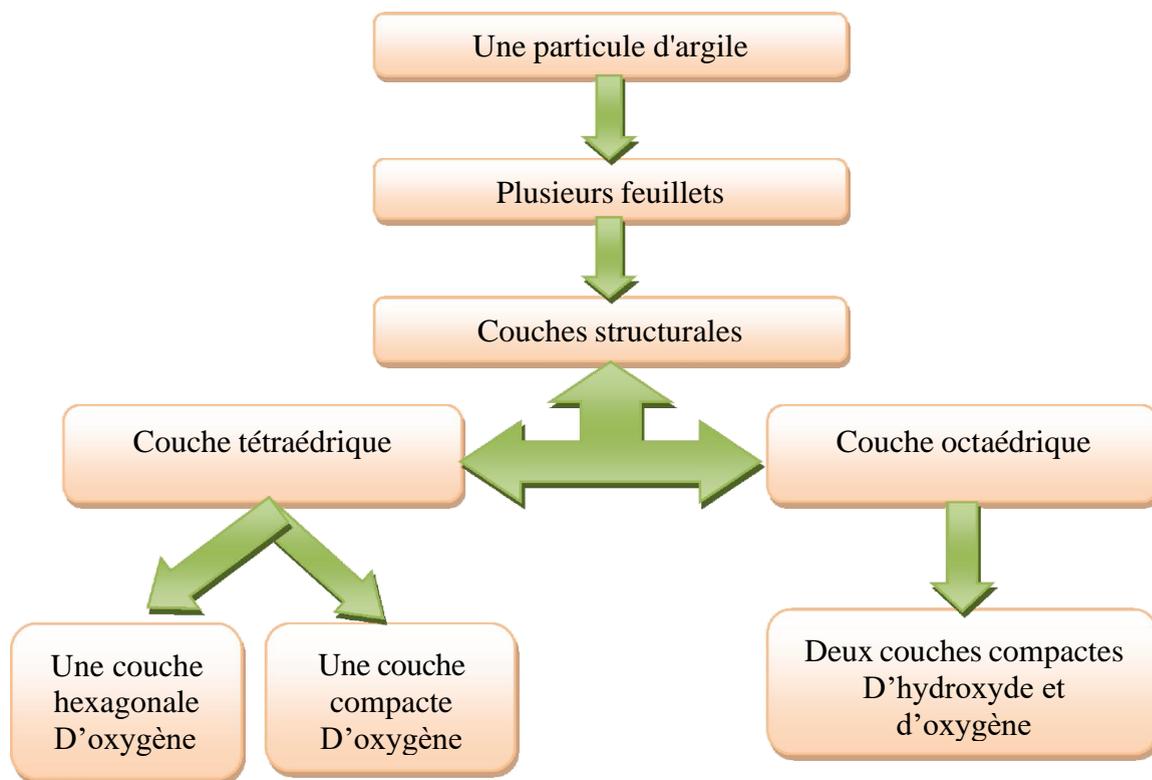


Figure II. 5 : Représentation de la structure minéralogique d'une particule d'argile. [38]

### Classification des minéraux argileux :

Les argiles sont classées en différents groupes déminer aux selon l'épaisseur et leurs feuillets. AIPEA [39]. On distingue 4 grandes familles Ont permis d'aboutir à une classification des argiles (TableauI.1) qui repose sur l'utilisation des critères suivants :

- Type de feuillets ;
- Charge globale du feuillet ;
- Nature cationsinterfoliaires

#### II .4.1 : Les minéraux à 7Å de type 1 :1

Ils sont constitués de feuillets comprenant une couche tétraédrique, accolée à une Couche octaédrique (T-O), son épaisseur est d'environ 7 Å,

Les cristallites des minéraux T-O ont leurs lamelles successives empilées de telle manière que le plan des oxygènes d'une lamelle est opposé à celui des oxygènes de la lamelle adjacente. Cet empilement peut se produire à différentes positions des deux plans, ce qui entraîne des décalages relatifs des couches et détermine le système cristallin du minéral [40].

L'ensemble des charges est reparti de telle sorte que le feuillet est électriquement neutre. La cohésion des feuillets est assurée par des ponts hydrogènes. Dans ce sous-groupe d'argiles, on peut citer la famille des kaolinites (la kaolinite, la dickite et la nacrite) et l'halloysite [41].

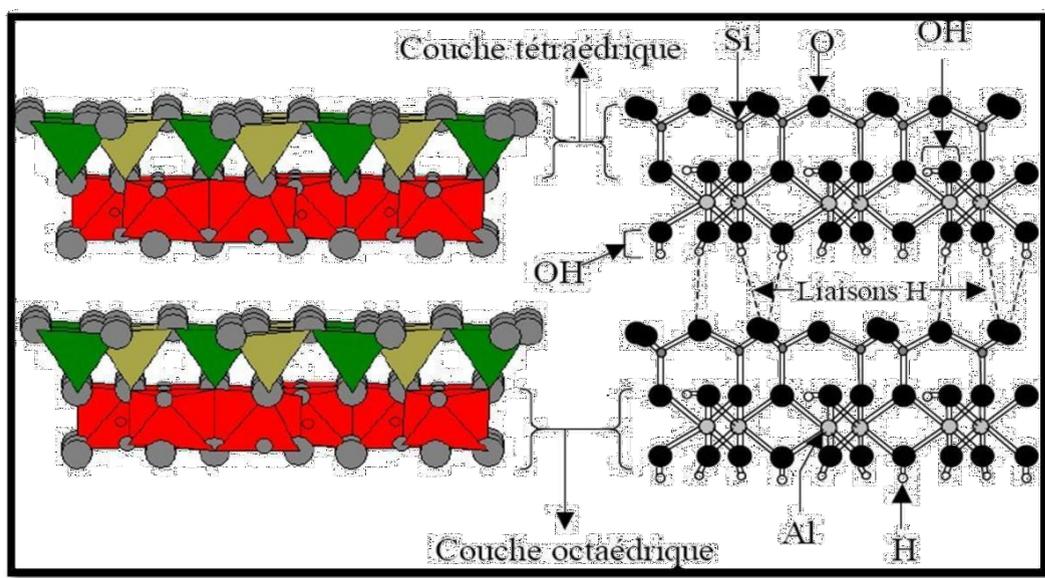


Figure II. 6: Structure d'un minéral 1/1(k.l. Konan, c .2007).

### II .4.2 : Les minéraux à 10Å de type 2 :1

Cette structure comporte trois couches c'est-à-dire le feuillet est constitué de deux couches tétraédriques de silice, et d'une couche octaédrique alumineuse son épaisseur est d'environ 10 Å, mais cette couche octaédrique a une composition différente suivant les argiles, de sorte qu'il convient de distinguer deux types : le premier type est di octaédrique et le second groupe de type trioctaédrique

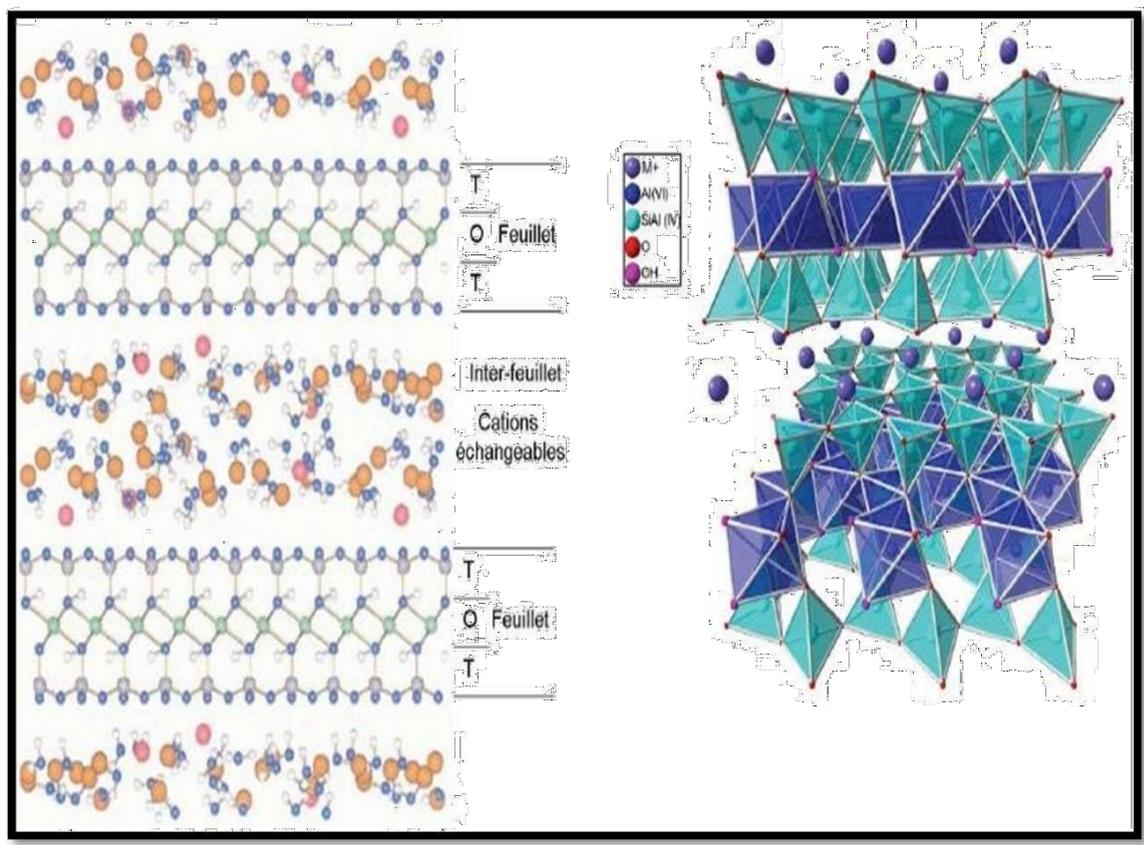


Figure II. 7: Figure II.05 : Structure d'un minéral 1/1(Berlin, 1990)

