

N° d'ordre

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE**

**LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou**

**Faculté des Sciences Département de Chimie**



Domaine

Science de la matière

**Mémoire de Master**

Option

**Chimie de l'Environnement**

Thème

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

Présenté par :

M<sup>me</sup> : CHERIFI Ep OUHOCINE Djamila

M<sup>me</sup>: BELFODIL Ep TABTI Nadia

Soutenu le 06/11/2016 devant le jury composé par :

<b>M<sup>er</sup> KADOUCHE Slimane</b>	<b>MCB</b>	<b>UMMTO</b>	<b>Président.</b>
<b>M<sup>me</sup> MEDJDOUB-BENSSAAD Ferroudja</b>	<b>Prof.</b>	<b>UMMTO</b>	<b>Promotrice.</b>
<b>M<sup>er</sup> MERBOUTI Lounes</b>	<b>Ingénieur</b>	<b>EATIT</b>	<b>Co-promoteur.</b>
<b>M<sup>me</sup> BAAZIZ Bahia</b>	<b>MAA</b>	<b>UMMTO</b>	<b>Examinatrice.</b>
<b>M<sup>me</sup> LOUNI Dalila</b>	<b>MAA</b>	<b>UMMTO</b>	<b>Examinatrice.</b>

2015/2016

# *Remerciements*

Nous tenons à remercier très profondément :

M<sup>me</sup> F. MEDJOUB-BENSSAD, notre promotrice professeur à l'université MOULOUD MAMMERI de Tizi-Ouzou, M<sup>r</sup> L. MERBOUTI, Co-promoteur et le Chef de département fluide de l'unité textile de Draa Ben Khedda, Tizi-Ouzou, pour leur aide, leurs conseils fructueux, et le temps qu'ils nous ont consacré pour la réalisation de notre mémoire.

M<sup>r</sup> F.KARDACHE, maître assistant, chargé de cours à l'UMMTO, de nous faire l'honneur de présider le jury de soutenance.

M<sup>me</sup> B. BAAZIZ, maître assistante, chargée de cours à l'UMMTO ainsi que M<sup>r</sup> S. BENNABI, maître assistant chargé de cours, pour pouvoir examiner ce travail.

M<sup>lle</sup> F. BOUDAOUUD, responsable du laboratoire de l'unité textile de Draa Ben Khedda, Tizi-Ouzou, pour son accueil chaleureux et son aide durant toute la période expérimentale.

Notre reconnaissance s'adresse aussi au personnel du laboratoire de l'Entreprise Nationale Industrielle de l'Electroménager M<sup>r</sup> M. AZIZEN, qui nous a favorablement accueilli et aidé pour la réalisation de quelques analyses.

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

# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes très chers parents, je ne trouverai jamais des mots qui conviennent pour les remercier de tous leurs sacrifices et leurs amours.*

*Une dédicace particulière à mon mari qui est toujours à mes côtés qui a su enrichir ce qui était en moi et qui a fait naître et nourrir de nouvelles valeurs de la vie de mon moi profond.*

*Et je ne pourrai oublier la prunelle de mes yeux, mon adorable fils Amine qui savait toujours m'épanouir avec son petit sourire, à qui je souhaite un avenir rayonnant et plein de succès.*

*Mes Grands-parents,*

*Mes frères Hocine et sa future femme Nesrine, Sofiane, Hakim et Malik,*

*Ma belle-famille,*

*Toute la famille CHERIF,*

*Mon binôme Nadia et son mari,*

*Tous ceux qui me sont chers.*

**Djamila**

# Dédicaces

*Je dédie ce travail à  
Mes parents, qui m'ont toujours soutenu depuis ma  
tendre enfance et qui m'ont toujours encouragé à  
poursuivre mes études et à dépasser les difficultés de  
la vie*

*Mes grands- parents particulièrement ma grand-  
mère maternelle*

*A mes frères et mes sœurs et belles sœurs*

*A toute la famille BELFODJL*

*A mon binôme Djamila, son mari et son fils Amine  
Une dédicace particulière à mon cher mari et toute sa  
famille*

*Et sans oublier toutes mes chères amies pour leur aide  
durant tout mon cursus.*

*Nadia*

## Liste des tableaux

---

<b>Tableau 1 :</b> Polluants présents dans les effluents de certaines industries .....	4
<b>Tableau 2 :</b> Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels selon le Journal Officiel de la République Algérienne N°26 du 23 Avril 2006.....	10
<b>Tableau 3:</b> Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides dans l'industrie textile selon le Journal Officiel de la République Algérienne N°26 du 23 Avril 2006.....	10
<b>Tableau 4 :</b> Matériel et réactifs utilisés.....	34
<b>Tableau 5 :</b> Recettes de teinture utilisées .....	35

## Liste des figures

---

<b>Figure 1 :</b> Représentation schématique d'une structure des minéraux argileux vu la terminologie employée. ....	17
<b>Figure 2 :</b> Représentation schématique d'un feuillet de smectite (Kadouhe, 2013). ....	20
<b>Figure 3 : (a) :</b> Double Couche Gouy-Chapmann. <b>(b) :</b> Transport des éléments colloïdes. ...	23
<b>Figure 4 :</b> Mécanisme de transport de l'adsorbat au sein d'un grain. ....	24
<b>Figure 5 :</b> Etapes de traitement des eaux usées. ....	29
<b>Figure 6 :</b> Schéma représentatif du processus technologique de la filature ....	32
<b>Figure 7 :</b> Schéma représentatif du processus technologique du tissage. ....	33
<b>Figure 8 :</b> Schéma représentatif du processus technologique du finissage. ....	34
<b>Figure 9 :</b> Rejet pendant la coagulation.....	36
<b>Figure 10 :</b> La décantation dans les deux échantillons.....	36
<b>Figure 11 :</b> Apparition de la couleur rose violacée ....	37
<b>Figure 12 :</b> Apparition de la couleur bleue.....	37
<b>Figure 13 :</b> Apparition de la couleur rose.....	38
<b>Figure 14 :</b> Disparition de la couleur.....	38
<b>Figure 15 :</b> Apparition de la couleur jaune orangée ....	39
<b>Figure 16 :</b> Filtration du rejet. ....	40
<b>Figure 17 :</b> Filtration sur bentonite.....	41
<b>Figure 18 :</b> Variation des valeurs de la turbidité (UF) avant, après la coagulation floculation et après filtration sur bentonite.....	45
<b>Figure 19 :</b> Variation des valeurs du pH avant, après la coagulation floculation et après filtration sur bentonite ....	46
<b>Figure 20 :</b> Variation des valeurs de la DCO (mg/l) avant, après la coagulation floculation et après filtration sur bentonite.....	47

## Liste des figures

---

<b>Figure 21</b> :Variation des valeurs du TH (°F) après la coagulation floculation et après filtration sur bentonite .....	48
<b>Figure 22</b> :Variation des valeurs du TA (°F) après la coagulation floculation et après filtration sur bentonite .....	49
<b>Figure 23</b> :Variation des valeurs du TAC (°F) après la coagulation floculation et après filtration sur bentonite .....	49
<b>Figure 24</b> :Variation des valeurs de MES (mg/l) après la coagulation floculation et après filtration sur bentonite .....	50
<b>Figure 25</b> :Variation des valeurs du zinc (mg/l) après la coagulation floculation et après filtration sur bentonite .....	51
<b>Figure 26</b> :Variation des valeurs du Cr <sup>+6</sup> (mg/l) après la coagulation floculation et après filtration sur bentonite .....	52
<b>Figure 27</b> : Variation des valeurs du fer (mg/l) après la coagulation floculation et après filtration sur bentonite .....	52

## Liste des abréviations

---

**CEC** : Capacité d'échange Cationique.

**COTITEX** : Coton Industrie Textile

**DBO<sub>5</sub>** : Demande Biochimique en Oxygène mesurée après 5 Jours.

**DBK** : Draa Ben Khedda.

**DCO** : Demande Chimique en Oxygène

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

**EDTA** : Acide Ethylène Diamine Tétra Acétique.

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

**ENOF** : Entreprise Nationale des Produits Miniers Non Ferreux

**ERI** : Eaux Résiduaires Industrielles.

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

**meq** : Milliéquivalent

**MES** : Matières en Suspension.

**mg/L** : Milligramme par litre.

**min** : Minute.

**mm** : millimètre.

**MO** : Matière Organique.

**NEE** : National – Eau et Environnement

**nm** : nanomètre.

## Liste des abréviations

---

**Net** : Noir eriochrome tampon.

**OAIC** : Office Algérienne des Céréales.

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

**pH** : Potentiel Hydrogène.

**SNS** : Société Nationale de Sidérurgie.

**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.

# Sommaire

---

## Liste des figures

## Liste des tableaux

## Liste des abréviations

## Introduction générale..... 1

## Chapitre I : Généralités

I	Pollution.....	3
I.1	Définitions de la pollution .....	3
I.2	Différents types de pollution .....	3
I.3	Diversité des polluants.....	4
I.4	Principales sources de pollution .....	4
I.4.1	Pollution d'origine domestique et urbaine .....	4
I.4.2	Pollution d'origine agricole.....	5
I.4.3	Pollution d'origine industrielle.....	5
I.5	Critères globaux de pollution .....	5
I.5.1	Matières en suspension (MES) et matières décantables.....	5
I.5.2	Acides et alcalins.....	6
I.5.3	Alcalinité (TA - TAC).....	6
I.5.4	Matières dissoutes .....	7
I.5.5	Matières colloïdales.....	7
I.5.6	Matières organiques .....	7
I.5.7	Métaux lourds.....	8
I.5.8	Couleur .....	8
I.5.9	Transparence .....	8
I.6	Paramètres de définition de la pollution .....	8
I.6.1	Potentiel hydrogène (pH) .....	8

# Sommaire

---

I.6.2	Turbidité .....	9
I.6.3	Demande Biochimique en Oxygène (DBO <sub>5</sub> ) .....	9
I.6.4	Demande Chimique en Oxygène (DCO) .....	9
I.6.5	Biodégradabilité .....	9
I.7	Normes de rejets .....	10
II	Métaux lourds .....	11
II.1	Définition.....	11
II.2	Pollution par les métaux lourds et effets sur l'environnement .....	11
III	Colorants.....	12
III.1	Définition.....	12
III.2	Différent types de colorants .....	13
III.2.1	Colorants basiques ou cationiques .....	13
III.2.2	Colorants acides ou anioniques .....	13
III.2.3	Colorants à complexe métallique .....	13
III.2.4	Colorants réactifs.....	14
III.2.5	Colorants dispersés.....	14
III.2.6	Colorants au soufre.....	14
III.2.7	Colorants de cuve.....	14
III.2.8	Colorants azoïques .....	15
III.2.9	Colorants directes : .....	15
III.3	Toxicité des colorants.....	15
III.3.1	Dangers à court terme .....	15
III.3.2	Dangers à long terme.....	16
IV	Argile .....	17
IV.1	Définition.....	17
IV.2	Structure des minéraux argileux .....	17

# Sommaire

---

IV.3	Classification des argiles .....	18
IV.4	Bentonite.....	18
IV.4.1	Définition .....	18
IV.4.2	Origine et composition .....	19
IV.4.3	Structure de la bentonite.....	19
IV.4.4	Différents types de bentonite.....	20
IV.4.5	Domaine d'utilisation de la bentonite : .....	21
IV.4.6	Propriétés de la bentonite .....	21
IV.4.7	Bentonite en Algérie.....	22
V	Adsorption.....	23
V.1	Définition :.....	23
V.2	Description du mécanisme d'adsorption .....	23
V.3	Type d'adsorption.....	24
V.3.1	Adsorption physique (physisorption) .....	25
V.3.2	Adsorption chimique (chisomisorption).....	25
V.4	Facteurs influençant le phénomène d'adsorption .....	25
VI	Procédés de traitement des effluents industriels .....	25
VI.1	Prétraitements .....	26
VI.1.1	Dégrillage et le tamisage .....	26
VI.1.2	Dessablage :.....	26
VI.1.3	Dégraissage - déshuilage .....	26
VI.2	Traitement primaire .....	26
VI.3	Traitement secondaire (les procédés d'épuration biologiques) .....	27
VI.4	Traitement tertiaire : .....	27
VI.5	Traitement des boues / traitement des odeurs .....	27

# Sommaire

---

## Chapitre II : partie expérimentale

I	Présentation de l'unité textile de Draa Ben Khedda (DBK) .....	30
I.1	Situation géographique .....	30
I.2	Besoin en eau .....	31
I.3	Processus technologique textile .....	31
I.3.1	Filature .....	31
I.3.2	Tissage .....	32
I.3.3	Finissage .....	33
II	Protocole expérimental .....	34
II.1	Matériel et réactifs utilisés .....	34
II.2	Manipulation effectuées .....	35
II.2.1	Préparation des solutions .....	35
II.2.2	Préparation des échantillons .....	35
III	Mode opératoire .....	35
III.1	Technique de coagulation-floculation .....	35
III.2	Détermination de la turbidité .....	36
III.3	Détermination de potentiel Hydrogène (pH) .....	36
III.4	Détermination du Titre Hydrotimétrique (TH) .....	36
III.5	Détermination de l'alcalinité .....	37
III.5.1	Titre Alcalimétrique (TA) .....	37
III.5.2	Titre Alcalimétrique Complet (TAC) .....	38
III.6	Détermination des MES .....	39
III.7	Analyse de la DCO .....	40
IV	Filtration sur bentonite .....	40
V	Métaux lourds .....	41
V.1	Dosage du fer total .....	42
V.2	Test de Zinc 4 .....	42

# Sommaire

---

V.3	Test du chromate 6 .....	43
-----	--------------------------	----

## Chapitre III :Résultats et discussion

I	Paramètres indicateurs de pollution .....	45
I.1	Turbidité (°F).....	45
I.2	potentiel Hydrogène (pH).....	46
I.3	Demande Chimique en Oxygène (mg/l) .....	47
II.	Autres paramètres .....	48
II.1	Titre Hydrotimétrique (TH) (°F) .....	48
II.2	Titre Alcalimétrique (TA) (°F).....	48
II.3	Titre Alcalimétrique Complet (TAC) (°F) .....	49
II.4	Matières En Suspension (MES) (mg/l).....	50
III	Paramètre indésirable .....	51
III.1	Métaux lourds .....	50
III.1.1	Zinc 4 (mg/l).....	51
III.1.2	Chrome 6 (mg/l) .....	51
III.1.3	Fer total (mg/l) .....	52

## Conclusion générale

## Références bibliographiques

## Annexes

# *Introduction générale*

# Introduction Générale

---

Les problèmes liés à l'environnement constituent aujourd'hui une préoccupation fondamentale et nécessaire pour assurer la survie des espèces et permettre des conditions de vie décente pour les générations présentes et futures.

L'eau est l'élément essentiel à la vie, elle recouvre plus de 71% de surface de la terre, elle rentre dans toutes les compositions de la matière vivante. Elle est aussi responsable et indispensable à toute activité biologique et chimique (Kadouche, 2013).

La contamination des ressources en eau, principalement au niveau de la qualité, est un problème qui se pose avec acuité de nos jours. Elle est le résultat de l'utilisation massive de polluants organiques et minéraux d'origines agricole, urbaine et industrielle.

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 que l'on retrouve 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).

De nombreuses activités industrielles utilisent de grandes quantités d'eau pour la fabrication de leurs produits. L'ennoblissement des textiles font partie des branches industrielles qui consomment le plus d'eau et produit de rejets d'eaux usées proportionnellement importants. La nature et le volume des eaux usées dépendent beaucoup des programmes de traitement appliqués.

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.

Notre 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, suivi d'une partie expérimentale décrivant l'unité textile de DBK ainsi qu'aux matériel et méthodes utilisés pour la réalisation

## Introduction Générale

---

des différentes expériences suivies lors de l'étude des différents paramètres physico-chimiques, les résultats obtenus sont présentés et discutés dans la troisième partie.

Et notre travail sera clôturé par une conclusion suivie par des perspectives pour les travaux futurs.

# *Chapitre I*

## *Synthèse bibliographique*

## I Pollution

### Introduction

L'eau, compte tenu de ses propriétés physico-chimiques, est trop souvent utilisée comme un vecteur d'évacuation de déchets ; ainsi polluée, elle devient alors un vecteur de pollutions. Cette situation fréquemment rencontrée est d'autant plus regrettable que l'eau est le principal élément constitutif des êtres vivants et des végétaux.

#### I.1 Définition de la pollution

Le terme de pollution désigne l'ensemble des rejets de composés toxiques que l'homme libère dans l'écosphère, mais aussi les substances non dangereuses, exerçant une influence perturbatrice sur l'environnement. La pollution est une modification défavorable du milieu naturelle qui peut affecter l'homme directement ou au travers de ses ressources agricoles, en eau et autres produits biologiques ou en altérant les objets physiques qu'il possède, les possibilités récréatives du milieu ou encore en laidissant la nature (Ramade, 2005).

#### **Définition admise par le comité scientifique officiel de la Maison-Blanche pour la protection de l'environnement en 1965**

« La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, à travers d'effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou au travers des ressources agricoles, en eau et autres produits biologiques. Elles peuvent aussi affecter en altérant les objets physiques qu'il possède, les possibilités récréatives du milieu ou encore en en laidissant la nature ».

#### I.2 Différents types de pollution

Selon Beaux (2004), la pollution est de deux natures :

➤ La plupart des pollutions sont de nature chimique, avec différents types de rejets : les polluants sont fréquemment des molécules organiques, celles-ci sont pour l'essentiel biodégradables, mais leur disparition nécessite de l'oxygène, qui diminue alors dans les milieux aquatiques. Il peut aussi s'agir de substances minérales, comme les nitrates, qui deviennent polluants lorsque leur concentration augmente, ou comme les métaux lourds.

➤ Les pollutions peuvent aussi être de nature physique : certaines activités modifient la température ou la transparence de l'eau, d'autres correspondent à des rejets radioactifs.

### I.3 Diversité des polluants

La diversité des polluants apparaît particulièrement dans les effluents industriels. Ceux-ci contiennent de multiples constituants, qui varient selon les industries (Beaux, 2004).

Les polluants susceptibles d'être contenus dans les effluents de certaines industries sont illustrés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 1** : Polluants présents dans les effluents de certaines industries (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

### I.4 Principales sources de pollution

La pollution de l'eau est provoquée par les rejets des activités domestiques et urbaines, agricoles ou industrielles, dont l'eau est le véhicule de transport et de dissémination idéal, d'où trois grandes origines de pollutions : domestique notamment urbaine, agricole et industrielle.

