



**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique**  
**Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou**  
**Faculté des Sciences Biologiques et des sciences agronomiques**

# Mémoire de fin d'études

**En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Biologiques**

**Spécialité : Protection des Ecosystèmes**

## Thème

*Amélioration du traitement physico-chimique  
des eaux usées du complexe textile de Draa Ben  
Khedda par la technique de filtration sur sable  
et sur bentonite*

**Présenté par :**

Mlle : Benbouabdellah Thanina

Mlle : Kabeche Souhila

**Soutenu devant le Jury composé de:**

**Président : Mr OUDJIANE A.**

**MAA à UMMTO**

**Promotrice: Mme MEJDOUB -BENSAAD F.**

**Professeur à UMMTO**

**Co-promotrice : Mme GUERMAH D.**

**MCB à UMMTO**

**Examinatrice : Mme LEMBROUK lilia**

**MCB à UMMTO**

**Promotion : 2020-2021**

# Remerciements

Ce travail de mémoire a été possible grâce M<sup>me</sup> Medjdoub BENSAAD Ferroudja professeur à UMMTO qui a été très présente et qui m'a aiguillée dans mes réflexions, s'est rendu disponible tous le temps.

Nous adressons nos remerciements à notre co-promotrice Melle GUERMAH Dyhia maître de conférence classe B d'avoir accepté d'être notre co-promotrice.

Nous tenons à remercier le Mr. OUDJIANE Ahmed Maître assistant classe A à l'UMMTO qui nous a fait l'honneur d'avoir accepté d'être le président dev la soutenance

Nous remercions Mme LEMBROUK Lilia Maître de conférence classe B à l'UMMTO pour son dévouement à l'examination de ce travail

Enfin, nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail

# Dédicaces

Nous dédions ce modeste travail a nos chères mères

Et pères qui nous ont toujours soutenus

Et aidé à affronter les difficultés

Pour tous ce qu'ils ont faits

Pour que nous puissions les honorer,

et leur patience durant notre vie.

à toute notre famille

A nos chers amis.

**Souhila et Tanina**

# Sommaire

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction.....	1
<b>Chapitre I : Généralités</b>	
1.Pollution .....	3
1.1. Définitions de la pollution.....	3
1.2 .Différents types de pollution.....	3
1.3. Diversité des polluants .....	4
1.4. Classification selon leurs origines .....	4
1.5 Classification selon la nature de la pollution. ....	5
1.6 Polluants présents dans l'eau.....	7
1.7. Paramètres de définition de la pollution.....	8
1.8. Conséquences de la pollution des eaux .....	9
2. Métaux lourds.....	10
2.1 définition .....	10
2.2.Dangers des métaux lourds .....	11
3. Colorant.....	11
3. 1 Définition .....	11
3.2 Différent types de colorants utilisés dans le complexe DBK12	
3.3 Toxicité des colorante .....	13
4. L'argile .....	14
4.1.Définition .....	14
4.2.Structure des minéraux argileux.....	15
4.3.Classification des argiles .....	16
4.4. Bentonite .....	17
5-Procédés de traitement des eaux usées.....	19
5.1.Prétraitement .....	19
5.2.Traitement primaire.....	21
5.3.Traitement secondaire .....	22
5.4. Traitement tertiaire .....	23
6. Bentonite en Algérie.....	24
6.1. Adsorption et l'absorption.....	25

# Sommaire

6.2. Définition .....	25
6.3. Type d'adsorption .....	25
6.4. Description du mécanisme de filtration par bentonite.....	25
6.5. Facteurs influençant le phénomène d'adsorption.....	27
7. Technique de filtration sur sable .....	27
7.1. Principe de filtration .....	27
7.2. Constitution d'un filtre .....	28
7.3. Paramètres de sélection d'un milieu filtrant .....	28
8 . Mécanismes de filtration .....	28
8.1. Mécanismes de capture .....	28
8.2. Mécanismes de fixation.....	29
8.3. Mécanismes de détachement.....	29
9. Classification des filtres .....	29
9.1. Filtration rapide .....	29
9.2. Filtration lente .....	30

# Sommaire

## Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Présentation de l'organisme d'accueil complexe textile de Draa ben khedda (CTO) ....	32
1.1. Historique de l'organisme d'accueil.....	32
1.2. Situation géographique.....	32
1.3. Besoins en eau.....	32
1.4. Processus technologique textile .....	33
2. Protocoles expérimentales des filtrations .....	35
2.1. Protocole expérimental dans la filtration sur bentonite.....	35
2.2. Matériel et réactifs utilisés .....	35
2.3. Préparation des échantillons.....	35
2.4. Technique de coagulation-floculation .....	36
3. Protocole expérimental dans la filtration sur sable .....	43
3.1. Matériel utilisée .....	43
3.2. Colorants utilisés .....	46
3.3. Rejets utilisés.....	46
3.4. Préparation des solutions des colorants .....	46
4. Travail effectué au laboratoire .....	47
5. Préparation du sable pour la filtration .....	50
5.1. Tamisage .....	50
5.2. Lavage .....	50
5.3. Dosage des métaux lourds .....	51

# Sommaire

## Chapitre III : Résultats et discussion

1.Paramètres indicateurs de pollution par la bentonite .....	52
1.1 Turbidité (°F).....	52
1.2 Potentiel Hydrogène (pH) .....	53
1.3.Demande Chimique en Oxygène(mg/l).....	54
2. Analyses effectués pendant la coagulation floculation .....	55
2.1 Titre Hydrotimétrique (TH) (°F) .....	55
2.2 Titre Alcalimétrique (TA) (°F).....	55
2.3 Titre Alcalimétrique Complet (TAC) (°F) .....	56
2.4 Matières En Suspension (MES) (mg/l) .....	56
3 .Filtration sur bentonite et les métaux lourds .....	57
3.1. Zinc 4 (mg/l).....	57
3.2 Chrome 6 (mg/l) .....	57
3.3 Fer total (mg/l) .....	58
4. Paramètres indicateurs de pollution pour le sable .....	58
4.1.Turbidité (°F).....	59
4.2.Potentiel Hydrogène (pH) .....	59
4.3. Les matières en suspension .....	60
4.4.Demande Chimique en Oxygène (mg/l).....	60
4.5.Demande biochimique en oxygène DBO5 .....	61
5. Filtration sur le sable et les métaux lourds .....	61
5.1. Chrome et le zinc.....	62
5.2.Discussion .....	63
<b>Conclusion .....</b>	<b>65</b>

## Références bibliographiques

## Liste des tableaux

- **Tableau 1** : Les polluants présents dans certains rejets industriels (Beaux, 2004) 4
- **Tableau 2**: les risques de la pollution de l'eau (VILAGINES, 2003) .....9
- **Tableau 3** : Les maladies causés par certains métaux lourds (OMS,2004) ..... 11
- **Tableau 4**: Pourcentage d'absorption d'argiles en fonction de leur poids.  
(Andriane, 2003) ..... 25
- **Tableau 5**: Recettes des teintures et réactifs utilisés ..... 35
- **Tableau 6** : Les deux types de rejets utilisés dans notre étude..... 46
- **Tableau 7** : les recettes de teinture utilisées ..... 46
- **Tableau 8** : Les coagulants utilisés ..... 47
- **Tableau 9**: tableau comparatif de l'eau douce et l'eau filtrée ..... 58
- **Tableau 10**: Impact de la filtration par le sable sur quelques métaux lourds..... 61

## Liste des figures

- <b>Figure 1:</b> Représentation schématique d'une structure des minéraux argileux (Caillère, 1982).....	15
- <b>Figure 2 :</b> Double Couche Gouy-Chapmann.....	18
- <b>Figure 3 :</b> Les étapes de traitement des eaux usées (EATIT, 2016).....	24
- <b>Figure 4 :</b> DCO résiduelle d'eau usée après traitement .....	26
- <b>Figure 5:</b> Coupe du filtre à sable utilisé .....	31
- <b>Figure 6 :</b> Schéma représentatif du processus technologique de la filature .....	33
- <b>Figure 7 :</b> Schéma représentatif du processus technologique du tissage .....	34
- <b>Figure 8 :</b> Schéma représentatif du processus technologique du finissage .....	34
- <b>Figure 9 :</b> Décantation dans les deux échantillons .....	36
- <b>Figure 10</b> Rejets pendant la coagulation .....	36
- <b>Figure 11:</b> Apparition de la couleur rose violacée .....	38
- <b>Figure 12 :</b> apparition de la couleur bleu.....	38
- <b>Figure 13 :</b> Apparition de la couleur rose.....	38
- <b>Figure 14 :</b> disparition de la couleur.....	38
- <b>Figure15:</b> Apparition de la couleur jaune orangé.....	39
- <b>Figure16 :</b> filtration du rejet .....	40
- <b>Figure17:</b> filtration sur la bentonite .....	41
- <b>Figure18:</b> Jar-test.....	45
- <b>Figure 19 :</b> Etuve.....	45
- <b>Figure 20 :</b> Agitateur magnétique.....	45
- <b>Figure 21:</b> turbidimètre .....	45
- <b>Figure 22 :</b> pH-mètre .....	45
- <b>Figure 23:</b> balance analytique .....	45
- <b>Figure 24 :</b> DBO-mètre.....	45
- <b>Figure 25 :</b> Colonnes en verre pour refroidissement.....	45
- <b>Figure 26 :</b> La variation des valeurs de la turbidité avant et après la coagulation floculation et après la filtration sur la bentonite.....	52
- <b>Figure 27 :</b> variation des valeurs de PH avant coagulation floculation et après avoir effectué la filtration sur la bentonite .....	53

- <b>Figure 28 :</b> Les variations de la (DCO)en mg /l après la coagulation floculation et après la filtration sur la bentonite .....	54
- <b>Figure 29 :</b> les variation des valeurs TH(°F) après la coagulation floculation et après la filtration sur la bentonite .....	55
- <b>Figure 30 :</b> les variations des taux de TA(°F) après coagulation floculation et après la filtration su la bentonite.....	55
- <b>Figure 31 :</b> variation des valeurs du TAC (°F) après coagulation floculation et après la filtration dur la bentonite.....	56
- <b>Figure 32 :</b> les valeurs des MES en mg/l après coagulation floculation et après filtration sur bentonite .....	56
- <b>Figure 33:</b> Les variations des valeurs du zinc des deux rejets R1 et R2 après la coagulation floculation et après avoir effectué la filtration sur la bentonite .....	57
- <b>Figure 34 :</b> variation des valeurs du chrome pour le rejet R1 et R2 après coagulation floculation et après la filtration sur la bentonite.....	57
- <b>Figure 35:</b> Les variations du fer total en mg/l pour le rejet R1 et R2 après la coagulation floculation et après la filtration sur bentonite .....	58
- <b>Figure 36 :</b> variation de la turbidité avant et après filtration sur sable .....	59
<b>Figure 37 :</b> variation du PH avant et après filtration sur sable	59
<b>Figure 39:</b> variations des MES avant et après filtration sur le sable.....	59
- <b>Figure 38 :</b> variations des MES avant et après filtration sur le sable.....	60
- <b>Figure 39:</b> la variation de la DCO avant et après filtration sur sable.....	60
- <b>Figure 40:</b> la variation de la DBO <sub>5</sub> avant et après filtration sur sable.....	61
- <b>Figure 41:</b> la variation des concentrations du Cr et du Zn avant et après filtration sur sable.....	62

## Liste des abréviations

**SONITEX** : Société Nationale des Industries Textiles STEP : Station d'Épuration

**TA** : Titre Alcalimétrique.

**TAC** : Titre Alcalimétrique Complet.

**TEXMACO** : Textile Manufacturing Company

**TH** : Titre Hydrotimétrique

**U.F** : Unités Formazine.

**°F** : Degré Français

**JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne

**MES** : Matières en Suspension

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

**pH** : Potentiel Hydrogène.

**ENIEM** : Entreprise Nationale Industrielle de l'Électroménager.

**DCO** : Demande Chimique en Oxygène

**EATIT** : Entreprise Algérienne des Textiles Industriels et Technologiques.

**DBK** : Draa Ben Khedda.

**DBO5** : Demande Biochimique en Oxygène mesurée après 5 Jours.

**CEC** : Capacité d'échange Cationique. COTITEX : Coton Industrie Textile

# **Introduction**

«L'eau n'est pas un bien marchand comme les autres mais un patrimoine qu'il faut protéger, défendre et traiter comme tel. »

L'eau est la substance minérale la plus répandue sur terre, connue sous le nom d'hydrosphère, elle en recouvre les 3/4.

De toutes les composantes de notre environnement, l'eau est sans doute l'élément fondamental de la vie quotidienne. Elle se prête aux usages les plus divers: domestiques, industriels, agricoles, énergétiques ou encore à certains moyens de transport.

De ce fait, c'est l'élément autour duquel se maintient et se développe la vie car elle est indispensable à la survie de tout être vivant. Elle joue également un rôle dans le développement économique et la protection de l'environnement (Benhebal, 2004) Polluée, elle peut être également un véhicule de maladies fatales et un élément de destruction environnementale.

De nos jours, la protection de l'environnement est un problème majeur pour l'humanité. Un volet important et vital concerne la préservation des ressources en eaux, en effet ces dernières sont menacées par une pollution diffuse et multiforme aggravée par une industrialisation sauvage et une démographie galopante (Zella, 2006).

L'industrie a souvent privilégié les sites à proximité des fleuves pour le transport de matières premières, l'alimentation et besoins en eau qui permet de refroidir les installations. et pour les possibilités de rejets des effluents industriels (Marcheoiné, 1977)

Tous les secteurs de l'industrie, toutes les activités commerciales laissent une empreinte sur l'environnement du fait qu'ils utilisent de l'énergie ou des matières premières, produisent des déchets ou des effluents qui se retrouvent ensuite dans le milieu naturel. De tels impacts peuvent survenir au niveau local, transfrontalier ou mondial et comporter des implications pour la santé (Suez Environnement-industriels, 2006).

Souvent, les substances chimiques contenues dans les eaux usées sont difficilement biodégradables et le manque ou l'insuffisance de systèmes de traitement mène ainsi à leurs accumulations dans le cycle de l'eau. Par conséquent, la dépollution des eaux contaminées par ces composés chimiques s'avère nécessaire aussi bien pour la protection de l'environnement que pour une éventuelle réutilisation de ces eaux non-conventionnelles et en minimisant les pertes d'eau du fait de ce recyclage (Grégorio et al. , 2007)

Plusieurs techniques ont été employées pour l'élimination des colorants des effluents industriels. L'adsorption est l'une des techniques les plus utilisées pour cette élimination. Le

charbon actif est l'adsorbant le plus communément employé, mais il reste très onéreux et nécessite en plus une régénération

.Soucieux d'une réalité alarmante et d'un danger qui frôle le péril, suite à une pollution galopante qui ne respecte aucune norme, nous avons tenté d'apporter notre contribution par ce modeste travail à résoudre le problème des rejets polluants de l'unité textile de DBK, par le traitement de coagulation-floculation suivi par la technique de filtration sur bentonite. En prouvant son efficacité, ce traitement s'ajoute à toutes les expériences existantes dans ce domaine , Cependant, il mérite d'être amélioré et approfondi.

Le mémoire est structuré comme suit :

Dans la première partie nous avons présenté des généralités englobant l'ensemble des définitions nécessaires à la compréhension du travail effectué

Le deuxième chapitre consiste à une partie expérimentale décrivant l'unité textile de DBK ainsi qu'aux matériel et méthodes utilisés pour la réalisation de ces dernières . Des résultats sont présentés dans le troisième chapitre. Enfin nous terminons par une conclusion générale.

# **Chapitre I**

**Généralités sur la pollution des eaux**

## **1. Pollution**

Une eau de bonne qualité est définie par son bon état écologique et chimique. Le bon état écologique correspond à un bon fonctionnement du milieu. Le bon état chimique, quant à lui prend en compte les paramètres de pollution par les substances toxiques. Si la qualité de l'eau est altérée, c'est tout un équilibre qui est menacé (OMS)

### **1.1 Définition de la pollution**

Selon Ramade (2005), la pollution désigne la dégradation d'un biotope par l'introduction, généralement humaine, de substances chimiques ou organiques, gènes ou radiations (radiation, lumière artificielle), altérant de manière plus ou moins importante le fonctionnement de l'écosystème, la pollution désigne parfois les conséquences des phénomènes géologiques comme les éruptions volcaniques

Selon le même auteur << constitue une pollution toute modification anthropogénique d'un écosystème se traduisant par un changement de concentration des constituants chimiques naturels ou résultants de l'introduction dans la biosphère de substances chimiques artificielles, de la circulation de la matière ou encore de l'introduction d'espèces exotiques dans une biocénose naturelle >>.