### II .4.3 : minéraux de groupe 14Å de type 2 :1 :1

Ce groupe d'argiles représente généralement les chlorites. Cette famille est caractérisée par un feuillet à quatre couches (T-O-T-O) Cependant, l'espace entre les feuillets n'est pas occupé par un cation compensateur comme dans le cas précédent, mais par un feuillet d'hydroxydes chargé positivement, à structure de brucite ou de gibbsite L'épaisseur du feuillet est d'environ 14 Å et on distingue deux grandes familles :

- Famille des chlorites

➤ Famille des pseudo-chlorites

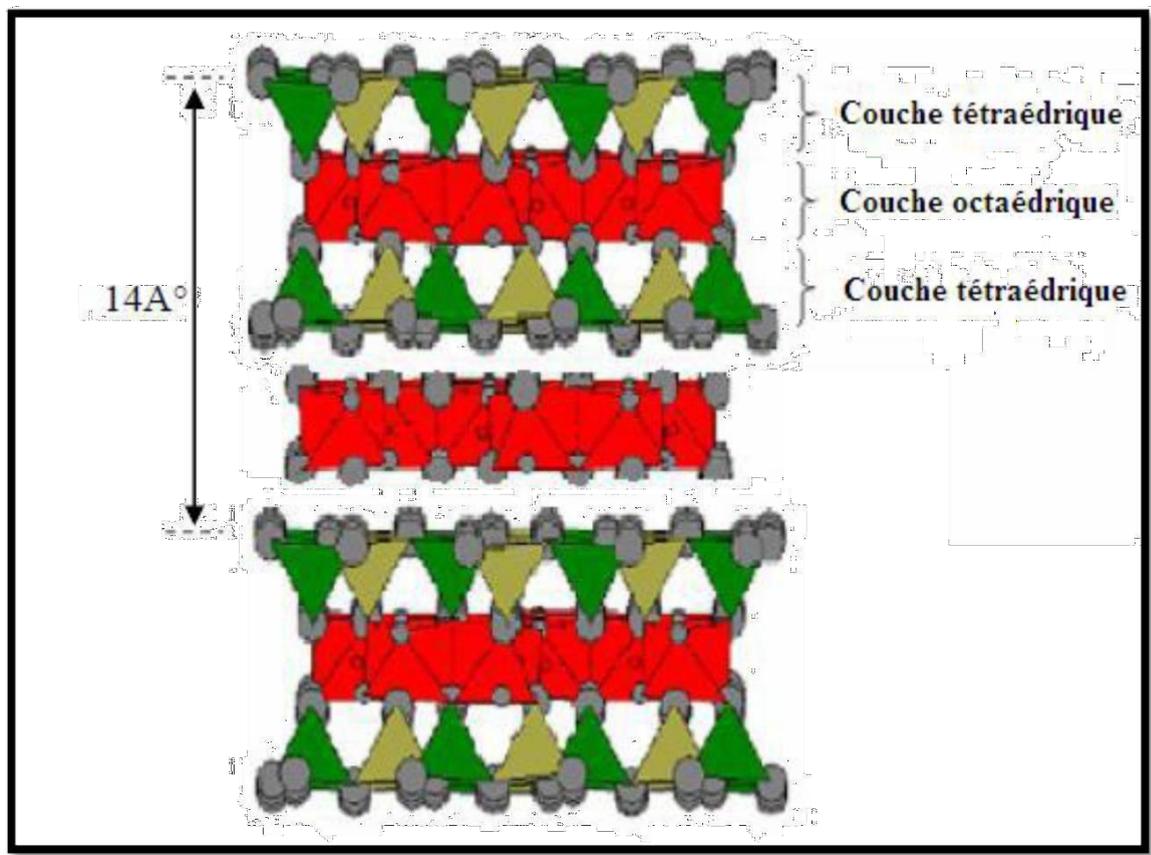


Figure II. 8 : Structure d'un minéral d'un minéral de type TOTO[30]

**II .4.4 : Minéraux interstratifiés :**

Il est différence dans un 'épaisseur du feuillet. Ces minéraux résultent du mélange régulier ou irrégulier d'argiles Et c'est un produit nature différente suivant la normale à leur plan Ainsi si on considère un minéral interstratifié qui contient deux types de feuillets A et B, on peut envisager essentiellement trois types d'interstratifiés :

1) Ségrégés :

Une particule donnée présente des séquences AAABBB (**Figure II .07**). Le diagramme de diffraction X est la superposition des diagrammes produits par chacun des constituants.

2) Réguliers :

Une particule donnée comporte alors des séquences ABABAB...AB Une période de substructure perpendiculairement au plan des feuillets égale à la somme des épaisseurs des deux feuillets apparaît ( $dT=dA+dB$ ). Le diagramme de diffraction X comporte alors des réflexions basales de substructure correspondant à  $dT$ .

3) Aléatoires : c'est-à-dire tous les cas intermédiaires entre les deux décrits précédemment. Dans ce cas, les diagrammes de diffraction X présentent des

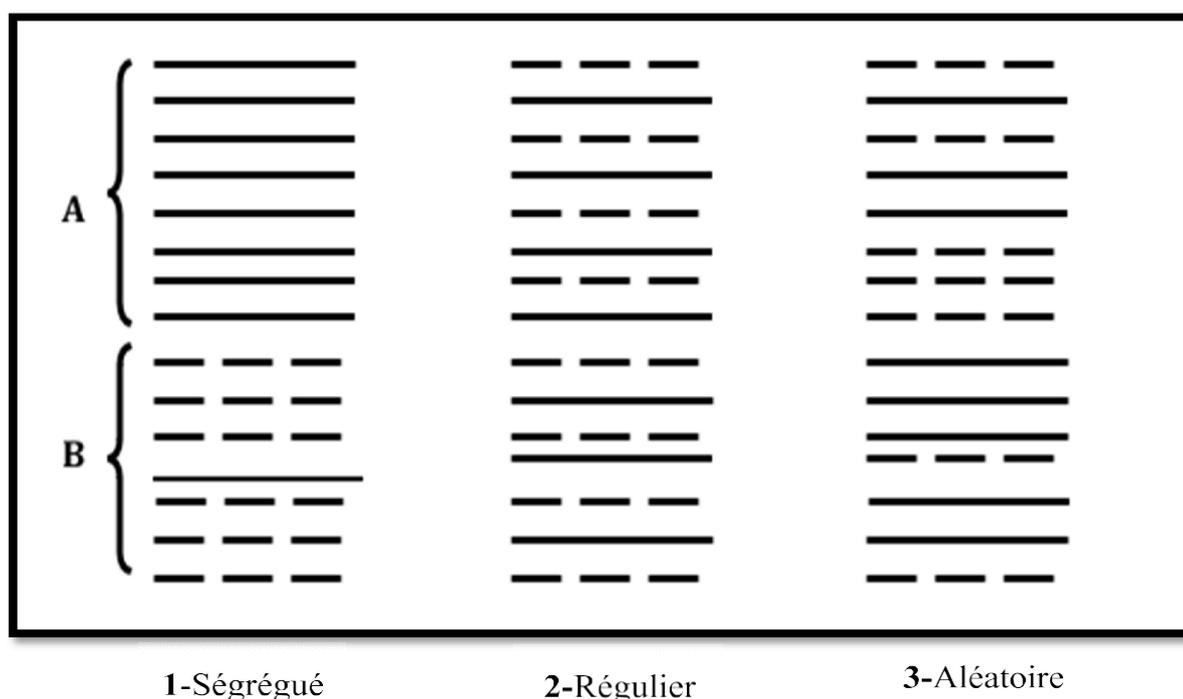


Figure II. 9 : Différents modes de succession des feuillets au sein d'une unité Interstratifiée (Nevila JOZJA, 2003)

Réflexions (001) irrationnelles [42]. Et leur interprétation est très délicate.

