

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
**Université A. MIRA - Béjaia**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**

**Département : Sciences Biologiques de l'Environnement**

**Spécialité : Biodiversité et Sécurité Alimentaire**



Mémoire de Fin de Cycle

En vue de l'obtention du diplôme de MASTER en **Biodiversité et Sécurité Alimentaire**

## ***Thème***

Suivi de la qualité physicochimique des eaux de l'unité d'ennoblissement textile TEXALG de Kherrata, Béjaia, Algérie.

Présenté par :

**M<sup>elle</sup> ABDELLI Ibtissem & M<sup>elle</sup> DJERRAHI Cylia**

Soutenu le : **18 Juin 2023**

Devant le jury composé de :

<b>Noms et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Fonction</b>	<b>Lieu d'exercice</b>
M. SIDI Hachemi	MCA	Président	Université de Bejaia
M. Mankou-Haddadi Nadia	MCB	Examinatrice	Université de Bejaia
M. Ben Hamiche Nadir	MCA	Encadreur	Université de Bejaia
M. Djouder Oualid	ChSL	Co-encadreur	TEXALG Kherrata

**Année universitaire : 2022 / 2023**

# Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier **Dieu** le tout puissant qui nous a donné la force, la volonté et la patience ce modeste travail.

Nos vifs remerciements vont à notre encadreur **Mr BEN HAMICHE N.** Ce travail ne serait pas riche et n'aurait pas pu voir le jour sans son aide. Nous le remercions pour sa patience, sa disponibilité et la qualité de son encadrement.

Nos vifs remerciements à notre co-encadreur **Mr DJOUDER W.**, pour son aide dans la réalisation de ce mémoire durant notre période de stage.

Un grand merci également à monsieur le président **Mr SIDI H.** et à l'examinatrice Mme **MANKOU-HADDADI N.**, pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail.

Merci à tous le personnel de l'unité TEXALG de Kherrata, pour l'accueil et leur aide au sein des des laboratoires d'analyses des eaux et de production, particulièrement **Mr RACHID L., Mme HAMZA Z., Mme HADAD L.**

Un grand merci pour l'ensemble du personnel de notre université **A. MIRA Bejaia**, à notre faculté **des sciences de la nature et de la vie**, à tous les **enseignants** qui nous ont formés durant notre cursus universitaire.

## Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mon père **Layachi**, ma force qui m'a encouragé dans ma vie et mes études, **ma mère**, ma deuxième mère, mes frères : **Mohamed, Bader Eddine** et **Adem**, ma chère sœur **Lina, Asma** et **son mari**, ma **grande mère** et toute ma famille.

Je dédie également ce travail à mon cher oncle **Abdelaadime** et sa famille, mes cousines, mes cousins, mes amies et à toutes les personnes qui m'ont aidé et ont toujours été à mes côtés.

### Ibtissem

Je dédie ce travail à mes chers parents, mon père **Chabane**, à ma mère **Saida**, mes frères **Adel, Mazigh, Fateh** et **Ghiles**, ma chère sœur **Sonia** ainsi que toute sa famille, ma grande mère, à mon mari **Massina**.

Je le dédie également à mes amies **Thinhinane, Sonia, Amel** et **Taous**, et mon cousin **Lamine**

Une dédicace spéciale pour **Kourtaa Youcef**.

### Cylia

**Table des matières**

<b>Liste des figures</b>	
<b>Liste des tableaux</b>	
<b>Liste des abréviations</b>	
<b>Liste des annexes</b>	
<b>Introduction générale</b>	1
<b>Chapitre I. Généralités sur l'ennoblissement textile et l'eau dans l'ennoblissement</b>	
I.1. Généralité sur les textiles	3
I.1.1. Historique des textiles	3
I.1.2. Définition des textiles	3
I.1.3. Classification des textiles	3
I.1.3.1. Fibres d'origine naturelle	3
I.1.3.2. Textiles d'origine chimique	4
I.2. Généralités sur l'ennoblissement textile	4
I.2.1. Définition	4
I.2.2. Procédés et techniques d'ennoblissement	5
I.2.2.1. Prétraitement	5
I.2.2.2. Teinture	7
I.2.2.3. Impression	7
I.2.2.4. Finissage	8
I.3. Eau dans l'ennoblissement	9
I.3.1. Eau de barrage	9
I.3.1.1. Origine de l'eau de barrage	9
I.3.1.2. Caractéristiques de l'eau de barrage	9
I.3.1.3. Procédé de traitement de l'eau de barrage	9
I.3.1.4. Les normes de qualité des eaux de surface	11
I.3.2. Eau résiduaire d'ennoblissement textile	12
I.3.2.1. Caractéristique de l'eau résiduaire	12
I.3.2.2. Procédé de traitement d'eau résiduaire	12
I.3.2.2.1. Pré traitement	12
I.3.2.2.2. Traitement biologique	13
I.3.2.2.3. Traitement tertiaire	13
I.3.2.2.4. Traitement des boues / traitement des odeurs	13
I.3.2.3. Normes des eaux résiduaires traitées	14
<b>Chapitre II. Matériel et Méthodes</b>	
II.1. Matériel	15
II.1.1. Présentation de l'unité de production TEXALG Kherrata	15
II.1.1.1. Historique et définition	15
II.1.1.2. Localisation	15
II.1.1.3. Organigramme	15
II.1.1.4. Réseaux d'alimentations en eau	16
II.1.1.5. Traitement des eaux brutes	16
II.1.1.5.1. Principe de distribution de l'eau	16