### **1.2 Différents types de pollution**

#### **1.2.1. Pollution atmosphérique**

Caractérisé par une altération des niveaux de qualité et de pureté de l'air. Cette dégradation est généralement causée par un ou plusieurs éléments (particules, substances, matières.) dont les degrés de concentration et les durées de présence sont suffisantes pour produire un effet toxique et écotoxique (Pesson, 1980)

#### **1.2.2. Pollution du sol**

Un sol est pollué lorsqu'il contient une concentration anormale de composés chimiques potentiellement dangereux pour les écosystèmes et les ressources biologiques présentes sur ce site (OMS)

#### **1.2.3. Pollution de l'eau**

Introduction, directe ou indirecte et affection par l'activité humaine, soit par des substances ou de la chaleur dans l'eau, susceptibles de contribuer : un danger pour la santé de l'homme, des détériorations et dégradations aux ressources biologiques, aux écosystèmes ou aux biens (l'agence de l'eau seine-Normandie, 1964 )

### 1.3. Diversité des polluants

Selon Beaux (2004), la diversité des polluants apparait particulièrement et en grande normes dans les rejets industriels qui varient selon les industries. Le tableau 1 représente les polluants présents dans certains rejets industriels

**Tableau 1 :** Les polluants présents dans certains rejets industriels (Beaux, 2004).

Abattoirs, laiteries, sucreries	Forte concentration en matières organiques dissoutes et en suspension (protéines , graisses, sucres...)
Industrie textiles	Présence de solvants, colorants, sulfures, graisses
Industries papetières	Matières organiques abondantes, dissoutes et en suspension : lignine, fibres, sulfures, sulfites, sels de mercure, produits phénoliques
Industries chimiques et de synthèse	Métaux lourds : mercure (peinture, pharmacie...), arsenic (métallurgie, tannerie, verres...), cadmium (batteries, colorants, photographie...), chrome (galvanoplastie, photographie...)
Raffineries, pétrochimie	Hydrocarbures, sulfures

### 1.4. Classification selon leurs origines

D'année en année il y a un accroissement de la pollution des eaux. Tous les déchets de la société sont retrouvés dans les lacs, les mers et même dans l'eau de pluie. Toute cette pollution est formée par les industries et leurs rejets, l'agriculture et leurs pesticides ainsi que les activités journalières et les déchets (Karren Perronet)

#### 1.4.1. Pollution d'origine domestique

Selon Castany (1998) , Comme leur nom l'indique elles résultent des activités humaines. les excréments humains, les eaux ménagères Ces eaux sont généralement chargées en matière organique azotée et phosphorée

- Les produits ménagers utilisés sont chargés de polluants chimiques nocifs pour l'environnement. Mélangés à l'eau, ils terminent dans nos canalisations ou dans la nature et engendrent une pollution chimique. Les résidus de ces produits viennent enrichir les cours d'eau en substances chimiques

### **1.4.2. Pollution d'origine industrielle**

D'après Gaujous (1995), l'industrie génère des pollutions différentes selon le secteur d'activité. Les usines de papier utilisent de grands volumes de produits chimiques dans leurs processus de fabrication. Certaines substances restent difficiles à éliminer et se retrouvent dans l'environnement. Les activités agroalimentaires conserveries, coopératives traitent de gros volumes de matières organiques qui viennent enrichir le milieu en nutriments et contribuent au phénomène d'eutrophisation

Selon Gaujous (1995), Les effluents retrouvés dans l'eau concernent :

- Matière organique et graisses (industrie agroalimentaire)
- Métaux (traitement de surface, métallurgie)
- Acide, base, produits chimiques divers (industries chimique, tanneries)
- Hydrocarbures (raffineries)
- Eau chaude (circuits de refroidissement des centrales thermiques)
- Matières radioactives (centrales nucléaires, traitements des déchets radioactifs)
- Les colorants (industries textiles).
- Les effluents rejetés par les huileries ont un impact néfaste sur l'environnement

### **1.4.3. Pollution d'origine agricole**

Les pesticides et les engrais et leurs utilisations intensives et irrationnelles engendrent une pollution chimique. L'utilisation massive d'engrais d'origine naturelle, tel que le fumier peut constituer une source de pollution bactériologique. Ces substances, par le biais du cycle de l'eau, s'infiltrent et par infiltration favorisent la pollution de l'eau (Touati,2018)

## **1.5 Classification selon la nature de la pollution**

Les pollutions peuvent être de diverses natures :

### **1.5.1. Pollution de nature physique**

#### **1.5.1.1. Pollution thermique**

Selon Taylrrenee (2018), la pollution thermique se réfère aux phénomènes qui génèrent de la chaleur dans les plans d'eau ou dans l'air. Dans le même temps, la température augmente beaucoup plus que la moyenne. La pollution thermique de la nature est associée aux activités

humaines et aux émissions de gaz à effet de serre, qui sont la principale cause du réchauffement climatique. Les sources et les origines de cette dernière sont soit :

- o **Naturelles** : qui concernent les incendies et les feux de forêt, les volcans, les tempêtes de poussière, les vents secs, les processus de décomposition des organismes vivants et des végétaux
- o **Anthropique** : elle se réfère essentiellement aux activités humaines comme le traitement du pétrole et du gaz, les activités industrielles, la génie thermique, génie nucléaire mais aussi le transport

### 1.5.1.2. Pollution mécanique

Celle-ci résulte d'une charge importante des eaux en éléments fins qui demeurent en suspension comme les particules de charbons, d'amiantes, de silices, sables, et limons..., provenant d'effluents industriels ou d'eau issue de carrières ou de chantiers (Pesson, 1980).

**1.5.1.3. Pollution radioactive** : D'après l'OMS La contamination radioactive est générée par la radioactivité. Elle peut avoir plusieurs origines :

- **Accidentelle** : Lors d'un accident nucléaire comme Tchernobyl, un certain nombre d'éléments radioactifs peuvent se disperser dans l'atmosphère ou dans le sol mais aussi le réseau hydrographique comme les fleuves et les nappes phréatiques
- **Médicale** : L'utilisation de substances radioactives pour des examens médicaux pourrait contaminer les eaux via les urines des patients, provoquant une variation faible mais sensible de la radioactivité mesurée
- **Militaire** : Lors des essais des bombes atomiques mais aussi par les épaves de chars laissées dans le désert
- **Industrielle** : Lors de la production d'électricité et du retraitement des déchets et du stockage des déchets du stockage des déchets radioactifs mais aussi dans un certain nombre d'industries créatrices de déchets radioactifs

### • 1.5.2. Pollution de nature chimique

La pollution chimique est une pollution engendrée par des substances chimiques absentes ou présentes dans l'environnement dans des concentrations naturelles faibles, d'une autre manière c'est l'introduction de substances étrangères qui ne sont pas typiques dans des

conditions normales, ainsi qu'un excès de la concentration normale d'un agent chimique particulier (David Jones, 2018)

- **1.5.3. Pollution de nature biologique**

Ce type s'agit de la pollution organique par les micro-organismes (bactéries, virus, parasites et champignons, leur présence dans l'eau indique la présence d'une pollution d'origine organique (Rodier, 2005).

## **1.6. Polluants présents dans l'eau**

### **1.6.1. Matières en suspension (MES)**

La teneur ainsi que la composition minérale et organique des matières en suspension dans les eaux sont très variables selon les cours d'eau. Tous les cours d'eau contiennent des matières en suspension, mais des teneurs de quelques milligrammes par litre ne posent pas de problèmes. Cependant, des teneurs élevées peuvent empêcher la pénétration de lumière et diminuer l'oxygène dissout. Les dépôts dans les zones calmes peuvent entraîner des développements anaérobies (Rodier, 1996).

### **1.6.2. Sels minéraux**

Les sels minéraux représentent des polluants majeurs de par les masses mises en jeu ainsi que par leurs effets biologiques. Ils affectent la potabilité des eaux superficielles, pour usages industriels si leur concentration est assez importante (Rodier, 2005).

### **1.6.3. Micro-organismes**

Concerne les virus, les bactéries et les protozoaires, mais aussi des champignons et des algues qui sont présents dans l'eau. Ils proviennent de fosses septiques, des décharges, des épandages d'eaux usées, de l'élevage, de matières fermentées, de cimetières, du rejet d'eaux superficielles. Ces pollutions peuvent être aussi dues à des fuites de canalisations et d'égouts ou à l'infiltration d'eaux superficielles (dictionnaire environnement, 2010)

### **1.6.4. Matières colorantes**

Les colorants sont largement utilisés dans les industries textiles pour leur stabilité chimique et la facilité de leur synthèse et leur variété de couleurs. Cependant, ces colorants sont à l'origine de la pollution une fois évacués dans l'environnement. Compte tenu de la composition très hétérogène de ces derniers, leur dégradation conduit souvent à la conception d'une chaîne de traitement physique-chimique et biologique assurant l'élimination des différents polluants par étapes successives. Des études ont montré que plusieurs colorants azoïques sont toxiques et mutagènes (Sciences de l'eau, 2020)

### 1.6.5. Métaux

Les métaux lourds sont les éléments métalliques naturels de densité supérieure à  $5\text{ g/cm}^3$ , ce sont donc des micropolluants de nature à entraîner des nuisances même en quantités faibles car leur toxicité se développe par bioaccumulation, il est difficile de les prévoir car ils subissent un grand nombre de transformations comme l'oxydation et la réduction (Marcheioine, 1977)

### 1.7. Paramètres de définition de la pollution

La pollution de l'eau toute modification des caractéristiques de l'eau ayant un caractère gênant ou nuisible pour les usages humains, la faune ou la flore. Au cours de son utilisation, l'eau s'appauvrit ou s'enrichit de substances de toutes sortes, ou change de température. Les pollutions qui en résultent se retrouvent dans le milieu naturel (cours d'eau, mer, lacs ...)

#### 1.7.1 Potentiel hydrogène (pH)

La valeur du pH dans une eau naturelle, dépend de l'origine de cette eau et de la nature géologique de son cours. La plupart des eaux naturelles ont un pH compris entre 6,5 et 8,3. Il peut arriver que certaines eaux polluées, par des déversements industriels, contiennent des acides forts comme le HCl et le  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , et par conséquent, leur pH est alors bien inférieur à 4,5. La mesure du pH a un intérêt dans la détermination de l'agressivité et de la désinfection de l'eau par le chlore (Tardat-Henry, 1992)

#### 1.7.2 Turbidité

Selon Montreal (1990), la turbidité est causée par la présence de matières en suspension, d'oxydes et d'hydroxydes métalliques, d'organismes planctoniques et de substances dissoutes colorées. L'effet le plus important de la turbidité est sa capacité de protection des bactéries et des virus contre la désinfection

#### 1.7.3 Demande Biochimique en Oxygène (DBO5)

Cette valeur est la quantité d'oxygène (donnée en  $\text{mgO}_2/\text{l}$  ou  $\text{gO}_2/\text{l}$ ) que les bactéries utilisent pour décomposer, en cinq jours et à l'obscurité, partiellement, ou pour oxyder totalement, les substances organiques dans l'eau (Rodier, 1996).

Pour les eaux usées urbaines, sa valeur se situe en moyenne entre 200 et 300  $\text{mg/l}$  et pour les eaux industrielles, elle varie en fonction du degré de la pollution (Meinok et al., 1977).

### 1.7.4 Demande Chimique en Oxygène (DCO)

La DCO correspond à la teneur en oxygène nécessaire pour dégrader l'ensemble des matières oxydables, biodégradables ou non. On exprime la DCO par la quantité d'oxygène fournie par le bichromate de potassium et nécessaire à l'oxydation des substances organiques (protéines, glucides, lipides) présentes dans l'eau résiduaire (Ouali, 2001)

### 1.7.5 Biodégradabilité

La biodégradabilité consiste à son aptitude d'être décomposé par les micro-organismes et les bactéries elle peut conduire à la formation de composés intermédiaires de toxicité supérieure au polluant initial, tel est le cas d'insecticide "Aldrine" qui s'époxyde en un autre composé la "Dieldrine" qui est plus toxique (Ramade, 1998)

– Elle s'effectue en deux phases :

- **Phase d'absorption** : très rapide, au cours de laquelle certaines substances organiques s'absorbent par la membrane des cellules. (Baouni, 1987)
- **Phase d'oxydation** : Selon Gaid, (1984) la phase d'oxydation est très lente, au cours de laquelle a lieu l'oxydation des matières organiques en produits de décomposition, tels le  $\text{CO}_2$  et  $\text{H}_2\text{O}$ .

## 1.8. Conséquences de la pollution des eaux

Selon Vilagines (2003), l'eau est l'une des ressources naturelles les plus importantes sur notre planète. En effet, non seulement la vie sous toutes ses formes sur notre planète dépend de l'eau, mais aussi une grande partie de l'activité humaine, de l'agriculture et de l'industrie. Le tableau 2 représente les risques et les conséquences de la pollution de l'eau.

**Tableau 2:** les risques de la pollution de l'eau (Vilagines, 2003).

<p>Risque pour la santé De l'homme</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Maladies hydriques par : <ul style="list-style-type: none"> <li>-contamination bactérienne : salmonelloses, leptospirose.</li> <li>-contamination virale : poliomyélites, hépatite A -protozoaires : dysenterie amibienne.</li> <li>-helminthes : vers parasites intestinaux.</li> </ul> </li> <li>❖ Maladies liées à la présence d'élément toxique pour l'homme-par micropolluants organiques (détergents, pesticides, composés cycliques d'huiles lourds ou goudron).</li> <li>par substances minérales de types métaux lourds</li> </ul>
--	--

	(plomb, mercure et le chrome).
Risque pour les êtres vivants dans le biotope (milieu de rejet)	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Maladies par contamination virales et bactériennes.</li> <li>❖ Atteint par effet toxique d'éléments agissant seuls ou en synergie (micropolluants organique, minéraux substances radio-actives).</li> </ul>
Risque de dégradation des écosystèmes aquatiques	<p>Ces risques sont liés à la modification de certains paramètres :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-physique tel températures, turbidités ...</li> <li>-physique-chimique tels nutriment (azotes et phosphores) facteurs d'eutrophisation.</li> </ul>
Risque d'accroissement des difficultés des coûts pour la correction des eaux prélevées.	<p>Ces difficultés peuvent être rencontrées pour corriger les eaux lorsque les contraintes économiques ne permettent pas d'instaurer les développements des techniques d'installation, on peut si l'on ne parvient pas à réduire les flux rejetés, retrouver les risques pour la santé de l'homme</p>
Risque d'accroissement des difficultés des coûts pour la correction des eaux prélevées.	<p>ces difficultés peuvent être rencontrées pour corriger les eaux lorsque les contraintes économiques ne permettent pas d'instaurer les développements des techniques d'installation, on peut si l'on ne parvient pas à réduire les flux rejetés, retrouver les risques pour la santé de l'homme.</p>

## 2. Métaux lourds

Les métaux lourds sont présents dans l'environnement en quantités faibles dites traces métalliques

### 2.1 définition

D'après Marcheioine, (1977), les métaux lourds sont les éléments métalliques naturels de densité supérieure à 5g /cm<sup>3</sup> ce sont donc des micro polluants de nature à entrainer des nuisances même en quantités faibles car leurs toxicité se développe par bioaccumulation, il est difficile de les prévoir car ils subissent un grand nombre de transformations comme l'oxydation et la réduction .

- Ils sont pas dégradables donc persistants
- Ils sont toxiques a faibles concentration

- Ils ont tendance à s'accumuler dans les organismes vivants et à se concentrer le long des chaînes trophiques
- **2.2. Dangers des métaux lourds**
- Selon Ramade (2007), les métaux lourds peuvent être très nocifs en quantités trop importantes. Le tableau 3 représente les maladies causées par certains métaux lourds d'après l'organisation mondiale de la santé .
- **Tableau 3 :** Les maladies causées par certains métaux lourds (OMS,2004)

Les métaux lourds	Les maladies
Plomb	Trouble du système nerveux, affection du foie et des reins
Chrome et zinc	Cancers, troubles dermatologiques.
Cadmium	Affections respiratoires, Troubles rénaux
Mercure	Troubles du système nerveux
Nickel	Maladies respiratoires, asthme, malformations congénitales

Les métaux lourds sont émis lors de la combustion du charbon et du pétrole, Ils sont également issus de l'incinération des ordures ménagères et de certains procédés industriels. Ainsi, ils sont naturellement présents dans notre environnement. Ils sont émis dans l'air sous forme de microparticules et finissent par retomber sur le sol, contaminant les animaux et les végétaux. La plupart se retrouvent dans notre alimentation. Certains sont essentiels au bon fonctionnement de notre organisme mais d'autres sont nocifs. Cependant, en excès dans l'organisme, ils peuvent tous être dangereux pour la santé. Ce sont des éléments métalliques naturels dont la masse volumique est supérieure à 5g/cm<sup>3</sup> (Ramade, 2007).

### 3. Colorants

Les produits alimentaires, cosmétiques et cliniques, mais en particulier dans les industries textiles pour leur stabilité chimique et la facilité de leur synthèse et leur variété de couleurs.

#### 3.1. Définition

Les colorants constituent un groupe très diversifié de composés ayant en commun la propriété de colorer d'une manière permanente les tissus, cuirs ou papiers. Tous ces colorants sont des composés aromatiques dont les électrons très délocalisés peuvent absorber la lumière pour certaines longueurs d'ondes. Les propriétés colorantes des composés organiques dépendent de

leur structure et de leur composition chimique. En général, les produits utilisés comme colorants sont des composés organiques insaturés et aromatiques (Ramade , 2009 )

### **3.2. Différent types de colorants utilisés dans le complexe DBK**

#### **3.2.1 colorants cuves**

D'après Perrin et Scharff (1995), les colorants de cuve sont des colorants insolubles dans l'eau. Cependant, sous l'action d'un réducteur, le dithionite de sodium un colorant de cuve donne son leuco-dérivé c'est-à-dire le produit de réduction incolore ou blanc et soluble dans l'eau. Le leuco-dérivé présente une affinité pour certaines fibres textiles telles que le coton, le lin, la laine et la soie. Par oxydation à l'air ou à l'aide d'un agent oxydant, le colorant initial insoluble dans l'eau est régénéré au sein de la fibre. Les colorants de cuve appartiennent à la classe chimique des anthraquinones et à celle des indigoïdes, leurs qualités de résistance notamment en font un des groupes les plus importants des colorants synthétiques

#### **3.2.2 colorants directs**

Les colorants directs ou substantifs présentent une forte affinité pour les fibres cellulosiques .ces colorants sont attribués aux colorants azoïques, à cause de leur grande masse moléculaire relative et leur degré de dispersion, leur capacité de diffusion est plus petite que les colorants acides. Les colorants directs sont utilisés pour colorer les cuirs et la fourrure (Anliker, 1979).

#### **3.2.3 colorants dispersés**

Selon Anliker (1979), les colorants dispersés sont des suspensions très fines de pigments organiques insolubles dans l'eau utilisés pour teindre des fibres synthétiques telles que le polyester et plus rarement les polyamides.

#### **3.2.4 colorants réactifs**

Selon Fisher (1999), les colorants réactifs sont les colorants les plus utilisés à l'heure actuelle pour teindre les fibres cellulosiques et ils se caractérisent par une fixation de type covalente à la fibre (réaction chimique covalente entre le colorant et les groupements hydroxyles réactifs de la cellulose) ce qui leur apporte une très bonne tenue lors des lavages.

#### **3.2.5 Colorants au soufre**

Les colorants au soufre sont insolubles dans l'eau, leurs formule chimique n'est pas toujours connue avec précision et ils sont utilisés pour teindre les fibres cellulosiques. Ils conviennent parfaitement aux coloris ternes et foncés. Cette classe de colorants se caractérise par une

faible solidité à la lumière dans le cas des nuances claires. Ils présentent l'avantage d'être très peu onéreux par rapport aux autres classes de colorants (Fisher, 1999).

### **3.2.6 Colorants azoïques**

Les colorants azoïques comptent parmi les colorants les plus utilisés dans l'industrie textile sont insolubles dans l'eau et sont utilisés en teinturerie pour la teinture des fibres cellulosiques sous toutes ses formes (Fisher, 1999).

### **3.3 Toxicité des colorants**

Ces colorants sont à l'origine de la pollution une fois évacués dans l'environnement, plusieurs colorants azoïques sont toxiques et mutagènes.

#### **3.3.1. Dangers à court terme**

##### **3.3.1.1. L'Eutrophisation**

Différents ions peuvent être évacués dans le milieu naturel tels que le phosphate, utilisé comme détergent lors du processus d'ennoblissement ou le nitrate libéré sous l'action des microorganismes sur les colorants. Ces ions minéraux introduits en quantité trop importante peuvent devenir toxiques pour la vie piscicole et altérer la production d'eau potable. Leur consommation par les plantes aquatiques accélère la prolifération anarchique de celles-ci et conduit à l'appauvrissement en oxygène par inhibition de la photosynthèse dans les strates les plus profondes des cours d'eau et des eaux stagnantes (Yusuf et Sonibare, 2004).

##### **3.3.1.2 Sous-Oxygénation**

Selon Manahan (1994), lorsque des charges importantes de matière organique sont apportées au milieu via des rejets ponctuels, les processus naturels de régulation ne peuvent plus compenser la consommation bactérienne d'oxygène. IL estime que la dégradation de 7 à 8 mg de matière organique par des micro-organismes suffit pour consommer l'oxygène contenu dans un litre d'eau.

##### **3.3.1.3. Couleur-Turbidité -Odeur**

L'accumulation des matières organiques dans les cours d'eau induit l'apparition de mauvais goûts, de prolifération bactérienne, d'odeurs pestilentielles et de colorations anormales. En dehors de l'aspect inesthétique, les agents colorants ont la capacité d'interférer avec la transmission de la lumière dans l'eau bloquant ainsi la photosynthèse des plantes aquatiques.