## II.5 : Les principaux groupes de minéraux argileux

Il est possible de faire la différence des types de minéraux argileux par :

- Le nombre de couches d'octaèdres et de tétraèdres dans le feuillet élémentaire (Une ou deux).
- L'équidistance entre deux feuillets dans les conditions naturelles.

- La variabilité de l'équidistance entre deux feuillets sous l'action  
De traitements variés

*Tableau II. 1 : Principaux groupes de minéraux argileux et de leurs espèces [43]*

Groupe de Minéraux Argileux	Espèce Minérale	Structure T = couche de tétraèdres O = couche d'octaèdres
<b>Kaolinites</b>	Kaolinite Halloysite Dickite	Minéraux à 2 couches T-O T-O
<b>Smectites</b>	Montmorillonite Saponite Beidellite Nontronite	Minéraux à 3 couches T-O-T T-O-T
<b>Illites</b> <b>Vermiculites</b> <b>Micas</b>	Illite Vermiculite Muscovite Biotite	H <sub>2</sub> O, cations
<b>Chlorites</b>	Chlorite	Minéraux à 4 couches T-O-T-O T-O-T-O

### Propriétés des argiles minérales :

Les minéraux argileux se caractérisent par trois propriétés principales : Leur surface spécifique, leur capacité d'adsorption d'eau et leurs multiples possibilités d'échanges ioniques. Et la structure en feuillet et à leur charge variable [44].

### Charges de surface :

Cette propriété est d'une grande importance pour les procédés de purification des argiles. Il existe deux types de charges de surface :

#### Charge structurale ou permanente :

Est principalement négative et située à la surface. Qui résulte des substitutions isomorphiques au sein de la structure minérale (ex.  $\text{Al}^{3+}$  se substitue au  $\text{Si}^{4+}$  dans la couche tétraédrique ;  $\text{Mg}^{2+}$  ou  $\text{Fe}^{2+}$  se substitue au  $\text{Al}^{3+}$  dans la couche octaédrique). Elle est, donc, indépendante de l'environnement physico-chimique [45].

#### Charge variable :

Il peut être positif ou négatif et peut être aux bords des feuilles. Elle ne se produit qu'en suspension. En suspension. Il s'agit donc d'une charge qui dépend du pH du milieu et de la chimie de l'eau [46, 47].

Dans le faible pH, la solution en contact avec les particules contient un excès de protons  $\text{H}^+$  qui s'associent aux groupes fonctionnels de surface des minéraux, développant ainsi une charge positive de surface.

A faibles pH, la solution en contact avec les particules contient un excès de protons  $\text{H}^+$  qui s'associent aux groupes fonctionnels de surface des minéraux, développant ainsi une charge positive de surface. A fortes pH, la solution présente un excès d'hydroxyles ( $\text{OH}^-$ ) qui se lient aux groupes fonctionnels, favorisant le développement d'une charge négative de surface. Le point de charge nulle correspond à la valeur de pH à laquelle la charge nette des particules disparaît [48, 49].

### Capacité de gonflement :

L'une de ses propriétés les plus remarquables est sa capacité à se dilater considérablement dans l'eau pour former des masses gluantes et gélatineuses. Elle doit gonfler au moins cinq fois

son volume au contact de l'eau. On pense que le gonflement des argiles est principalement dû au fait que l'absorption de l'eau par la structure de la molécule se produit entre les feuillets qui sont étalés. L'adsorption de l'eau est une réaction exothermique qui implique la formation de molécules d'eau et de groupes hydroxyle de la montmorillonite et l'hydratation des actions échangeables.

Le gonflement de la montmorillonite est un processus réversible. Autrement dit, la montmorillonite peut être séchée et gonflée à nouveau autant de fois que l'on voudra sans que ses propriétés soient modifiées, pourvu que l'eau utilisée soit pure et que le séchage n'ait pas été fait à une température élevée [50].

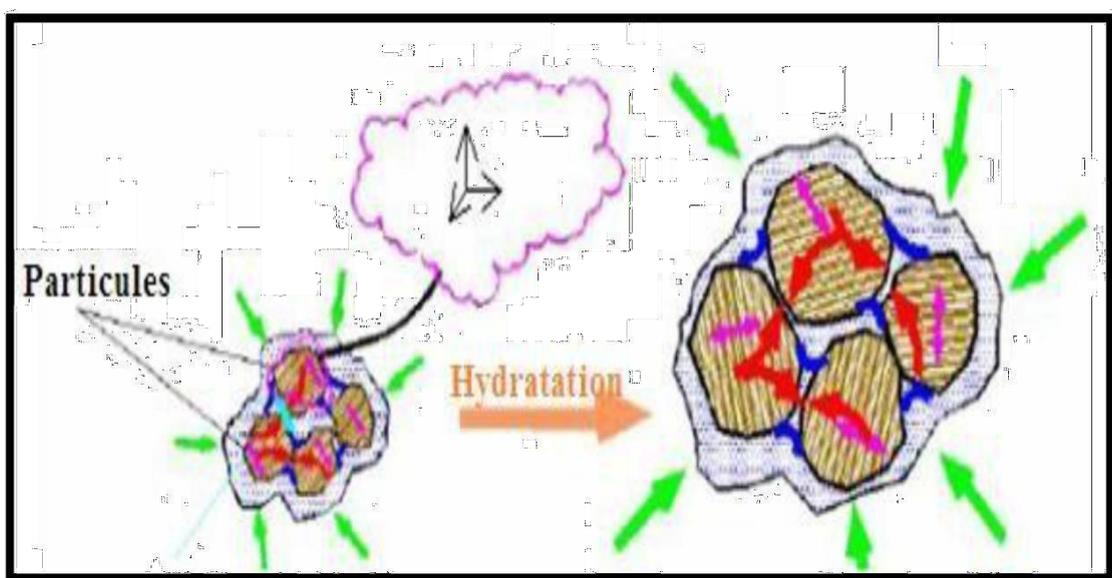


Figure II. 10 : Argile gonflante [51].

### Surface spécifique

Il s'agit de la surface des feuillets et de leurs bords exprimés en  $m^2$  ou  $cm^2$  par gramme d'argile. La mesure de la surface spécifique présente plusieurs difficultés :

- La disposition ou la superposition des feuillets qui n'est pas uniforme et ordonnée pour estimer théoriquement la surface spécifique.

- L'eau adsorbée par l'argile n'est jamais désorbée en totalité [52]. Lors de ses expériences D'adsorption d'azote sur les minéraux argileux, donne une surface spécifique apparente Inférieure à la surface réelle.

On définit la surface spécifique (SS) par relation :

$$S_s = \frac{A_s}{M}$$

On a (AS) : Aire massique unité par ( $m^2$ )

(M) : la masse unité par (g)

### 1. Densité de charge spécifique :

La densité de charge spécifique est le rapport entre la capacité d'échange cationique (CEC) et la surface spécifique S de la particule argileuse. Deux types de charge existent dans les milieux argileux [53].

- Une charge permanente ou structurelle liée aux substitutions ioniques ( $Al^{3+}$  pour  $Si^{4+}$  dans la couche tétraédrique ;  $Mg^{2+}$  ou  $Fe^{2+}$  pour  $Al^{3+}$  dans la couche octaédrique).
- Une charge de surface variable selon le pH du milieu liée aux réactions chimiques qui se produisent à la surface des minéraux.

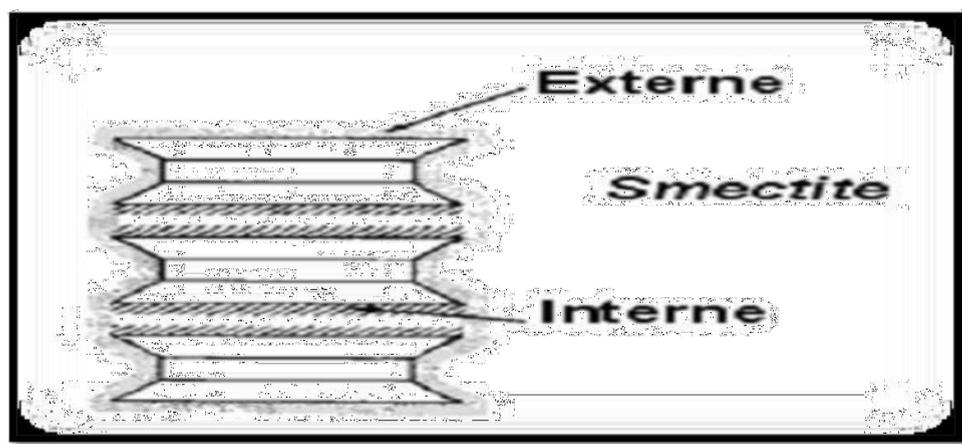


Figure II. 11 : Surface externe et interne d'une particule argileuse (smectite)

### Capacité d'échange cationique :

La capacité d'échange cationique (CEC) est La caractéristique essentielle des argiles est qu'elles se dispersent au contact de l'eau pour former une suspension plus ou moins stable.