#### I.4.1 Pollution d'origine domestique (urbaine)

La pollution d'origine domestique représente tous les rejets d'eaux usées domestiques et municipales (lavage des rues, arrosages). Les eaux pluviales et les eaux utilisées pour la climatisation des immeubles, les dépôts d'ordures ménagères apportent leur lot de charge polluante, ce qui peut être exprimé en matières en suspension (MES), en matières organiques (MO), en azote et en phosphore et éventuellement en apport microbiens (Castany, 1998).

## I.4.2 Pollution d'origine agricole

La pollution d'origine agricole est causée principalement par l'utilisation irrationnelle des engrais chimiques et des pesticides, mais ce sont surtout les pratiques culturales modernes qui en sont en cause : labourages profonds et violents favorisant l'infiltration directe dans le sous-sol sans autoépuration, alternance des cultures sur une même parcelle dénudant le sol, excès des fertilisants à des périodes mal choisies, déficit en humus résultant d'un abus des engrais chimiques (Castany, 1998).

## I.4.3 Pollution d'origine industrielle

D'après Gaujous (1995), cette pollution provenant des usines, est caractérisée par une grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau, tous les produits de l'activité humaine se retrouvent ainsi dans l'eau qui est un bon solvant ;

- Matière organique et graisses (industrie agroalimentaire) ;
- Hydrocarbures (raffineries) ;
- Métaux (traitement de surface, métallurgie) ;
- Acide, base, produits chimiques divers (industries chimique, tanneries) ;
- 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 et de ce fait pose des problèmes de pollution (NEE ,2007).

## I.5 Critères globaux de pollution

Pour évaluer et mesurer globalement la pollution des eaux résiduaires, plusieurs méthodes dites « critères globaux de pollution » sont disponibles et adoptées depuis longtemps.

### I.5.1 Matières en suspension (MES) et matières décantables

Les matières en suspension comprennent : les matières décantables, exprimées en  $\text{cm}^3/\text{l}$ , et les matières colloïdales qui présentent la différence entre les MES et les matières décantables ; les matières en suspension (MES) désignent toutes les matières minérales ou organiques qui ne solubilisent pas dans l'eau et la troublent. Les MES diminuent la luminosité dans l'eau, donc freinent la photosynthèse. Les espèces végétales se développent plus

difficilement ; l'oxygène qu'elles produisent diminue dans le milieu, et les espèces animales en souffrent (Koller, 2009).

Ce sont des particules solides dont la taille est supérieure à 10 $\mu$ m, dispersées dans l'eau sans être chimiquement liées avec elle. De ce fait, leur élimination est assez simple car, si l'on fait reposer l'eau, elles décantent de manière spontanée et peuvent être retirées de l'eau par des procédés physiques simples (décantation, filtration).

La plupart des eaux résiduaires sont chargées de matières en suspension (minérales ou organiques) : carrières, sablières, cimenteries, mines de charbon, papeteries, égouts urbains... Ces matières suivant leur densité et les caractéristiques du milieu récepteur, se déposent plus ou moins loin en aval, en produisant une pollution « mécanique ». Les matières solides ainsi transportées par les eaux se déposent dans le lit des fleuves et rivières qu'elles obstruent, gênent la navigation, perturbent gravement le régime des eaux et constituent une menace permanente pour les activités riveraines (Pesson, 1976).

### **I.5.2 Acides et alcalins**

Déchargés par l'industrie chimique et d'autres installations industrielles, les acides et les alcalins sont indésirables non seulement pour les activités récréatives mais aussi pour la vie aquatique. Il est généralement admis que, pour la survie des poissons, le pH doit se situer dans une fourchette comprise entre 4,5 et 9,5. Le fonctionnement d'une station d'épuration est également perturbé par la présence de ces polluants car, dans le cas de certains coagulants, ils gênent la formation du floc (Koller, 2009).

### **I.5.3 Alcalinité (TA - TAC)**

Selon Rodier (2009), l'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement à la présence d'hydrogencarbonates, carbonates et hydroxydes.

D'autres sels d'acides faibles peuvent aussi être dosés et interfèrent dans la mesure : acides humiques, phosphates, citrates, tartrates... La silice ionique peut aussi interférer notamment lorsque le pH est supérieur à 8,5.

On distingue comme pour la mesure de l'acidité, deux titres qui sont le titre alcalimétrique ou titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC).

### **I.5.3.1 Titre alcalimétrique (TA)**

Le titre alcalimétrique mesure la teneur de l'eau en hydroxydes libres et en carbonates.

### **I.5.3.2 Titre alcalimétrique complet (TAC)**

Le TAC correspond à la teneur en hydroxydes libres, carbonates et hydrogénocarbonates. Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré.

### **I.5.4 Matières dissoutes**

Les matières dissoutes sont des matières dispersées de façon homogène dans l'eau, faiblement polarisées ou ionisées. Elles obéissent à des équilibres de dissolution qui sont fonction de la température et de la pression, ce dernier facteur étant très important pour les gaz.

Du fait de leur état dissous, ces molécules sont difficiles à éliminer de l'eau à traiter par les procédés physiques classiques, décantation et filtration. Si leur élimination est nécessaire, par exemple pour les nitrates, il faudra utiliser des méthodes chimiques ou biologiques (Koller, 2009).

### **I.5.5 Matières colloïdales**

L'état colloïdal est un état intermédiaire entre l'état dissous et la suspension. Les matières colloïdales sont constituées d'éléments de petite taille chargés négativement, ce qui explique qu'ils se repoussent et se répartissent de façon dispersée et désordonnée dans la masse liquide. Aussi, leur élimination de l'eau à traiter est difficile car elles ne décantent pas de manière spontanée et ne sont pas retenues par les filtres. Les réactifs chimiques doivent être utilisés pour neutraliser les charges négatives superficielles et permettent leur agrégation. Cette étape est appelée coagulation-floculation ; elle est suivie par une décantation pour éliminer les colloïdes agrégés, nommés floccs, qui peuvent alors décanter (Koller, 2009).

### **I.5.6 Matières organiques**

Les matières organiques sont, par définition, des composés du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote. Ces matières proviennent soit de l'érosion des sols, soit de la décomposition de matières animales ou végétales qui se retrouvent dans l'eau. Elles se décomposent du fait de leur instabilité chimique et par l'action des microorganismes de l'eau en formant des composées de plus en plus simples (Pesson, 1976).

### **I.5.7 Métaux lourds**

Le mercure, cuivre, cadmium, ...etc., constituent un problème préoccupant lorsqu'ils sont impliqués dans la pollution des ressources en eau. Non seulement leur toxicité peut être fort dommageable pour le milieu aquatique, mais leur accumulation au fil de la chaîne alimentaire pourrait avoir des effets plus ou moins graves sur la santé humaine (Bouacherine, 2013).

### **I.5.8 Couleur**

Certains rejets résiduaux altèrent profondément la couleur naturelle des eaux, notamment les effluents des teintureries et des papeteries ou cartonneries contenant des colorants particulièrement stables. Le déversement de sels ferreux donne lieu également, par oxydation avec l'oxygène contenu dans l'eau, à une coloration « rouille » et à un dépôt d'hydroxyde de fer (Pesson, 1976).

### **I.5.9 Transparence**

La présence de matières en suspension et de colorants diminue la transparence des eaux. L'énergie lumineuse disponible pour la photosynthèse peut se trouver ainsi considérablement réduite. L'aspect esthétique et l'utilisation, même industrielle, des eaux ainsi polluées sont compromis (Pesson, 1976).

## **I.6 Paramètres de définition de la pollution**

Toutes les eaux industrielles qui forment les effluents contiennent de nombreuses molécules différentes qu'il est impossible d'identifier et de quantifier individuellement de manière exhaustive. Des grandeurs sont utilisées pour caractériser de manière globale et pertinente le niveau de pollution présent dans les effluents. Les volumes rejetés et la quantité de matière contenant principalement du carbone, de l'azote et du phosphore sont les caractéristiques les plus importantes à considérer.

### **I.6.1 Potentiel hydrogène (pH)**

Selon Gaujous (1995), le pH ou le potentiel hydrogène présente le degré d'acidité ou d'alcalinité de l'eau, dont le facteur le plus important est la concentration en anhydride carbonique. Le pH est une mesure de la concentration en ions  $H^+$  présent dans l'eau. Dans le domaine du traitement des eaux, le pH joue un rôle primordial à la fois dans :

- les propriétés physico-chimiques (acidité - alcalinité) ;
- les processus biologiques dont certains exigent des limites très étroites du pH ;
- l'efficacité de certains procédés de traitement.

### **I.6.2 Turbidité**

La turbidité d'une eau se définit comme l'expression de la propriété optique qui fait que la lumière est dispersée et absorbée plutôt que transmise en ligne droite à travers un échantillon. Cette dispersion est provoquée par l'interaction de la lumière avec les particules en suspension et traduit la réduction de transparence du milieu du fait de la présence de ces particules (Koller, 2009).

### **I.6.3 Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)**

La demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO<sub>5</sub>) d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes aérobies présents dans cet échantillon pour l'oxydation biochimique des composés organiques et/ou inorganiques (Koller, 2009).

### **I.6.4 Demande chimique en oxygène (DCO)**

La DCO est la concentration, exprimée en mg.L<sup>-1</sup>, d'oxygène équivalente à la quantité de dichromate consommée par les matières dissoutes et en suspension lorsqu'on traite un échantillon d'eau avec cet oxydant dans des conditions définies par la norme (Rejsek, 2002). Autrement dit, elle représente le taux d'oxygène nécessaire à l'oxydation non biologique de l'ensemble des matières organiques présentes dans l'effluent, qu'elles soient ou non biodégradable (Koller, 2009).

### **I.6.5 Biodégradabilité**

La biodégradabilité d'une substance exprime son aptitude à être décomposée par les microorganismes décomposeurs (bactéries, champignons, etc.).

La plupart des substances d'origine naturelle sont facilement et rapidement biodégradées. Leur présence dans les eaux usées se traduit donc par les effluents domestiques ou de nombreuses industries agricoles (laiteries, abattoirs, etc.). Par contre d'autres substances également d'origine naturelle ne sont que lentement et difficilement biodégradables. C'est le cas notamment de composés d'origine végétale comme la lignine conduisant à la formation de résidus relativement stables (humus) (Pesson, 1976).

## I.7 Normes de rejets

Les normes de rejets prévoient des seuils stricts à ne pas dépasser pour chaque paramètre, ainsi qu'une valeur maximale cumulant l'ensemble des concentrations des paramètres présents, avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel. Elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution. Les tableaux ci-dessous indiquent les normes de rejets industriels de quelques paramètres en Algérie.

**Tableau 2 :** Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels selon le Journal Officiel de la République Algérienne N°26 du 23 Avril 2006.

Paramètres	Unité	Valeurs limites	Tolérance aux valeurs limites anciennes installations
pH	-	6,5-8,5	6,5-8,5
MES	mg/l	35	40
DCO	mg/l	120	130
DBO <sub>5</sub>	mg/l'	35	40
Chrome total	mg/l	0,5	0,75
Zinc total	mg/l	3	5
Fer	mg/l	3	5

**Tableau 3 :** Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides dans l'industrie textile selon le Journal Officiel de la République Algérienne N°26 du 23 Avril 2006.

Paramètres	Unité	Valeurs limites	Tolérance aux valeurs limites anciennes installations
pH	-	6,5-8,5	6-9
DBO <sub>5</sub>	mg/l	150	200
DCO	mg/l	250	300
Matière décantable	mg/l	0,4	0,5
Matière non dissoute	mg/l	30	40
Oxydabilité	mg/l	100	120

## II Métaux lourds

Selon Ramade (2007), les métaux lourds sont présents dans tous les compartiments de l'environnement, mais en général en quantités très faibles. On dit que les métaux sont présents « en traces ».

### II.1 Définition

On parle généralement de métaux lourds pour les éléments métalliques naturels caractérisés par un numéro atomique supérieur ou égal à 11 ( $Z \geq 11$ ). Ils constituent une préoccupation majeure dans le domaine de l'environnement dont ils sont toxiques même à faible concentration, ils ont la capacité de s'accumuler tout au long de la chaîne alimentaire (Rodier, 2009).

Ce sont les éléments les plus nocifs dans les eaux résiduaires, notamment dans les boues primaires où ils sont accumulés pendant les différentes phases de l'épuration, les plus fréquemment retrouvés dans ce milieu sont : le fer, l'aluminium, le cuivre, le zinc, le cadmium, le chrome, le plomb, le mercure et le nickel (Rodier, 2009).

D'un point de vue biologique, on en distingue deux types en fonction de leurs effets physiologiques et toxiques : métaux traces et métaux toxiques.

➤ **Métaux traces** : métaux existant dans les eaux à l'état de faible concentration (état trace). Certains étant des oligoéléments biogènes souvent doués de propriétés hormétiques : cobalt, zinc, par exemple, d'autres étant sans aucun intérêt pour les êtres vivants et souvent très toxiques tels le cadmium ou le mercure (Ramade, 1998).

➤ **Métaux toxiques** : ensemble constitué de métaux lourds ainsi que d'autres éléments métalliques de plus faible masse atomique mais également de forte toxicité tels l'aluminium, le cuivre, le zinc, le cadmium ou l'arsenic par exemple (Ramade, 2000).

### II.2 Pollution par les métaux lourds et effets sur l'environnement

Les métaux sont présents naturellement dans notre environnement, surtout dans la croûte terrestre où ils contribuent à l'équilibre de la planète. Cependant, par l'intervention humaine, les métaux sont répartis, concentrés et modifiés chimiquement, ce qui peut augmenter leur toxicité. Par le biais d'activités minières, industrielles et agricoles, mais aussi de la chasse, et de nombreux produits de consommation qui terminent comme déchets, l'air,

## Synthèse bibliographique

---

l'eau, le sol, les micro-organismes, les plantes, les animaux et, finalement, les êtres humains sont pollués et intoxiqués par les métaux lourds (Jean Huss, 2011).

Chez l'homme, les individus vulnérables aux toxines sont les enfants, les personnes âgées, sans oublier le fœtus et l'embryon. Les modes d'absorption de métaux peuvent être l'ingestion, l'inhalation ou encore le passage percutané. La maladie d'Alzheimer qui se caractérise par la dégénérescence progressive des neurones est principalement causée par le mercure, qui est l'un des plus toxiques des métaux lourds. Mais d'autres métaux comme le cadmium provoquent des problèmes encore plus graves tels que la stérilité, les problèmes au niveau du système immunitaire, l'altération de l'ADN, etc (Jean Huss, 2011).

A de faibles concentrations, beaucoup de métaux lourds, dont Hg, Cd, Pb, As et Cu inhibent la photosynthèse et la croissance du phytoplancton. Les effets observés à des niveaux trophiques supérieurs se manifestent notamment par un retard du développement des embryons, des malformations et une moins bonne croissance des adultes chez les poissons, les mollusques et les crustacés (Jean Huss, 2011).

Il a été démontré que les végétaux aquatiques accumulent des métaux lourds dans leurs tissus et c'est pourquoi ils ont été utilisés comme indicateurs biologiques pour le suivi de la pollution par les métaux dans l'écosystème aquatique. Par ailleurs, selon certaines études, les métaux lourds auraient aussi un impact négatif sur les communautés bactériennes telluriques (Jean Huss, 2011).

En effet, les métaux lourds sont réputés toxiques pour la plupart des microorganismes du sol car ils affectent leurs croissances, leurs morphologies, et leurs métabolismes. Ces altérations conduisent à des réductions de la biomasse bactérienne. Les métaux lourds peuvent aussi entraîner des modifications des communautés bactériennes (disparition des espèces les plus sensibles et sélection des espèces les plus résistantes aux métaux lourds) et également cela peut affecter leur activité enzymatique. Ainsi les microorganismes sont susceptibles d'être affectés au niveau de leurs activités, leur physiologie et de leur diversité, par conséquent, ces perturbations peuvent avoir des conséquences sévères sur l'ensemble de l'écosystème (Jean Huss, 2011).

## III Colorants

### III.1 Définition

Un colorant est une substance organique de synthèse appartenant à diverses familles. Il s'agit de substances rejetées par les industries textiles et les officines de nettoyage des vêtements. Ils sont peu ou non biodégradables et résistent bien aux traitements classiques d'épurations. Ils créent surtout une nuisance visuelle dans les eaux contaminées bien qu'un certain nombre d'entre eux soient mutagènes et cancérigènes (Ramade, 2000).

### III.2 Différent types de colorants

Il existe une grande diversité de colorants parmi ces derniers nous citerons les plus utilisés dans l'unité textile de DBK :

#### III.2.1 Colorants basiques ou cationiques

Les colorants basiques sont des sels de composés organiques présentant des groupes amino-NH<sub>2</sub> ou imino =NH. Ils appartiennent à des classes chimiques très différentes telles que les azoïques, les dérivés du di et triphénylméthane. La soie teintée avec de telles substances présente des couleurs très variées mais peu solides. Toujours utilisés pour le cuir et le papier, ces colorants ont trouvé des débouchés importants dans le domaine de la teinture des fibres acryliques (Perrin et Scharff, 1995).

#### III.2.2 Colorants acides ou anioniques

Les colorants acides sont des molécules organiques qui présentent des groupes sulfonates NaSO<sub>3</sub>- ou carboxylates NaOOC-. Ils appartiennent, en outre, aux deux plus grandes classes chimiques de colorants. Ils teignent la laine et la soie donnant des colorations vives et solides. L'opération est réalisée à 100°C à partir de solutions acides (Perrin et Scharff, 1995).

#### III.2.3 Colorants à complexe métallique

Les colorants à complexe métallique appartenant à la classe des azoïques et des anthraquinoniques sont des composés organiques qui présentent des groupes suffisamment voisins pour former des complexes par chélation avec des sels de chrome, de cobalt, de calcium, d'étain ou d'aluminium. Ces sels sont appelés mordants. Un mordant est donc un produit chimique, habituellement un sel métallique ou un acide avec lequel est traitée avant

teinture la fibre à teindre. Durant le processus de teinture il se forme un complexe insoluble au sein des pores de la fibre ce qui aide à retenir le colorant sur cette fibre, au lieu de former le complexe métallique sur la fibre elle-même ce qui augmente le nombre d'opérations à effectuer, on "métallise" c'est-à-dire on incorpore le métal lors de la synthèse. Ceci permet de teindre directement le coton et les autres fibres en solution aqueuse à une température d'environ 100°C (Perrin et Scharff, 1995).