(Willmott et *al.*, 1998)

### 3.3.2. Dangers à long terme

#### 3.3.2.1. La Persistance

Selon Pagga et Brown (1986), les colorants organiques synthétiques en particulier azoïques sont des composés très résistants à la dégradation biologique naturelle. Cette persistance est en étroite relation avec leur réactivité chimique :

Les composés insaturés sont moins persistants que les saturés

- Les alcanes sont moins persistants que les aromatiques
- La persistance des aromatiques augmente avec le nombre de substituants
- Les substituants halogènes augmentent la persistance des colorants tels que les groupements alkyles.

#### 3.3.2.2. Bioaccumulation

Un organisme qui ne dispose pas de mécanismes spécifiques, soit pour empêcher la résorption d'une substance telle qu'un colorant, soit pour l'éliminer une fois qu'elle est absorbée, alors cette substance s'accumule. Les espèces qui se trouvent à l'extrémité supérieure de la chaîne alimentaire y compris l'homme, se retrouvent exposées à des teneurs en substances toxiques pouvant être jusqu'à mille fois plus élevées que les concentrations initiales dans l'eau (Mills et *al.*, 1998).

#### 3.3.2.3. Cancer

De nombreux cancers de vessie observés chez des ouvriers de l'industrie textile est reliée à leur exposition prolongée aux colorants azoïques, les travaux effectués sur ces colorants ont démontré que ces composés chimiques présentaient des effets cancérigènes pour l'homme et l'animal. Si la plupart des colorants ne sont pas toxiques directement, une portion significative de leurs métabolites l'est. Leurs effets mutagènes, tératogènes ou cancérigènes apparaissent après dégradation de la molécule initiale en sous-produits d'oxydation. Les effets cancérigènes des composés azoïques s'expriment alors dans certains cas indirectement par leurs dérivés aminés (Brown et Devito, 1993).

## 4. L'argile

### 4.1. Définition

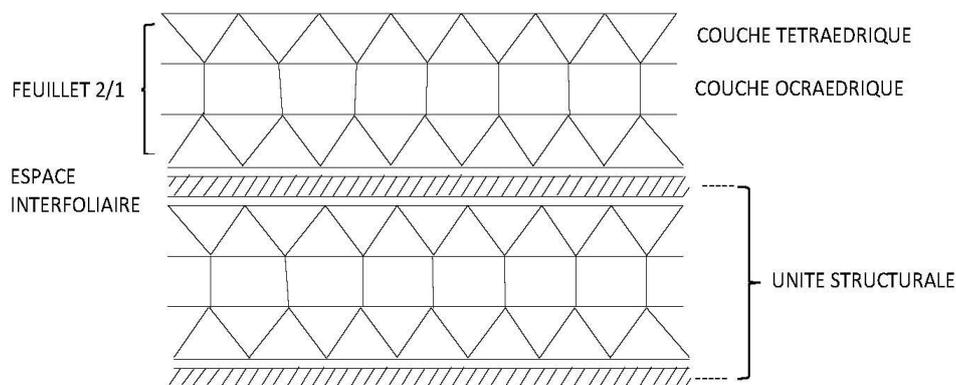
Le mot argile provient du latin *Argilla*. Ce même mot est dérivé du grec *argilos*, dont la

racine, argos, signifie " d'une blancheur éclatante Le terme générique, « argile » est couramment utilisé pour désigner différentes roches sédimentaires et cristaux qui présentent une forte teneur en minéraux. Il n'existe pas une mais des argiles. Selon leurs composition et concentration en minéraux, les différentes argiles ont des structures et des propriétés différentes (Chavanne, 2011) .

#### 4.2. Structure des minéraux argileux

Les minéraux argileux sont des phyllo silicates comme le sont les cristaux de micas (biotite ou muscovite) qui se débitent en lamelles lorsqu'ils sont macroscopiques. Le feuillet élémentaire de chaque espèce peut être décrit par un agencement spécifique de deux types de couches déterminées par la géométrie des polyèdres et la coordinence des cations : la couche tétraédrique et la couche octaédrique. La couche est dite tri octaédrique si tous les sites octaédriques sont occupés par des cations divalents et di octaédrique si seuls deux octaèdres sur trois sont occupés par des cations trivalents. Pour constituer le feuillet élémentaire du cristal, les couches octaédriques et tétraédriques partagent des ions oxygènes.

Lorsque les feuillets La figure 1 consiste a la représentation schématique la structure des minéraux argileux présentent une charge électrique négative du fait de substitutions chimiques dans les couches tétraédriques et/ou octaédriques, la neutralité électrique de l'édifice est assurée par l'ajout d'une couche interfoliaire chargée positivement. (Caillère,1982)



**Figure1** :Représentation schématique de la structure des minéraux argileux (Caillère, 1982).

#### -Légende :

-**Plan** : un plan d'atomes Couche : forme par l'empilement de plans associés.

-**Feuillet** : empilement articulé des couches.

-**le feuillet 1/1** : une couche tétraédrique plus une couche octaédrique

-**le feuillet 2/1** : une couche octaédrique entre deux couches tétraédriques

-**Espace interfoliée** : l'espace qui se trouve entre les feuillets.

### 4.3. Classification des argiles

Selon Boutarfa (2012), le terme bentonite désigne tous les matériaux argileux à utilisés dans l'industrie . Elle est friable quand elle sèche, tendre et onctueuse au toucher, sa teinte dépend des composés minéraux et impuretés (matière organique et oxydes des métaux) qui lui sont étroitement associés. Elle est blanche, grise ou légèrement jaune elle est composé de smectite et de montmorillonite

Selon Mckenzie (1975) et Brindley (1996),il existe différentes classifications des argiles. La plus classique est basée sur l'épaisseur et la structure du feuillet. On distingue ainsi 4 groupes :

- **Minéraux à 7 Å**: Le feuillet est constitué d'une couche tétraédrique et d'une couche octaédrique. Il est qualifié de T/O ou de type 1/1. Son épaisseur est d'environ 7 Å
- **Minéraux à 10 Å** : Le feuillet est constitué de deux couches tétraédriques et d'une couche octaédrique. Il est qualifié de T/O/T ou de type 2/1. Son épaisseur est d'environ 10 Å
- **Minéraux à 14 Å**: Le feuillet est constitué de l'alternance de feuillets T/O/T et de couches octaédriques interfoliaire
- **Minéraux inter stratifiés** : L'épaisseur du feuillet est variable. Ces minéraux résultent du mélange régulier ou irrégulier d'argiles (Mckenzie, 1975 ; Brindley,1996)

### 4.4. Bentonite

#### 4.4.1. Définition de la bentonite

Selon Boutarfa (2012), le terme bentonite désigne tous les matériaux argileux a utiliser dans l'industrie. Elle est friable quand elle sèche, tendre et onctueuse au toucher, sa teinte dépend des composés minéraux et impuretés (matière organique et oxydes des métaux) qui lui sont étroitement associés .Elle est blanche, grise ou légèrement jaune, elle est composé de smectite et de montmorillonite

#### 4.4.2. Origine

Les bentonites se forment généralement dans un environnement sédimentaire marin à basse énergie, à partir de cendres volcaniques qui se sont accumulées dans l'eau et ont formé des couches argileuses.

Les bentonites connues les plus anciennes ont longtemps daté de seulement 1,5 milliard d'années

#### 4.4.3. Structure de la bentonite

Selon Landis et Vonmaubeuge (2004), La bentonite est le nom commercial désignant une famille de matériaux argileux constitués majoritairement de montmorillonite (de l'ordre de 80% ou plus) accompagnée de minéraux accessoires comme le quartz, les feldspaths et la calcite ou le gypse. La montmorillonite est un phyllosilicate constitué d'une couche octaédrique entourée de deux couches tétraédriques ou c'est un cation échangeable. Les cations échangeables viennent compenser des déficits de charge positive liés à des substitutions atomiques.

Une bentonite dont plus de 50% de la capacité d'échange cationique (CEC ; exprimée en milli-équivalentes par 100 g d'argile) est occupée par des ions sodium (Na), est appelée une bentonite sodique, tandis que lorsque plus de 50% de la CEC est occupée par des ions calcium, on parle alors de bentonite calcique. Les bentonites recherchées pour remplir une fonction d'étanchéité en confinement des déchets sont souvent des bentonites sodiques. Ceci est lié au caractère fortement hydratable.

#### 4.4.4. Différents types de bentonite

##### 4.4.4.1-Bentonite calcique

La bentonite calcique est un type d'argile absorbante qui se forme typiquement après l'âge des cendres volcaniques. Cette argile a une composition unique et peut absorber les toxines chargées négativement, les gens ont utilisé de l'argile de bentonite de calcium pendant des siècles comme un moyen de détoxifier le corps et d'améliorer la digestion Elle représente un taux de gonflement trois fois supérieur au seuil initial (Kavaler, 1968)

**4.4.4.2. Bentonite permuté :** cette dernière contient les mêmes propriétés que la bentonite calcique mais elle est dotée des ions de sodium  $\text{Na}^+$ .

**4.4.4.3. Bentonite active :** cette bentonite est produite lors d'un tuf ou d'une cendre volcanique grâce à ces caractéristiques de gonflement et d'adsorption d'eau de viscosité et de thixotropie elle convient pour l'industrie des fonderies, la construction, les forages et l'agriculture

#### 4.4.5. Domaines d'utilisation de la bentonite

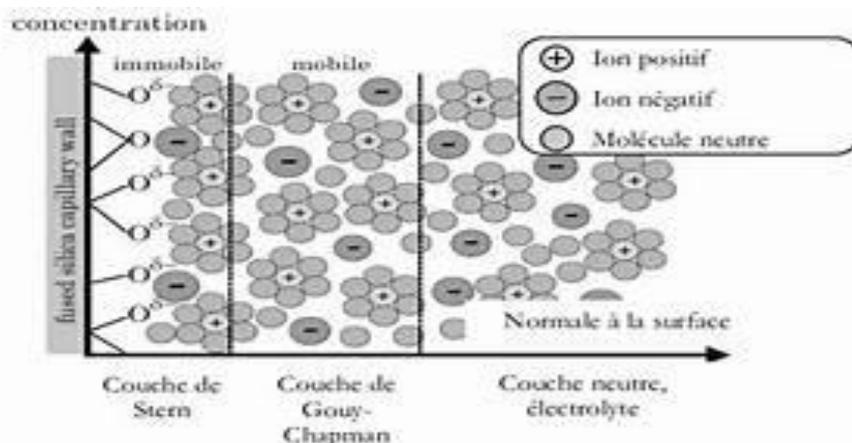
D'après Chikhi, (2013) La bentonite est largement utilisée dans la mise en valeur des terres comme un élément absorbant pour le travail sur le terrain indispensable dans l'industrie de la fonderie et dans l'industrie du raffinage du pétrole. La bentonite est une substitution pas cher et de haute qualité pour l'amidon. Elle est couramment utilisée pour la fabrication de tissus.

#### 4.4.6. Propriétés de la bentonite

Les propriétés sont définies par la constitution chimique, l'épaisseur et l'écartement des feuillets de l'argile.

##### 4.4.6.1. Colloïdale

L'argile mise en suspension est dite colloïdale. Cette spécificité dépend de la taille des particules. Celles de l'argile sont chargées négativement et vont garder leurs propriétés initiales (avant d'être en suspension). Elles se regroupent pour former des micelles ou pouvant aller du nanomètre au micromètre. Les cellules cibles pourront donc internaliser ces particules. La solvatisation des particules les isole électriquement les unes des autres contribuant à la stabilité de la suspension (Andriane,2003). La figure 2 représente la double couche de Gouy-Chapman



**Figure 2 :** Double Couche Gouy-Chapman

##### 4.4.6.2. Catalyseur

Utilisées essentiellement dans l'industrie pétrochimique pour cette propriété, les argiles vont permettre la catalyse hétérogène ou du pétrole pour le transformer en essence. Cette étape est préalable au raffinage du pétrole. Précisément, la structure lamellaire de l'argile va compartimenter les différents composés chimiques et les concentrer. Les réactions seront simultanées, successives ou encore indépendantes. Cette propriété ainsi que celles

d'absorption et d'adsorption sont intimement liées à la surface de l'argile très développée (Andriane,2003)

#### 4.4.6.3. Capacité d'échanges cationiques

Elle est définie comme la quantité de cations monovalents et divalents ( $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ , ou  $\text{Mg}^{++}$ ) susceptibles d'être substitués par des cations compensateurs pour compenser la charge négative de 100 grammes d'argile (Derafa, 2014).

#### 4.4.6.4. Gonflement

La bentonite présente un taux de gonflement très élevé. Ce phénomène est dû aux faibles énergies de cohésion inter foliaire, ce qui permet la pénétration des molécules d'eau entre les feuillets.

La propriété de gonflement est due au caractère hydrophile de toute sa surface, en raison de la présence de cations hydratables dans les galeries inter foliaires (Boulkrah, 2008 ; Mehdi, 2014).

### 5-Procédés de traitement des eaux usées textiles

D'après Eatit (2016), le traitement des eaux usées textiles aide à réduire les coûts opérationnels et à maintenir la conformité réglementaire. Les principaux polluants dans les industries textiles sont la haute teneur en matières en suspension, la chaleur, la couleur, la demande chimique en oxygène, l'acidité et de nombreuses autres substances solubles.

Il existe certains procédés pour éliminer toutes les impuretés des eaux usées. Ces processus sont divisés en trois catégories: primaire, secondaire et tertiaire .

#### 5.1. Prétraitement

Selon Eatit (2016), Comprend le criblage, la sédimentation, l'égalisation, la neutralisation, la coagulation chimique et la floculation mécanique . Celui-ci est composé :

- Un tamisage fin pour éliminer les fibres
- Un bassin d'homogénéisation ayant pour fonction de réguler le débit qui est généralement très variable mais aussi amortir les fortes variations du ph et pré-aérer et oxyder les sulfures
- Une neutralisation finale

Dans certains cas après le prétraitement une séparation primaire (décantation ou flottation) peut être nécessaire. .

### 5.1.1. Dégrillage et tamisage

Selon Eatit (2016), le dégrillage est indispensable sur les eaux de surface et les eaux résiduaires et il permet de :

- Protéger les ouvrages aval contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les tuyauteries de liaison et dans les différentes unités de l'installation
- Séparer et d'évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements d'eau ou au moins compliquer leur exécution et leur exploitation, parfois on utilise les mêmes grilles pour éliminer les filasses
- Cette opération est plus ou moins efficace en fonction de l'écartement entre les barreaux des grilles. On distingue alors :
  - o Le pré-dégrillage dont l'écartement est supérieur à 40 mm
  - o Le dégrillage moyen pour écartement de 40 à 10 mm
  - o Le dégrillage fin pour écartement de 10 à 6 mm
  - o Le tamisage pour écartement de 6 à 0,5 mm

Ce dégrillage peut comporter l'association d'un ou plusieurs types de mailles

### 5.1.2. Dessablage

C'est le fait d'enlever le sable et les graviers au fond de l'eau. Car le passage de ces sables dans les équipements pourrait nuire à ces derniers. on utilise alors un appareil appelé dessableur pour extraire les graviers et les sables (Eatit, 2016)..

### 5.1.3. Dégrillage déshuilage

Les opérations de dégraissage et de déshuilage consistent à séparer des produits de densité légèrement inférieure à l'eau par effet de flottation soit naturelle ou assistée dans une enceinte liquide de volume suffisant .

Le principe de fonctionnement du séparateur à graisse est donc basé sur une loi physique simple qui est la différence des densités pour accélérer la remontée des particules grasses l'effluent sera donc émulsionné par insufflation d'air. Cette aération permet de réduire le temps de passage dans cet ouvrage et empêche par le brassage qu'elle provoque toute sédimentation de matières lourdes. L'ouvrage est compartimenté de telle sorte que les graisses se rassemblent à la surface dans une zone tranquille, permettant une extraction automatique,

tandis que les eaux et boues sont dirigées vers l'ouvrage de traitement (Eatit, 2016).

### **5.2. Traitement primaire**

D'après Buffle et *al.*, (1998), le traitement primaire a pour objectif d'éliminer les matières en suspension des eaux usées. Par la technique de coagulation floculation. Pour éliminer les matières en suspension d'un flux d'eaux usées et qui dépend de la nature solide ou liquide des particules.

Le choix de la technique dépendrait également de la densité et de la taille des particules solides. L'élimination des particules solides est essentielle car celles-ci risquent de s'accumuler dans les pipelines, les pompes et les unités de traitement ultérieures, perturbant ainsi le fonctionnement de l'installation de traitement des effluents. Le liquide en suspension dans les eaux usées doit être éliminé car cela pourrait nuire aux performances des unités de traitement secondaire et tertiaire.

### **5.3. Traitement secondaire**

C'est l'étape la plus importante elle vise à l'élimination des bactéries et autres matières organiques. Il existe deux procédés de traitement secondaire des effluents industriels :

#### **5.3.1. Traitement physico-chimique**

Selon Rodier (2010), cette étape vise à regrouper les particules et les déchets présents dans les eaux usées industrielles qui seront ensuite éliminés par décantation ou grâce à un flotteur à air dissous. Cette méthode implique l'utilisation de composés chimiques.

#### **5.3.2. Traitement biologique**

D'après Edeline (1993), cette pollution contient des produits biodégradables et d'autres non biodégradables pour les éliminer ou diminuer cette fraction organique il faut procéder au traitement biologique à l'aide des micro-organismes qui vont suivre soit une voie aérobie ou une voie anaérobie.

##### **5.3.2.1 .Voie anaérobie**

Le traitement anaérobie est utilisé dans certains effluents industriels très chargés en pollution organiques, elle est réalisée en milieu réducteur où le carbone organique est transformé en CH<sub>4</sub> et en biomasse. Ce processus est réalisé par les bactéries anaérobies.

### **5.3.2.2. Voie aérobie**

Selon Edeline (1993), ce procédé consiste à introduire de l'oxygène par un système d'aération dans un mélange d'eaux usées combiné à des organismes pour développer un floc biologique qui réduirait la teneur en matières organiques

La pollution organique est convertie en dioxyde de carbone et en eau. Le procédé nécessite une biomasse aérobie active et un apport important d'oxygène dans le réacteur afin que le traitement puisse avoir lieu.

### **5.3.2.3. Procédé extensif**

Selon Pesson (1980), un traitement par lagunage comprend en général trois types de bassins :

Un bassin anaérobie, un bassin facultatif et un bassin de maturation.

Dans ces lagunes, une profondeur importante est en principe un élément favorable au processus de cinq à six mètres. Ce bassin n'est applicable que sur des effluents à forte concentration et le plus souvent, à titre de prétraitement avant un deuxième stade d'épuration de type aérobie, ce procédé permet le développement d'algues photosynthétiques qui vont produire de l'oxygène nécessaire au développement des bactéries aérobies. Cet apport peut être complété par des aérateurs pour stimuler l'activité biologique et diminuer les surfaces.

Il existe deux types de bassins facultatifs, selon les végétaux qu'ils comprennent :

- ✦ Les bassins à microphytes : ils contiennent des algues microscopiques essentiellement les algues vertes ou bleues
- ✦ Les bassins à macrophytes : ils contiennent des végétaux macroscopiques sous formes libres ou fixées

### **5.3.2.4. Procédé intensif**

Ces procédés permettent d'avoir des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières oxydables.

### **5.3.2.5. Procédé à culture fixe**

#### **o Lits bactériens**

Selon Degremont (2005), le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou cavernaux qui sert de support aux micro-organismes épurateurs.

Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée.

Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement.

Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux. Le rendement maximum de cette technique est de 80 % d'élimination de la DBO5.