L'échange de cations n'est possible que s'ils sont retenus par des liaisons faibles sur les surfaces externes ou internes (zone inter foliaires) des cristaux [54]. Les cations intercalaires sont généralement échangés par les cations organiques ou minéraux présents dans les solutions en contact avec l'eau, un processus appelé capacité d'échange cationique (CEC).

Les valences du silicium et de l'oxygène en couche tétraédrique d'une part, de l'aluminium et de l'oxygène en couche octaédrique, d'autre part.

Ne sont pas saturées. Pour compenser ces valences, des molécules d'eau s'introduisent et il y a apparition de groupes silanol (Si-O) ou aluminol (Al-OH) qui en fonction du pH peuvent capter ou libérer des protons. Ces derniers peuvent être échangés avec d'autres cations. Le nombre et la nature des charges de bordure de feuillet seront directement liés au pH[51].

- La CEC interne reflète le déficit de charge des feuillets 2 :1 ; elle dépend donc des Charges permanentes [54]. La substitution la plus fréquente est celle  $Al^{3+}$  par  $Mg^{2+}$  dans la couche octaédrique. C'est le mécanisme principal d'échange pour une montmorillonite. Des substitutions de Si par Al dans la couche tétraédrique sont également possible.

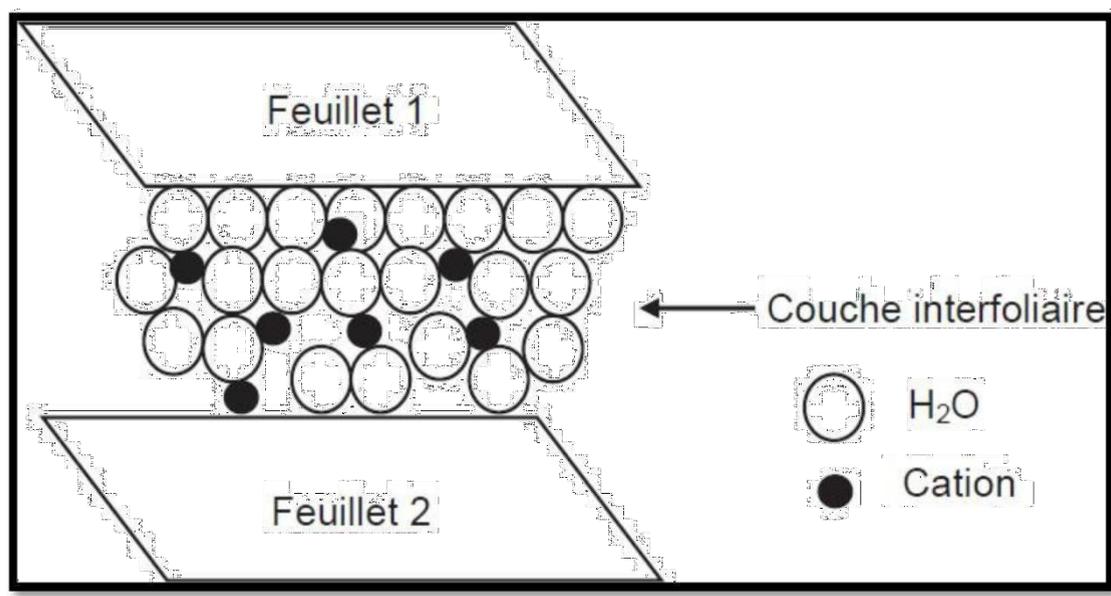


Figure II. 12 : Représentation schématique de la couche inter foliaire dans le cas de cation sinter foliairehydratés [44].

Il est Plusieurs méthodes ont été proposées pour estimer la capacité d'échange cationique d'une argile. Les différents procédés consistent à remplacer les cations compensateurs contenus dans l'espace interfoliaire par d'autres éléments, puis de doser les concentrations résiduelles de ces derniers. Parmi les procédés utilisés pour la mesure de la CEC.

On peut citer la méthode d'échange par le chlorure d'ammonium dosé par

- La méthode de Kjeldhal [56].
- La méthode au Cobalt (II)[57].
- La méthode conductimétrique [58].
- La méthode au bleu de méthylène [59].

### Activité des argiles :

Skempton (1953), a considéré que les valeurs des limites d'Atterberg sont liées à la quantité d'eau retenue à la surface des particules et donc à la quantité d'argile présente dans le sol. Cet auteur a défini l'activité d'une argile par le rapport de l'indice de plasticité (**Ip**) et du pourcentage des éléments inférieurs à deux microns ( $C_2 < 2 \mu\text{m}$ )  $A_1 = Ip/C_2$

- Skempton a proposé la nomenclature suivante ([60], C.208) :
- Argiles inactives : les argiles qui ont une activité inférieure à 0,75. Ces Argiles sont à base de Kaolinite, ou des argiles contenant peu de minéraux argileux.
- Argiles normales : qui ont une activité comprise entre 0,75 et 1,25.
- Argiles actives : qui ont une activité comprise entre 1,25 et 2.
- Argiles très actives : qui ont une activité supérieure à 2.
- En ce qui concerne les argiles compactées, Seed et al (1962, [61].), a introduit Une modification à la définition de Skempton sous la forme suivante :

$$A_2 = Ip / (C_2 - n)$$

n = 5 cas des sols naturels ;

n = 10 cas des sols reconstitués.

L'activité d'un sol dépend essentiellement de sa composition minéralogique : le type et la quantité du minéral argileux, de la teneur d'argile et des ions échangeables (El Sohby et al 1986). Les deux définitions citées ci-dessus indiquent que l'activité est proportionnelle à l'indice de plasticité et inversement proportionnelle à la teneur en éléments inférieurs à deux microns.

Tableau II. 2 : Présente le minéral prédominant dans la matrice argileuse basant sur l'activité, proposé par Skempton et al (1953).

Minéral	Activité
Montmorillonite	Na+ 4-7
Montmorillonite	Ca+ 1,5
Illite	0,5-1,3
Kaolinite	0,3-0,5
Quartz	0

### Purification des argiles :

Avant toute application sur une argile, la purification par traitement chimique, est une étape indispensable dans le cadre de l'élimination des grosses particules des impuretés, à savoir, le calcaire, le quartz...etc. Le processus de purification envisagé est une activation acide, pour permettre la disparition peut être des ions hydroxydes (OH) du réseau d'argile, le changement du caractère des liaisons internes, l'augmentation de volume poreux et de la surface spécifique ou encore l'augmentation du nombre des sites acides de Brönsted dans l'argile. Selon la littérature<sup>4</sup>, lors du traitement acide de l'argile, les sites octaédriques peuvent s'effondrer tandis que le squelette silicaté n'est pas affecté par ce type de traitement. Pour cela, nous reportons ci-dessous plusieurs travaux qui ont porté sur l'activation acide des argiles fibreuses :

- En 1989, les études de Gonzalez et al<sup>[62]</sup> ont porté sur la texture de la palygorskite. Après traitement avec l'acide chlorhydrique. La réaction sous reflux avec HCl 2.0N à donner comme résultat une augmentation de la surface superficielle de 138 à 399 m<sup>2</sup>/g, due à une dissolution partielle des couches octaédriques et la création de la microporosité. La lixiviation est également un processus au cours duquel la solution acide passe à travers les pores de l'argile en entraînant la dissolution de certains ions comme le montre la ( figure I-7), oxydes de métaux ou substances solubles.

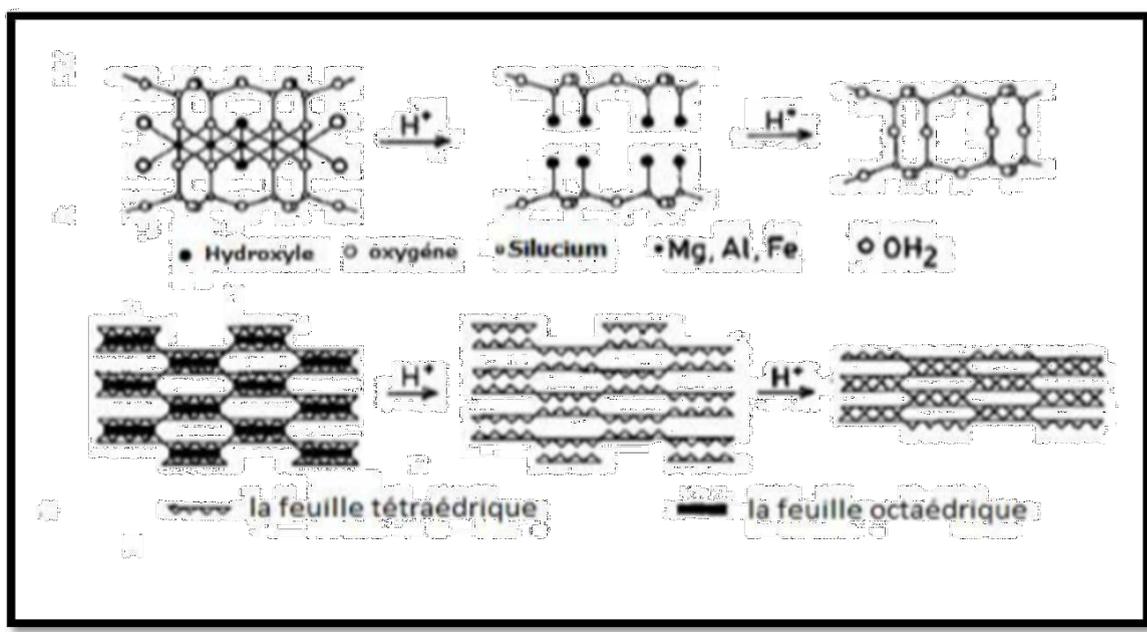


Figure II. 13: Mécanisme proposé de lixiviation d'une palygorskite par attaque acide.