### III.2.4 Colorants réactifs

Les colorants réactifs, les plus récemment découverts, permettent d'établir des liaisons covalentes entre eux et les fibres, d'où la solidité des teintures réalisées. Ils appartiennent à diverses classes chimiques telles que les azoïques et les phtalocyanines. Les molécules de ces composés comportent des atomes labiles dont le départ permet la réalisation de liaisons covalentes avec les groupes appartenant aux fibres tels que les OH<sup>-</sup> de la cellulose et les NH<sub>2</sub> et NH des polyamides (Perrin et Scharff, 1995).

### III.2.5 Colorants dispersés

Les colorants dispersés sont très peu solubles dans l'eau et sont appliqués sous forme d'une fine poudre dispersée dans le bain de teinture. Ils sont en mesure, lors d'une teinture à haute température de se diffuser dans les fibres synthétiques puis de s'y fixer (Anliker, 1979).

### III.2.6 Colorants au soufre

Sous cette appellation, ils regroupent des colorants ayant la particularité d'acquérir l'affinité pour les fibres cellulosiques, qui après avoir subi une modification chimique provoquée le plus souvent par l'action de sulfure de sodium qui agit comme réducteur alcalin. Ils donnent des teintes assez pâles mais solides (Perrin et Scharff, 1995 et Amini et al., 1998).

Selon Amini et al. , (1998) les caractéristiques tinctoriales de ces colorants sont définies par :

- La rapidité de montée sur la fibre
- La valeur de taux de fixation maximum à diverses T°
- Le pouvoir de migration du colorant monté sur la fibre.

### III.2.7 Colorants de cuve

Les colorants de cuve sont des colorants insolubles dans l'eau. Cependant, sous l'action d'un réducteur, le dithionite de sodium Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, un colorant de cuve donne son leucodérivé

c'est-à-dire le produit de réduction incolore ou blanc et soluble dans l'eau. Le leucodérivé présente de l'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 solidité notamment en font un des groupes les plus importants des colorants synthétiques (Perrin et Scharff, 1995).

### **III.2.8 Colorants azoïques**

Les colorants azoïques sont insolubles dans l'eau et sont destinés principalement à la teinture des fibres cellulosiques (Fisher, 1999).

### **III.2.9 Colorants directs**

Les colorants directs sont des colorants à caractère anionique, solubles dans l'eau et utilisés en solution aqueuse. Les caractéristiques tinctoriales d'un colorant direct sont définies par la vitesse et le taux de fixation sur le coton (Amini et al, 1998).

## **III.3 Toxicité des colorants**

Selon Anliker (1979), les rejets de l'industrie textile sont lourdement chargés en colorants. Ces derniers sont souvent utilisés en excès pour améliorer la teinture ; de ce fait les eaux des rejets se trouvent fortement concentrées en colorants dont la faible biodégradabilité rend les traitements biologiques difficilement applicables, ce qui constitue une source de dégradation de l'environnement.

### **III.3.1 Dangers à court terme**

#### **III.3.1.1 Eutrophisation**

C'est un phénomène résultant d'un enrichissement naturel ou anthropique (sous microorganismes, l'utilisation des colorants libèrent des nitrates et des phosphates) des eaux continentales ou littorales en sels minéraux nutritifs. Elle se caractérise par une prolifération anarchique d'algues et plantes supérieures aquatiques qui peut conduire à une désoxygénation par inhibition de la photosynthèse dans les strates les plus profondes des cours d'eau et des eaux stagnantes. Les inconvénients principaux de l'eutrophisation sont la diminution de la biodiversité et de la qualité de l'eau en tant que ressource (Anliker, 1979 ; Ramade, 2000 ; Raven et al. , 2009).

## III.3.1.2 Sous-oxygénation

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 (Anliker, 1997).

## III.3.1.3 Couleur-turbidité, odeur

L'accumulation des matières organiques dans les cours d'eau induit l'apparition de mauvais goûts, prolifération bactérienne, odeurs pestilentielles et coloration anormale (Anliker, 1979).

## III.3.2 Dangers à long terme

Des dangers à long terme peuvent être observés comme :

### III.3.2.1 Persistance

Selon Cooper (1995) in Oubagha (2011), les colorants organiques synthétiques sont des composés impossibles à épurer par dégradation biologique naturelle. Cette persistance et en étroite relation avec les réactivités chimiques :

- Les composés insaturés sont moins persistants que les saturés ;
- Les alcanes sont moins persistants que les aromatiques ;
- Les substituants halogènes augmentent plus que la persistance dans les colorants que les groupements alkyles ;
- La persistance aromatique augmente avec le nombre de substituants.

### III.3.2.2 Bioaccumulation

Si un organisme ne dispose pas de mécanismes spécifiques, soit empêcher la résorption d'une substance, soit pour l'éliminer une fois qu'elle est absorbée, alors cette substance s'accumule. Les espèces qui se trouvent à l'extrémité de la chaîne alimentaire, y compris l'homme se trouvent exposées à des teneurs en substances toxiques pouvant être jusqu'à mille fois plus élevés que la concentration initiale dans l'eau (OMS, 2004).

### III.3.2.3 Cancer

Selon la même source la plupart des colorants ne sont pas toxiques directement, une portion significative de leurs métabolites. Leurs effets mutagène, tératogène, cancérigène

apparaissent après dégradation de la molécule initiale en sous-produits d'oxydation (amine cancérigène pour les azoïques, leuco-dérivé pour les triphénylméthanés).

## IV Argile

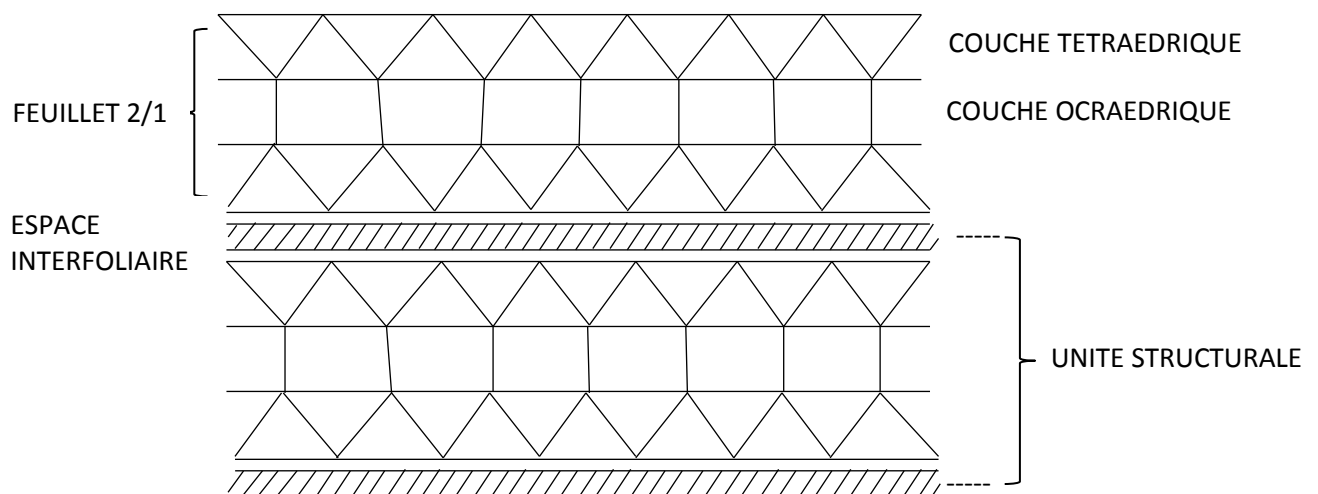
### IV.1 Définition

Le mot argile provient du grec argilos dérivé de argos qui veut dire blanc ou du latin argilla. Etant humide, l'argile est plastique et sèche, elle reste douce au toucher, montre une certaine cohésion et happe à la langue, ce qui traduit son affinité pour l'eau (Caillère, 1982). Du point de vu chimique, les argiles sont des silicates d'aluminium contenant en outre le plus souvent des cations alcalins, alcalino-terreux et du fer (Challal, 1977).

### IV.2 Structure des minéraux argileux

Selon Caillère (1982), la structure des minéraux argileux se prête assez facilement à une description directe. Il est à rappeler que l'oxygène, les hydroxyles et le fluor sont relativement de grande taille par rapport à la plupart des cations. De ce fait ce sont ces éléments qui vont conférer à la structure son aspect caractéristique. En particulier, il existe dans les structures une disposition en couches qui reflète la texture particulière de ces minéraux et de quelques autres qui sont leurs compagnons fréquents et qui, d'ailleurs, en possèdent quelques propriétés, il s'agit de certains oxydes et hydroxydes.

L'emploi des termes suivants dans le domaine des minéraux phylliteux est recommandé ; comme le montre la figure 1



**Figure 1** : Représentation schématique d'une structure des minéraux argileux (Caillère, 1982).

**Plan** : un plan d'atomes

**Couche** : formée par l'empilement de plans associés. Par exemple, couches tétraédriques et octaédriques.

**Feuillet** : empilement articulé de couches. Par exemple :

- **feuillelet 1/1** : une couche tétraédrique plus une couche octaédrique ;

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

**Espace interfoliaire** : l'espace qui se trouve entre les feuillets. Il peut être vide mais contient le plus souvent des cations, secs ou hydratés, des groupes hydroxylés ou des couches d'hydroxydes.

**Unité structurale** : association d'un feuillet et d'un espace interfoliaire.

## IV.3 Classification des argiles

D'après Caillère (1982), Les argiles sont classées en différents groupes de minéraux selon l'épaisseur de leurs feuillets :

### -Groupe de minéraux à 7 Å°

Chacun de leurs feuillets est constitué d'une couche de cations tétraédriques et une couche de cations octaédriques parmi ces minéraux il y a la Kaolinite.

### -Groupe de minéraux à 10 Å°

Leur structure est un peu plus complexe que celle du groupe à 7 Å°, cela est dû à la présence d'une couche supplémentaire tétraédrique, parmi ces minéraux il y a les smectites dont les montmorillonites et les illites.

### -Groupe de minéraux à 14 Å°

Ce sont des argiles que l'on rencontre le plus souvent en forage, constituées de deux couches tétraédriques et deux couches octaédriques, parmi ces minéraux il y a des chlorites.

## IV.4 Bentonite

### IV.4.1 Définition

Le terme bentonite désigne les matériaux argileux à usage industriel. Elle est friable, 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, essentiellement composée de smectites et plus particulièrement de montmorillonite (Boutarfa, 2012 ; Kanouri, 2013).

### IV.4.2 Origine et composition

La bentonite est une dénomination de la montmorillonite. Le terme « montmorillonite » donné en 1847 par Damour et Salvétat dérive d'une roche trouvée à « Montmorillon » dans la vienne (France). Elle se rencontre dans la nature sous forme de mélanges très hétérogènes et en particulier dans les bentonites auxquelles elle confère des propriétés particulières.

La montmorillonite provient en fait de la transformation naturelle des cendres volcaniques dont l'altération s'est produite il y a des millions d'années par lessivage acide ou alcalin. Elle est constituée principalement de 75% de montmorillonite qui est composée de feuillets complexes à trois couches, séparés par des molécules d'eau (Iddir, 1983 ; Mahi, 2006).

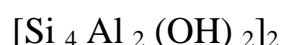
### IV.4.3 Structure de la bentonite

Sa structure reste peu connue, c'est pourquoi diverses hypothèses sont admises, notamment celles d'Hoffmann, d'Edelmann et de Mc Conald. Parmi celles-ci nous présenterons celle d'Hoffman.

La montmorillonite est constituée par une couche d'octaèdres comprise entre deux couches de tétraèdres. Les sommets des octaèdres sont formés de quatre atomes d'oxygènes et deux hydroxydes reliés à l'atome central d'aluminium par des liaisons de coordinence.

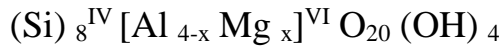
Les tétraèdres ont par contre leurs sommets occupés par des atomes d'oxygène reliés à l'atome central de silicium. Les atomes d'oxygène aux sommets du tétraèdre et d'octaèdre sont reliés par une liaison covalente. La projection horizontale de la maille donne des paramètres  $a = 5.19\text{Å}$ ,  $b = 9.98\text{ Å}$ . La structure de la montmorillonite est obtenue en substituant dans le réseau pyrophyllite un certain nombre d'ions d'aluminium dans la couche octaédrique par les ions de magnésium  $\text{Mg}^{++}$  ou de fer  $\text{Fe}^{++}$ , il en résulte ainsi un déficit de charges positives qui est compensé par la fixation d'un cation  $\text{H}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  qui se place dans l'espace interfoliaire des feuillets (Kadouhe, 2013).

La composition chimique de la pyrophyllite est :



# Synthèse bibliographique

Elle devient pour la montmorillonite :



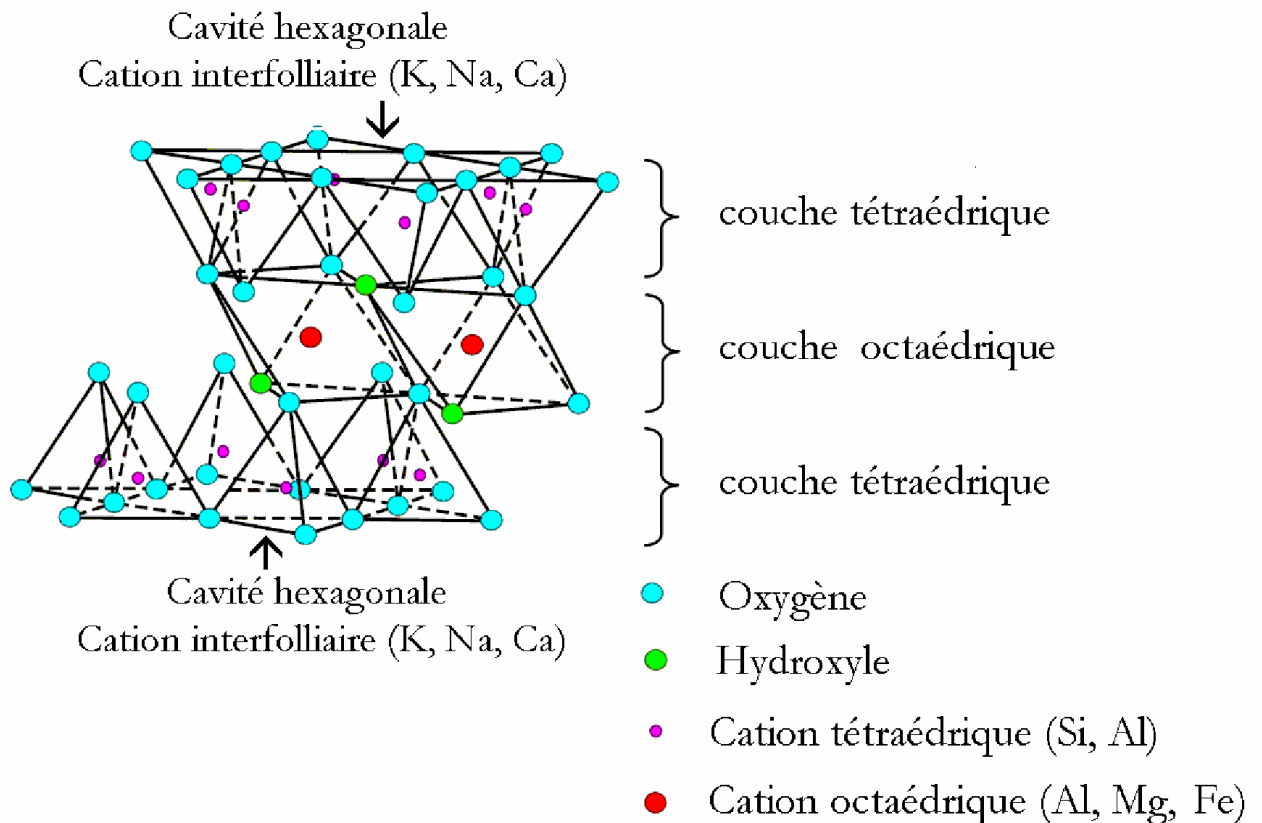
$M$  : est un cation compensateur monovalent en dehors du feuillet.

$X$  : est le nombre de cation compensateur.

Les exposants IV et VI indiquent les positions à coordinence tétraédrique et octaédrique.

Cette formule est celle de la montmorillonite dont les feuillets sont caractérisés par une superposition désordonnée, par contre dans la pyrophyllite, les feuillets sont superposés régulièrement de façon à former un réseau cristallin à trois dimensions (Kadouhe, 2013).

La figure suivante représente les différentes couches d'un feuillet de phyllosilicate 2:1



**Figure 2** : Représentation schématique d'un feuillet de phyllosilicate 2:1 (Kadouhe, 2013).

## IV.4.4 Différents types de bentonites

Selon Boulkrah (2008), les différents types de bentonite sont :

### IV.4.4.1 Bentonites calciques

Les bentonites calciques constituent la plus grande part de gisements exploités dans le monde. Elles contiennent essentiellement des ions ( $\text{Ca}^{++}$ ) en position interfoliaire. Ces argiles présentent un taux de gonflement de 3 à 7 fois le volume initial.

### IV.4.4.2 Bentonites sodiques

Les bentonites sodiques sont des argiles rares. Leur ion interfoliaire ou échangeable est  $\text{Na}^+$ . Elles ont un pouvoir de gonflement très élevé (12 à 18 fois).

### IV.4.4.3 Bentonites permutées

Les bentonites permutées sont des bentonites calciques et dopées par des ions  $\text{Na}^+$ .

### IV.4.4.4 Bentonites activées

Les bentonites activées sont des bentonites permutées activées par des adjuvants tels que les polymères hydrosolubles.

### IV.4.5 Domaine d'utilisation de la bentonite :

La bentonite a de larges applications dans différents domaines (forage, fonderie, céramique, peinture, pharmacie, terres décolorantes, ..., etc.). La majeure partie de la bentonite exploitée dans le monde est utilisée comme liant du sable de moulage, dans l'industrie de la fonderie et aussi pour épaissir les fluides de forage (Chikhi, 2013). Aussi, elle est utilisée dans l'industrie du papier, textile, et du cuir, comme adsorbant adéquat dans l'épuration des eaux résiduaires contaminées par les métaux lourds, et dans les produits cosmétiques.

Dans le domaine de forage elle constitue un support colloïdal des boues à base d'eau et un allégeant dans les laitiers de ciment. Elle est utilisée sous forme d'argile pontée avec la formation des matrices inorgano-organo argileuses par procédé d'intercalation des différentes substances organiques parmi eux, le monomère d'acide acrylique (Sini, 2011).