- **Disques biologiques**

Selon Mekhalif (2009), c'est une technique faisant appel aux cultures fixées est constituée par les disques biologiques tournants où se développent les micro-organismes et forment un film biologique épurateur à la surface des disques.

Les disques semi immergés leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée.

#### **5.3.2.6. Procédé a culture libre**

- **Les boues activées**

Les boues activées sont la suspension boueuse contenant la flore bactérienne épuratrice. Dans ce procédé les bactéries se trouvent en suspension dans l'eau du bassin par un brassage continu. Elles sont donc en contact permanent avec les matières organiques dont elles se nourrissent et avec l'oxygène nécessaire à leur assimilation et afin de conserver un stock suffisant de bactéries pour assurer le niveau d'épuration recherché, une grande partie des boues extraites du décanteur est réintroduite dans le bassin d'aération (Vandermeersch,2006)

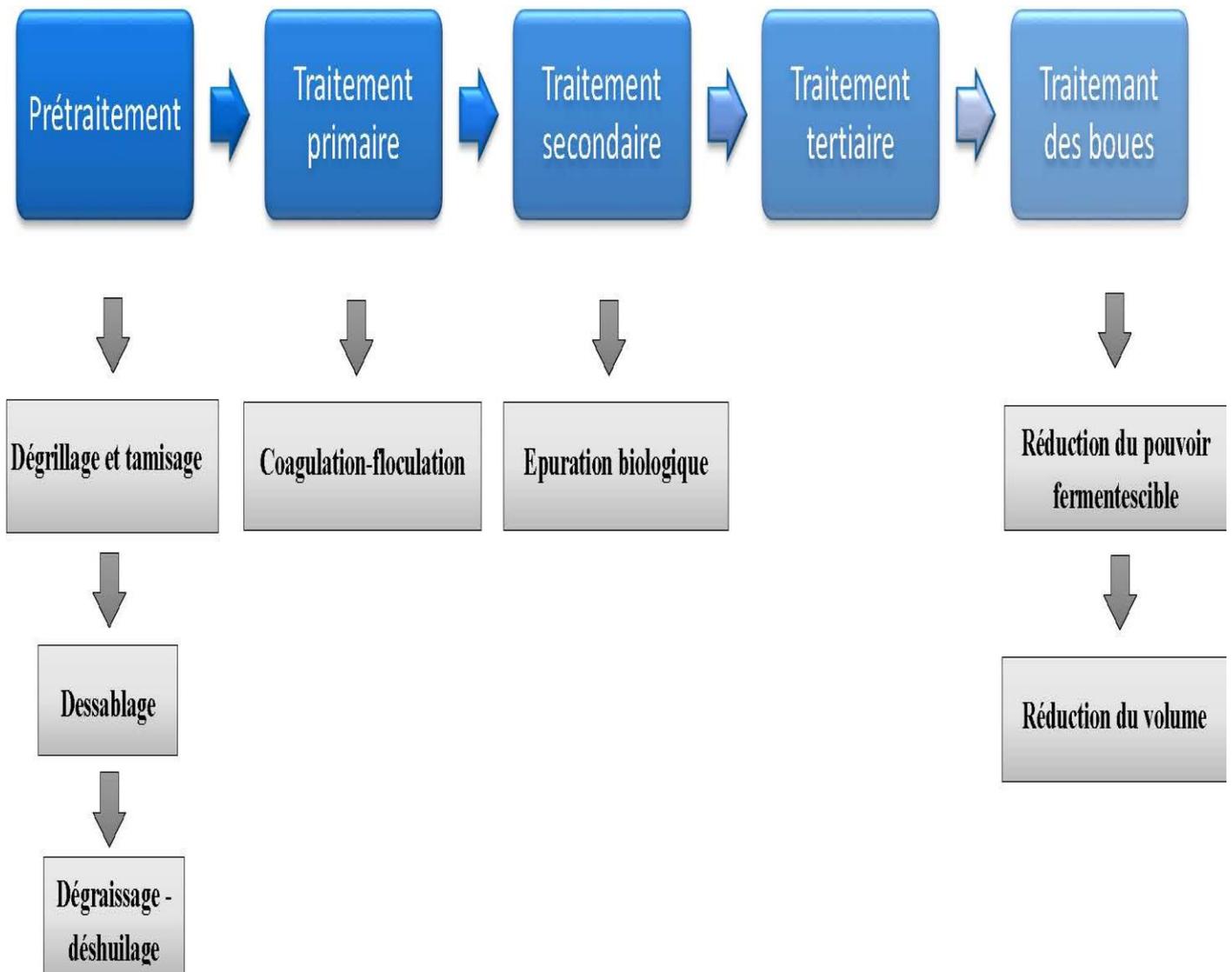
#### **5.4. Le traitement tertiaire**

Selon Vandermeersch (2006), l'objectif des traitements tertiaires est d'éliminer les éléments indésirables tels que les MES, la DCO, le phosphore, et les composés spécifiques comme les pesticides, métaux, détergents Ils visent à améliorer la qualité de l'eau épurée en vue de leur rejet dans le milieu naturel ou de leur réutilisation. Les traitements tertiaires vient pour compléter les traitements primaires et secondaires.

##### **5.4.1. Traitement des boues et des odeurs**

Les boues et eaux usées diverses possédant un faible DCO, c'est à dire peu polluée et avec peu de matières sèches peuvent partir en traitement biologique directement. C'est à dire un traitement simple puis un rejet en milieu naturel.

Pour les boues à DCO plus important contenant plus de matières sèches, elles doivent subir un traitement physico-chimique. Elles peuvent même être valorisés dans l'agriculture (A. gaid,1984) .La figure 3consiste aux différentes étapes de traitement des boues



**Figure 3** : Les étapes de traitement des eaux usées (Eatit, 2016).

## 6. Bentonite en Algérie

### 6.1. Définition

Selon Abdelouhab (1987), la bentonite est un matériau adsorbant qui se trouve en abondance en Algérie, efficace et plus économique, l'utilisation de la bentonite pour la dépollution des eaux contaminées par les colorants requiert une bonne connaissance de leur caractéristiques minéralogiques et du mécanisme d'élimination des polluants

## 6.2 . Absorption et l'adsorption

Selon Abdelouhab (1987), l'absorption correspond à l'internalisation d'un liquide ou d'un gaz. L'exemple typique est celui de l'éponge s'imbibant de liquide. Au niveau de l'argile ce phénomène est passif

l'adsorption correspond à la fixation de molécules en surface. Elle s'applique également aux liquides et aux gaz. Cette fixation peut être ionique, électrostatique ou encore relative aux tensions superficielles. Elle est mesurée par la méthode CEC (capacité d'échange de cations

## 6.3. Type d'adsorption

Selon Andrienne (2003), deux types d'adsorptions sont identifiés :

### 6.3.1. Adsorption physique (physio sorption):

Par la formation de complexes avec des molécules organiques, les liens électrostatiques entre les feuillets et les cations inter foliaires étant très faibles (liaisons de van der Waals), ils permettent la fixation de molécules organiques externes.

### 6.3.2. Adsorption chimique (chimio sorption)

Elle relève des liaisons ioniques, est la majeure partie du pouvoir adsorbant

Le tableau 4 représente le pourcentage d'absorption d'argiles en fonction de leurs poids

**Tableau 4:** Pourcentage d'absorption d'argiles en fonction de leur poids. (Andrienne,2003)

Type d'argiles	pourcentage d'absorption de son poids
Attapulгите	40 %
Illite	25 %
Montmorillonite	20 %

## 6.4. Description du mécanisme de filtration par bentonite

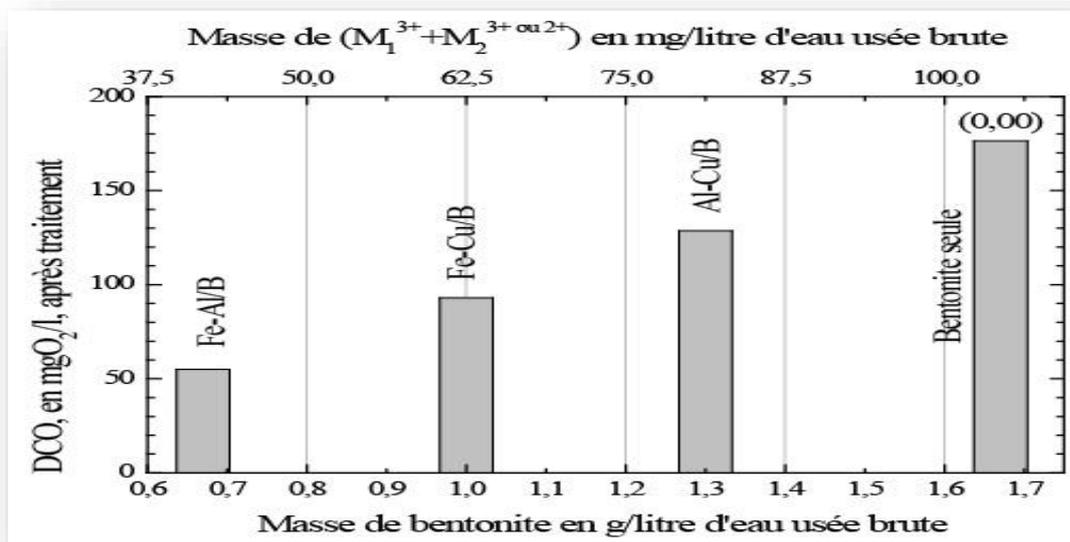
Selon Mecabih (2000), la bentonite purifiée est séchée à 110 °C dans une étuve. Ensuite elle est caractérisée par pH - mètre, conductimétrie et calcination, une capacité d'échange cationique (CEC) et de matières organiques. Elle est composée aussi de quartz comme impureté majeure, d'illite et principalement de montmorillonite.

Cette argile qui est saturée au sodium ( $\text{Na}^+$ ) et associée au fer (III), à l'aluminium (III) et au cuivre (II). Ces derniers sont insérés, par couple dans l'espace inter-feuillets de la montmorillonite sodée.

Les échantillons obtenus sont appliqués pour fixer les matières organiques (MO) des eaux usées très chargées. Ces matières organiques représentent 60 % des matières en suspension (MES).

Le mode opératoire opératoire est comme suit :

L'eau à traiter est placée dans un réacteur de 50 ml à 20 °C ensuite on ajoute la solution contenant l'argile et les métaux. L'ensemble est complété à 50 ml sous agitation, avec de l'eau distillée et déminéralisée. Les traitements sont réalisés d sur des eaux usées diluées respectivement 3,16, 1,92 , 3,72 et 4,53 fois. Ces dilutions sont telles que la concentration initiale des MO est 126,4 mg/L pour les quatre périodes, soit une dilution moyenne de 3,33 fois. Après 30 min, temps qui correspond à l'obtention de l'équilibre de l'adsorption on arrête l'agitation et on laisse décanter pendant deux heures. On prélève environ les deux tiers de la partie supérieure de la solution. On filtre sur une membrane de 1,2 µm en fibre de verre. Les matières organiques contenues dans le surnageant 30 ml sont titrées par  $\text{KMnO}_4$   $10^{-3}\text{M}$ . Ce titrage est suivi par photométrie à 470 nm . L'appareil utilisé est un Spekol 10 comprenant en particulier une cellule de 30 cm<sup>3</sup> avec agitation magnétique et burette de dosage (Mecabih, 2000), La figure 5 montre la DCO résiduelle d'eau usées après traitement



**Figure 4** : DCO résiduelle d'eau usée après traitement

### 6.5. Facteurs influençant le phénomène d'adsorption

Selon Reffas (2010), l'adsorption dépend de nombreux facteurs principaux qui sont les caractéristiques de l'adsorbant et de l'adsorbé et les paramètres physico-chimiques du milieu .

- Les caractéristiques de l'adsorbant : polarité, volume poreux, surface spécifique et fonctions superficielles
- Les caractéristiques de l'adsorbé : polarité, solubilité et poids moléculaire
- Les paramètres physico-chimiques du milieu : température et pH

D'après Wegelin et *al.*, (1997), la filtration lente est une méthode d'épuration biologique qui consiste à faire passer l'eau à traiter à travers un lit de matériau filtrant à une vitesse de 0,1 à 0,2 m/h. Le matériau filtrant le plus approprié est le sable. Au cours de ce passage, la qualité de l'eau s'améliore considérablement par la diminution du nombre de micro-organismes (bactéries, virus, kystes), par l'élimination de matières en suspension et colloïdales et par des changements dans sa composition chimique. A la surface du lit se forme une mince couche appelée "membrane biologique". Cette mince couche superficielle est essentielle, car c'est là que le processus d'épuration se déroule

## 7. Technique de filtration sur sable

### 7.1. Principe de filtration

Le filtre à sable est un moyen écologique de traitement des effluents relativement simple et peu coûteux. Son principe est de faire percoler de l'eau à travers un massif de sable.

Après le passage de l'eau dans la fosse, les eaux usées se déversent dans la boîte de répartition qui traverse un tuyau d'épandage. Cette pièce en béton est placée sur une couche de gravier de 0,25m de profondeur. Les eaux usées réparties par le tuyau d'épandage sur toute la longueur de la fosse sont filtrées par ce gravier, pour traverser ensuite le compartiment suivant constitué de gravillons de même profondeur que le gravier.

Côtoyant le compartiment des gravillons se trouve celui du sable, deux fois plus large que ceux des deux précédents réunis mais toujours d'égale profondeur. Les eaux ainsi filtrées passent encore une fois au-travers d'un compartiment de gravillons avant de se déverser dans la boîte de collecte pour enfin être évacuées. Il va sans dire qu'un dénivelé doit exister entre la boîte de répartition et la boîte de collecte pour l'évacuation vers l'exutoire. (Galvis et *al.*, 1993)

## **7.2. Constitution d'un filtre**

Selon Cardot (2002), les filtres à sable sont composés par :

### **7.2.1. Fond**

Celui-là devrait être solide pour supporter le poids de l'eau, du sable et du gravier. Il doit permettre la collecte et l'évacuation de l'eau filtrée

### **7.2.2. Gravier support**

Son rôle est de retenir le sable et d'améliorer la distribution de l'eau de lavage dans le filtre.

### **7.2.3. Matériau filtrant**

Les matériaux utilisés sont des granules libres non adhérents les uns aux autres, insolubles, inattaquables par le liquide filtré ni par les particules solides retenues

## **7.3. Paramètres de sélection d'un milieu filtrant**

Selon Cardot (2002), Les principales caractéristiques d'un milieu filtrant sont : le diamètre effectif, le coefficient d'uniformité, la densité relative, la masse unitaire sèche et la porosité. Il existe d'autres caractéristiques beaucoup plus difficiles à mesurer, comme la forme des grains et la surface spécifique

### **7.3.1. Diamètre effectif**

Le diamètre effectif (DE ou D10) ou taille effective (TE) et le coefficient d'uniformité (CU) sont deux caractéristiques granulométriques importantes du matériau filtrant. Il correspond à la grosseur des mailles du tamis qui laissent passer 10 % de la masse de l'échantillon donc 90 % de la masse ont un diamètre supérieur à DE. (Degremont, 1989).

### **7.3.2. Coefficient d'uniformité**

Le coefficient d'uniformité est le rapport entre le diamètre qui laisse passer 60 % des particules et celui qui en laisse passer 10 % de la masse de l'échantillon  $CU = D_{60} / D_{10}$

## **8. Mécanismes de filtration**

Selon Cardot (2002), les trois mécanismes principaux de la filtration sont :

### **8.1. Mécanismes de capture**

Ils sont essentiellement de deux natures, le tamisage mécanique et le dépôt de matériaux filtrants

#### **8.1.1. Tamisage mécanique**

Selon Degremont (1989), les particules de plus grandes tailles que les mailles des filtres sont retenues et c'est elles qui forment le matériau filtrant, ce phénomène est plus important que la taille des mailles, il est de peu importance pour un lit filtrant composé de matériau

relativement grossier, par contre il est prépondérant dans une filtration sur support mince :  
Tamis, manchon filtrant

### **8.1.2. Dépôt sur le matériau filtrant**

Selon Cardot (2002), les particules en suspension suivent à l'intérieur du liquide la ligne de courant, la taille de ces dernières comparant à celle des pores leur permet de traverser facilement le matériau filtrant. Cependant différents phénomènes pourraient entraîner un changement de trajectoire pour limiter ainsi le temps de contact avec le matériau on distingue alors :

- L'interception directe par frottement
- La diffusion par un mouvement brownien
- L'inertie des particules
- La décantation, les particules par leurs poids pourraient se déposer sur le matériau filtrant quel que soit le sens de filtration

### **8.2. Mécanismes de fixation**

Selon Cardot (2002), la faible vitesse d'écoulement fait favoriser la fixation des particules à la surface du matériau filtrant, elle est due à des forces de coincement et de cohésion et à des forces d'adsorption, principalement les forces de Van der Waals.

### **8.3. Mécanismes de détachement**

Selon Cardot (2002), une diminution d'espace est produite entre les parois des matériaux qui sont déjà recouvertes de particules déjà déposés et tout ça sous l'action des mécanismes précédents, alors une augmentation de la vitesse d'écoulement est produite, les dépôts peuvent se détacher pour être entraînés dans le filtrat. Les particules floculées n'ont pas les mêmes caractéristiques et ne réagissent pas de la même manière aux mécanismes précédents

## **9. Classification des filtres**

Selon Degremont (1997), les filtres sont classés en fonction des différents types suivant la vitesse de filtration comme suit :

### **9.1. Filtration rapide**

Selon Uespa (2007), c'est un processus physique qui enlève qui enlève les particules en suspension dans l'eau, leur matériel n'exige pas beaucoup d'espace pour fonctionner et ils sont nettoyés deux fois par jour

### 9.1.1. Filtres ouverts

La plupart des installations filtrantes de fort débit destinées à l'alimentation d'eau potable, ainsi que bon nombre d'installations de clarification d'eaux industrielles ou résiduaires, utilisent des filtres ouverts

Il s'agit le plus souvent d'une filtration d'eau décantée, parfois d'une floculation sur filtre, voire d'une filtration directe sans réactif. Le mode de traitement influence la conception technologique des filtres et surtout la conception d'ensemble de la batterie filtrante.

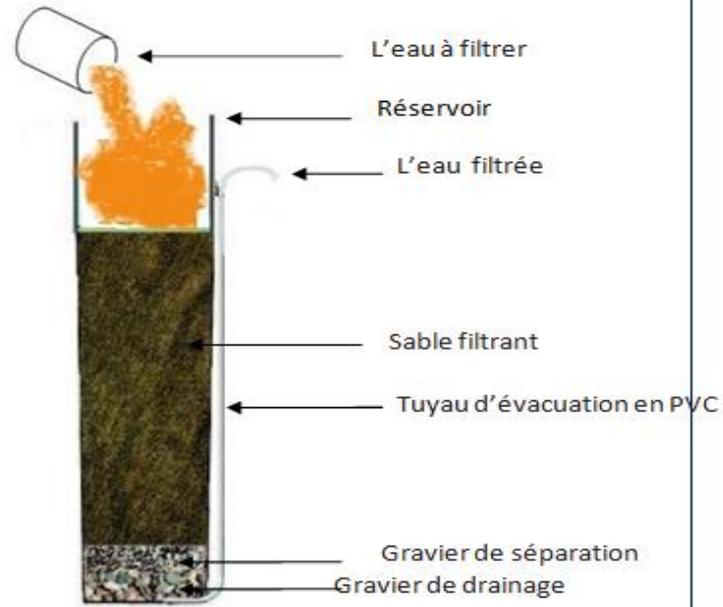
Les principaux filtres ouverts sont les filtres à sable AquaZur, les filtres bicouches Médiatur et les filtres à charbon actif Carbazur (Degremont, 1989).