- En 2006, Wang et al[63] ont étudiés une série de palygorskites activé par un traitement d'acide. Il a été constaté que la capacité d'adsorption des ions  $Cd^{2+}$  par la palygorskite activé était proportionnelle à la concentration de HCl utilisée. Le meilleur résultat d'adsorption est obtenu avec les échantillons traités avec une concentration d'acide 12 mol / L de HCl et une température de calcination d'environ 300°C.

En 2007, Cai et al [64] ont constaté une dissolution progressive de la structure de la palygorskite en milieu acide avec le HCl à 3.0N et 5.0N, alors que le squelette conçu par les liaisons Si-O ne s'affecte pas, même en contact avec une concentration d'acide élevée.

- En 2010, Srasra et al[65] ont fait une activation acide de la palygorskite Tunisienne. En utilisant l'acide chloridrique. Au bout de 10 heures de traitement avec le HCl. À 4.0M

la palygorskite perd tous ses sites octaédriques et devient constituée de chaînes silicatées, ainsi la surface spécifique augmente de 59.7 à 360 m<sup>2</sup>/g.

# Partie pratique

# **Chapitre III :**

## **Matériels et méthodes**

### I.1 : Introduction

Cette étude a eu pour but de préciser et comprendre les effets des traitements de déchloration des eaux par un mélange argile/charbon actif.

IL existe différence types d'argile, parmi ces types, on a l'argile vert riche en divers minéraux et oligo-éléments : silicium, aluminium, magnésium, potassium, calcium et fer [66].

### I.1 : Protocole et matérielle :

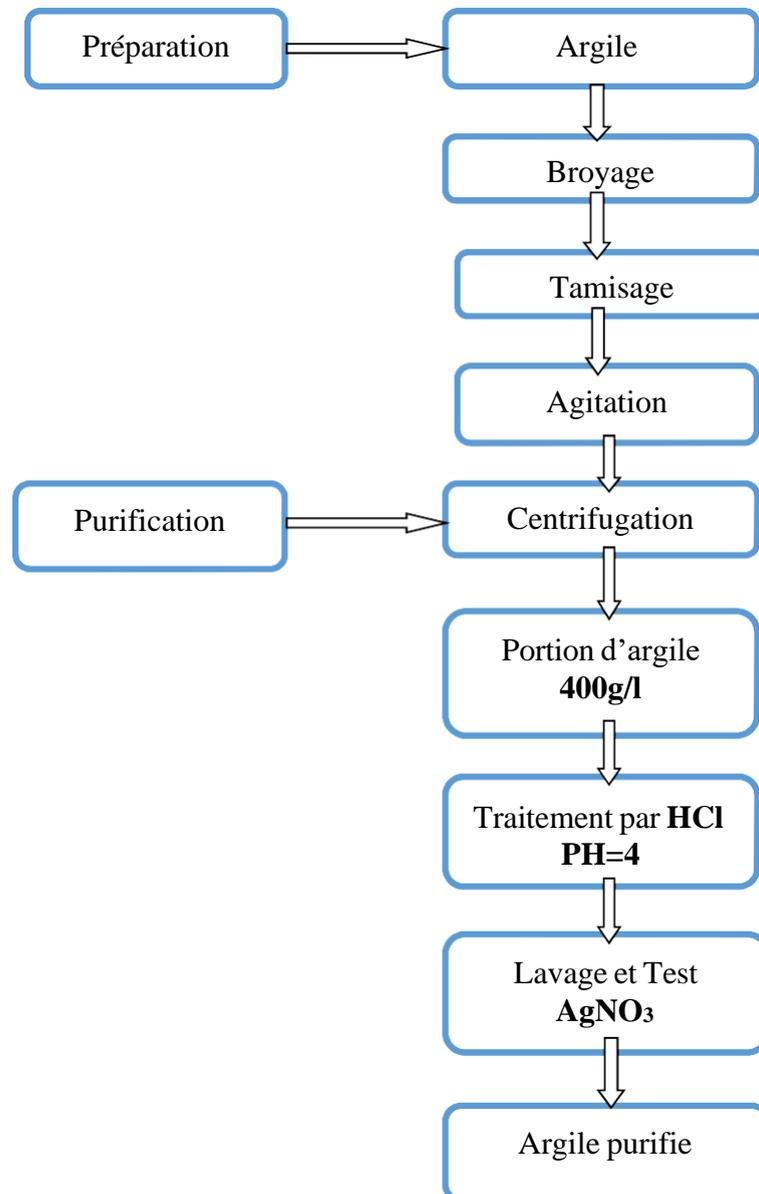


Figure III. 1 : Schéma qui représente le protocole de purification de l'argile [67]

### Préparation d'argile :

L'échantillon de l'argile utilisée est d'origine d'El-Meneaa wilaya de Ghardaia. Nous avons préparé et purifié cette argile et elle est utilisée comme élément de traitement pour la Déchlorination de l'eau



*Figure III. 2 : Echantillon d'argile*

- D'abord Broyage de morceaux l'argile dans un mortier en porcelaine



*Figure III. 3: Broyage d'argile[68].*

- Ensuite le tamisage : Dans cette étape, on doit tamiser les échantillons

sur tamis de 125 $\mu$ m obtenus après le broyage à un tamiseur pour obtenir de la poudre d'argile (Figuier 03)



*Figure III. 4: L'argile en poudre [68].*

### **Purification d'argile**

- On prend 800 mg de l'argile en poudre préparé.
- Mélangeant à 2 litres d'eau distillée sous agitation.
- pH mesuré (pH= 7).
- Ajoutant de l'acide chlorhydrique (HCl) concentré jusque obtenir un (pH= 4)
- Pendant 3 heure d'agitation



*Figure III. 5: Appareil d'agitation (labo GP)*

- A cette étape, on s'assure que la solution a un pH =4
- Lavage répéter de l'argile avec de l'eau distillée, le processus de lavage a été effectué 15 fois, et la filtration est réalisé à l'aide de centrifugeuse pendant 10 minutes
- A chaque lavage un test de présence de  $\text{Cl}^-$  est effectué en utilisant les nitrate D'argent  $\text{AgNO}_3$ .



*Figure III. 6: Appareil de centrifugeuse (labo biologique)*

### Déchloration de l'eau :

- L'échantillon étudié est l'eau de robinet traité par l'hypochlorite de sodium (eau de javel) à 0.4mg/l de  $\text{Cl}_2$  libre
- L'argile utilisé c'est l'échantillon purifié
- Le charbon actif est un produit commercial.

### 1<sup>er</sup> Expérience : On met quatre bicher :

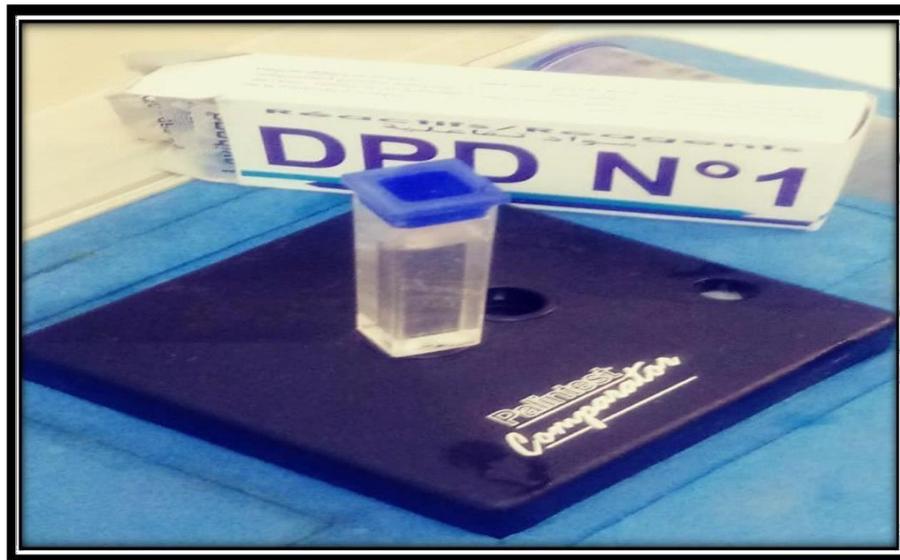
- 01 : 250ml l'eau traité +1g charbon actif
- Bicher 02 : 250ml l'eau +0.5mg argile +0.5mg charbon actif (50/50)
- Bicher02 : 250ml l'eau +0.5mg argile +0.5mg charbon actif (50/50)
- Bicher 03 : 250ml l'eau +1gargile
- Bicher 04 : 250ml l'eau + 0.7mg argile 0.3mg charbon actif (70/30)

Chaque bicher est soumis à une agitation pendant 30min puis filtrer.