### IV.4.6 Propriétés de la bentonite

La bentonite présente des propriétés colloïdales fortes et son volume augmente plusieurs fois en entrant en contact avec de l'eau, créant un fluide gélatineux et visqueux

### IV.4.6.1 Propriété de gonflement

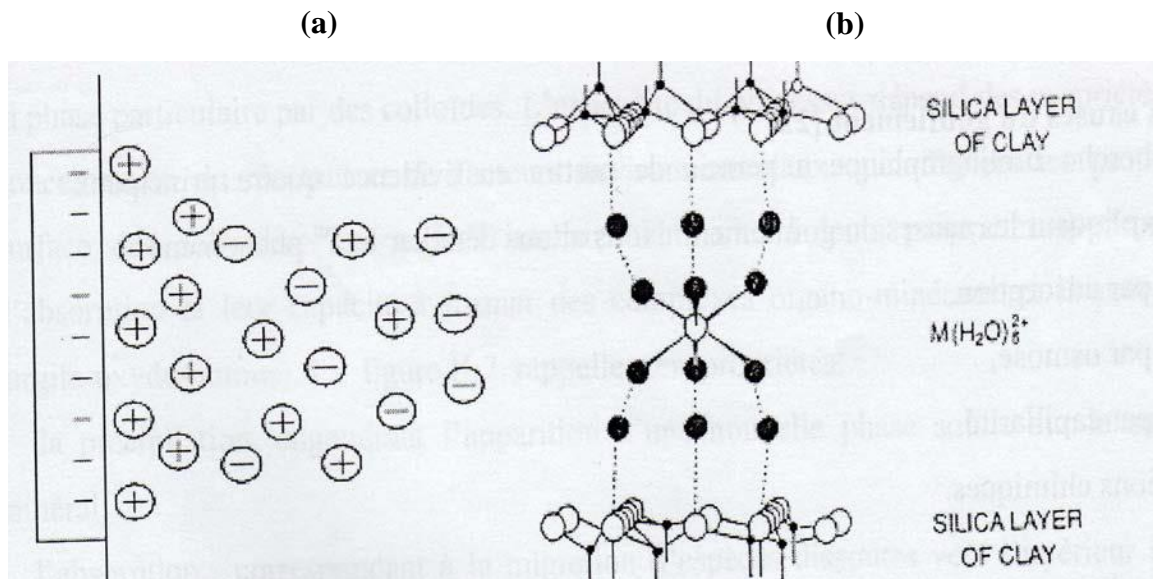
La bentonite présente un taux de gonflement très élevé. Ce phénomène est dû aux faibles énergies de cohésion interfoliaire, ce qui permet la pénétration des molécules d'eau entre les feuillets. La propriété de gonflement est due au caractère hydrophile de toute sa surface, en raison de la présence de cations hydratables dans les galeries interfoliaires (Boulkrah, 2008 ; Mehdi, 2014).

### IV.4.6.2 Capacité d'échange cationique

Les argiles ont la propriété de fixer de façon réversible (échangeable) des cations contenus dans les solutions environnantes, La capacité d'échange cationique (CEC) est une caractéristique très importante, 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. Elle est conventionnellement exprimée en milliéquivalents pour 100 grammes d'argile (meq/100g). Cette capacité d'échange cationique est considérée de manière globale et concerne à la fois les cations de l'espace interfoliaire, les cations de surface et de bordure de feuillets (Derafa, 2014).

### IV.4.6.3 Propriétés colloïdales

Les propriétés colloïdales ont une grande importance pour les procédés de purification des argiles. Elle est liée à la présence de charges négatives à la surface de chaque grain d'argile. Le caractère colloïdal se traduit par le recouvrement de chaque grain d'argile par une double couche d'ions hydrosolubles de charges opposées (figure 3 (a) et (b)) (Amirouche, 2011).



**Figure 3 :** (a) : Double Couche Gouy-Chapmann. (b) : Transport des éléments colloïdes (Amirouche, 2011).

## IV.4.7 Bentonite en Algérie

En Algérie, les gisements de bentonite les plus importants économiquement se trouvent à l'ouest du pays. On relève en particulier la carrière de Maghnia (Hammam Boughrara) dont les réserves sont estimées à un million de tonnes et de celle de Mostaganem (M'zila) avec des réserves de deux millions de tonnes (Abdelouhab, 1987).

## V Adsorption

### V.1 Définition :

L'adsorption est définie comme la propriété de certains matériaux de fixer à la surface des ions ou des molécules (gaz, métaux, molécules organiques...) d'une manière plus ou moins réversible. Il y a transfert de matière de la phase aqueuse ou gazeuse vers la surface solide par divers mécanismes de surface généralement autres que simple échange de charge électrique (Duverneuil et al. , 1997 et Dégremont, 2005).

### V.2 Description du mécanisme d'adsorption

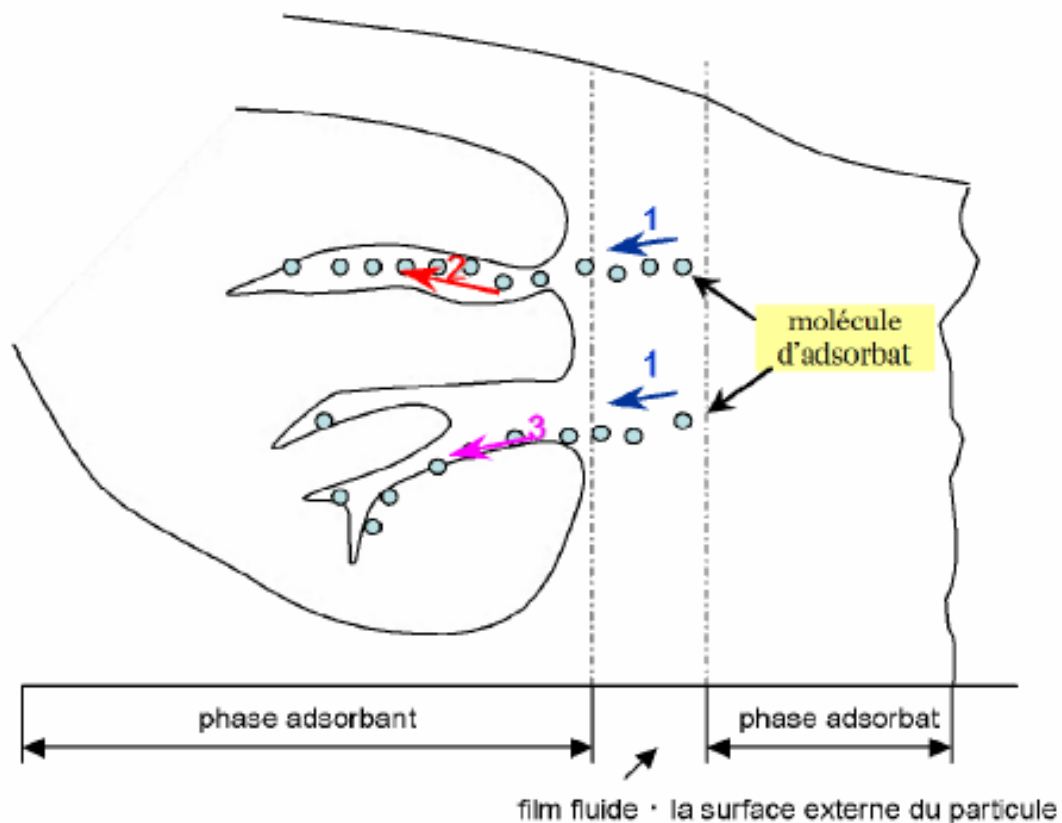
A chaque fois qu'un gaz ou un liquide est en contact avec un solide ; celui-ci par les atomes superficiels du solide se concentre à sa surface. Ce processus se déroule en trois étapes :

➤ **Diffusion externe** : elle correspond au transfert du soluté (molécules de la phase liquide) du sien de la solution à la surface externe des particules. Le transfert de matière externe dépend des conditions hydrodynamiques de l'écoulement d'un fluide dans un lit d'adsorbant.

➤ **Diffusion interne** : les particules de fluide pénètrent à l'intérieur des pores. Elle dépend du gradient de concentration du soluté.

➤ **Diffusion de surface** : elle correspond à la fixation des molécules sur la surface des pores.

La figure 4 illustre le mécanisme de l'adsorption au sein d'un grain.



**Figure 4** : Mécanisme de transport de l'adsorbat au sein d'un grain (Boulkrah, 2008).

### V.3 Type d'adsorption

Selon Chitour (2004), les catégories des forces attractives, l'énergie et la nature des liaisons mises en jeu, on peut distinguer deux types d'adsorption : l'adsorption physique et l'adsorption chimique.

### V.3.1 Adsorption physique (physisorption)

L'adsorption physique est causée par les forces d'attraction secondaires, dites de VAN DER WAALS qui sont des forces attractives, comme les interactions dipôle-dipôle, et les forces similaires se produisant lors de la condensation de vapeur dans un liquide de même composition, elle présente un intérêt particulier car elle permet, de mesurer la surface spécifique du solide adsorbant et la taille moyenne des pores ainsi leurs distribution.

### V.3.2 Adsorption chimique (chimisorption)

La chimisorption implique des liaisons chimiques similaires, à celles se produisant lors d'une réaction chimique, et impliquent un transfert d'électron entre le solide, appelé adsorbant, et le gaz appelé adsorbat.

Des cas limites, peuvent cependant exister et sont en rapport avec la force des liaisons, et le haut degré de distorsion du nuage électronique responsable de cette liaison adsorbat-adsorbant.

## V.4 Facteurs influençant le phénomène d'adsorption

Selon Reffas (2010), l'équilibre d'adsorption dépend de nombreux facteurs dont les principaux sont :

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

## VI Procédés de traitement des effluents industriels

L'épuration des eaux résiduaires industrielles (ERI) a pour objectif de réduire la charge polluante qu'elles véhiculent, afin de rendre au milieu récepteur une eau de qualité, respectueuse des équilibres naturels et de ses usages futurs. Dans une station d'épuration (STEP) l'épuration des eaux passe par différentes étapes ; dont on va les présenter ci-dessous : les prétraitements suivis des traitements physicochimiques puis les traitements biologiques et enfin les traitements d'affinage (Mekhalif, 2009).

## VI.1 Les prétraitements

Les prétraitements constituent l'ensemble des opérations physique et mécanique : dégrillage, dessablage et dégraissage-déshuilage. Ils dépendent de la nature et des caractéristiques des rejets industriels et de la ligne d'épuration prévue en aval.

### VI.1.1 Dégrillage et le tamisage

Le dégrillage est indispensable aux traitements des eaux, il permet de séparer et d'évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements d'eau et de boues. Outre les grilles mécaniques à fentes fines, nécessaires dans certaines chaînes d'épuration d'effluents urbains, il peut être utile de disposer de tamis d'orifice plus étroits, par exemple, dans les cas des petites stations pour faciliter l'exploitation et sur de nombreuses stations d'eaux usées dans lesquelles le tamisage peut aussi s'accompagner de l'élimination d'une partie significative de la pollution en suspension, éventuellement, de sa revalorisation (EATIT, 2016).

### VI.1.2 Dessablage :

Le dessablage est utilisé pour prévenir les dépôts dans les canalisations, protéger les organes mécaniques (pompes) contre l'abrasion et éviter de perturber les autres étapes de traitement. Les sables, recueillis généralement par raclage en fond de bassin (EATIT, 2016).

### VI.1.3 Dégraissage - déshuilage

L'opération dégraissage et déshuilage consiste à séparer des produits de densité légèrement inférieure à l'eau, par l'effet d'une flottation, naturelle ou assistée, dans une enceinte liquide de volume suffisant (EATIT, 2016).

## VI.2 Traitement primaire

### Coagulation-floculation (procédé physico-chimique)

Les procédés de coagulation-floculation facilitent l'élimination des MES et des colloïdes, en les rassemblant sous forme de floccs dont la séparation est effectuée par des systèmes de décantation, flottation et/ ou filtration. Ils constituent les traitements de base appliqués pour corriger tout ou en partie des défauts de l'eau liés aux fractions particulières inertes ou vivantes. Ces procédés assurent aussi l'élimination de la fraction « floculable » des

matières organiques, de certains métaux lourds, plus généralement de la fraction des micropolluants associés à ces MES et macromolécules colloïdales (EATIT, 2016).

### **VI.3 Traitement secondaire (les procédés d'épuration biologiques)**

L'épuration biologique met en œuvre, comme l'auto-épuration des microorganismes en les maintenant dans des conditions favorables à leurs métabolismes et à leur multiplication, et il faut apporter artificiellement l'oxygène nécessaire.

Plusieurs procédés sont possibles : lits bactériens, disques biologiques, lagunages et procédés de boues activées. Les procédés d'épuration biologique ne peuvent être appliqués qu'à des effluents exempts d'éléments toxiques ou inhibiteurs de la croissance bactérienne tels que phénols, détergents,...etc (Hamdi, 1997).

### **VI.4 Traitement tertiaire**

Le traitement est un ensemble des opérations de correction spécifique de certaines caractéristiques de l'eau qui permettent d'accroître le degré d'épuration en permettant par exemple d'achever l'élimination des matières en suspension par filtration, de réduire la teneur en azote total de l'effluent par nitrification, dénitrification ou bien désinfecter l'effluent par chloration (Hamdi, 1997).

### **VI.5 Traitement des boues / traitement des odeurs**

Les boues produites sont essentiellement biologiques, de sorte que leur traitement est classique ; les colorants utilisés en textile contenant de moins en moins de métaux lourds. Ces boues peuvent même être envoyées en valorisation agricole.

Il n'y a aucun problème d'odeur particulier lié à l'industrie textile.

Selon Degremont (2005), deux objectifs majeurs doivent dans tous les cas, être atteints :

La Réduction du pouvoir fermentescible (stabilisation) peut être obtenue par la :

- digestion anaérobie thermophile ou mésophile) ;
- stabilisation aérobie (thermophile peut être suffisamment efficace, compostage) ;
- stabilisation chimique ;
- séchage ;
- et bien entendu, incinération ou co-incinération en stade ultime.

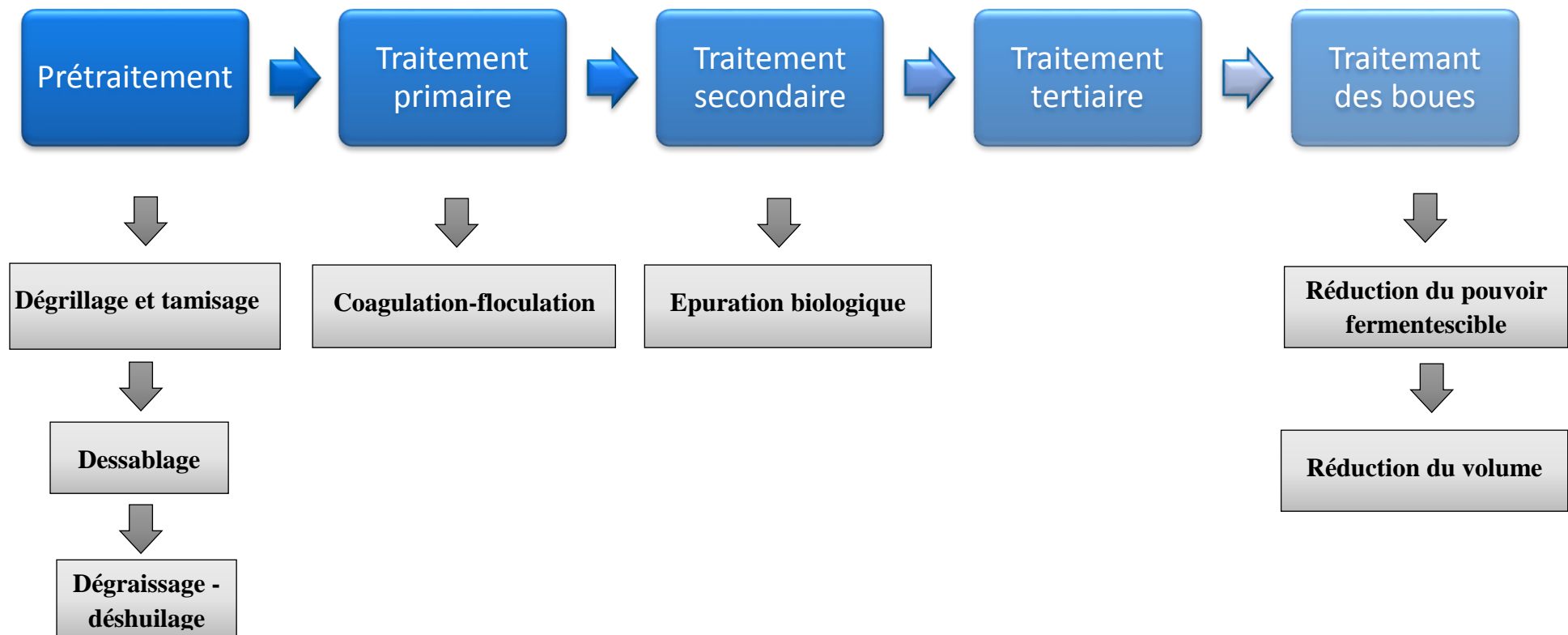
## Synthèse bibliographique

---

La réduction du volume peut être obtenue par :

- un épaissement ;
- une déshydratation par voie mécanique (filtration, centrifugation) ;
- une déshydratation par voie thermique (séchage solaire, sécheur avec gaz ou fluides caloporteurs).

La figure 5 représente les étapes du procédé de l'épuration des effluents industriels :



**Figure 5** : Les étapes de traitement des eaux usées (EATIT, 2016).

*Chapitre II*  
*Partie*  
*expérimentale*

## I Présentation de l'unité textile de Draa Ben Khedda (DBK)

### Historique

L'unité de Draa Ben Khedda (DBK) est un complexe intégré, c'est-à-dire qu'à partir de la matière première on obtient un produit fini prêt à être confectionné ou utilisé par une industrie. Cette usine a été installée dans le cadre d'un protocole d'accord conclu en 1963 entre l'Algérie et l'Égypte.

Les travaux de l'unité initiale ont été achevés en 1966. C'est ainsi le premier département (filature) a été mis en production en décembre 1966. Le second département (tissage) à démarrer en juillet 1967, et le troisième département dans le processus technologique (finissage) a été mis en production en 1967.