II.1.1.5.2. Systèmes de traitement	17
II.1.1.5.3. Schéma du procédé de traitement des eaux brutes	17
II.1.1.6. Traitement des eaux résiduaires	17
II.1.1.6.1. Produits chimiques, auxiliaires et colorants utilisés	17
II.1.1.6.2. Equipements et objectif de la station d'épuration	18
II.1.6.3. Méthodes de traitement dans station d'épuration	18
II.1.1.6.3. Schéma de traitement des eaux résiduaires.	19
II.2. Echantillonnage	19
II.2.1. Méthodologie d'échantillonnage	19
II.2.2. Techniques de prélèvement	19
II.2.3. Flaconnage	20
II.2.4. Points de prélèvement	20
II.3. Méthodes	20
II.3.1. Outils de traitement des données (Logiciels utilisés)	20
II.3.2. Méthode d'analyse	20
II.3.2.1. Température	20
II.3.2.2. Potentiel hydrogène pH	22
II.3.2.3. Dureté	22
II.3.2.4. Alcalinité	23
II.3.2.4.1. Titre Alcalimétrique (TA)	23
II.3.2.4.2. Titre alcalimétrique complet (TAC)	23
II.3.2.5. Conductivité	24
II.3.2.6. Transparence	24
II.3.2.7. La demande chimique en oxygène DCO	25
II.3.2.8. La demande biochimique en oxygène DBO	25
<b>Chapitre III. Résultats et discussions</b>	
III.1. Résultats d'analyses des eaux du barrage	26
III.1.1. Discussion des résultats des eaux du barrage	26
III.2. Résultats d'analyses des eaux brutes	27
III.2.1. Discussion des résultats des eaux brutes à l'entrée	28
III.3. Résultats d'analyses des eaux adoucies	29
III.3.1. Discussion des résultats des eaux adoucies	29
III.4. Résultats d'analyses des eaux d'alimentation de chaudière	30
III.4.1. Discussion des résultats des eaux d'alimentation de chaudière	30
III.5. Résultats d'analyses des eaux de chaudière	31
III.5.1. Discussion des résultats des eaux de chaudière	31
III.6. Résultats d'analyses des eaux des procédés	31
III.6.1. Discussion des résultats des eaux des procédés	32
III.7. Résultats d'analyses des eaux résiduaires	33
III.7.1. Discussion des résultats des eaux résiduaires	33
III.8. Résultats d'analyses des eaux neutralisées	34
III.8.1. Discussion des résultats des eaux neutralisées	34
III.9. Résultats d'analyses des eaux traitées	35
III.9.1. Discussion des résultats des eaux traitées	35
III.10. Comparaison entre la qualité physico-chimique des eaux résiduaires/les eaux brutes et	36

les eaux traitées	
III.10.1. Interprétation et comparaison des résultats de pH	36
III.10.2. Interprétation et comparaison des résultats de température	37
III.10.3. Interprétation et comparaison des résultats de DCO	37
III.10.4. Interprétation et comparaison des résultats de DBO	38
III.10.5. Interprétation et comparaison des résultats de transparence	38
<b>Conclusion et recommandations</b>	39
<b>Références bibliographiques</b>	41
<b>Annexes</b>	

## Liste des figures

<b>Figure 01</b>	Schéma des procédés d'ennoblissement textile.	5
<b>Figure 02</b>	Schéma des étapes et unités de traitement d'une eau de surface.	11
<b>Figure 03</b>	Image montrant la localisation de l'unité de production TEXALG Kherrata d'après Google Earth et les points de prélèvement.	15
<b>Figure 04</b>	Schéma de l'organigramme de l'unité TEXALG Kherrata.	16
<b>Figure 05</b>	Schéma d'une liste des produits chimiques auxiliaires et colorants utilisés dans les procédés d'ennoblissement textile au niveau de l'unité de production TEXALG Kherrata.	18
<b>Figure 06</b>	Schéma d'une liste des méthodes de traitement des eaux résiduaires au niveau de la station d'épuration de l'unité de production TEXALG Kherrata.	18
<b>Figure 07</b>	Schéma des paramètres d'analyse et leurs unités utilisées.	22
<b>Figure 08</b>	photo de l'appareil pH-mètre utilisé.	22
<b>Figure 09</b>	Photos montre la variation de couleur avant et après titrage par la solution EDTA pour analyser la dureté.	23
<b>Figure 10</b>	Photos montrent la variation de couleur avant et après titrage pour analyser l'alcalinité TA et TAC.	24
<b>Figure 11</b>	Photo du conductimètre utilisé.	24
<b>Figure 12</b>	photos du transparemètre utilisé.	25
<b>Figure 13</b>	Graphe des résultats de pH des eaux brutes, des eaux résiduaires avant et après traitement.	36
<b>Figure 14</b>	Graphe des résultats des températures des eaux brutes, des eaux résiduaires avant et après traitement.	36
<b>Figure 15</b>	Graphe des résultats de DCO des eaux brutes, des eaux résiduaires avant et après traitement.	37
<b>Figure 16</b>	Graphe des résultats de DBO des eaux brutes, des eaux résiduaires avant et après traitement.	37
<b>Figure 17</b>	Graphe des résultats de transparence des eaux brutes, des eaux résiduaires avant et après traitement.	38