*Figure III. 7 : Schéma représente l'opération d'agitation (labo GP)*

- On teste chaque solution à l'aide de DPD N°1 (d'éthyle-p-phényllène diamine); pas de couleur rose Le résultat est négatif (pas  $\text{Cl}_2$  libre).



*Figure III. 8 : Schéma représente le test de déchlorination*

Les Résultats obtenus ne montre aucune différence entre les échantillons traiter à cause de faible concentration de chlore libre.

### 2ème expérience :

On augmente les concentrations du chlore libre dans les échantillons jusqu'à 0.9mg/l ;

Le traitement vise l'efficacité d'argile purifié donc l'expérience N°2 est basé sur les deux béchers suivants :

Bicher 01 ;250ml l'eau traitée de robine+1g argile

Bicher 02 ;250ml l'eau traitée de robine +0.3mg charbon actif+ 0.7mg argile On agité et filtré chaque bécher puis on a mesuré les résultats.

### Elimination des Chlorures Cl<sup>-</sup> de l'eau :

#### 3ème expérience

#### Analyse des chlorure Cl<sup>-</sup>

On prend un échantillon d'eau de robinet ;

- En ajoute 3 gouttes de Chromate de potassium
- Barreau
- On titre la solution par (AgNO<sub>3</sub>)

#### *Concentration de chlorure dans solution (Cl<sup>-</sup>) :*

Le calcul de la concentration de [Cl<sup>-</sup>] est donné par la relation :

$$[\text{Cl}^-]_{\text{mélange}} = \frac{(V_s - V_b) * C * f}{V_a} * f$$

$$V_a = 100$$

$$C = 0.02 \text{ mg/l}$$

$$f = 35453$$

$f$  : facteur de d'élution

#### **Observation :**

La Norme Algérienne de potabilité des chlorures dans l'eau potable est de 500mg/l.

# **Chapitre IV :**

## **Résultats et discussions**

### Introduction :

Ce présent chapitre est réservé à l'exposition et la discussion des résultats relatifs à l'optimisation des conditions d'expérience. Et mesure la concentration de chlore libre pour estimer le degré de traitement par l'argile, et le mélange argile/ charbon actif et donc évaluer la purification de l'argile afin d'améliorer sa capacité adsorption.

### Mesure du pouvoir déchloration :

La quantité du chlore libre dans l'eau est une mesure importante en raison de son impact significatif sur la santé.

L'application de traitement est réalisée en trois expériences :

### Traitement pour l'élimination du Chlore libre

#### 1<sup>er</sup> Expérience :

#### Traitement d'une eau contenant 0.4mg/l du Chlore libre

On dispose de quatre bichers contenant de l'eau traité avec de l'hypochlorite de sodium (Chlore libre 0.4mg/l), l'essai se fait comme suit :

- Bicher N°1 : Eau à traiter + argile purifiée
- Bicher N°2 : Eau à traiter + charbon actif
- Bicher N°3 : Eau à traiter + argile purifié/charbon actif (50/50)
- Bicher N°4 : Eau à traiter + argile purifié /charbon actif (70/30)

**Tableau III. 1: Les concentrations de Cl<sub>2</sub> avant et après traitement**

Echantillon	Argile	Charbon actif	Mélange (50/50)	Mélange (70/30)
Concentration de cl <sub>2</sub> (mg/l) avant Traitement	0.4	0.4	0.4	0.4
Concentration de cl <sub>2</sub> (mg/l) Apres traitement	0	0	0	0

### Résultats :

Les résultats ont révélé que le traitement d'une contenant de chlore libre 0.4mg/l pour l'argile seule, le charbon actif seule et les deux différents pourcentages de mélange donne un bon résultat de traitement c.à.d. élimination de tous le chlore libre.

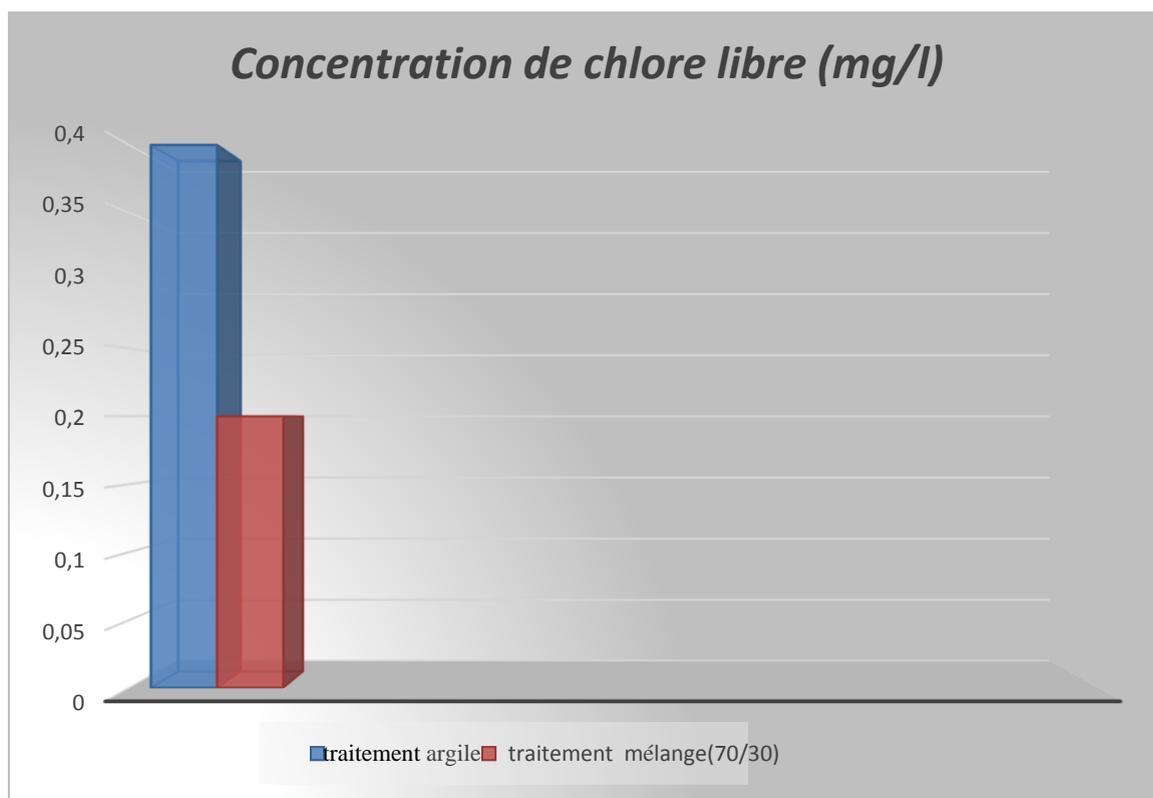
### 2<sup>er</sup> Expérience :

#### Traitement d'une eau contenant plus de 0.8mg/l du Chlore libre

On choisit deux voies de traitement basé sur l'argile purifiée où on augmente la concentration du chlore libre dont elle dépasse 0.8mg/l. le traitement se fait comme suit :

- Bicher N°1 : Eau à traiter + argile purifiée
- Bicher N°2: Eau à traiter + argile purifié /charbon actif (70/30) \_

### Résultats :



*Figure IV.1 : Concentration du Chlore libre après traitement (2<sup>ème</sup> expérience)*

## Chapitre IV : Résultats et discussions

---

L'histogramme qu'avant traitement le taux de chlore dans l'eau, dépasse 0,8 mg/l. Après traitement de l'eau indique avec de l'argile, nous avons trouvé que le taux du chlore diminuait jusqu'à 0,4mg /l. Quant au traitement par mélange (argile et le charbon actif), le taux de chlore libre atteint 0,2mg/l.