### 9.1.2. Filtres sous pression

D'après Desjardins (1997), ces filtres sont construits avec des revêtements adaptés aux conditions d'utilisation. Les dispositifs d'évacuation des eaux de lavage doivent être particulièrement soignés, de façon à en assurer une collecte uniforme. Les filtres sous pression envoient la pression de la pompe à travers le filtre. Ils peuvent aussi être utilisés en-dessous du niveau de l'eau. Le processus d'épuration fonctionne suivant le même principe que celui du filtre gravitaire et garantit par conséquent une eau filtrée de manière aussi optimale sous réserve d'une taille de filtre adaptée à celle du bassin.

## 9.2. Filtration lente

La filtration lente est une méthode d'épuration biologique qui consiste à faire passer l'eau à traiter à travers un lit de matériau filtrant à une vitesse de 0,1 à 0,2 m/h. Le matériau filtrant le plus approprié est le sable. Au cours de ce passage, la qualité de l'eau s'améliore considérablement par la diminution du nombre de micro-organismes (bactéries, virus, kystes), par l'élimination de matières en suspension et colloïdales et par des changements dans sa composition chimique. A la surface du lit se forme une mince couche appelée "membrane biologique". Cette mince couche superficielle est essentielle, car c'est là que le processus d'épuration se déroule. La figure 4 consiste à une coupe d'un filtre à sable (Cardot, 2002)



**Figure 5 :** Coupe du filtre à sable utilisé

# **Chapitre II**

## **Matériel et méthodes**

**1. Présentation de l'organisme d'accueil complexe textile de Draa ben khedda (CTO)****1.1. Historique de l'organisme d'accueil**

La CTO a été créée par ordonnance N 66/218 du 22 juillet 1996 dans le cadre d'un protocole conclu en 1963 entre l'Algérie et l'Égypte dont le siège est installé en Égypte.

Il a débuté ses activités au mois de décembre 1966 par le département de la filature le département de tissage et le département de finissage qui n'ont entamé leurs activités qu'à partir de l'année 1968. Les travaux de l'extension du complexe ont commencé en 1974 pour s'achever en 1982.

Cette unité fut rattachée à la SONITEX en 1966. L'unité de DBK fait partie de la COTITEX de TIZI OUZOU qui contient onze unités de production

Au 31 décembre, malgré la mise en œuvre d'un plan de redressement rigoureux, l'entreprise est contrainte de réduire ses effectifs pour de sauvegarde l'entreprise a été élaboré pour un bureau d'expertise (groupe TEX MACO). Il est mis en œuvre à partir de juin 2001.

Cette cession a permis à la cotitex-DBK de réaliser une plus-value qui a absorbé le résultat en instance d'affectation qui de négatif passé au positif.

**1.2. Situation géographique**

Ce complexe est situé à la sortie de la ville de Draa ben Khedda, il est implanté au nord de la ville de DBK à 11 km de l'ouest de la ville de Tizi-Ouzou et à environ 90 km de l'est de l'Algérie où elle occupe une surface de 28 ha, limitée à l'ouest par le laboratoire régional vétérinaire et le parc communal, au sud par la Société Nationale (SNS) de Sidérurgie et l'Office Algérienne des Céréales (OAIC), à l'est par le domaine Rahli et au nord par l'oued Sebou,

**1.3. Besoins en eau**

Les besoins en eau de l'unité textile de DBK en 2016 sont estimés à :

- 45000 m<sup>3</sup>/an d'eau douce, destinée principalement à la production de vapeur et la préparation de la colle au niveau du tissage
- 144000 m<sup>3</sup> d'eau potable de la même année, destinée principalement pour la consommation et l'extinction des feux.

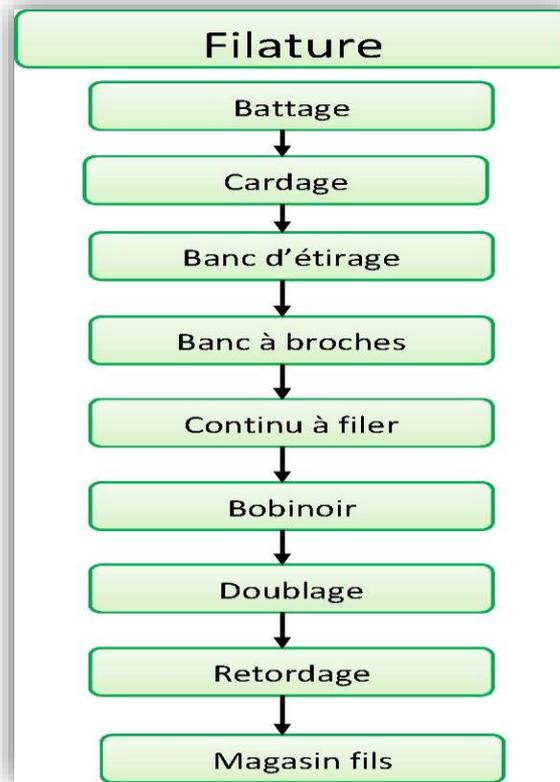
### 1.4. Processus technologique textile

Il se compose de la filature, le tissage et le finissage

#### 1.4.1. Filature

C'est l'Ensemble des opérations de transformation des fibres textiles en fils

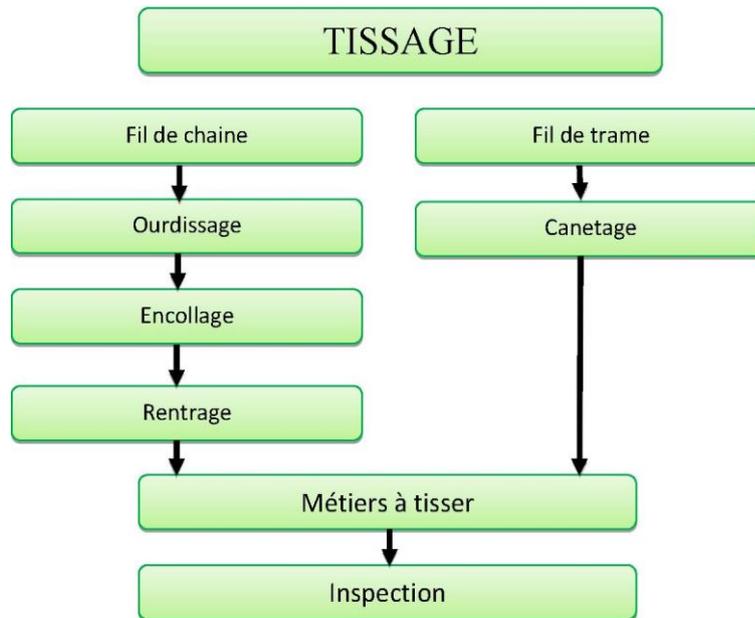
La figure 6 consiste au schéma représentatif du processus technologique de la filature.



**Figure 6:** Schéma représentatif du processus technologique de la filature.

#### 1.4.2. Tissage

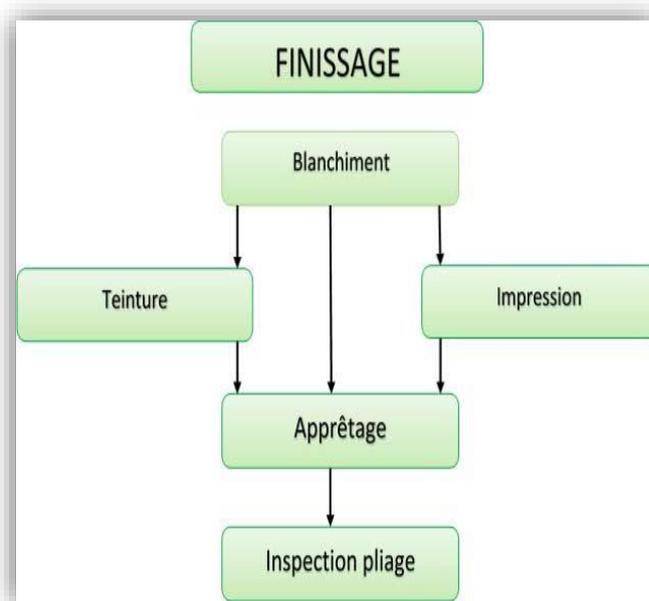
Le tissage est un procédé de production de tissu dans laquelle deux ensembles distincts de filés ou fils sont entrelacés à angle droit pour former un tissu. ... Le tissu est généralement tissé sur un métier, un dispositif tient les fils de chaîne en place tandis que les fils de trame sont tissés à travers eux. La figure 7 consiste au schéma représentatif du processus technologique du tissage .



**Figure 7** : Schéma représentatif du processus technologique du tissage

### 1.4.3 .Finissage

Ce groupe comprend les établissements dont l'activité principale consiste : à faire la préparation et le finissage de filés et de fils, de tissus en textile, de produits textiles (à l'exception des tapis et carpettes) et de vêtements ; ainsi qu'à fabriquer des tissus enduits ou lamellés . La figure 8 consiste au schéma représentatif du processus technologique du tissage .



**Figure 8** : Schéma représentatif du processus technologique du finissage

## 2. Protocoles expérimentales des filtrations

### 2.1. Protocole expérimental dans la filtration sur bentonite

#### 2.2. Matériel et réactifs utilisés

Les colorants utilisés pour cette étude sont préparés au laboratoire par leur dissolution dans l'eau douce, il s'agit de colorant direct rouge solophényl 4 GE, le deuxième colorant est un mélange d'un colorant dispersé rouge palanil 3 BLS et un colorant réactif bleu cibacrom P3R, Ces colorants sont les plus employés dans l'industrie textile.

**Tableau 5:** Recettes des teintures et réactifs utilisés

Solution 1	Solution 2
1 g de Colorant direct rouge solophényl 4 GE+ 1 g de chlorure de sodium ( Nacl ) dissous dans 1 L d'eau douce à 100°C.	4 g de colorant dispersé rouge palanil 3 BLS + 8 g de colorant réactif bleu cibacrom P3R + 16 g d'urée + 2 g de carbonate + 0.01 g de sandopan dissous dans 1 L d'eau douce à 100°C.

#### 2.3. Préparation des échantillons :

Pour réaliser cette expérimentation elles ont préparé une dilution de 50 ml de chaque solution dans 1L d'eau STEP celle la sera la solution mère

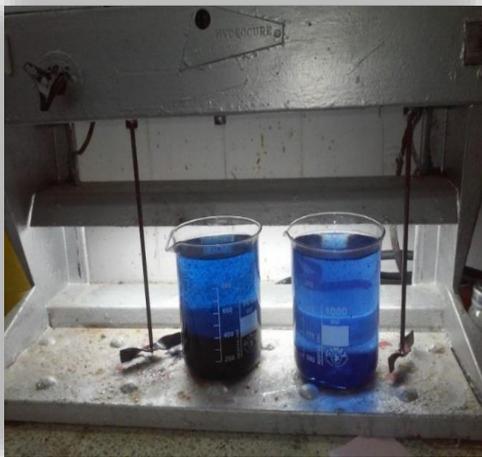
(Le rejet 1 pour la solution 1)

(Le rejet 2 pour la solution 2)

### 2.4. Technique de coagulation-floculation

Le jar-Test consiste en une rangée de béchers alignés sous un appareillage permettant de les agiter à la même vitesse. Les différents béchers reçoivent une dose différente de réactifs à la fin de l'expérimentation puis nous déterminons les couples de réactifs /vitesse et de temps d'agitation qui permettent d'obtenir l'eau la plus limpide, les floccs les plus gros et les mieux décantés. Concernant la vitesse d'agitation cet appareil est muni d'un variateur de vitesse de 0-140t/min et d'un minuteur de 0 à 60 secondes et de deux agitateurs en inox, ainsi que d'une lumière adaptée de 6 volt

Nous avons mesuré 1L d'eau de chacun des rejets 1 et 2 (figure 9), nous portons l'appareil à 120 tours /min, nous injectons des doses croissantes de coagulant choisi préalablement suivant le pH de l'échantillon. La minuterie est réglée à 1 minute (le temps utile pour la dissociation du coagulant), dès que la minute est écoulée nous réglons l'appareil à 70 tours /min et nous laissons agiter pendant 10 min (le temps utile pour une réaction complète), les deux échantillons sont retirés et laissés décanter pendant 20 min (figure 10). La dose optimale qui nous donne un résultat satisfaisant doit être prise en référence, rappelons qu'une surdose du coagulant peut provoquer un effet inverse.



**Figure 9** : décanter des deux échantillons



**Figure 10**: rejet pendant la coagulation

### 2.4.1. Détermination de la turbidité

La mesure pratique de la turbidité se fait à l'aide d'un turbidimètre, doté d'une réglette de 0 à 400 unités Formazine (U.F) et d'un correcteur de lumière correspondant à la mesure de turbidité et de deux cuves de 25 ml

Le nettoyage des cuves et l'étalonnage de l'appareil se fait avec l'eau distillée à 0 turbidité. Nous enlevons la cuve de l'étalonnage et nous plaçons celle de notre échantillon, la lecture est effectuée.

Si l'aiguille dépasse les 400 U.F une dilution de l'échantillon doit être faite et nous procédons directement à la lecture. Le résultat final est égal à la valeur trouvée est multipliée par le nombre de dilutions

### 2.4.2. Détermination de potentiel hydrogène (pH)

- o Le pH mètre est étalonné avec de l'eau distillé
- o Les électrodes de référence sont placées dans l'échantillon
- o Ensuite procéder à la lecture des résultats

### 2.4.3. Détermination du titre hydrotimétrique (TH)

Le titre hydrotimétrique de l'eau est le taux qui mesure sa minéralisation ou sa concentration en sels minéraux, à savoir en potassium, magnésium et calcium, le TH de

l'eau nous indique précisément son niveau de calcaire.  $TH = [Ca^{++}] + [Mg^{++}]$

A l'aide d'une éprouvette, le volume d'eau est mesuré  $V = 50$  ml, en versant dans un erlenmeyer de 250 ml, auxquels sont ajoutés 30 gouttes du tampon ammoniacal K10 (pH = 10), puis 8 gouttes de Net. Une couleur rose violacée est obtenue, solution dosée par l'EDTA jusqu'à l'apparition de la couleur bleue soit le volume versé ( $V = 3,7$ ml). La figure 12 et 13 montrent l'apparition de la couleur rose violacée et la couleur bleu La valeur du TH est calculée par la formule suivante :

$$TH = (N \times V) \times T \times 1000 \times 5 / V$$



Figure 11: apparition de la couleur rose violacée



Figure 12. apparition de la couleur bleu

Un volume de 50 ml de chacun des deux rejets est mesuré à l'aide d'une éprouvette additionnée de 3 gouttes de phénolphtaléine et une couleur rose apparaît par la suite l'HCL à 0.04 N est versé goutte à goutte jusqu'à ce que la couleur disparaît, soit  $V = 1,8 \text{ MLL}$  est le volume versé, la valeur TA est calculée comme suit :

$$T = (V \times N) \times H \times 1000 \times 5 / V_{\text{eau}}$$

La réaction avec de la phénolphthaléine est présentée ci-dessous :

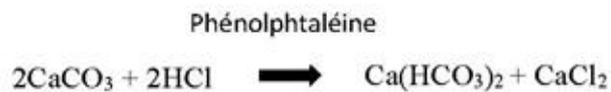


Figure 13 : apparition de la couleur rose

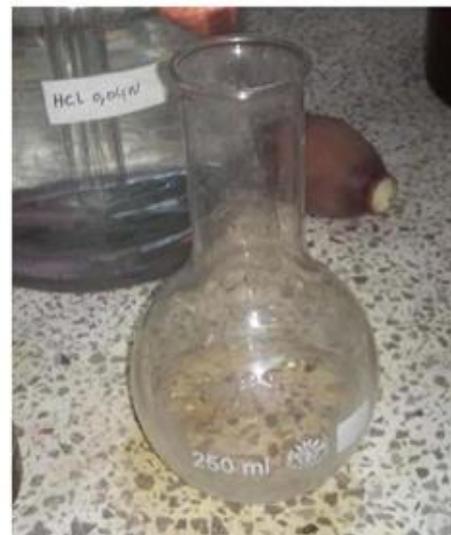


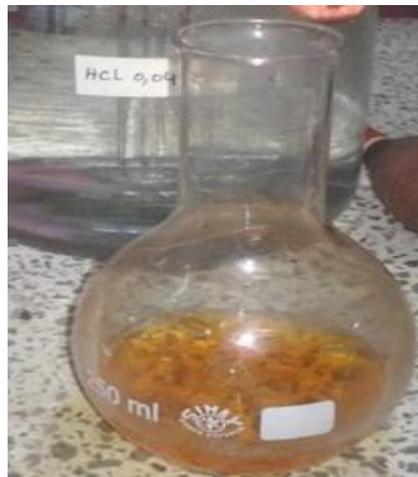
Figure 14 ; disparition de la couleur rose

### 2.4.4. Titre Alcalimétrique Complet (TAC)

D'après JOSS (2011), l'alcalinité de l'eau est sa concentration en ions bicarbonates et carbonates, lorsque l'alcalinité est bien équilibrée, cela détermine le pouvoir tampon de l'eau et permet ainsi de mieux stabiliser son pH. une eau d'alcalinité trop basse peut rendre le pH totalement incontrôlable. dans le cas où elle serait trop haute, l'eau deviendrait trouble et nous constaterons l'apparition de dépôts de tartre, il est donné par cette équation :

$$\text{TAC} = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3] + [\text{HCO}_3^-].$$

La figure 15 indique l'apparition de la couleur jaune orangé

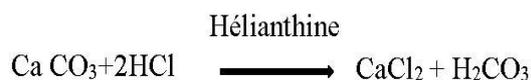


**Figure 15:** Apparition de la couleur jaune orangé

Au dosage de TA et en présence de la phénolphtaléine nous obtenons les réactions chimiques suivantes :



Au niveau du dosage de TAC en présence de l'Hélianthine nous avons



### 2.4.5. Détermination des MES

1 L de chacun des deux rejets est pris puis sont agités et passés dans le filtre puis séchées dans une étuve à 120 °C et pesés, et après avoir fait la filtration totale de ce litre d'eau par le filtre est mis à sécher puis pesé une deuxième fois, la figure 16 montre la filtration du rejet .

Ces matières en suspension MES sont calculés comme suit :

$$MS = P1 - P2 / V \text{ EAU} = \text{mg / l}$$



**Figure 16** : filtration du rejet

### 2.4.6. Analyse de la DCO

La DCO représente quant à elle quasiment tout ce qui est susceptible de consommer de l'oxygène dans l'eau, par exemple les sels minéraux et les composés organiques.

La DCO est un paramètre essentiel en matière de traitement d'eau et assainissement. Elle représente la quantité d'oxygène utile pour dépolluer une eau. En toute logique, cette donnée est donc utilisée pour assurer un meilleur suivi de la performance de l'épuration des eaux.

### 2.4.7. Détermination de la DBO5

La DBO5 mesure la quantité d'oxygène consommée en 5 jours à 20°C par les microorganismes vivants présents dans l'eau.