Il faut rappeler que l'unité textile de DBK fut rattachée à la SONITEX en 1966. Après la restructuration de la SONITEX en 1982, l'unité de DBK fait partie de la COTITEX de TIZI OUZOU qui contient onze (11) unités de production.

En 2001 le groupe TEXMACO avait décidé de filialiser la COTITEX en deux filiales, ce qui a donné la création de la cotonnière de Tizi Ouzou et de l'entreprise mère la COTITEX.

Après un délestage opéré par le départ en retraite et le départ volontaire de la majorité du collectif, en décembre 2004 la fermeture de l'entreprise COTITEX est envisagée. A l'heure actuelle, cette dernière est dénommé l'Entreprise Algérienne des Textiles Industriels et Technologiques (EATIT), qui est composée d'une filature<sup>1</sup>, d'un tissage<sup>2</sup> et d'un finissage fermé. Mais une nouvelle filature a été rénovée et il y aura ouverture d'un nouveau tissage et finissage à l'avenir.

### I.1 Situation géographique

Le complexe de DBK s'étend sur une superficie totale de 28 hectares dont 14.5 couverts. Il est implanté au nord de la ville de DBK à environ 11Km de l'ouest de la ville de Tizi Ouzou, il est limité à l'ouest par 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 Sebaou, il est doté de deux accès principaux à la partie sud :

## Partie expérimentale

---

- Chemin ferroviaire pour les marchandises (actuellement non utilisé) ;
- Chemin routière pour marchandise et le personnel.

### I.2 Besoins en eau

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

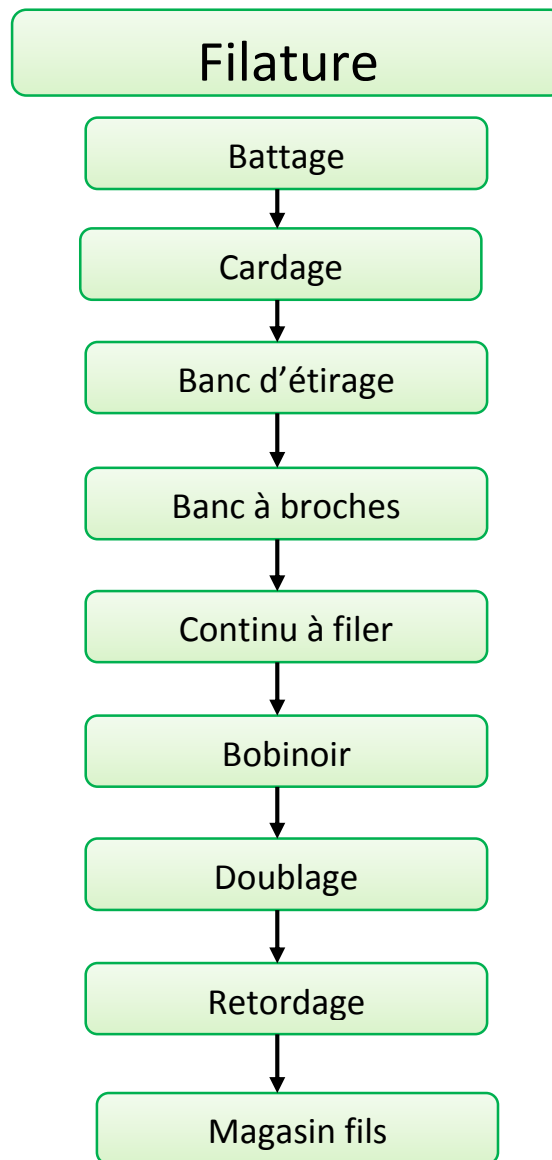
- 45000 m<sup>3</sup>/an d'eau douce, destinée principalement à la production de vapeur (chaufferie) et la préparation de la colle au niveau du tissage.
- 144000 m<sup>3</sup> d'eau potable de la même année, destinée principalement pour la consommation et extinction des feux.

### I.3 Processus technologique textile

Le processus technologique textile se compose de trois (03) parties : La filature, le tissage, le finissage.

#### I.3.1 Filature

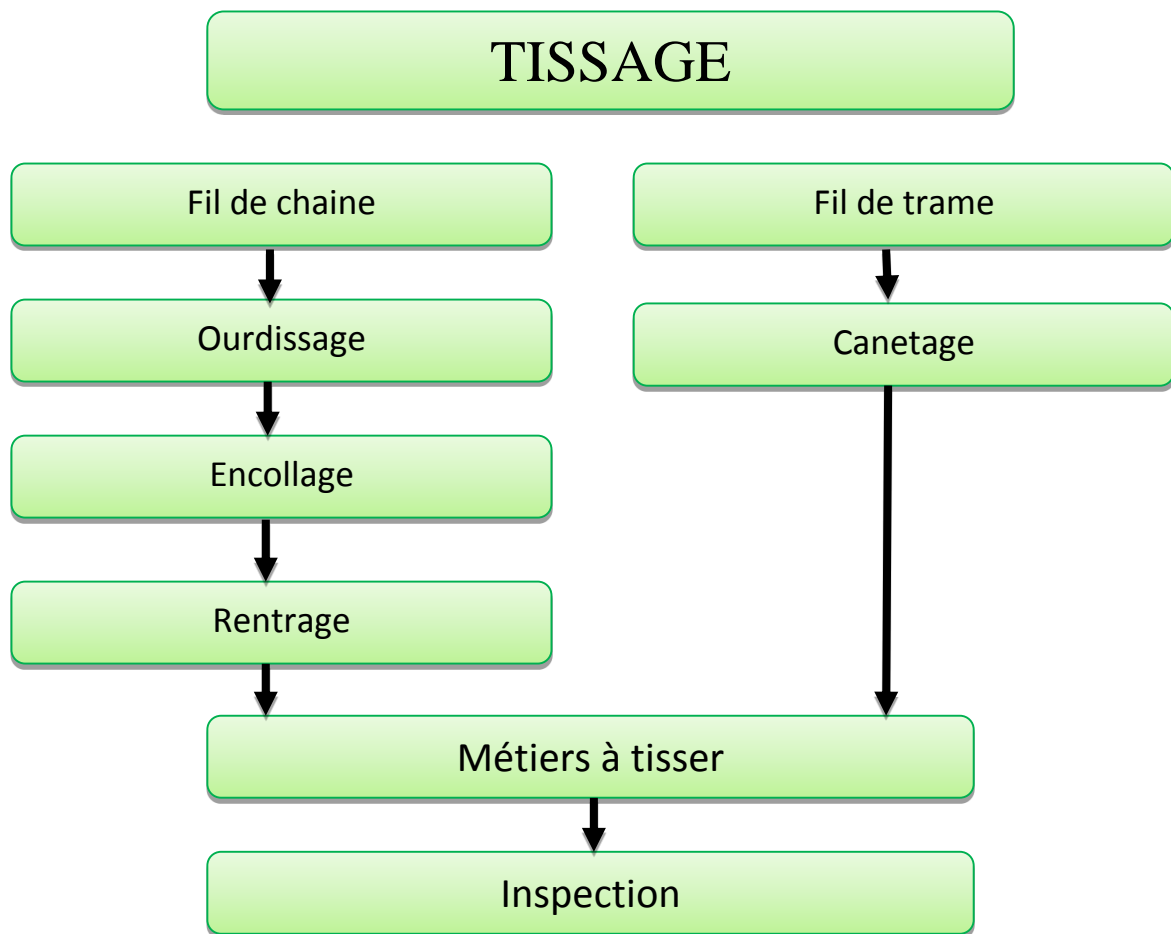
La filature est l'ensemble des opérations destinées à transformer la matière première brute (coton) en fils de différents diamètres, en fonction des besoins, la filature comporte les étapes suivantes :



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

### I.3.2 Tissage

Le tissage est l'assemblage des fils obtenus à la filature en vue de confectionner un tissu. Les opérations successives sont les suivantes :

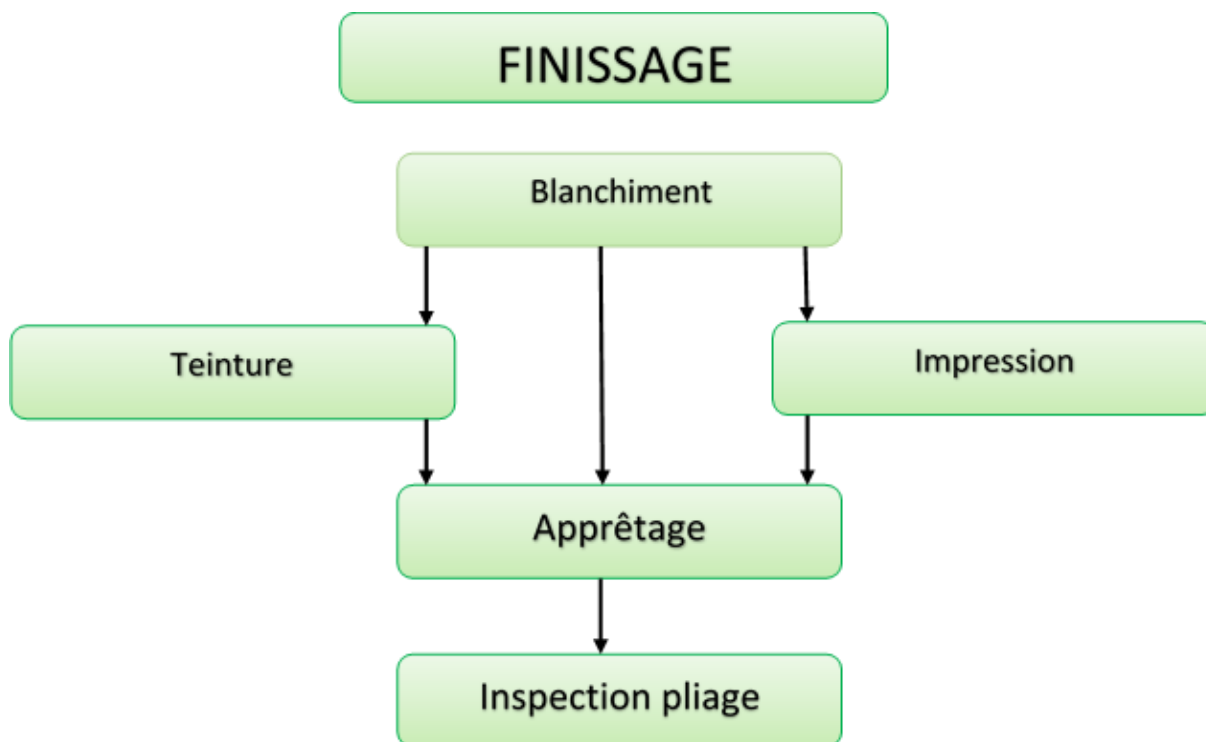


**Figure 7** : Schéma représentatif du processus technologique du tissage.

### I.3.3 Finissage

Le finissage ou l'achèvement des textiles, est une étape importante dans la chaîne de fabrication, à fin d'obtenir des tissus blanchis, teints ou imprimés.

## Partie expérimentale



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

## II Protocole expérimental

### II.1 Matériel et réactifs utilisés

Le matériel et les réactifs dans notre travail sont présentés dans le tableau ci-dessus.

**Tableau 4 :** matériel et réactifs utilisés. (Voir les photos du matériel en annexe I)

Matériels	Réactifs
DCO mètre, pH mètre, balances (analytique et mécanique), agitateur (jar- test), étuve, turbidimètre, bec benzène, béchers de 1L, filtre à papier, éprouvettes graduées, fioles jaugées, entonnoirs, burettes graduées à 100 ml, spatule, ballons, erlenmeyer, bentonite.	Eau distillée, tampon ammoniacal, EDTA, phénol phtaléine, méthyl orange, nitrate d'argent acide oxalique, bichromate de potassium, Bei Floc VEL (pH de 4 à 6), Col Floc RD (pH de 7 à 9), la chaux (base forte), molibdate d'ammonium, sel de mohr, acide chlorhydrique (HCl) 0.1 N, féroïen.

Parmi les coagulants cités dans le tableau ci-dessus nous avons utilisé celui qui a donné les meilleurs résultats après plusieurs essais de la coagulation-floculation qui est le Bei Floc VEL (pH de 4 à 6), dont ces caractéristiques sont en annexe II.

## II.2 Manipulations effectuées

### II.2.1 Préparation des solutions

Les colorants utilisés pour notre étude ont été 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.

Les recettes de teinture préparées sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 5 :** Recettes de teinture utilisées

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.

### II.2.2 Préparation des échantillons

Pour réaliser notre expérimentation nous avons préparé une dilution de 50 ml de chaque solution dans 1 L d'eau de STEP, qui sera la solution mère (rejet 1 pour la solution 1 et rejet 2 pour la solution 2).

## III Technique de coagulation-floculation

Le jar-test (hydrocure) est un appareil qui permet de déterminer la concentration optimale du coagulant au cours d'une expérience de coagulation-floculation. Cet appareil est muni d'un variateur de vitesse de 0-140 t/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.

L'essai sur jar-test se fait selon la méthode suivante :

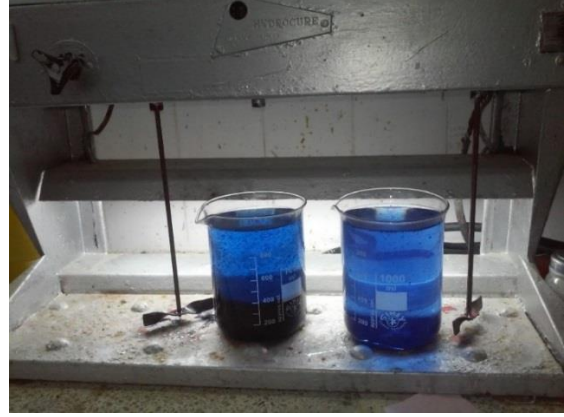
Nous avons mesuré 1L d'eau de chacun des rejets (1 et 2) (figure n°9), nous portons l'appareil à 120 tours / min, nous injectons des doses croissantes de coagulant choisi préalablement suivant le pH de l'échantillon. La minuterie est réglée à 1 minute (le temps utile pour la dissociation du coagulant), dès que la minute est écoulée nous réglons l'appareil à 70

## Partie expérimentale

tours/min et laisser agiter pendant 10 min (le temps utile pour la réaction complète), les deux échantillons sont retirés et laissés décanter pendant 20 min (figure n°10). La dose optimale qui nous donne un résultat satisfaisant doit être prise en référence, rappelons qu'une surdose de coagulant peut provoquer l'effet inverse.



**Figure 9 :** Rejet pendant la coagulation (originale, 2016)



**Figure 10 :** Décantation dans les deux échantillons (originale, 2016)

### III.1 Détermination de la turbidité

La mesure pratique de la turbidité se fait à l'aide de 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 celles de notre échantillon, la lecture est effectuée. Si l'aiguille dépasse les 400 U.F une dilution de l'échantillon doit être faite et on procède directement à la lecture. Le résultat final est égal à la valeur trouvée est multipliée par le nombre de dilution.

### III.2 Détermination de potentiel hydrogène (pH)

Pour connaître le pH d'un échantillon, nous procédons à l'étalonnage de l'appareil (pH mètre) avec de l'eau distillée puis on met l'électrode de référence dans l'échantillon et on procède directement à la lecture du résultat.

### III.3 Détermination du titre hydrotimétrique (TH)

Le TH consiste à déterminer la concentration des ions calcium et magnésium par la formule suivante :

## Partie expérimentale

$$TH = [Ca^{++}] + [Mg^{++}]$$

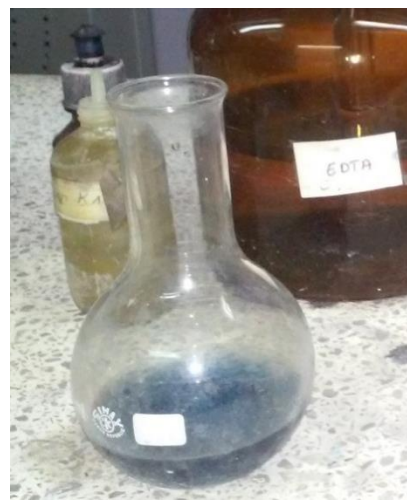
Ces ions constituent un problème qui peut causer des dégâts dans les chaudières les circuits d'eau, pompe d'eau par la formation de couche très adhérentes et très solides ; provoquant des surchauffes locales et mauvais rendement des conduites.