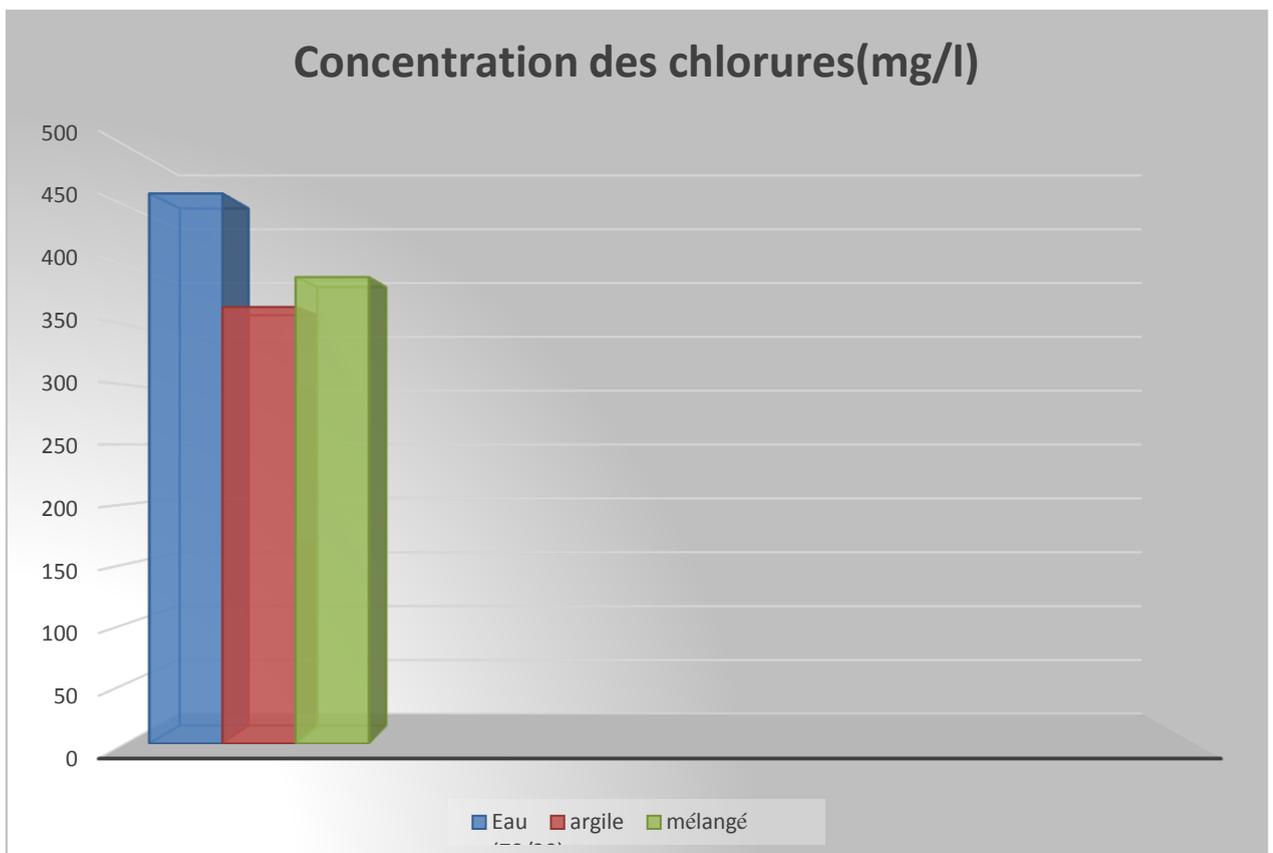
On conclut que l'efficacité d'absorption de l'argile est bonne, mais elle était meilleure dans le mélange argile et charbon actif respectivement (70/30)

### Traitement pour l'élimination des Chlorure (Cl<sup>-</sup>)

#### 3<sup>er</sup> Expérience :

Un échantillon d'eau de robinet est analysé pour estimer le taux des chlorures Cl<sup>-</sup>, selon le mode expérimental présenté dans le chapitre précédent.

- On titre la solution par (AgNO<sub>3</sub>)



*Figure IV. 2 : la concertation des chlorures dans l'eau et argile et mélange.*

### **Résultats :**

Les résultats montrent le même rendement d'élimination des chlorures, soit pour l'argile seule soit pour le mélange argile charbon actif. Avant le traitement le taux des chlorure dans l'eau était 456.43 mg/ l , après le traitement de l'eau avec de l'argile, la concentration des chlorures s'abaisse à 334.67 4mg /l et pour le traitement par mélange (argile et le charbon actif), la concentration devient 340.34 4mg /l .

Le traitement des eaux par adsorption sur une argile purifiée ou sur un mélange argile/charbon actif (70/30) donne presque les mêmes résultats

Pour cette expérience, on peut dire l'utilisation de l'argile purifié seule, ou sous forme de mélange est satisfaisante

# Conclusion générale

### **Conclusion générale**

-L'objectif principal de ce travail est d'étudier l'efficacité de l'utilisation d'un mélange d'argile et de charbon actif pour la déchlorination.

L'adsorption est un traitement efficace pour la déchlorination et l'élimination de matière organique, en particulier lorsque la charge moléculaire est élevée et qu'une substance solide est utilisée pour éliminer une substance soluble dans l'eau. Dans notre expérience, le charbon actif et l'argile représentent la matière solide.

L'étude expérimentale implique la conclusion suivante :

- La purification de l'argile locale de El-Menia selon le protocole d'acidification à donner un matériau adsorbant dont il faut étudier ses caractéristiques physico-chimique.
- La désinfection des eaux potables par chloration est un traitement efficace, mais le chlore résiduel ou le chlore libre a un effet néfaste sur la santé. L'élimination peut être réalisée à l'aide de charbon actif qui déjà utilisé internationalement ou d'après les expériences par l'argile purifiée, ou par un mélange d'argile et du charbon actif.
- L'expérience a montré aussi que cette argile purifiée peut être utilisée dans l'élimination d'un autre dérivé de chlore qui est l'anion chlorure où il existe avec des concentrations élevées dans l'eau potable.

Donc l'argile est un matériau locale économique et moins polluant qui peut être utilisé comme un adsorbant dans le traitement des eaux.

# Références

## Références

---

- [1] Crini, G., 2006. Non-conventional low-cost adsorbents for dyeremoval: A reviewpaper .Bioresour Technol., 97, 1061-1085.
- [2] Coulomb, Bruno Av des Chabauds-RN8 13320 Bouc Bel Air (FR) Dans FR 2 573 875
- [3] <https://www.1h2o3.com/apprendre/purification-eau/ou-peuvent-etre-utilises-ultraviolets-queelles-sont-applications-uv/desinfection-uv-eau-douce/desinfection-uv-dechloration-sur-charbon-actif/> a consulte le 19mai 2021 a 22h.
- [4] P. BERNIER, S. LEFRANC, Le carbone dans tous ses états, gor. Bre. Sci. pub, (1997) 584.
- [5] ] N. J. Krou. Etude expérimentale et modélisation d'un procédé séquentiel AD-OX
- .-[6] T.DJIDEL, « Etude de la préparation d'un charbon actif a partir grain d'olives et application sur des rejets industriels», Mémoire de Magister, Université des Sciences et de laTechnologie Med-Boudiaf d'Oran, Algérie, 2012.
- [7] Francy, Donna S.;Bushon, Rebecca, N.; Stopar, Julie; Luzano, Emma J.; & Fout, G. Shay. 2004. United States GeologicalSurvey: Environmental Factors and Chemical and Microbiological
- [8] : *J. Saint-André, environnement, la station d'épuration*, Ecole Henri Morange.
- [9] ) Frechen F-B, Schier W &Wett M (2006) Pre-treatment of municipal MBR applications in Germany
- [10] Pollution et traitement des eaux 1974, Centre Nationale de laboratoire de l'Hydraulique
- [11] **BoumedieneM., 2011** :Cours de traitement des eaux ;Master2enHydraulique.Option:Eau, Sol et Aménagement
- [12] **DeshayesM., 2008** : Guide pour l'établissement des plans d'Assurance de la qualité dansle cadre de la réalisation des stations d'épuration de type boues
- [13] **BoursaliI., 2011** :Etudeexpérimentaledelacoagulation-floculationparlesulfateferrique et le chlorure ferrique des matièresen suspension .Mémoire d'ingénieur d'étatsengéologie;

## *Références*

---

- Département des sciences de la terre et de l'univers. Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers Juin 2011.
- [14] **DEGREMENT.,1972**: Mémento technique de l'eau, Lavoisier, Paris
  - [11] (Satin et Selmi, 2006)
  - [16] Desjardins, 1997 .DBO5
  - [17] **CARDOT**, 1999
  - [18] ]. Mansour, H., Boughzala, O., Barillier, D., Chekir -Ghedira, L., & Mosrati, R. (2011). Les colorants textiles sources de contamination de l'eau: CRIBLAGE de la toxicité et des méthodes de traitement. *Revue des sciences de l'eau/Journal of Water Science*, 24(3), 209-238.
  - [19] (Degremont, 2005)
  - [20] . Cardot G., *Les traitements de l'eau Procédés physico-chimiques et biologiques résolus*, Edition Ellipse, février 2005.
  - [21] Mallevialle, J., Odendaal, P. E., & Wiesner, M. R. (Eds.). (1996). *Water treatment membrane processes*. American Water Works Association.
  - [22] Zkinaly, J. Dekany, *Chem. Soc, Farady Trans.* (1989)
  - [23] S.Koulouchi « Etude expérimentale des mélanges sable-bentonite leur performance comme barrières de confinement dans CET » Thèse de doctorat de l'université Mentouri de Constantine-Algérie. (2007)
  - [24] [B. Sorgho et coll., 2011]
  - [25] Dupont L., Foissy A., Mercier R. et Mottet B., "Effect of calcium ions on the adsorption of polyacrylic acid onto alumina", *J. Colloid and Interface Science*, Vol. 161, pp. 455-464 1993.
  - [26] *L'argile, ses vertus, ses bienfaits*- Christopher Vasey- Jouvence Editions.
  - [27] *L'argile qui guérit-Mémento de médecine naturelle*- Raymond Dextreit- Edition
  - [28] <http://www.lms-water.com/dossiers/la-desinfection-par-le-chlore/>  
( LMS) Fournisseur agréé de l'ONU et membre du Global Compact,  
World Water Treatment livre des unités de potabilisation aux institutions internationales, aux agences gouvernementales et aux ONG.