Plusieurs essais aux laboratoires ont prouvé cette théorie

La DCO est déduit à partir de la DCO du même échantillon

### 2.4.8. Filtration sur bentonite

Dans cette étude la bentonite de couleur jaune utilisée est récupérée de l'ENOF de el Harrach prélevé du gisement de Hammam Boughara qui est situé au nord ouest de l'Algérie

Cette bentonite prélevé est concassé par un mortier puis séchée a l'étuve pendant 24 heures a une température de 25 °C, ensuite broyé dans un broyeur a boulets puis tamisée .

L'effluent issu du traitement par coagulation floculation puis filtré sur la bentonite .Une éprouvette de type PYREX de 500 ml est stérilisé par le HCl a 5% puis séché dans l'étuve a 120 °C pendant 10 minutes, cet effluent est passé a travers le filtre a papier qui contient 200 grammes de bentonite puis elles ont récupéré cette eau dans des fioles de 250 ml pour leurs faire des analyses (TH, TA,TAC, pH, Turbidité, MES, DCO, DBO5) La figure 17 montre la filtration sur bentonite



**Figure17:**filtration sur la bentonite

### 2.4.8.1. Métaux lourds

Ces analyses sont faites au laboratoire de Oued- Aissi , l'appareil utilisé est le spectrophotomètre

### 2.4.8.2. Principe du dosage du fer total

La détermination photométrique est réalisée a l'aide de la phénanthroline

- 1,10 Cuve rectangulaire : 50mm
- Domaine de mesure : 0,01 à 2,00 mg/l Fe
- Longueur d'onde : 470 nm

La température de réaction est de 20 a 25 °C

Le temps de réaction est de 5 minutes

Cette opération est réalisée en utilisant les accessoires suivants :

- Fioles jaugés de 25ml
- Une pipette a piston avec embouts

Les réactifs sont composés de :

100 ml de FER R1 sont utilisées avec 20 g de FER R2, 100 ml de FER R3 et 100 ml de FER R4, la cuillère de mesure est de 85 mm .

Le mode opératoire est le suivant :

20 ml de l'échantillon sont prélevées auxquelles on ajoute 1ml de réactif R1 additionnée par 1 cuillère de mesure de R2 puis mélangé en ajoutant 1 ml de R3 puis ajouter 1 ml de R4 et continuer de mélanger , l'eau distillé est ajoutée jusqu'à ce que le volume atteint 25 ml .Après 5 minutes, le mélange est versé dans une dans des cuves rectangulaires Et faires les mesures et après avoir mélangé nous ajoutons 5ml d'eau distillée

R1 : contient des chlorures d'hydroxylamine 80 à 100%

R2 : contient des chlorures d'hydroxylamine de 80 100%

R3 : contient d'acide acétique 25-50%.

R4 : contient de l'éthanol 35 à 55%.

#### **2.4.8.3. Test de chromate 6 Principes**

On fait la détermination photométrique et cela a l'aide de la diphénylcarbazine

- ✦ Le domaine de mesure : 0,1 -4 mg/l  $\text{CrO}_4^{2-}$
- ✦ Facteur 0.94 Longueur d'onde de mesure : 540 nm
- ✦ Temps de réaction : 5min

La composition des réactifs sont :

- ✦ 20 cuves rondes chromate 5
- ✦ 1cuve ronde avec 5ml de chromate 5 R2
- ✦ 1 cuve ronde de blanc « Null »

Le contenu de ces 20 cuves rondes de chromate 5 va être coloré en rose mais ca n'a pas d'influence pour cette détermination

Les accessoires d'exécution c'est la pipette a piston avec embouts

Le mode opératoire est le suivant :

- Ouvrir une cuve ronde et ajouter 4 ml de l'échantillon a analyser avec PH entre 1 et 7

- Ajouter 0,2ml de R2 puis fermer et mélanger
- Nettoyer la cuve de l'extérieur puis faire la mesure et cela après 5 minutes
- Transvaser le contenu de ces cuves rondes dans des semi-microcuves de 50 mm et mesurer qu'après 5 minutes

#### 2.4.8.4. Test de zinc 4 Principes

Dans ce teste on fait la détermination photométrique a l'aide du zincon

- Domaine de mesure : 0,10 à 4,00mg/l Zn<sup>+2</sup>
- Facteur : 02.08 Longueur d'onde de mesure : 620 nm.
- Temps de réaction : 1minute.
- Température de réaction : 20-25°C

La composition des réactifs est comme suit :

- 20 cuves rondes de zinc 4
- 1 cuve ronde avec 5ml de zinc 4 R2
- 1 flacon avec 5g de zinc 4 R3
- 1 cuillère de mesure 85mm.
- 1 cuve ronde avec le blanc « Null ».

Les cuves rondes contiennent 20 x 70 mg de cyanure de potassium 3% CN

Le réactif R2 contient du chloral hydraté 50%.

Les accessoires nécessaires : pipette a piston avec embouts

Le mode opératoire est le suivant :

- Ouvrir une cuve ronde
- Ajouter 4 ml De l'échantillon a analyser
- La valeur du PH de cet échantillon doit être entre Ph = 3
- Dissoudre les réactifs
- Ajouter 200 µl a 0,2 ml de R2
- Fermer et mélanger puis nettoyer la cuve de l'extérieur puis mesurer après 1 min

### 3. Protocole expérimental dans la filtration sur sable

#### 3.1. Matériel utilisé

- DBO mètre
- Colonnes en verre pour refroidissement
- pH mètre
- Balance analytique

- Agitateur magnétique
- Turbidimètre
- Jar-test
- Etuve – four magnétique réglable
- Bec benzène
- Les béchers de 1L
- Filtre a papier
- Eprovettes graduées
- Fiole jaugées
  
- Entonnoirs et burettes



**Figure18** : Le Jar –test



**Figure19** :Etuve



**Figure20** : agitateur magnétique



**Figure21** : Turbidimètre



**Figure22** : pH-.mètre



**Figure23/** : balance analytique



**Figure24** : DBO-mètre



**Figure25** : colonnes en verre

### 3.2. Colorants utilisés

Les colorants utilisés pour cette étude sont préparés au laboratoire par leur dissolution dans l'eau douce, il s'agit de :

- Le colorant Rouge solophnyl 4GE
- Le Noir dianix RXN appartenant à deux classes largement employé dans l'industrie textile :
- Les colorants Direct
- Les colorants Dispersés.

### 3.3. Rejets utilisés

Ils sont illustrés dans les tableaux suivants :

**Tableau 6** : Les deux types de rejets utilisés dans notre étude.

Nom de rejet	Colorant utilisé	Sa Famille
<b>Rejet numéro 1</b>	Rouge solophnyl 4GE	Directe
<b>Rejet numéro 2</b>	Noir dianix RXD	dispersé

### 3.4. Préparation des solutions des colorants

#### 3.4.1 Réactifs utilisés

Après avoir préparé les échantillons des rejets d'eau pollué on procède aux recettes des teinture bien définis au laboratoire .Le tableau 7 représente les recettes des teintures utilisées .

**Tableau 7** : les recettes de teinture utilisées.

Rejet 1	Rejet 2
1 litre de l'eau douce + 5 ccs du colorant rouge solophnyl 4GE + 5 g/l de Nacl	1litre de l'eau douce + 5cc du colorant noirdianix RXN + quelques gouttes d'acide acetique $\text{CH}_3\text{COOH}$ avec un PH 5,5+ quelques gouttes de decol

### 3.4.2. Coagulants utilisés

- Chaux  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- Sulfate de fer  $\text{FeSO}_4$
- Col floc RD

Les coagulants les plus utilisés sont des sels de métaux à bases d'aluminium et de fer quelques uns sont cités dans le tableau 8 :

**Tableau 8** : Les coagulants utilisés

Sels d'aluminium	Sels de fer
Sulfate d'aluminium $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	Chlorure ferrique $\text{FeCl}_3$
Chlorure d'aluminium $\text{AlCl}_3$	Sulfate ferrique $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
Aluinate de sodium $\text{NaAlO}_2$	Sulfate ferreux $\text{FeSO}_4$

## 4. Travail effectué au laboratoire

### 4.1. Détermination de l'alcalinité

Cette détermination est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral et présence d'un indicateur coloré.

### 4.2. Détermination du titre alcalimétrique (TA) :

Mesure de la teneur d'une eau en alcalis (hydroxydes) et de la moitié de sa teneur en carbonates

Le mode opératoire est le suivant :

- Prélever 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer de 250 ml
- Ajouter 1 à 2 gouttes de phénophtaléine.
- Une coloration rose apparaitra
- Verser doucement l'acide chlorhydrique 0.1 N à l'aide d'une burette
- Agiter constamment et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution (pH=8,3).

### 4.3. Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC)

- Le TAC mesure la totalité des carbonates et des bicarbonates et les ions hydroxydes. Utiliser l'échantillon précédant, en lui ajoutant 02 gouttes de méthylorange
- Titrer de nouveau avec l'acide chlorhydrique 0.1 N jusqu'à ce que la couleur jaune devient jaune orange.

#### **4.4. Dosage des chlorures**

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium comme indicateur.

#### **4.5. Détermination des titres hydrotimétriques**

Le titre hydrotimétrique exprime la somme des concentrations des cations calciques et magnésiens.

Le mode opératoire est le suivant :

- Dans un erlenmeyer de 250 ml :
- Nous introduisons 50 ml d'eau à analyser
- Quelques gouttes de Noir Eriochrome T (NET)
- 04 ml de la solution tampon ammoniacale pH 10
- Titrer avec l'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA 0,01 M) jusqu'au virage de l'indicateur du rouge bordeaux au bleu.

#### **4.6. Jar-test**

- Cet appareil permet de déterminer la concentration en coagulant flocculant et la vitesse d'agitation optimale pour obtenir le surnageant le moins turbide et les floccs les plus denses et les mieux décantés.

Le mode de travail de cet appareil est le suivant :

- Dans un flocculateur muni de deux béciers de 01 litre et d'un dispositif de réglage simultané, de la vitesse et du temps d'agitation exprimé respectivement en tours par minute. Ces deux paramètres peuvent varier en fonction :
  - de la vitesse de rotation → 0 à 140 tours /minutes.
  - du temps de rotation → 0 à 60 minute.
- Pour les expériences on retiendra le mode opératoire suivant :
  - coagulation → vitesse de rotation : 120 tours /minutes.
  - Temps de rotation : 1minute.

- floculation → vitesse de rotation : 80 tours /minutes.
- Temps de rotation : 10minute.
- Décantation → 20 minutes

### 4.7. Détermination du potentiel hydrogène

- Le potentiel Hydrogène (pH) est un coefficient qui caractérise l'acidité ou la basicité d'une eau. Une eau est acide si son pH est inférieur à 7, basique si son pH est supérieur à 7. Une eau est dite neutre à pH 7. Le pH d'une eau naturelle dépend de son origine et de la nature des terrains traversés.
- Un pH inférieur à 7 peut provoquer une corrosion des tuyauteries métalliques. Supérieur à 8, il entraîne une diminution de l'efficacité du processus de désinfection au chlore et peut conduire à des dépôts incrustants dans les circuits de distribution.
- Mesurer le pH a l'aide d'un mètre.

### 4.8. La détermination de la DCO

La demande chimique en oxygène DCO est un paramètre utilisé dans le contrôle des eaux usées et les études de pollution. C'est la mesure de la quantité équivalente d'oxygène nécessaire à l'oxydation de la majeure partie de la matière organique et de certains ions inorganiques oxydables

### 4.9. La détermination de la DBO5

La demande biochimique en oxygène DBO est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques biodégradables par voie biologique

Elle permet d'évaluer la fraction biodégradable de la charge polluante carbonée des eaux usées.

Elle est en général calculée au bout de 5 jours à 20 °C et dans le noir.

### 4.10. La détermination de MES

D'après Rodier (2005), après avoir filtré l'eau, les matières en suspension restent dans le filtre de suite elles sont pesés

Le mode opératoire est le suivant :

- Le filtre est séché a l'étuve pendant 120°C.
- Peser le filtre vide et noter sa masse.

- Installer le filtre sur l'équipement de filtration.
- Verser l'échantillon sur le filtre.
- peser le filtre après avoir séché à 120 °C puis noter sa masse.
- faire la soustraction
- La masse des MES est donnée par l'expression suivante :
- Masse des MES  $g/l = M_1 - M_0$

$M_0$  : masse du filtre vide.

$M_1$  : masse du filtre + MES.

## 5. Préparation du sable pour la filtration

Le sable est préparé par les différentes méthodes suivantes :

**5.1. Tamisage :** Le sable est passé à travers différents tamis de diamètre de mailles différentes de 12 mm 6 mm et 0,7 mm

- Tamiser le sable à travers un tamis de 12 mm.
- Faire passer le tamisât à travers un tamis de 6 mm.
- Entreposer le matériel retenu sur le tamis de 6mm, il constitue la couche de gravier de drainage.
- Tamiser le sable qui passe à travers le tamis de 6 mm à l'aide d'un tamis de 0,7 mm.
- Entreposer le refus du tamis 0,7 mm, il constitue la couche de gravier de séparation.
- Stocker le tamisât, il constitue le sable filtrant

## 5.2. Lavage

D'après Desjardins (2004), après avoir fait tamiser le sable dans les différentes tailles de tamis, les différentes fractions de gravier et du sable sont lavées avec de l'eau distillée et on ajoute du HCl à faible dose pour éliminer les impuretés, après cela on procède au séchage à l'étuve à une température de 120°C pendant 12 heures

L'effluent issu du décanteur est ensuite filtré, cette eau qui provient de la station d'épuration de l'usine textile. est versée dans un réservoir. Elle passe à travers le diffuseur et s'infiltre en traversant les couches de sable et de graviers. L'eau filtrée s'écoule vers les tuyaux d'évacuation.

---

### 5.3. Dosage des métaux lourds

#### 5.3.1. Dosage du chrome

Dans une solution peu acide, le chrome réagit avec le diphenylcarbazide et donnent la coloration rouge violet susceptible d'un dosage par spectrophotométrie d'absorption moléculaire (Rodier, 2008).

Le mode opératoire opératoire est le suivant :

- Dans une fiole jaugée émeri, 100 ml d'eau à analyser et 3ml de la solution acide de diphenylcarbazide sont introduits, bien agiter et laisser au repos cependant 5 minutes.
- Prélever 5ml dans la cuve
- Effectuer la lecture au spectrophotométrie a la longueur d'onde 540 nm.

#### 5.3.2. Dosage du zinc

- 100 ml d'eau à analyser sont introduites dans une cuve auxquelles sont ajoutés deux (02)gouttes du réactifs zinco
- Zn-1 plus deux gouttes du réactifs zinco Zn-2
- Rajouter cinq (05) gouttes du zinco Zn-3,
- Agiter et laisser reposer une minute.
- Effectuer la lecture en utilisant un papier comparatif.

# **Chapitre III**

## **Résultats et discussions**

Au cours de ces recherches et de ces analyses effectuées sur ces échantillons dans les deux laboratoires qui sont : le laboratoire de Draa Ben Khedda et l'ENIEM une démarche est un protocole très définis sont suivis pour analyser la capacité d'épuration de ces aux usées sue la bentonite et sur le sable

Au premier l'étude des paramètres ou indicateurs de pollution sont faits qui sont l'acidité ou le potentiel hydrogène pH, la turbidité, la demande chimique en oxygène BCO et la DBO5

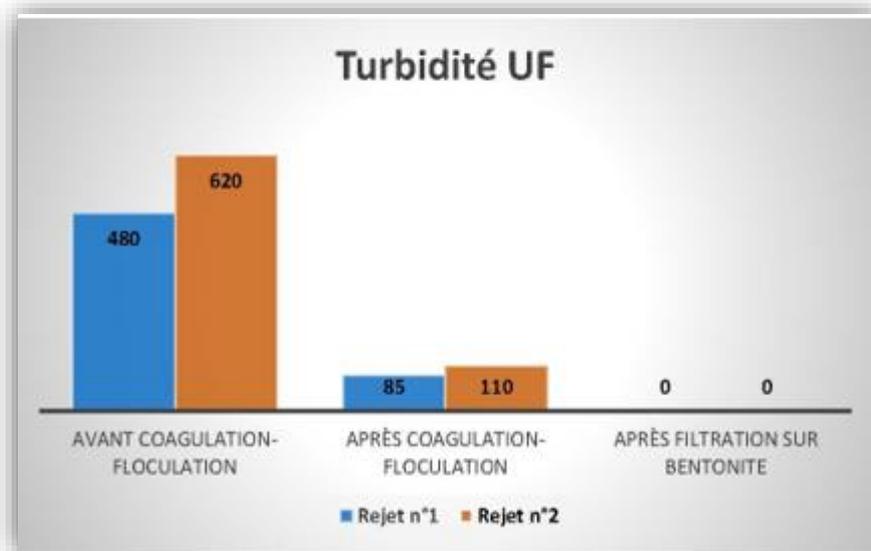
La deuxième partie consiste aux analyses effectuées pendant la coagulation floculation

La dernière partie consiste aux essais réalisés pour améliorer la dépollution des eaux traitées, par la technique de filtration sur sable et sur bentonite

### 1. Paramètres indicateurs de pollution pour la bentonite

Les résultats qui ont indiqué la pollution de ces eaux sont :

**1.1.La Turbidité (UF) :** La figure 26 suivante représente une comparaison des valeurs de turbidité avant et après coagulation floculation



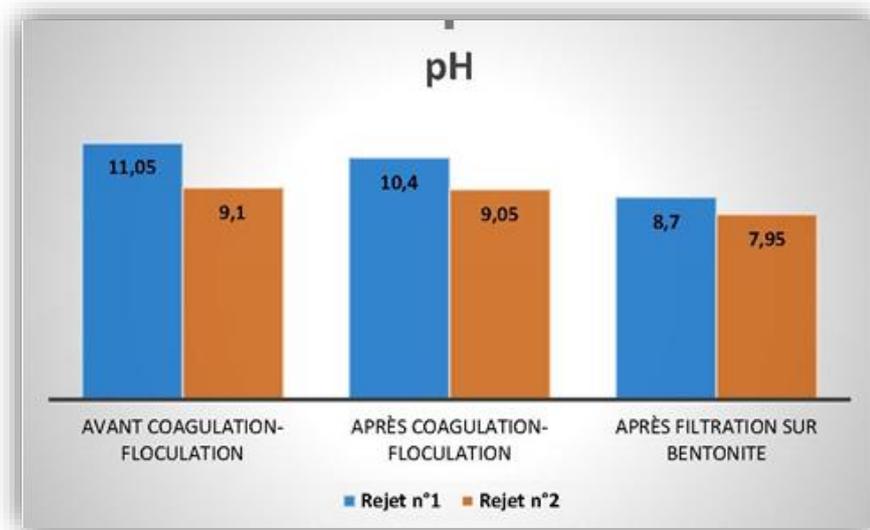
**Figure 26 :** La variation des valeurs de la turbidité avant et après la coagulation floculation et après la filtration sur la bentonite

Le traitement par coagulation floculation n'a pas éliminé la turbidité des eaux traitées de (R1 et R2) et ces valeurs sont respectivement de 480 UF pour R1 et 620 UF pour R2 et après avoir fait la coagulation floculation ces valeurs sont devenues 85 UF pour R1 et 110 UF pour le

rejet 2 car une partie de la lumière qui est absorbé par les MES et c'est ce qui a réduit la transparence