A l'aide d'une éprouvette, nous mesurons exactement un volume d'eau  $V = 50$  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 (figure n°11) est obtenue, solution dosée par l'EDTA jusqu'à l'apparition de la couleur bleue (figure n°12), soit le volume versé ( $V = 3,7$ ml). La valeur du TH est calculée par la formule suivante :

$$TH \text{ °F} = \frac{(N \times V)_{EDTA} \times 1000 \times 5}{V_{EAU}}$$



**Figure 11 :** Apparition de la couleur rose violacée (originale, 2016)



**Figure 12 :** Apparition de la couleur bleu (originale, 2016)

### III.4 Détermination de l'alcalinité

#### III.4.1 Titre alcalimétrique (TA)

Le TA consiste à déterminer la concentration des "OH<sup>-</sup>" et  $\frac{1}{2}$  CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> par l'équation suivante :

$$TA = [OH^-] + \frac{1}{2} [CO_3]$$

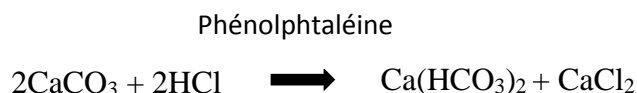
A l'aide d'une éprouvette nous mesurons un volume de 50ml de chacun des deux rejets. Additionné de 3 gouttes de la phénolphtaléine, une couleur rose apparaît (figure n°13) ;

## Partie expérimentale

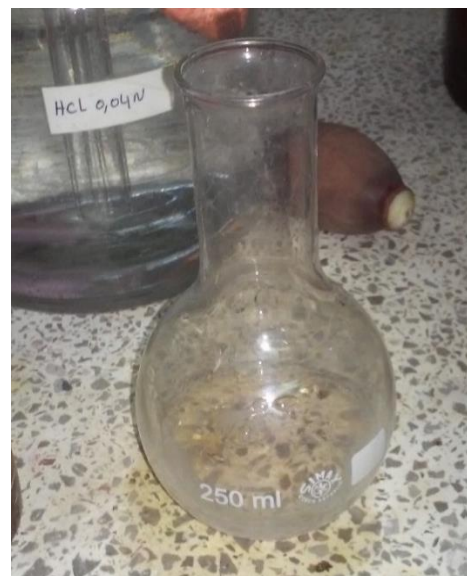
synonyme d'alcalinité, par la suite nous versons l'HCl à 0.04 N goutte à goutte jusqu'à la disparition de la couleur (figure n°14), soit  $V=1,8\text{ml}$  est le volume versé. Puis nous calculons la valeur du TA comme suit :

$$\text{TA } ^\circ\text{F} = \frac{(V \times N)\text{HCl} \times 1000 \times 5}{\text{Veau}}$$

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



**Figure 13 :** Apparition de la couleur rose (originale, 2016).



**Figure 14 :** Disparition de la couleur (originale, 2016).

### III.4.2 Titre Alcalimétrique Complet (TAC)

Le TAC est donné par l'équation suivante :

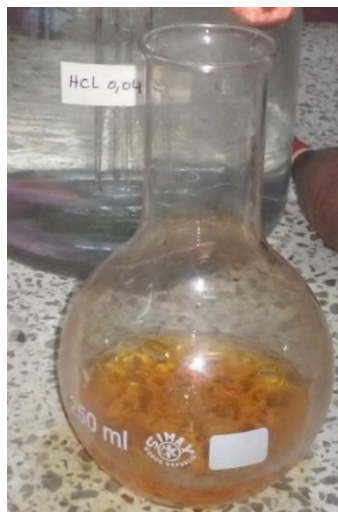
$$\text{TAC} = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3] + [\text{HCO}_3^-].$$

Sur la même prise d'essai qui a servi pour l'analyse de TA nous ajoutons 3 gouttes d'hélianthine (méthyl- orange) et sans réajuster le zéro de la burette, nous avons dosé de nouveau avec la même solution d'acide jusqu'au virage du jaune à l'orange ( $\text{pH} = 4.3$ ) (figure n°15). Soit  $V' = 2.2 \text{ ml}$  le volume versés d'acide depuis le début de l'opération suivant la formule suivante :

## Partie expérimentale

---

$$\text{TAC } ^\circ\text{F} = \frac{(\text{N} \times \text{V}')\text{HCl} \times 1000 \times 5}{\text{Veau}}$$

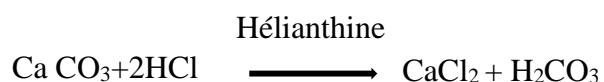


**Figure 15 :** Apparition de la couleur jaune orangé (originale, 2016).

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



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



### III.5 Détermination des MES

1 litre de chacun des deux rejets sont pris, agités, passés par le filtre puis séchés dans une étuve à 120 °C et enfin pesés. Une fois le litre entièrement purifié par le filtre (figure n°16), nous mettons ce dernier à sécher, puis nous procédons à son poids une deuxième fois.

Les MES sont calculées par la formule suivante :

$$\text{MES} = \frac{\text{P2} - \text{P1}}{\text{V eau}} \text{ mg/l}$$

## Partie expérimentale

---



**Figure 16 :** Filtration du rejet (originale, 2016).

### III.6 Analyse de la DCO

Dans deux ballons à fond plat, sont mis 25 ml de chacun des deux rejets, auxquels sont ajoutés 12.5 ml de  $K_2Cr_2O_7$  (oxydant fort du M.O. et minérale) + 35ml d' $H_2SO_4$  concentré, le tout est porté à ébullition pendant 2h, après refroidissement de la solution, nous ajoutons 3 gouttes de féroïne et nous dosons avec le sel de mohr jusqu'à l'apparition de la couleur marron.

Nous déterminons la normalité de sel de mohr avec la formule suivante :

$$N = \frac{(V \times N)_{K_2Cr_2O_7}}{V_{eau}}$$
$$DCO \text{ mg/l} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \text{ de sel de mohr} \times 8 \times 1000}{V_{eau}}$$

$V_1$  = volume de dosage de l'essai à blanc

$V_2$  = volume de dosage des rejets 1 et 2

8 = normalité de l'oxygène  $1N = 16/2$

1000 pour avoir le résultat en mg/l

### III.7 Détermination de la $DBO_5$

En déduit la  $DBO_5$  à partir de la DCO de même échantillon

$$DBO_5 = \frac{DCO}{3.3} \text{ mg/l}$$

Cette théorie a été pratiquement prouvée par plusieurs essais au laboratoire.

### IV Filtration sur la bentonite

L'argile que nous avons utilisée dans ce travail, est une bentonite de couleur légèrement jaune, que nous avons récupérée de l'ENOF de El Harrach, Alger qui a été prélevée du gisement : Hammam Bouhrara (Maghnia) ; situé au Nord-ouest de l'Algérie. (Voir la fiche technique de la bentonite en annexe III).

La bentonite a subi les opérations unitaires préliminaires suivantes :

- Concassage des roches de bentonite en morceaux par un mortier,
- Séchage dans l'étuve pendant 24h à la température :  $T = 65^{\circ}\text{C}$ ,
- Broyage des morceaux de bentonite dans un broyeur à boulets,
- Tamisage de la poudre de bentonite.

La phase de filtration sur la bentonite se fait à partir de l'effluent issu du traitement par coagulation- floculation.

Nous avons pris une éprouvette de type PYREX de 500 ml qui a été stérilisé par l' HCl à 5% et séchée à l'étuve à  $120^{\circ}$  pendant 10 min. Nous avons fait passer l'effluent à travers le filtre à papier contenant 200 g de la bentonite (figure n°17) et on récupère l'eau dans des fioles de 250 ml pour des analyses (TH, TA, TAC, pH, Turbidité, MES, DCO, DBO<sub>5</sub>).



**Figure 17** : filtration sur la bentonite (originale, 2016).

### V Métaux lourds

Les analyses réalisées en été faites au laboratoire de l'ENIEM de Oued Aissi. L'appareil utilisé est le spectrophotomètre à adsorption moléculaire de type Nanocolor ultraviolet visible.

#### V.1 Dosage du fer total

**Principe :** Détermination photométrique à 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 ;

Température de réaction : 20-25°C ;

Temps de réaction : 5min.

#### Contenu du jeu de réactifs :

100 ml Fer R<sub>1</sub>

20 g Fer R<sub>2</sub>

100 ml Fer R<sub>3</sub>

100 ml Fer R<sub>4</sub>

1cuillère de mesure 85mm

Exécution :

Accessoire nécessaires : fioles jaugées 25 ml, pipette à piston avec embouts

Introduire respectivement dans une fiole jaugée de 25 ml.

#### Mode opératoire

Nous prélevons 20 ml de l'échantillon, auquel on ajoute 1ml de réactif R<sub>1</sub>, on mélange et on ajoute 1 cuillère de mesure de R<sub>2</sub>, on remélange et en ajoutant 1 ml de R<sub>3</sub>, mélanger et ajouter 1ml de R<sub>4</sub> mélanger la solution. Nous ajustons le volume dans la fiole jusqu'à 25 ml d'eau distillée. Après 5min transvaser dans les cuves rectangulaires et mesurer.et nous mélangeons après nous ajoutons 5ml d'eau et nous procédons à la mesure.

R<sub>1</sub> : contient des chlorures d'hydroxylamine 80 à 100%.

R<sub>2</sub> : contient des chlorures d'hydroxylamine de 80 -100%

R<sub>3</sub> : contient d'acide acétique 25-50%.

R<sub>4</sub> : contient de l'éthanol 35 à 55%.

### V.2 Test de Zinc 4

**Principe :** détermination photométrique à l'aide de zincon.

Domaine de mesure : 0,10 à 4,00mg/l  $Zn^{+2}$

Facteur : 02.08

Longueur d'onde de mesure : 620 nm.

Temps de réaction : 1minute.

Température de réaction : 20-25°C

**Contenu du jeu de réactifs :**

20 cuves rondes de zinc 4

1 cuve ronde avec 5ml de zinc 4 R<sub>2</sub>

1 flacon avec 5g de zinc 4 R<sub>3</sub>

1 cuillère de mesure 85mm.

1 cuve ronde avec le blanc « Null ».

Exécution :

Accessoires nécessaires : pipettes à piston avec embouts.

Ouvrir une cuve ronde, ajouter 4ml de l'échantillon à analyser (la valeur du pH de l'échantillon doit être comprise entre pH = 3 et 10) et dissoudre complètement les réactifs. Ajouter 200 µl (= 0,2 ml) de R<sub>2</sub>, fermer et mélanger, nettoyer la cuve à l'extérieur et mesurer après 1min.

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

Le réactif R<sub>2</sub> contient du chloral hydraté 50%.

### V.3 Test du chromate 6

**Principe :** détermination photométrique à l'aide de la diphénylcarbazine

Domaine de mesure : 0,1 - 4 mg/l  $CrO_4^{2-}$

Facteur 0.94

Longueur d'onde de mesure : 540 nm

Temps de réaction : 5min

Température de réaction 20 - 25°C

## Partie expérimentale

---

### Contenu des réactifs

20 cuves rondes chromate 5

1 cuve ronde avec 5ml de chromate 5 R<sub>2</sub>

1 cuve ronde de blanc « Null »

Le contenu 20 cuves rondes chromate5 peut être coloré en rose, mais n'a pas d'influence pour la détermination.

Exécution :

Accessoires nécessaires : pipettes à piston avec embouts

### Mode opératoire

Ouvrir une cuve ronde ajouter 4 ml de l'échantillon à analyser (pH entre 1 et 7). Ajouter 0,2 ml de R<sub>2</sub>, fermer et mélanger. Nettoyer la cuve à l'extérieur et mesurer après 5min. ensuite transvasé le contenu des cuves rondes dans des semi-microcuves 50mm et mesurer après 5 min.

*Chapitre III*  
*Résultats et*  
*discussion*

## Résultats et discussion

Des tests sur différents échantillons ont été menés à l'échelle des deux laboratoires, l'unité textile de DBK et l'ENIEM, suivant un protocole bien précis de telle manière à analyser le pouvoir épuratif de la bentonite, pour cela notre travail est basé sur trois parties :

- La première partie d'essai est consacrée à l'étude de quelques paramètres indicateurs de pollution (turbidité, pH, DCO, DBO<sub>5</sub>) avant la coagulation-floculation ;
- La deuxième partie comprend toutes les analyses réalisées qui consistent en expérience de coagulation floculation (turbidité, pH, DCO, DBO<sub>5</sub>, TH, TA, TAC, MES, Zn, Cr<sup>+6</sup>, Fe) ;
- La troisième partie est réalisée pour améliorer le procédé de traitement classique (coagulation-floculation), par la filtration sur la bentonite.

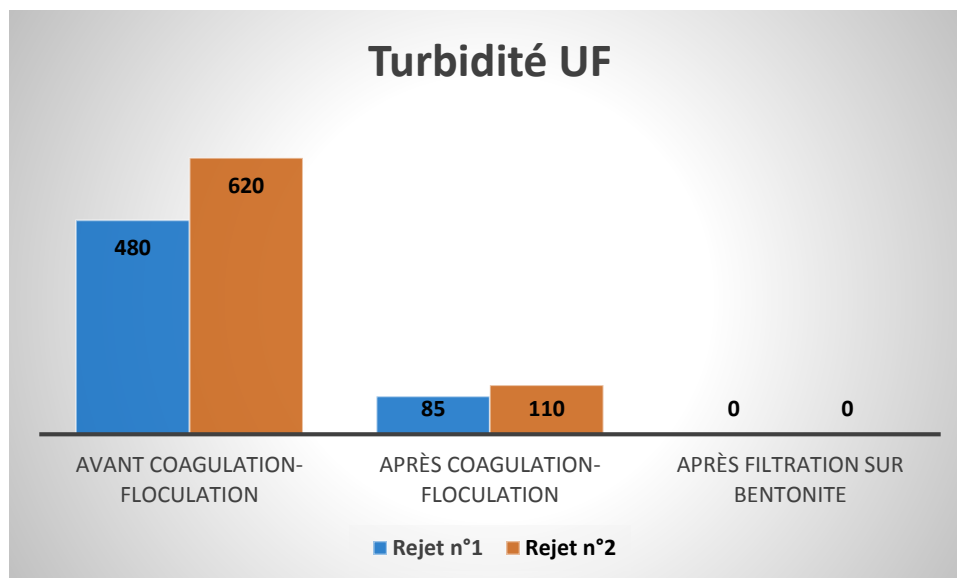
Les résultats d'analyses des différents paramètres pour les deux rejets seront représentés dans des tableaux comparatifs représentés en annexe IV suivis de représentations graphiques et leurs interprétations.

### I. Paramètres indicateurs de pollution

Les résultats des paramètres indicateurs de pollution sont :

#### I.1 Turbidité (UF)

La figure 18 représente la comparaison de la turbidité avant, après la coagulation-floculation et après filtration sur bentonite.



**Figure 18 :** Variation des valeurs de la turbidité (UF) avant, après la coagulation-floculation et après filtration sur la bentonite.

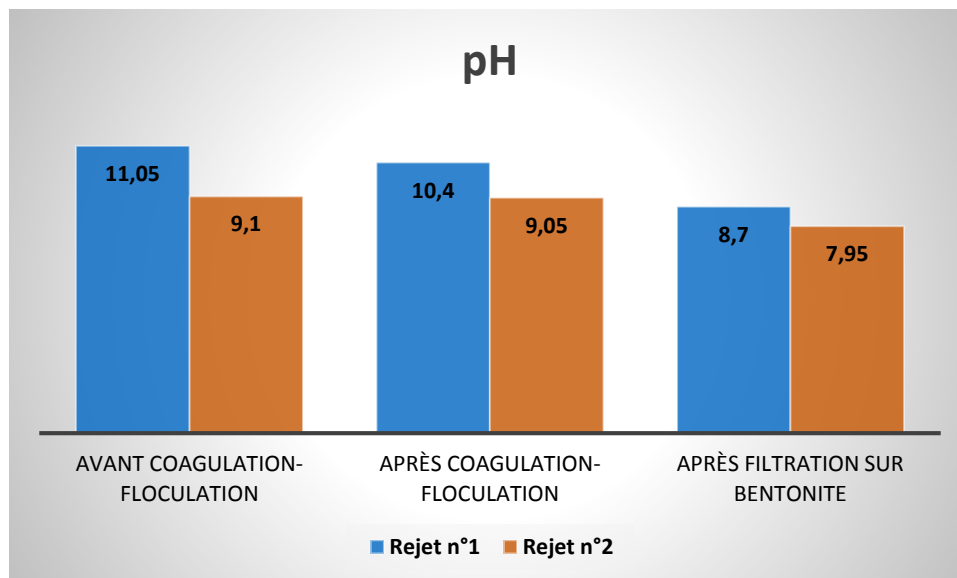
## Résultats et discussion

Le procédé de la coagulation-floculation n'a pas pu éliminer la turbidité dans les rejets traités (R1 et R2), dont les valeurs sont de 480 UF pour R1 et 620 UF pour R2. Après la coagulation- floculation sont de 85 UF et 110 UF, ce qui explique qu'une partie de la lumière est absorbée par les MES et traduit la réduction de la transparence, mais après la filtration sur la bentonite, nous remarquons une réduction nette d'ordre de 100% de ce paramètre dont la valeur a diminué jusqu'à 0 UF.

Selon Gagnon et al. , (1997), Lamrini et al. , (2005), cette diminution de la turbidité est due à ce que les particules du coagulant déstabilisent les colloïdales négativement chargés présent dans l'eau à traiter, en neutralisant les charges qui génère les forces de répulsion entre les colloïdes.

### I.2 potentiel Hydrogène (pH)

La figure 19 exprime les variations des valeurs du pH avant, après la coagulation-floculation et après filtration sur la bentonite.



**Figure 19 :** Variation des valeurs du pH avant, après la coagulation-floculation et après filtration sur la bentonite.

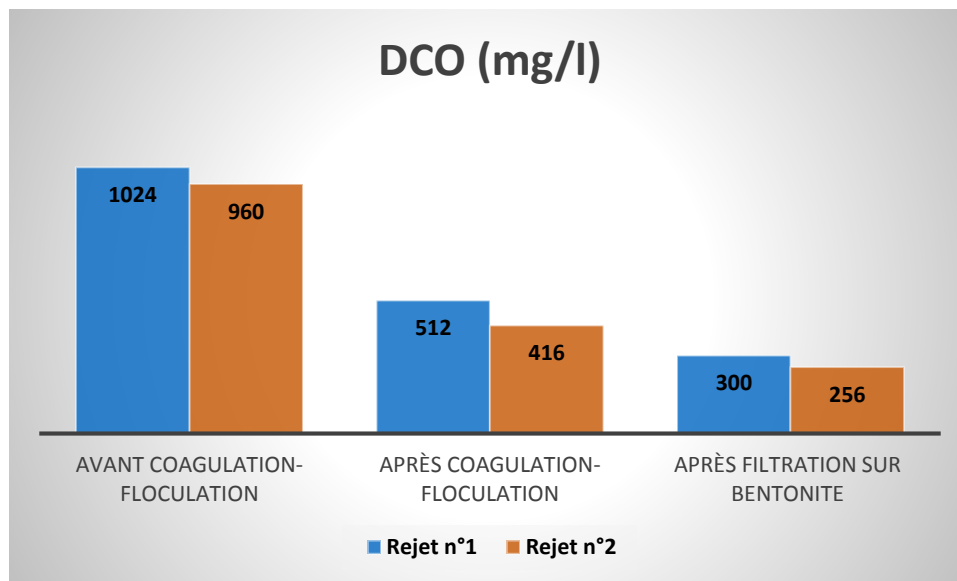
Les valeurs du pH avant la coagulation-floculation pour les deux rejets sont respectivement 11,05 et 9,1, les eaux usées utilisées sont donc basiques en raison de la présence de colorants tel que le colorant réactif. Sachant que cette basicité diminue après la coagulation-floculation, avec un rabattement de 10,4 pour R1 et 9,05 pour R2 et après la filtration sur la

## Résultats et discussion

bentonite cette diminution est de 8,7 pour R1 et 7,95 pour R2, ce qui nous donne assurance que le procédé est fiable du point de vue pH. Les valeurs enregistrées dans notre cas se situent dans la gamme citée dans les normes Algériennes des rejets industriels (JORA, 2006).

### I.3 Demande Chimique en Oxygène (DCO) (mg/l)

La figure 20 montre les variations des valeurs de la DCO (mg/l) avant, après la coagulation-floculation et après filtration sur la bentonite.



**Figure 20 :** Variation des valeurs de la DCO (mg/l) avant, après la coagulation-floculation et après filtration sur la bentonite.