## *Références*

---

- [29] DINAH, Monsieur RAZAKARIVOARISOA Luc. La désinfection de l'eau par Chloration: cas du Fokontany de SAHAVALAINA: Suivi et détermination du taux de l'hypochlorite de sodium p12
- [30] ] Ferhat, M.(2012). «Co-adsorption des métaux lourds sur la bentonite modifiée en présence de flocculants minéral et biologique », Thèse d'Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzo, P140
- [31] Bennani K.A., Mounir B., Hachkar M., Bakasse M., Yaacoubi A.: Adsorption of cationic dyes onto Moroccan clay: Application for industrial wastewater treatment, J. Mater. Environ. Sci. 6 (9) (2015) 24832500
- [32] Zaitan, H.; Feronnato, C.; Bianchi, D.; Achak, O.; Chafik, T. Etude des propriétés texturales et adsorbantes d'une diatomite marocaine: Application au traitement d'air chargé d'un polluant de type composé organique volatil. Ann. Chim. Sci. Mat. (2006) 31(2), 183-196
- [33].A. **Leila**. Etude de pouvoir de sorption du cuivre II, du zinc II et des polyphénols par les bentonites sous l'effet des irradiations micro-onde. University de Mouloud Mammeri de TIZI-OUZOU .P.3-5 ,2011.
- [34] Bailey, S.W., 1980.Summary of Recommendations of AIPEA Nomenclature Committee. Clays and Clay Minerals, 28, 73-78.
- [35] J. JEFFREY. STEVENS, J. SHARON, J. ANDERSON And A.BOYD,FTIR Study of competitive Water –Arenesorption, effect of water on adsorption efficiency, clay sand clay minerals ,Vol. 43.N°3,318-323,1995.
- [36]. Laurent Caner, PHYLLOSILICATES DES SOLS : DE L'IDENTIFICATION LA QUANTIFICATION, 7 février 2011, 23 ; 26 – 27
- [37] M. Gautier, Interactions entre argile ammonie et molécules organiques dans le contexte du stockage des déchets, Thèse de doctorat. Université d'Orléans, (2008),276.
- [38] Holtz, W. G et Gibbs, H.J. (1991). Introduction à la géotechnique".Traduit par Lafleur, J, édition de l'école de polytechnique de Montréal, Canada, p :794.
- [39] AIPEA, Report of the association internationale pour l'étude des argyles (AIPEA) Nomenclature committee for Clay minerals2006,volume 41, n°4,
- [40]]BOUDCHICHA Mohamed Réda. Etude de la cristallisation et des propriétés mécaniques et diélectriques de céramiques préparés à partir de kaolin-dolomite. Université El-Hadj Lakhder BATNA .P .3-4-5-8-9-10-12-13-14, 2010.

## *Références*

---

- [41] ] Charradi Khaled. Contribution des argiles ferrifères à l'élaboration de biocapteurs ampérométriques : Etude de l'interaction de l'hémoglobine avec des argiles et des hydroxydes doubles lamellaires. Université de GRENOBLE. P .5- 6,2010.
- [42] Méring J. (1949) -L'interférence des rayons X dans les systèmes à interstratification désordonnée. Acta Cryst. 2, 371-377.
- [43] (Jasmund and Lagaly, 1992).
- [44] G. Pédro, Les minéraux argileux, Constituants et propriétés du sol. Edition Masson.(1994).
- [45] Pédro, G., 1994. Les minéraux argileux. Tome II, Eds. Duchaufour, Ph. et Southier, B. Masson, Paris, pp. 47-64.
- [46] Horseman, S. T., Higgo, J. J. W., Alexander, J., Harrington, J. F., 1996. Water, gas and solute movement through argillaceous media. Report C.C.-96/1 N.E.A.
- [47] Eslinger, E., Peaver, D., 1988. Clay minerals for petroleum geologists and engineers, SEPMS Shortcourse n°22, Soc. Economic paleontologist and mineralogists, Tulsa, USA.
- [48] - Sposito, G., 1984. The surface chemistry of soils. Oxford University Press, New York, pp. 234, 277.
- [49] Van Olphen., 1977. An introduction to clay colloid chemistry for clay technologists, geologists and soil scientists, 2<sup>nd</sup>. Ed. John Wiley & Sons, New York, p. 318.
- [50] X.S. Wang, J. Huang, H.Q. Hu, J. Wang, Y. Qin., «Determination of kinetic and Equilibrium parameters of the batch adsorption of Ni(II) from aqueous solutions by Namordenite», Journal of Hazardous Materials 142, 468–476, (2007).
- [51].H.Parab, S. Joshi, N. Shenoy, A. Lali, U.S. Sarma, M. Sudersanan.,
- [52] K. Jasmund, G. Lagaly, «la capacité d'adsorption de bentonite activée sur Polluant organique et inorganique dans certains déchets liquide industriels», Steinko pff Verlag, Darmstadt (1992).
- [53]. (Wakim, 2005).
- [54] Alain Meunier., Argiles. Edition scientifique GB (2002).
- [55] Caillère S., Hénin S., Rautureau M., Minéralogie des argiles. Edition Masson, Tome 1 et 2, p. 184 (1982).
- [56] Meyer. W. L., Arp. P.A. Exchangeable cations and cationic exchange capacity of forest soil samples: Effects of drying, storage, and horizon. 21; 422 (1994) -

## *Références*

---

- [57] Rhodes.C.N, Brown.D.R, Rapid determination of the cationic exchange capacity of clays using Co (II). *Clay Miner*; 29; 799(1994).
- [58] Chiu.Y.C, Huang.L.N, Vang.C.M, Huang.J.F, Determination of cationic exchange capacity of clay minerals by potentiometric titration using divalent cationic electrodes. *J.Colloid Surf*; 46; 327 (1990).
- [59] Hang.P.T, Brindley.G.W, Methylene blue adsorption by clay minerals. Determination of surface areas and cationic exchange capacities, *Clays Clay miner*; 18; 203 (1970).
- [60] [10]. *Technique de l'ingénieur* (1996). Edition Construction C2. [C301 (1-20), C 208 (1-15)].
- [61] [11]. Gueddouda M. K. (2004). Stabilisation des argiles gonflants par ajout du sable de dune, cas : région de Laghouat. Mémoire de magistère. U.S.T.Oran, soutenue juin 2004, 136p.
- [62] F. GONZALEZ, C. PESQUERA, I. BENITO, S. MENDIOROZ, J.A. PAJARES, *Clays Minerals*, (1989) 258-262.
- [63] W.WANG, H.CHEN, A.WANG, *Adsorption of Cd(II) from aqueous solution onto activated palygorskite*, Chinese academy of sciences, (2006) 463-470
- [64] Y.CAI, J.XUE, D.A.POLYA, A Fourier transform infrared spectroscopic study of Mg- rich, Mg-poor and acid leached palygorskites, *Spectrochimica Acta*, (2007) 282-288.
- [65] N.FRINI SRASRA, E. SRASRA, Acid Treatment of South Tunisian *Palygorskite*, *Desalination*, (2010) 26-34.
- [66] Bouchet A., Meunier A. et Sardini P., "Minéraux argileux : structure cristalline, identification par diffraction de rayons X", *Bulletin Elf Exploration Production*, Mémoire 23, p. 136, Pau, 2000
- [67] Drissa S ,« Etude Traitement des eaux usées de tannerie à l'aide de matériaux à base d'argile », DOCTEUR DE L'UNIVERSITE JOSEPH FOURIER DE GRENOBLE ET DEL'UNIVERSITE DE BAMAKO, 2008.
- [68] BOUKHENFIR .A, « Etude de la cinétique et thermodynamique de l'adsorption du colorant vert brillant sur une argile locale, Université Larbi Ben M'hidi Oum-El-Bouaghi, 2020.