Après avoir fait la filtration sur la bentonite on constate une réduction de 100 % de ce paramètre et cette valeur est réduite a 0 UF

**1.2 potentiel Hydrogène (pH) :** La figure suivante représente les valeurs du pH avant et après la coagulation floculation et après la filtration sur bentonite



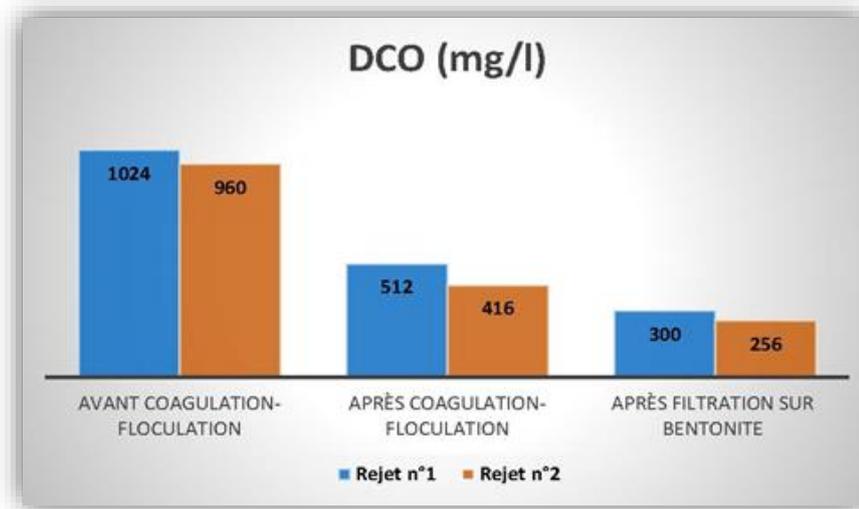
**Figure 27 :** variation des valeurs de pH avant et après coagulation floculation et après avoir effectué la filtration sur la bentonite

Les valeurs du pH avant et après la coagulation -floculation pour les deux rejets sont de 11,05 et de 9,1, ces eaux usées utilisés sont basiques en raison de la présence de colorants tels que le colorant réactif ,cette basicité diminue après la coagulation floculation avec un rabattement de 10,4 pour le rejet R1 et de 9,05 pour le rejet R2

Après avoir effectué la filtration sur bentonite les ces valeurs sont devenues de 8,7 pour R1 et 7, 95 pour le R2

### 1.3 Demande Chimique en Oxygène (mg/l)

La figure suivante représente les variations de la demande chimique en oxygène (DCO) en mg /l après coagulation floculation et après la filtration sur la bentonite



**Figure 28:** Les variations de la (DCO) en mg /l après la coagulation floculation et après la filtration sur la bentonite

Les valeurs de la demande chimique en oxygène sont très élevées avant les filtrations

(1024) mg/l pour l'effluent R1 et (960) mg/l pour l'effluent R2

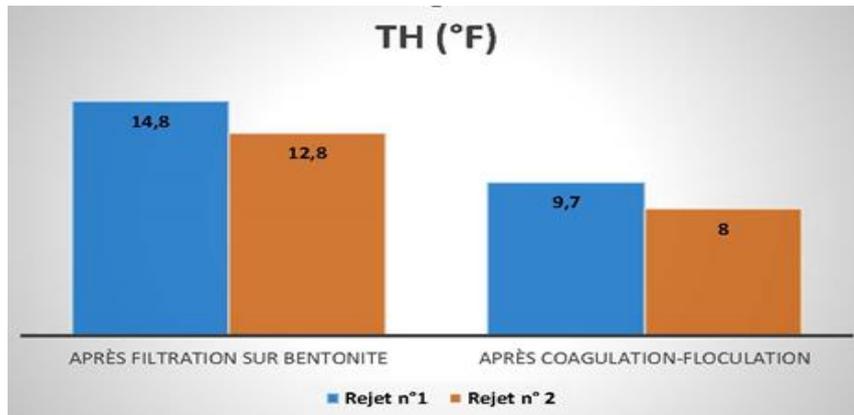
Après avoir fait traiter cette eau par coagulation floculation on constate que les valeurs de la (DCO) ont diminué soit de 512 mg/l pour le rejet R1 et de 416 mg/l pour le rejet R2

Après avoir fait la filtration sur la bentonite la diminution du taux de la (DCO) continue soit de 300 mg/l pour R1 et de 256mg/l pour le rejet R2

## 2. Les analyses effectués pendant la coagulation floculation

### 2.1. Titre Hydrotimétrique (TH) (°F)

Cette figure montre les variations de TH(°F) après la coagulation floculation et après avoir effectué la filtration sur la bentonite

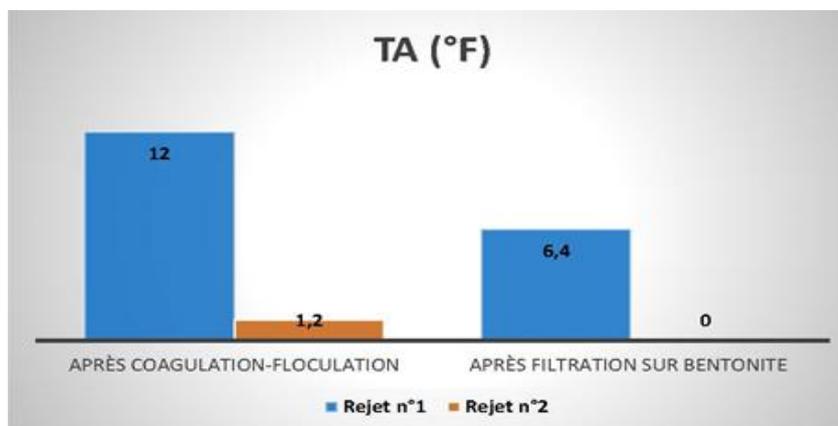


**Figure 29** : les variation des valeurs TH(°F) après la coagulation floculation et après la filtration sur la bentonite

Les valeurs des taux de TH(°F) sont presque les mêmes pour ces deux rejets ce qui montre que la concentration en ions calcium et de magnésium a diminué

### 2.2. Titre Alcalimétrique (TA) (°F)

Les variations des taux de TA (°F) après coagulation floculation et après traitement sur bentonite

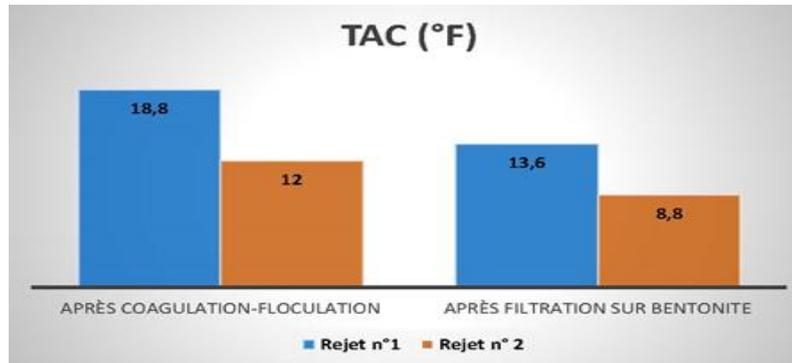


**Figure 30** : les variations des taux de TA(°F) après coagulation floculation et après la filtration sur la bentonite

Les valeurs des effluents textile de DBK en hydroxydes et carbonates diminuent respectivement pour le rejet R1 et R2 de 12°F à 6,4°F et de 1,2°F à 0°F

### 2.3. Titre Alcalimétrique Complet (TAC) (°F)

La figure suivante représente les variations des taux de TAC (°F) après la coagulation floculation et après la filtration sur la bentonite



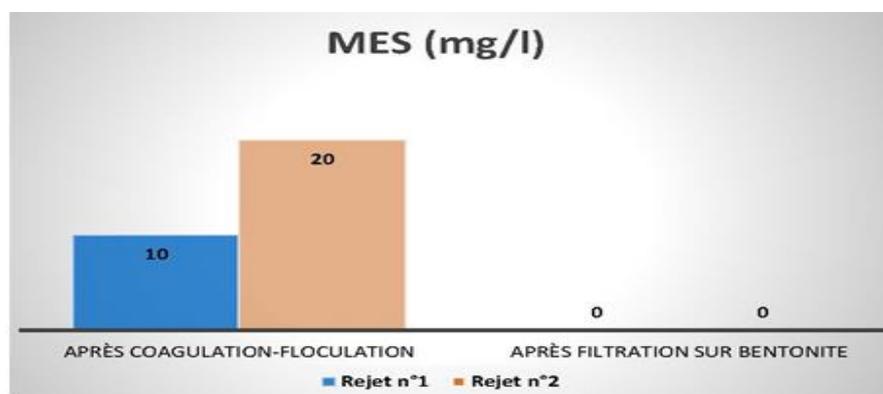
**Figure 31** : variation des valeurs du TAC (°F) après coagulation floculation et après la filtration sur la bentonite

Ces résultats démontrent une faible baisse des valeurs du paramètre étudié avec un pourcentage de 27,65% pour R1 et 35,29% pour le rejet R2 donc la présence d'hydrogencarbonates ( carbonates et hydroxydes )

Le traitement effectué pour étudier ces paramètres TA, TAC, TH est assez cohérent

### 2.4. Matières en Suspension (MES) (mg/l)

Cette figure représente les valeurs des MES en mg/l après coagulation floculation et après filtration sur bentonite

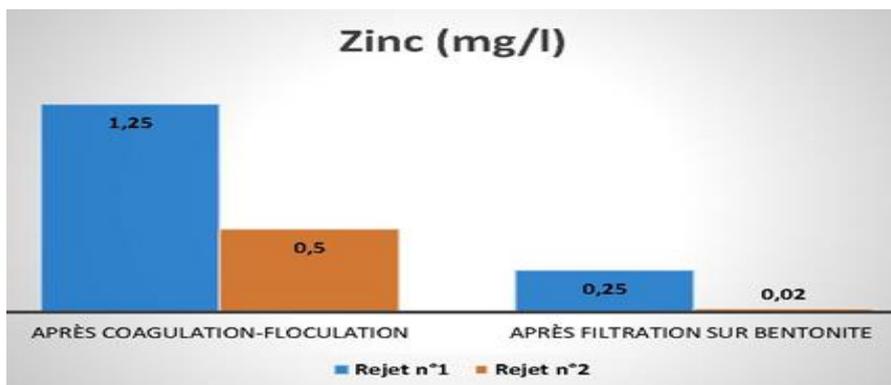


**Figure 32**: les valeurs des MES en mg/l après coagulation floculation et après filtration sur bentonite

Ces résultats représentent les valeurs des rejets en matières en suspension MES en mg/l. Après la filtration sur la bentonite les valeurs en MES du rejet 1 sont passées de 10 mg/l à 0 mg/l. Pour le rejet 2 elles ont diminué de 20 g/l jusqu'à 0 g/l. Ces résultats nous permettent de déduire que la taille des grains de la bentonite utilisée a permis d'absorber toutes les matières en suspension qu'il y avait dans les deux rejets.

### 3 .La filtration sur bentonite et les métaux lourds

**3.1. Le Zinc 4 (mg/l) :** Cette figure représente les variations des valeurs du zinc des deux rejets après coagulation floculation et après avoir effectué la filtration sur la bentonite.

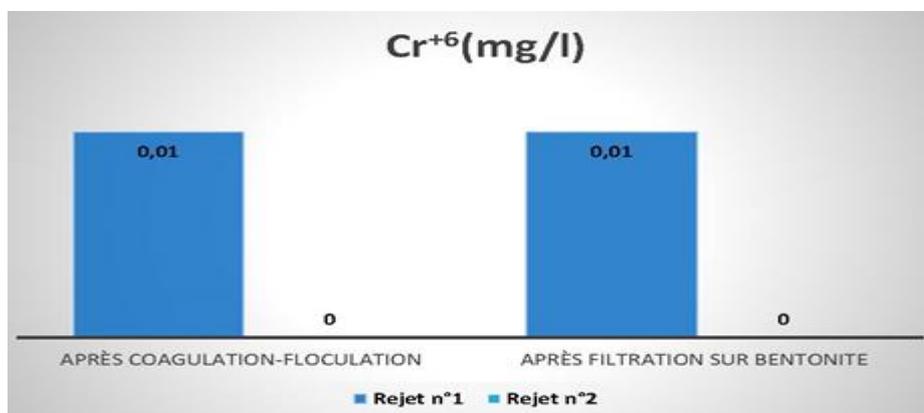


**Figure 33:** Les variations des valeurs du zinc des deux rejets R1 et R2 après la coagulation floculation et après avoir effectué la filtration sur la bentonite.

D'après les résultats qu'on a eu on constate que le rendement de la diminution du zinc après avoir effectué la filtration sur la bentonite est de 80% pour R1 et 96% pour le R2.

### 3.2. Le Chrome 6 (mg/l)

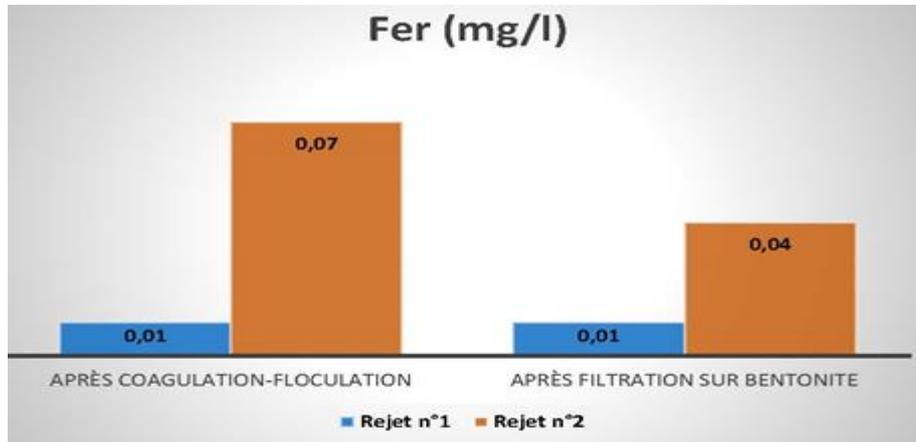
La figure suivante représente les variations des valeurs du chrome en mg/l des rejets R1 et R2 après coagulation floculation et après filtration sur la bentonite.



**Figure 34 :** variation des valeurs du chrome pour le rejet R1 et R2 après coagulation floculation et après la filtration sur la bentonite.

D'après ces résultats les valeurs du chrome après le traitement pour le rejet R1 se sont stabilisés à 0,01 mg/l et pour le rejet R2 nous constatons que la valeur du chrome est nulle

**3.3. Le fer total en(mg/l) :** Cette figure représente les variations de fer total en mg/l après la coagulation floculation et après la filtration sur bentonite



**Figure 35:** Les variations du fer total en mg/l pour le rejet R1 et R2 après la coagulation floculation et après la filtration sur bentonite

Nous remarquons dans l'analyse du fer total, une stabilité dans une valeur de 0,01 pour R1 et une diminution de 0,07 après la coagulation floculation vers 0,04 mg/l après la filtration sur la bentonite pour R2 avec un rendement de 42,85%.

**4. Paramètres indicateurs de pollution pour le sable**

Pour étudier l'efficacité du sable à éliminer la pollution chimique présente dans les rejets épurés de la station d'épuration de la CTO de DBK, on a pris des mesures du pH, turbidité, MES, et métaux lourds systématiquement sur l'eau traité avant et après filtration

**Tableau 9:** tableau comparatif de l'eau douce et l'eau filtrée

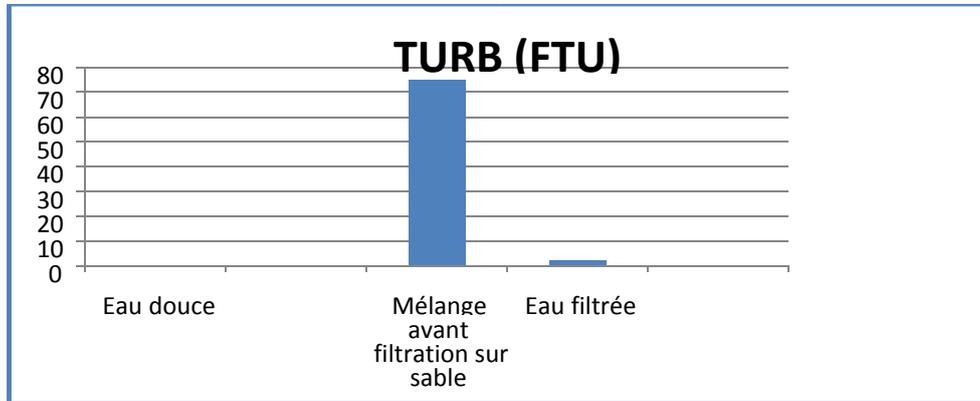
Paramètres	TURB (FTU)	pH	DCO (mg/l)	DBO5 (mg/l)	MES (mg/l)
Eau douce	0	8,5	80	24	0
Mélange avant filtration sur sable	75	7,9	144	42	0,03
Eau filtrée					

D'après ces résultats on déduit que la filtration sur le sable est vraiment satisfaisante pour

éliminer les matières en suspension (MES), la turbidité ; la DCO, et la DBO5

**4.1. La turbidité :**

La figure suivante représente la variation de la turbidité avant et après filtration sur sable



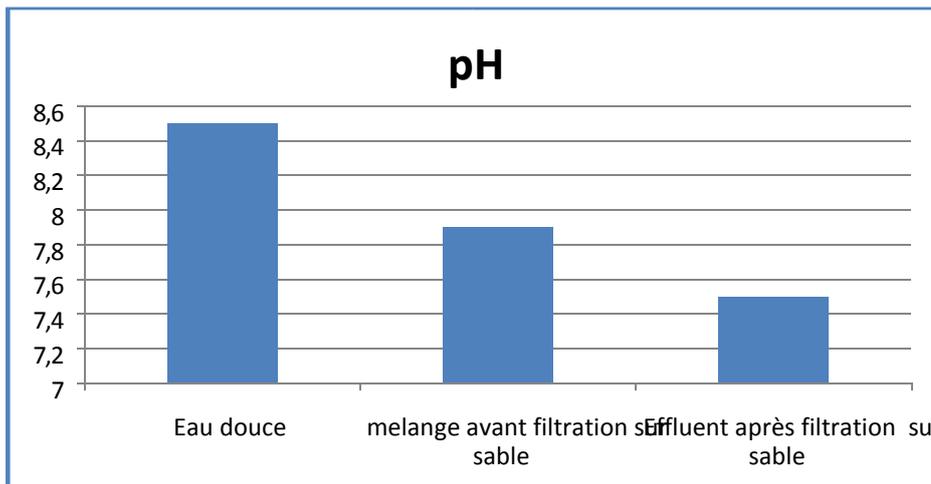
**Figure 36 :**

variation de la turbidité avant et après filtration sur sable

Selon cette figure le procédé de la coagulation floculation n’a pas éliminé le taux de turbidité la turbidité dans les rejets traité est de 75 FTU, après avoir filtré cette eau sur sable on remarque une réduction importante de la turbidité qui est de 96,66 % , puis une diminution jusqu’a 2,5 FTU

**4.2. Le pH**

La figure suivante représente les variations du potentiel hydrogène pH avant et après filtration sur sable