Les valeurs de la DCO sont très élevées (1024 mg/l pour R1 et 960 mg/l pour R2) et confirment la nature organique de ces effluents. Ce type d'effluents ne répond pas aux normes Algériennes en vigueur pour les rejets des effluents industriels, notamment l'industrie textile.

Les résultats représentés dans la figure 20, montrent une diminution importante de la DCO pour les deux rejets (512 mg/l pour R1 et 416 mg/l pour R2), cette diminution continue après la filtration sur la bentonite pour arriver aux valeurs de 300 mg/l pour R1 et 256 mg/l pour R2, donc le pourcentage de rabattement est de 72%.

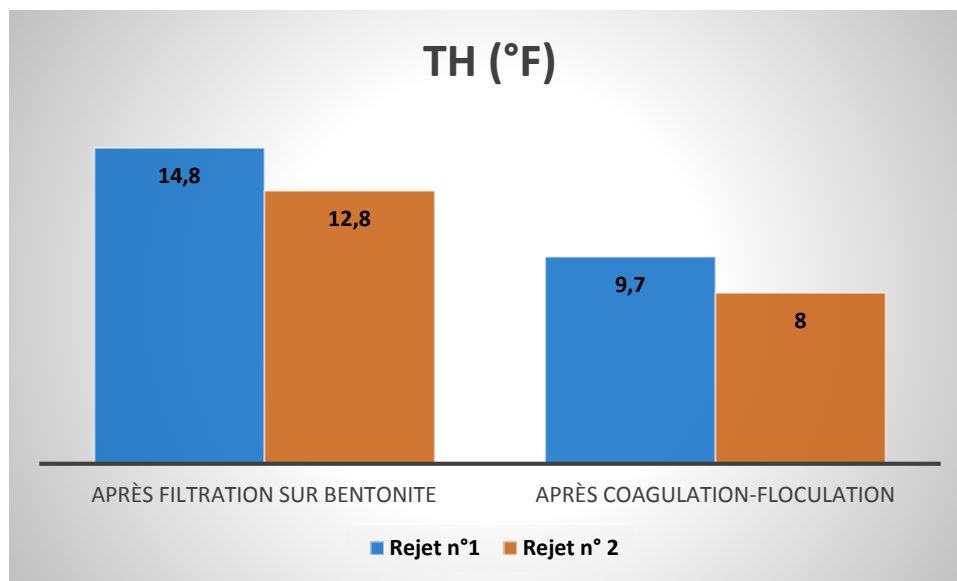
D'après ces résultats nous pouvons dire que la bentonite utilisée dans notre étude est un moyen efficace pour réduire la forte charge en matières organiques de ces effluents.

### II Autres paramètre

Les résultats de ces paramètres (TH, TA, TAC, MES) ont été récupérés après coagulation-floculation et après filtration sur la bentonite.

#### II.1 Titre Hydrotimétrique (TH) (°F)

La figure 21 exprime la variation des valeurs du TH (°F) après la coagulation-floculation et après filtration sur la bentonite.

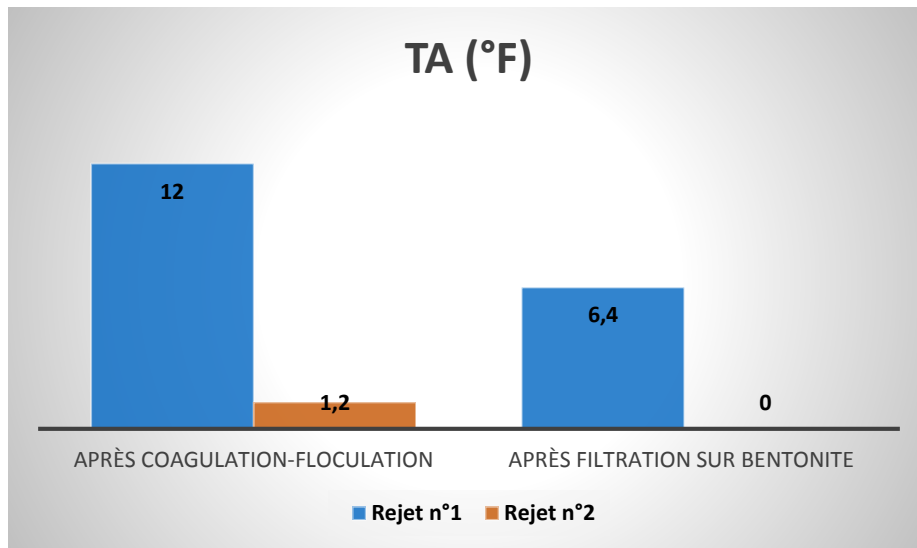


**Figure 21 :** Variation des valeurs du TH (°F) après la coagulation-floculation et après filtration sur la bentonite.

La figure 21 montre que la fraction de diminution des valeurs du TH après le traitement de filtration sur la bentonite est presque la même pour les deux rejets, elle est de 34,45% pour R1 et 37,5% pour R2. Cette diminution explique que la concentration des ions de calcium et de magnésium a diminuée.

#### II.2 Titre Alcalimétrique (TA) (°F)

La figure 22 enregistre la variation des valeurs du TA (°F) après la coagulation-floculation et après filtration sur la bentonite.

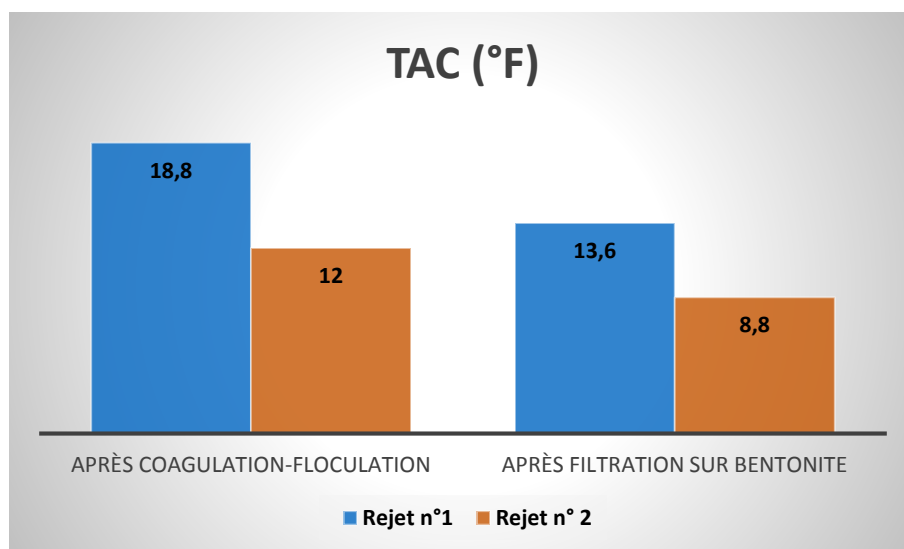


**Figure 22 :** Variation des valeurs du TA (°F) après la coagulation-floculation et après filtration sur la bentonite.

Les teneurs des effluents de l'industrie textile de DBK en hydroxydes libres et en carbonates, ont diminuées respectivement pour R1 et R2 de 12 °F à 6,4 °F et de 1,2 °F à 0 °F. Cette diminution représente 46,67% pour R1 et pour R2 100%.

### II.3 Titre Alcalimétrique Complet (TAC) (°F)

Nous représentons en figure 23 la variation des valeurs du TAC (°F) après la coagulation-floculation et après filtration sur la bentonite.



**Figure 23 :** Variation des valeurs du TAC (°F) après la coagulation-floculation et après filtration sur la bentonite.

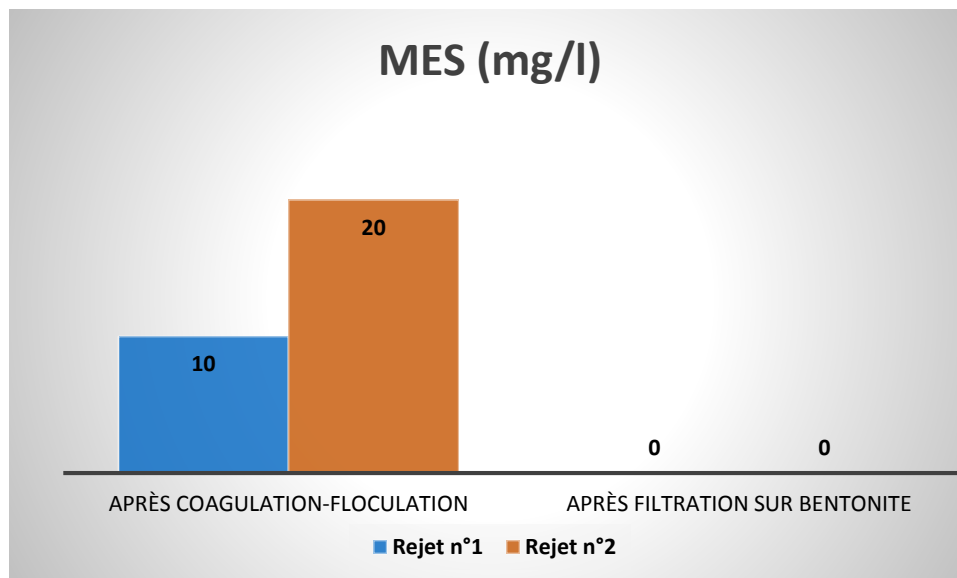
## Résultats et discussion

Les résultats reportés sur la figure 23 montrent une légère baisse des valeurs de ce paramètre avec un pourcentage qui est respectivement de 27,65% pour R1 et 35,29% pour R2. Nous constatons donc une faible présence d'hydrogencarbonates, carbonates et hydroxydes.

Sur la base de ces résultats, nous pouvons dire que ce traitement vis-à-vis du TA, TAC, TH est assez bon.

### II.4 Matières En Suspension (MES) (mg/l)

Dans la figure 24 qui suit, nous avons tracé la variation des valeurs des MES (mg/l) après la coagulation-floculation et après filtration sur la bentonite.



**Figure 24 :** Variation des valeurs des MES (mg/l) après la coagulation floculation et après filtration sur la bentonite.

Les valeurs enregistrées au cours des essais de filtration sur la bentonite pour les deux types de rejets révèlent une élimination totale des MES, à partir de 10 mg/l à 0 mg/l pour R1 et de 20 mg/l à 0 mg/l pour R2. L'élimination des MES revient à la taille des grains de la bentonite qui permet une meilleure filtration et adsorption.

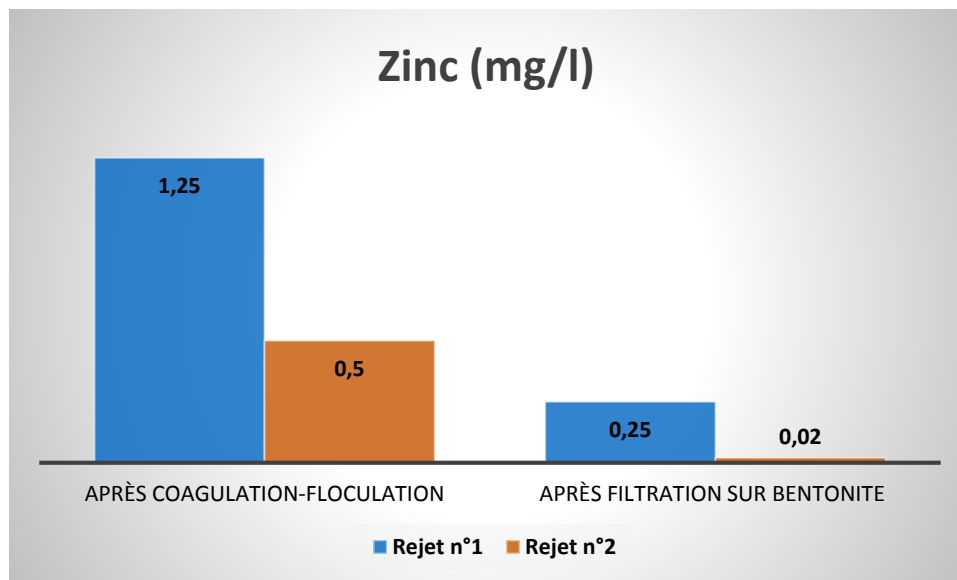
### III. Paramètres indésirables

#### III.1 Métaux lourds

Les analyses des métaux lourds ont été réalisées au laboratoire de L'ENIEM, les résultats récupérés sont présentés dans les tableaux suivants :

##### III.1.1 Zinc 4 (mg/l)

La figure 26 exprime les variations des valeurs du zinc (mg/l) après la coagulation-floculation et après filtration sur la bentonite.

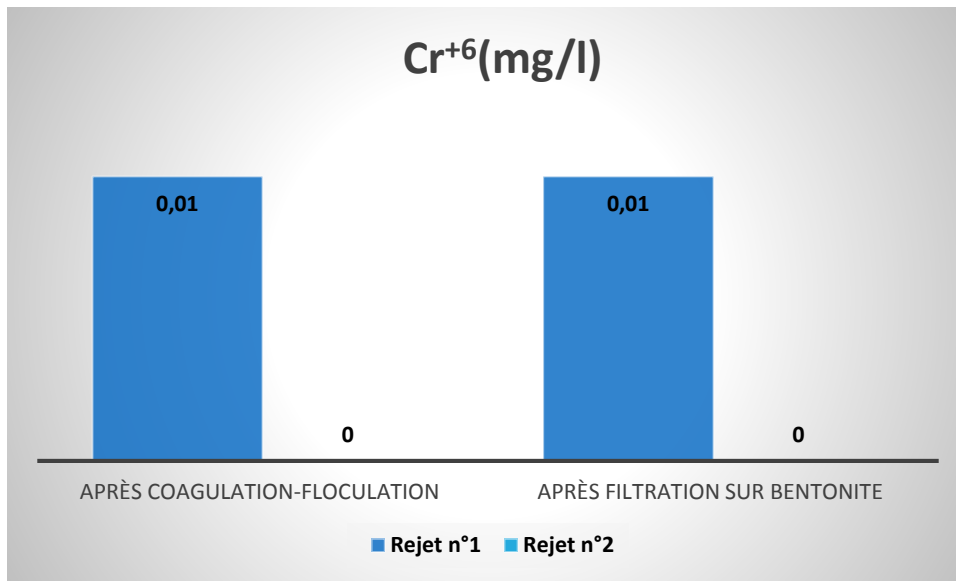


**Figure 25 :** Variation des valeurs du zinc (mg/l) après la coagulation floculation et après filtration sur la bentonite.

D'après les résultats présentés sur la figure 25 nous pouvons constater que le rendement de diminution du zinc après filtration sur la bentonite est de 80% pour R1 et 96% pour R2.

##### III.1.2 Chrome 6 (mg/l)

La figure 26 montre la variation des valeurs du Cr <sup>+6</sup> (mg/l) après la coagulation-floculation et après filtration sur la bentonite.

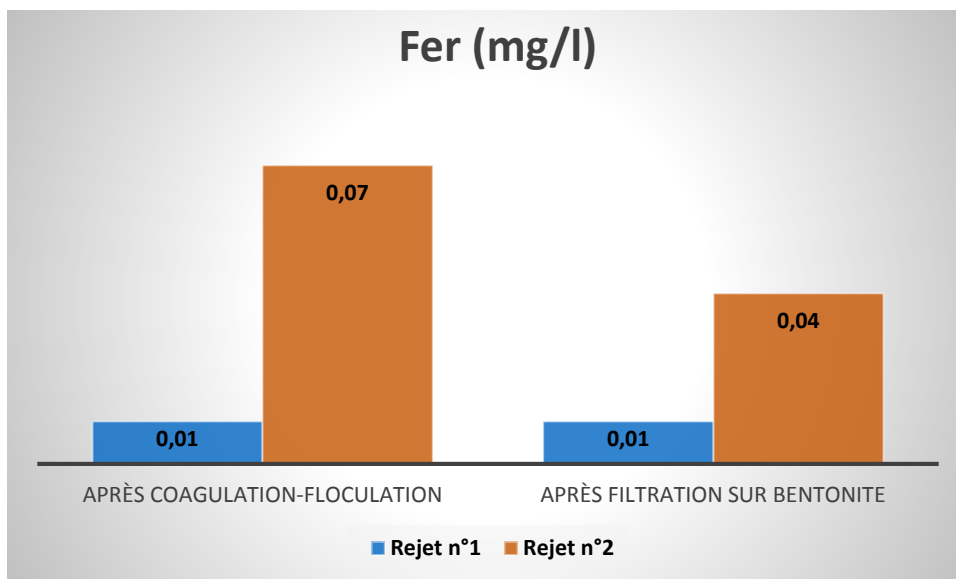


**Figure 26 :** Variation des valeurs du Cr <sup>+6</sup> (mg/l) après la coagulation floculation et après filtration sur la bentonite.

La figure montre une faible valeur de Cr <sup>+6</sup> pour R1 (0,01mg/l) qui est stable après le traitement, contrairement à R2 où nous remarquons une absence totale du Cr <sup>+6</sup>.

### III.1.3 Fer total (mg/l)

La figure 27 enregistre la variation des valeurs du fer (mg/l) après la coagulation-floculation et après filtration sur la bentonite.



**Figure 27 :** Variation des valeurs du fer (mg/l) après la coagulation floculation et après filtration sur la bentonite.

## Résultats et discussion

---

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%.

Les résultats des analyses effectuées sur l'eau filtrée par la bentonite montrent une diminution de la concentration du fer, chrome 6 et le zinc en respectant les normes de rejets industriels par JORA (2006). Cette diminution pourrait être expliquée par la rétention chimique (propriétés de la bentonite).

En effet, les résultats des métaux lourds ont été améliorés par la technique de filtration sur la bentonite à un pourcentage satisfaisant, la conformité de la bentonite utilisée était meilleure pour le zinc (80% pour R1 et 96% pour R2) par rapport aux autres métaux étudiés en comparant avec d'autres études citons celles de Guergazi S. et al. (2013) avec un pourcentage de 96,16% et Larakeb et al. (2014) avec un pourcentage de 98,24%.

# *Conclusion générale*

## Conclusion générale

---

La dégradation de l'environnement et la pénurie d'eau salubre sont des obstacles majeurs au développement durable. Les progrès socioéconomiques ne sont pas viables sans air propre, sans eau potable, sans sols fertiles pour la production végétale et animale, ni sans environnement propre et stable propice au travail et à la vie.