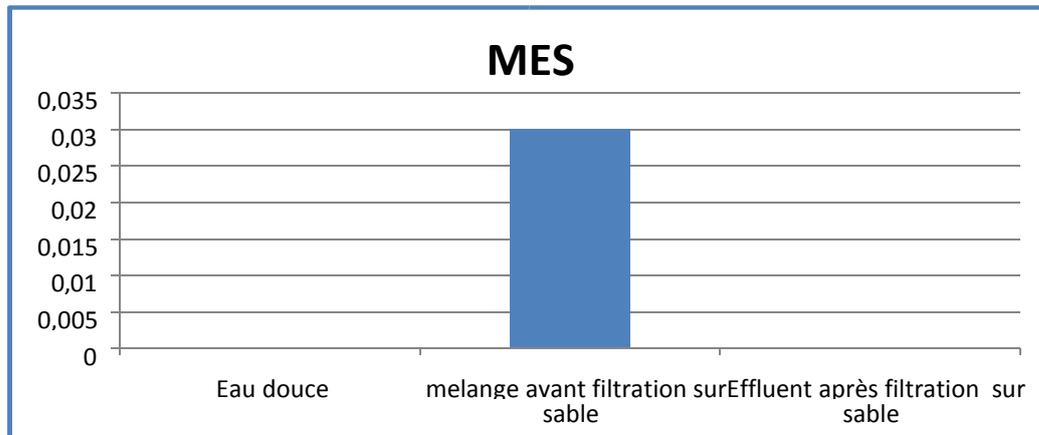


**Figure 37 :**variation du pH avant et après filtration sur sable

D’après cette figure nous constatons que les valeurs du pH après la filtration sur le sable est neutre pH =7,5

### 4.3. Les matières en suspension

Cette figure représente les valeurs des MES en mg/l avant et après filtration sur sable

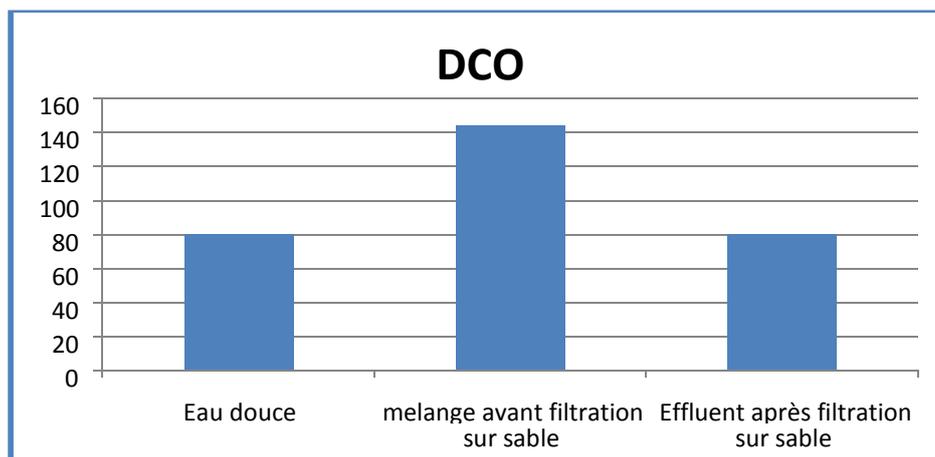


**Figure 38:** variations des MES avant et après filtration sur le sable

Après avoir effectué la filtration sur sable nous remarquons que le taux d'élimination des MES est très élevé. La taille des grains de sable favorise une meilleure filtration car les couches supérieures du sable forment une accumulation de particules organiques et minérales dans les quelles règne une grande activité biologique

### 4.4. Demande chimique en oxygène :

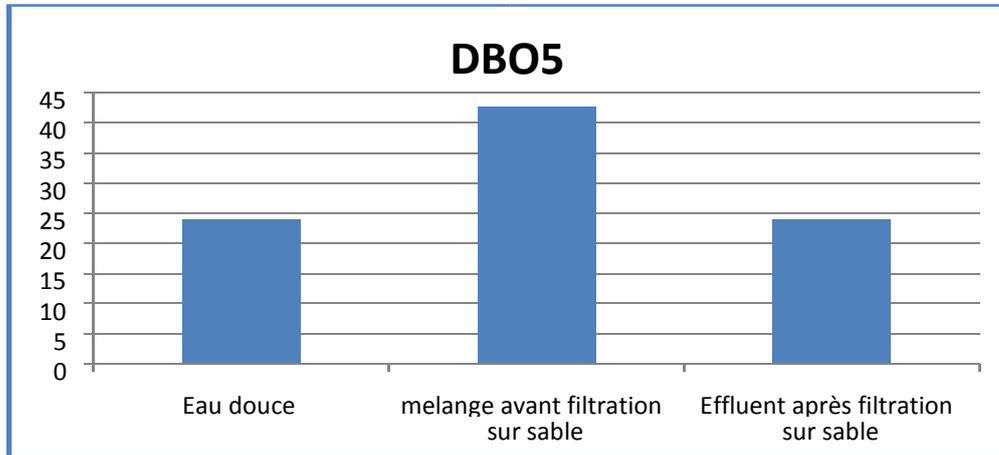
Cette figure représente les variations du taux de la DCO avant et après filtration sur le sable



**Figure 39 :** valeurs de la DCO avant et après filtration sur le sable

-D'après ces résultats nous avons constaté une diminution importante du taux de la DCO, Après avoir effectué la filtration sur le sable on a obtenu une valeur de 80 mg/l , cette dernière obéit aux normes algériennes de rejet (120 mg/l)

**4.5. La demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) :** Cette figure représente le taux de la DBO<sub>5</sub> des rejets avant et après filtration sur sable



**Figure 40:** la variation de la DBO<sub>5</sub> avant et après filtration sur sable.

D'après ces résultats nous constatons que la valeur de la DBO<sub>5</sub> a baissé jusqu'à ce qu'elle atteigne 24mg/l

Selon JORA (1993) la qualité de cette eau traitée par la filtration sur sable en DBO<sub>5</sub> est inférieure aux normes Algériennes de rejet.

**5. La filtration sur le sable et les métaux lourds**

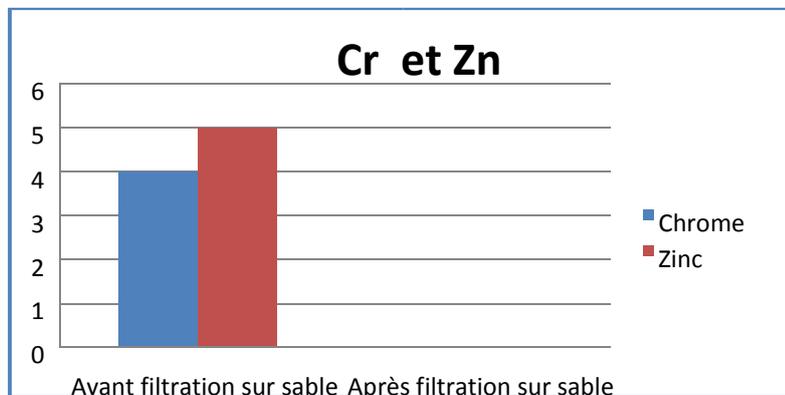
Après avoir mesuré le taux du chrome et du zinc contenu dans les rejets après filtration sur sable on a obtenu les résultats du tableau suivant :

**Tableau 10:** Impact de la filtration par le sable sur quelques métaux lourds

	Avant filtration sur sable (mg/l)	Après filtration sur sable (mg/l)
Chrome (mg/l)	4	0,01
Zinc (mg/l)	5	0,03

### 5.1. Le chrome et le zinc

La figure suivante représente les variations des taux de zinc et de chrome avant et après la filtration sur le sable



**La figure 41:** la variation des concentrations du Cr et du Zn avant et après filtration sur sable.

D'après cette figure nous constatons qu'après avoir filtré l'eau sur le sable il ya apparition d'une forte diminution de la concentration du chrome et du zinc

Les résultats des analyses effectuées sur l'eau filtrée par le sable montrent une forte diminution de la concentration du chrome et du zinc et selon JORA (1993), cette diminution pourrait être expliquée par le phénomène de rétention physique.

### 5.2.Discussion

En Algérie, la quantité d'eaux usées rejetées annuellement est estimée à environ cinq cent millions de mètres cubes par an, seulement 15 % des eaux industrielles sont épurées (Chalali, 1997),

les eaux usées industrielles subissent des étapes de traitement qui sont le dessablage, le dégraissage par coagulation floculation et la filtration biologique

Ces eaux usées industrielles textiles contiennent des métaux lourds, des matières organiques, des produits azotés et du phosphore.

Après avoir traité les eaux usées industrielles par la technique de coagulation floculation et la filtration sur bentonite la turbidité (UF) est réduite de DE 100% jusqu'à ce qu'elle atteigne le seuil de 0 UF .Le taux du fer total est réduit de 42% ,la demande biochimique en oxygène (DCO) et le pH, les hydroxydes de carbonate ont diminué de 35% et la concentration en ions calcium et magnésium ont diminué donc le traitement effectué pour étudier ces paramètres TA,TAC,TH est assez cohérent , le taux des matières en suspension est réduit de 20 mg/L jusqu'à 0 mg/l car la taille des grains de bentonite utilisé a permis d'absorber toutes les matières en suspension contenues dans les rejets d'eau usées industrielles, le rendement de diminution du zinc a diminué de 90% ,la valeur du chrome est nulle

Les métaux lourds sont réduits par la filtration sur bentonite, la réduction du taux de zinc est meilleure par rapport aux autres métaux lourds

Les résultats de la filtration sur le sable sont satisfaisants, la turbidité est réduite de 96 ,66% la valeur de réduction des matières en suspension (MES)sont presque les mêmes avec celles de l'eau douce, après avoir effectué cette filtration le pH est de 7,6 proche de la neutralité, Le taux de la DCO est de 80 mg/l et la DBO<sub>5</sub> 24 mg/l, les valeurs du chrome et du zinc sont nulles. Selon JORA (1993), cette diminution pourrait être expliquée par le phénomène de rétention physique.

Les deux méthodes de filtration ont donné des résultats satisfaisants, elles permettent d'éliminer les matières organiques et les pollutions chimiques Le principal inconvénient de la filtration sur sable est que l'eau s'écoule de plus en plus lentement sur les filtres au fur et à mesure qu'on les utilise. Lorsque le traitement devient trop lent, il faut remplacer le sable.

D'après des études faites sur le mélange sable/bentonite, nous citons Thériaud P. (2000), Kouloughli S. et Bencheikh Lehocine M. (2007) nous proposons de réaliser ce couplage à l'échelle industriel

# Conclusion

Les eaux usées sont toutes les eaux de nature à contaminer les milieux dans lesquels elles seront déversées, c'est pourquoi dans un souci de respect de ces différents milieux des traitements ont été réalisés sur ces effluents.

L'entreprise textile de Draa Ben Khedda pratiquent des activités qui génèrent une quantité importante de polluants qui s'écoulent dans les eaux résiduaires. Ces derniers mènent une charge importante en colorants textiles. Ceux-là doivent passer par un traitement sévère afin de d'éliminer la toxicité de ces colorants.

Ce travail de recherche que nous avons abordé se concentre sur le traitement des eaux usées des effluents textiles de l'entreprise de DBK par deux méthodes différentes

En premier lieu nous avons évoqué le traitement de ces effluents textiles par la filtration sur la bentonite, en second lieu la filtration par le sable.

L'objectif de cette étude est d'assembler et de comparer les études menés sur la filtration des eaux usées par la technique de filtration sur La bentonite et l'autre technique qui se concentre sur le traitement de ces effluents par la filtration sur le sable

Ce travail se focalise sur trois chapitres, dans le premier chapitre nous avons recueilli

Toutes les données qui concernent notre étude, tandis que le deuxième chapitre concerne les modes opératoires mené lors de ces recherches précédentes. La troisième partie est réservée aux résultats obtenus et aux discussions lors des deux études citées.

D'après les résultats obtenus nous concluons que la technique de coagulation floculation donne des résultats satisfaisants mais n'a pas pu éliminer la totalité des métaux lourds contenus dans ces rejets. La filtration sur la bentonite et sur le sable c'est deux méthodes efficace qui améliorent considérablement l'épuration et la filtration de ces eaux résiduaires. Ces sont deux méthodes complémentaires efficaces.

D'après ces études faites sur le sable/bentonite on cite Thériaud P. (2000), Kouloughli S. et Bencheikh Lehocine nous proposons aux industries d'effectuer cet assemblage sable bentonite. Ces études nous ont donné des résultats satisfaisants mais nous proposons

Une étude plus approfondie et sur une longue période et cela afin de mieux réussir ces techniques de filtrations.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

**Amirouche I., 2011** : étude du pouvoir de sorption du cuivre (ii), du zinc (ii) et des polyphénols par les bentonites sous l'effet des irradiations micro-ondes : mémoire de mag. en chimie. option chimie de l'environnement. université mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

**Ramade f., 2000** : dictionnaire encyclopédique des pollutions, les polluants de beaux ., 2004 : l'environnement 1<sup>ère</sup> éd. nathan, paris. **Mémoire de master**  
l'environnement à l'homme : éd. edi science, paris. **2012** : filtration des

**Caillere s., 1982** : minéralogie des argiles : structure et propriétés physico-chimiques, 2<sup>ème</sup> éd. inra et masson, paris.  
eaux usées par la technique de filtration sur le sable

**Chikhi k., 2013** : adsorption du zinc sur la bentonite de maghnia : mémoire de mast. en génie des procédés. spécialité génie de l'environnement. université kasdi merbah ouargla.

**Degremont, 1989** : mémento technique de l'eau, tome 1. 9<sup>ème</sup> éd., paris

**Degremont, 2005** : mémento technique de l'eau, tome 1. 2<sup>ème</sup> éd. cinquantenaire, paris.

**Fisher scientific, 1999** : produits chimiques et biologique.

**Jora, 2006** : journal officiel de la république algérienne n°26.

**Koller e., 2009** : traitement des pollutions industrielles : eau, air, déchets, sols, boues. 2<sup>ème</sup> éd. dunod, paris.

**Mehdi f., 2014** : modification de la bentonite par un sel de diphosphonim –applications l'adsorption des colorants textiles (rouge, bleu et jaune bemacide) : mémoire de mast. en chimie. option sciences séparatives et environnement. université aboubekr belkaid tlemcen

**Mekhalif f., 2009** : réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement : mémoire de magistaire . en chimie. option pollution chimique et environnement. université du 20 août 1955 skikda

**OMS, 2004** : organisation mondiale de la santé.

**Pesson p., 1976** : la pollution des eaux continentales : incidence sur les biocénoses aquatiques éd. gauthier-villars. bordas, paris

## Références bibliographiques

---

**Ramade f., 1998** : dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau : éd. edi-science international de paris

**Ramade f., 2005** : éléments d'écologie ; écologie appliquée sixième éditions dunod, paris 2005.

**Rodier j., 2009** : analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 9<sup>ème</sup> éd dunod, paris.

**Sinik., 2011** : adsorption des composés phénoliques des margines sur des bentonites modifiées : mémoire de mast. en chimie. option chimie de l'environnement. université mouloud mammeri de tizi-ouzou

**Vilagines, r (2003)**: eau, environnement et santé publique, édition lavoisier 2<sup>ème</sup> édition

**Ramade.f (2007)** : introduction à l'écotoxicologie, fondement et application.

**OMS (2004)** : organisation mondial de la santé directives de qualité pour l'eau de boisson. volume 1, 3eme édition. genève.

**Koller, e 2004** :traitement des pollutions industrielles, eau, sol et boues.

**Desjardins r. (1997)**:le traitement des eaux, edition de l'école polytechnique de montréal

**Castany 1998** : hydrologie, principe et méthode, édition dunod. paris.

**Anliker a (1979)**. ecotoxicology of dyestuffs-a joint effort by industry. écotoxicologie environ. safety,

**Uespa 2007**, united earth space probe agency

**A gaid 1984** : l'épuration biologique des eaux résiduaires

**(Galvis et al., 1993)** traitement des eaux de consommation par filtration lente sur sable à plusieurs étapes

**Buffle et al., (1998)** traitement primaire des eaux usées

**Wegelin et al. (1997)**:les membranes biologiques

**Macabih et al, (2000)** :adsorption des matières organiques des eaux usées urbaines sur la bentonite

**(Boutarfa 2012 )** :caractérisation physique et rhéologique de la bentonite de maghnia

**(Andriane, 2003)**:l'adsorption chimique

**(vandermeersch,2006)**:étude comparative de l'efficacité des traitements d'épuration des eaux usées pour l'élimination des micro-organismes pathogènes

**(Boukrah, 2008 ; Mehdi, 2014)**. détermination des paramètres physico-chimiques gouvernant la bio-élimination d'un colorant en milieu aqueux

**(Derafa, 2014)**:.synthèse de nouveaux complexes de base de schiff de métaux de transition non symétriques

**Von maubeuge (2004)**:identification de l'origine de la bentonite des gsb: l'outil isotopique

**Abdelouhab (1987)**:effet de l'activation de la bentonite sur l'adsorption de substances.

**joss (2011)**:le titre alcalimétrique ( ta) et le titre alcalimétrique complet ( tac)

**mémoire de master Cherifi Ep ouhoucine djamila (2016)** : amélioration du traitement physicochimique des eaux usées par la filtration sur bentonite

**(Baouni, 1987)** :Mécanismes des traitements biologiques des eaux

**(Tardat-henry, 1992)** :chimie des eaux

**(Yusuf et Sonibare, 2004)**: Les colorants textiles sources de contamination de l'eau

**(Willmott et al., 1998)** : Traitement chimique de la boue de l'industrie de textile.

**Manahan (1994)** : Chimie de l'environnement

**(Mills et al., 1998)** : Les colorants textiles sources de contamination de l'eau

**Mckenzie(1975) et Brindley (1996)** : Étude de matériaux argileux

**Landis et Von Maubeuge (2004)** : identification de l'origine de la bentonite

## **Résumé**

Ce travail est effectué dans le but de comparer deux méthodes différentes de filtration des eaux usées du complexe textile de DBK par la technique de filtration sur le sable et sur la bentonite de Meghnia. Plusieurs paramètres sont analysés pour comparer les résultats obtenus avant et après la coagulation floculation et après l'adsorption sur la bentonite et la filtration sur le sable., tels que l'analyse de la turbidité, la demande biochimique en oxygène (DCO), les matières en suspension (MES), le titre alcalimétrique (TA), le titre alcalimétrique complet (TAC), le zinc et le chrome, et d'après les résultats obtenus la filtration de ces eaux usées industrielles par ces deux techniques est satisfaisante , ces deux méthodes de filtration doivent être appliquées sur les eaux usées avant d'être déversées dans le milieu naturel.

**Mots clés :** DCO, TAC, coagulation floculation, adsorption, Draa Ben Khedda

## **Abstract**

This work is carried out in order to compare two different methods of filtering wastewater from the DBK textile complex by the sand filtration technique and Meghnia bentonite filtration technique. Several parameters are analyzed to compare the results obtained before and after coagulation flocculation and after adsorption on bentonite and filtration on sand., Such as turbidity analysis, biochemical oxygen demand (COD), suspended solids (SS), the alkalimetric strength (TA), the complete alkalimetric strength (TAC), zinc and chromium, and according to the results obtained the filtration of this industrial wastewater by these two techniques is satisfactory, these two filtration methods must be applied to wastewater before being discharged into the natural environment

**Keywords:** COD, TAC, coagulation flocculation, adsorption, Draa Ben Khedda