Les activités de l'entreprise de textile EATIT de Draa Ben Khedda génèrent une pollution importante en eaux résiduaires. Ces effluents sont très chargés en colorants synthétiques récalcitrants. Comme ils sont utilisés en excès pour améliorer la teinture, ils présentent une forte coloration foncée et une haute toxicité pour les eaux. Ces effluents nécessitent donc un traitement préalable permettant une diminution de la charge polluante avant d'être déversés dans l'Oued Sebaou.

Au cours de cette recherche nous avons abordé la problématique de traitement des rejets textile de la cotonnière de DBK dont les besoins en eau sont de plus en plus importants face à une dégradation de cette ressource liée à la pollution de l'environnement.

L'objectif de notre étude est d'améliorer le procédé de traitement physico-chimique des rejets de l'unité textile de Draa Ben Khedda par la technique de filtration sur bentonite.

Notre étude s'étale sur trois chapitres distincts respectant une certaine méthodologie dans le développement du sujet, la première partie concerne toutes les données recueillies entourant notre sujet, la deuxième partie est réservée aux modes opératoires, des analyses effectuées et la troisième partie est consacrée aux résultats et discussion.

L'étude nous a permis de constater que la coagulation-floculation est un procédé qui donne des résultats satisfaisants ; et que la filtration sur la bentonite améliore considérablement l'épuration des eaux sortantes d'une STEP, ce qui ouvre une perspective de la récupération de ces eaux. Mais il est important d'adapter aussi à cette nouvelle technique, l'utilité de raccorder des rejets à des filtres doté de la bentonite.

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.

Nous nous pouvons qu'être satisfait de cette étude mais nous proposons que ce travail soit enrichi pour une étude approfondie pour mieux réussir cette technique.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

**ABDELOUHAB C., 1987** : Elimination sur quelques argiles bentonitiques algériennes de métaux lourds présents dans les eaux résiduaires industrielles cas du Cd(II) et Zn (II). Thèse de mag. U.S.T.H.B, Alger.

**AMINI D., et CHELLI G., et NOUALI F., 1998** : Contribution à l'étude d'un procédé de traitement tertiaire en vue d'éliminer la coloration résiduelle des rejets traités du complexe textile de Draa Ben Khedda : mémoire D'Etudes Universitaires Appliquées (DEUA) des sciences de la nature option gestion des eaux. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

**AMIROUCHE L., 2011** : Etude 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.

**ANLIKER A., 1979**: Ecotoxicology of dyestuffs – A joint effort by industry. Ecotoxicol. Environ. Safety, vol 3.

**BEAUX J-F., 2004** : L'environnement 1<sup>ère</sup> éd. NATHAN, Paris.

**BOUACHERINE S., 2013** : Eliminations des polluants spécifiques par adsorption sur charbon actif et argile traitée et non traitée : mémoire de mag. en Chimie physique et analytique. Option traitement des eaux et environnement. Université Mohamed Chérif Messaadia -Souk-Ahras.

**BOULKRAH H., 2008** : Etude comparative de l'adsorption des ions plomb sur différents adsorbants : mémoire de mag chimie. Option pollution chimique et environnement. Université du 20 août 1955 SKIKDA.

**BOUTARFA M., 2012** : Caractérisation physique et rhéologique de la bentonite de Maghnia : mémoire de mag. en hydraulique. Option : Rhéologie et Transport des Fluides Complexes. Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf.

**CAILLERE S., 1982** : Minéralogie des argiles : structure et propriétés physico-chimiques, 2<sup>ème</sup> éd. INRA et Masson, Paris.

**CAILLERE S., 1982** : Minéralogie des argiles : Classification et nomenclature, 2<sup>ème</sup> éd. INRA et Masson, Paris.

**CASTANY G., 1998** : Principes et méthodes de l'hydrogéologie. éd. Dunod, Paris.

## Références bibliographiques

---

**CHALLAL D., 1977 :** Contribution à l'étude de quelques argiles bentonitiques d'Algérie  
Thèses de doct. de troisième cycle mention chimie minérale. Université d'Alger.

**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.

**CHITOUR C., 2004 :** physico-chimie des surfaces. L'adsorption gaz-solide et liquide-solide  
2<sup>ème</sup> éd. Office des Publications Universitaires. Place centrale de Ben-Aknoun Alger.

**COOPER, 1995:** Colour in dyestuff effluent, the society of dyers and colourists, Oxford: Aden  
Press.

**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. cinquanteenaire, Paris.

**DERAFA G., 2014 :** Synthèse et caractérisation de montmorillonite modifiée : Application à  
l'adsorption des colorants cationiques. Mémoire de mag. en Génie des Procédés Option Génie  
Chimique. Université Ferhat Abbas.Setif-1-

**DUVERNEUIL P., FENOUILLET B. et CHAFFOT C, 1997 :** Récupération des métaux  
lourds dans les déchets et boues issues des traitements d'effluents éd. Technique et  
documentation, Paris.

**FISHER SCIENTIFIC, 1999 :** produits chimiques et biologique.

**GAGNON C., GRANJEAN B. et THIBAUT J., 1997:** Modelling of coagulant dosage in a  
water treatment plant. Artificial Intelligence in Engineering.

**GAUJOUS D., 1995 :** La pollution des milieux aquatiques : Aide-mémoire. 2<sup>ème</sup> éd. Technique  
et Documentation de l'Ecole Polytechnique de Montréal. Lavoisier, Paris.

**GUERGAZI S., AMIMEUR D. et ACHOUR S., 2013 :** Elimination des substances  
humiques de deux eaux de surface algériennes par adsorption sur charbon actif et sur  
bentonite. Larhyss J., pp. 125-137.

**HADDOUM S., et SELATNIA S., 2005 :** Biosorption du plomb sur une biomasse (*Pleurotus  
Mutilus*). Mém de magister, Ecole Nationale Supérieure Polytechnique.

## Références bibliographiques

---

**HAMDI S., 1997** : Etude du rendement épuratoire de traitement primaire des eaux usées du complexe textile de Draa Ben Khedda (traitement physico-chimique) : mémoire de Technicien Supérieur de la Santé en Assainissement. Ecole de formation Para - Médicale Tizi Ouzou.

**IDDIR F., 1983** : Contribution à l'étude de la bentonite de Mostaganem et échange des cations  $\text{Cu}^{++}$  et  $\text{Zn}^{++}$  : Thèse de mag. Université des Sciences et de la Technologie d'Alger Ecole Nationale Polytechnique.

**JEAN HUSS M., 2011** : les risques sanitaires des métaux lourds. Council of Europe: Parliamentary Assembly 21 mai 2010. Luxembourg.

**JORA, 2006** : Journal Officiel de la République Algérienne N°26.

**KADOUHE S., 2013** : Utilisation des biomatériaux dans le traitement des eaux : Thèse de doct. en chimie option chimie appliquée. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

**KANOURI R., 2013** : Adsorption du phénol sur la bentonite de Maghnia : mémoire de mast. en Génie des Procédés. Spécialité Génie de l'environnement. Université Kasdi Merbah Ouargla.

**KOLLER E., 2009** : Traitement des pollutions industrielles : eau, air, déchets, sols, boues. 2<sup>ème</sup> éd. Dunod, Paris.

**LAMRINI B., BENHAMMOU A., LE LANN M-V. et KARAMA A., 2005** : A neural software sensor for on-line prediction of coagulant dosage in a drinking water treatment plant. Transactions of the Institute of Measurement and control.

**LARAKEB M., YUCEF L et ACHOUR S., 2014** : Etude comparative de l'élimination du zinc par adsorption sur la goethite et sur la bentonite de Maghnia. Larhyss J., pp. 87-100.

**MAHI Z., 2006** : Récupération de métaux lourds par l'argile de Maghnia modifiée : cas du cuivre et du plomb : mémoire de mag. en Chimie Option chimie des matériaux. Université d'Oran.

**MEHDI F., 2014** : Modification de la bentonite par un sel de diphosphonim – Applications à l'adsorption des colorants textiles (rouge, bleu et jaune Bemacide) : mémoire de mast. en Chimie. Option Sciences Séparatives et Environnement. Université ABOUBEKR BELKAID Tlemcen.

## Références bibliographiques

---

**MEKHALIF F., 2009** : Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement : mémoire de mag. en Chimie. Option Pollution Chimique et Environnement. Université du 20 Août 1955 SKIKDA.

**NEE, 2007** : National Eau Environnement : Etude du système d'épuration se de protection de la cuvette de Taksebt : Etude préliminaire (partie A, B) DHW .T.O.

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

**PERRIN R. et J-P. SCHARFF, 1993** : Chimie industrielle (2). éd. Masson, Paris.

**PESSON P., 1976** : la pollution des eaux continentales : incidence sur les biocénoses aquatiques éd. Gauthier-villars. Bordas, Paris.

**RAMADE F., 1998** : Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau : éd. Edi-science internationale, Paris.

**RAMADE F., 2000** : Dictionnaire encyclopédique des pollutions, les polluants de l'environnement à l'homme : éd. Edi science, Paris.

**RAMADE F., 2005** : Eléments d'écologie ; Ecologie appliquée sixième éditions DUNOD, Paris 2005.

**RAMADE F., 2007** : Introduction à l'écotoxicologie : fondements et applications, Lavoisier Technique et Documentation, Paris.

**RAVEN P.H., BERG L.R. et HASSENZAHN D.M., 2009** : Environnement. 6<sup>ème</sup> éd. group de boeck.

**REFFAS A., 2010** : Etude de l'adsorption de colorants organique (Rouge nylosan et bleu de méthylène) sur des charbons actifs préparés à partir de marc de café : Thèse de doct. Université de Mentouri Constantine.

**REJSEK F., 2002** : Analyse des eaux : Aspect réglementaire et technique. Edition : Centre Régionale de Documentation Pédagogique d'aquitaine (CRDP), Paris.

**RODIER J., 2009** : Analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 9<sup>ème</sup> éd DUNOD, Paris.

## Références bibliographiques

---

**SINI K., 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.

**Suez Environnement-industriels.** Comment réduire les impacts sur l'environnement. Consulté le : 25/04/2016. [http //www. suetz-environnement.fr](http://www.suez-environnement.fr).

# *Annexes*

## Annexe I



**Turbidimètre**



**pH mètre**



**Balance mécanique**



**Etuve**



**Colonnes en verre**



**Spectrophotomètre**

## Annexe I

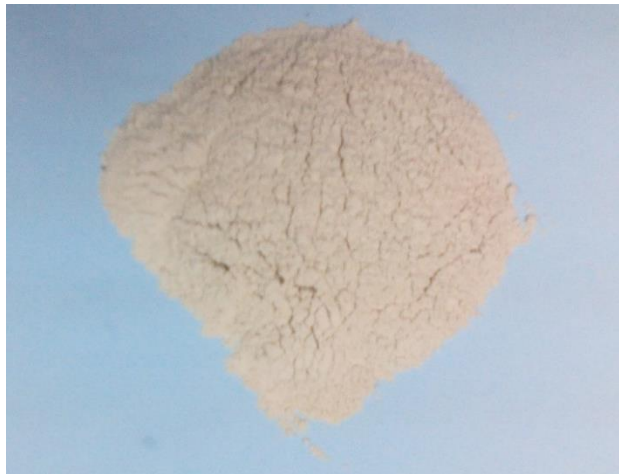
---



**Jart-test**



**La verrerie**



**Bentonite**

## Annexe II

---



---

### BEIFLOC VEL

<b>Caractère</b>	Floculant pour éliminer la coloration des eaux résiduaires en finissage textile
<b>Structure chimique</b>	Produit de condensation azoté
<b>Aspect</b>	Liquide incolore
<b>Ionicité</b>	Cationique
<b>Valeur pH d'une solution à 10 %</b>	4,0 - 6,0
<b>Poids spécifique à 20°C</b>	1,16
<b>Stabilités</b>	Le CHT FLOCULANT VEL peut être stocké pendant un an  Le produit est sensible au gel dans une certaine mesure; les modifications se produisant à basses températures disparaissent quand on réchauffe et remue bien le produit.

---

### Propriétés

Le BEIFLOC VEL élimine la coloration de l'eau résiduaire en finissage textile. Le produit a une haute affinité aux colorants anioniques et peut être appliqué particulièrement pour l'élimination de colorants réactifs et leurs hydrolysats. L'élimination se fait par sédimentation et filtration.

La combinaison du BEIFLOC VEL avec des précipitants organiques et inorganiques habituels est possible.

Le BEIFLOC VEL est liquide et garantit une manipulation simple.

---

### Application

#### Prescription de dilution

Le BEIFLOC VEL peut être dilué avec de l'eau en toute concentration.

#### Domaines d'application

Le BEIFLOC VEL peut être appliqué pour le traitement de courants partiels ou dans des stations d'épuration des eaux résiduaires des entreprises avec une grande quantité de colorants résiduels dissous.

Dans tous les cas il faut faire des essais préalables dans un laboratoire, car le processus de floculation dépend du colorant et des substances accompagnantes dans les eaux résiduaires.

### Caractéristiques de Bei Flocc VEL

## Annexes III



# BENTAL Spa

## Société des Bentonites d'Algérie



### FICHE TECHNIQUE

### BENTONITE DE CHARGE INDUSTRIELLE

#### Composition Chimique

SiO <sub>2</sub>	55 - 65	%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12 - 18	%
Na <sub>2</sub> O	1 - 3	%
CaO	1 - 5	%
K <sub>2</sub> O	0.76-1.75	%
MgO	2 - 3	%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ppm	

#### Caractéristiques Physiques

Humidité	6	% max
Perte au feu à 1000° C	6.9	% max

#### Granulométrie

74 µm granulométrie	98	% min
Résidu sur tamis 74 µm	2	% du poids max

#### Emballage

Palette de 1.250 tonne.  
Big bag de 1.250 tonne.  
Sac de papier Kraft de 50 kg.

#### Livraison

Enlèvement par le client ou livraison

Direction Générale  
31 Rue Mohamed Hattab Hacène Baddie  
El Harrach ALGER

Unité de Maghnia  
25, Rue Gharouben BP47 - 13300  
Maghnia - TLEMCE N

Unité de Mostaganem  
BP 67 Terre Plein du Port  
Mostaganem – MOSTAGANEM

Email: [bentaldg@yahoo.fr](mailto:bentaldg@yahoo.fr)  
Tel : +213 21 52 17 52  
Fax : +213 21 52 15 33

Email: [bental13300@yahoo.fr](mailto:bental13300@yahoo.fr)  
Tel : +213 43 31 68 88/31 60 94  
Fax : +213 43 31 66 06

Email: [bental\\_mosta@yahoo.fr](mailto:bental_mosta@yahoo.fr)  
Tel : +213 45 21 51/21 61 39  
Fax : +213 43 21 51 74

La fiche technique de la bentonite

## Annexe IV

**Tableau 1** : comparaison de résultats de turbidité des deux rejets avant et après traitements

N° de rejet	Avant coagulation-floculation	Après coagulation-floculation	Après filtration sur bentonite
Rejet n°1	480	85	0
Rejet n°2	620	110	0

**Tableau 2** : comparaison de résultats du pH des deux rejets avant et après traitements

N° de rejet	Avant coagulation-floculation	Après coagulation-floculation	Après filtration sur bentonite
Rejet n°1	11,05	10,4	8,7
Rejet n°2	9,1	9,05	7,95

**Tableau 3** : comparaison de résultats de DCO des deux rejets avant et après traitements

	Avant coagulation-floculation	Après coagulation-floculation	Après filtration sur bentonite
Rejet n°1	1024	512	300
Rejet n°2	960	416	256

**Tableau 5** : comparaison de résultats de TH des deux rejets avant et après traitements

N° de rejet	Après filtration sur bentonite	Après coagulation-floculation
Rejet n°1	14,8	9,7
Rejet n° 2	12,8	8

**Tableau 6** : comparaison de résultats de TA des deux rejets avant et après traitements

N° de rejet	Après coagulation-floculation	Après filtration sur bentonite
Rejet n°1	12	6,4
Rejet n°2	1,2	0

**Tableau 7** : comparaison de résultats de TAC des deux rejets avant et après traitements

N° de rejet	Après coagulation-floculation	Après filtration sur bentonite
Rejet n°1	18,8	13,6
Rejet n° 2	12	8,8

## Annexe IV

**Tableau 8 :** comparaison de résultats des MES des deux rejets avant et après traitements

N° de rejet	Après floculation	coagulation-	Après bentonite	filtration	sur
Rejet n°1	10		0		
Rejet n°2	20		0		

**Tableau 9 :** comparaison de résultats du Zn des deux rejets avant et après traitements

N° de rejet	Après floculation	coagulation-	Après bentonite	filtration	sur
Rejet n°1	1,25		0,25		
Rejet n°2	0,5		0,02		

**Tableau 10 :** comparaison de résultats du Cr<sup>+6</sup> des deux rejets avant et après traitements

N° de rejet	Après floculation	coagulation-	Après bentonite	filtration	sur
Rejet n°1	0,01		0,01		
Rejet n°2	0		0		

**Tableau 11 :** comparaison de résultats du Fe des deux rejets avant et après traitements

N° de rejet	Après floculation	coagulation-	Après bentonite	filtration	sur
Rejet n°1	0,01		0,01		
Rejet n°2	0,07		0,04		

## **Résumé**

Ce travail a pour but d'améliorer le procédé physico-chimique des eaux usées de l'EATIT de Draa Ben Khedda par la technique de filtration sur la bentonite. Plusieurs paramètres ont été analysés tels que : la mesure de la turbidité, la Demande Biochimique en Oxygène (DCO), le Titre Alcalimétrique (TA), les Matières En Suspension (MES), le zinc 4 ... et ce avant et après la coagulation-floculation et notamment après adsorption sur la bentonite. Les résultats obtenus s'avèrent intéressants, ce qui ouvre une perspective de la récupération de ces eaux au lieu de les rejeter dans le milieu naturel. Une étude approfondie est au cours de réalisation.

**Mots clés :** physico-chimique, filtration, bentonite, eau usée, EATIT, Draa Ben Khedda, coagulation-floculation.

## **Abstract**

The aim of this work is to improve the physical-chemical process of Draa Ben Khedda EATIT wastewater by filtration technique using bentonite as adsorbent. Several parameters were analysed such as: the turbidity measurement, Biochemical Oxygen Demand (COD), the Alkalinity Title (TA), Suspension Matter (SM), zinc... before and after coagulation-flocculation method mainly after the adsorption on bentonite. The results are interesting that further open waters recovery instead of release it into the environment. A further detail is under way.

**Keywords:** physical-chemical, filtration, bentonite, wastewater, EATIT, Draa Ben Khedda, coagulation-flocculation.