## Liste des tableaux

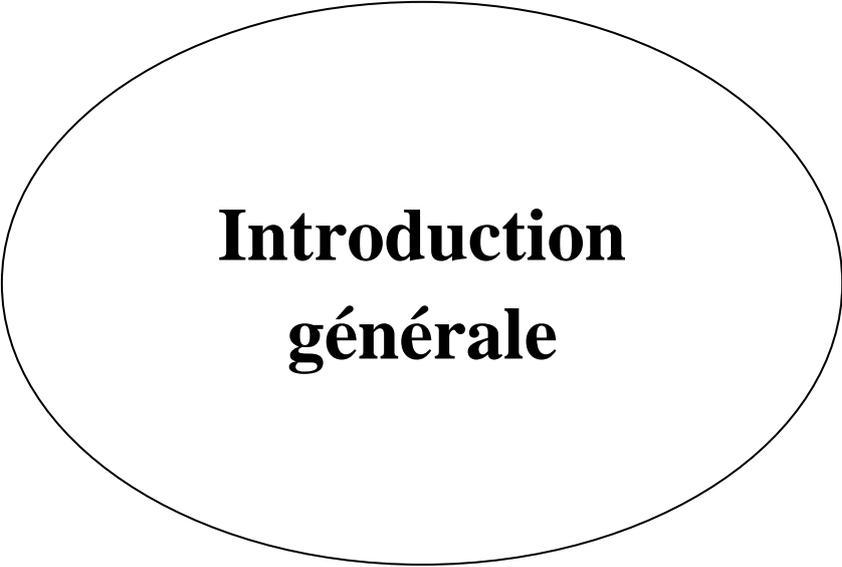
<b>Tableau I.</b> les normes algériennes et de l’OMS des eaux de surface .....	12
<b>Tableau II.</b> Normes Algériennes et de l’OMS des eaux résiduaires de l’industrie textile .....	14
<b>Tableau III.</b> Points de prélèvement des eaux à analyser au niveau de l’unité de production TEXALG Kherrata .....	21
<b>Tableau IV.</b> Résultats des analyses physico-chimiques des eaux du barrage Ighil Emda Kherrata .....	26
<b>Tableau V.</b> Résultats des analyses physicochimiques des eaux brutes à l’entrée de l’unité .....	27
<b>Tableau VI.</b> Résultats des analyses physicochimiques des eaux adoucies .....	29
<b>Tableau VII.</b> Résultats des analyses physicochimiques des eaux d’alimentation de chaudière	30
<b>Tableau VIII.</b> Résultats des analyses physicochimiques des eaux de chaudière .....	31
<b>Tableau IX.</b> Résultats des analyses physicochimiques des eaux de lavage des procédés .....	32
<b>Tableau X.</b> Résultats des analyses physicochimiques des eaux résiduaires de la station d’épuration .....	33
<b>Tableau XI.</b> Résultats des analyses de pH des eaux neutralisées de station d’épuration .....	34
<b>Tableau XII.</b> Résultats des analyses physico-chimiques des eaux traitées de station d’épuration .....	35

## Liste des abréviations

<b>TEXALG</b>	Algérienne des textiles
<b>SENTEX</b>	Société d'ennoblissement des textiles
<b>°F</b>	Degré français
<b>MES</b>	Matière en suspension
<b>DBO<sub>5</sub></b>	La demande biochimique en oxygène de 5 <sup>ème</sup> jour
<b>DCO</b>	La demande chimique en oxygène
<b>µS/cm</b>	Micro-siemens par centimètre
<b>pH</b>	Potentiel d'hydrogène
<b>TA</b>	Titre alcalimétrique
<b>TAC</b>	Titre alcalimétrique complet
<b>OMS</b>	Organisation mondiale de la santé
<b>°C</b>	Degré Celsius
<b>NaCl</b>	Chlorure de sodium
<b>EDTA</b>	Ethyle Diamine Titra Acétique

## **Liste des annexes**

- Annexe 01.** Schémas des procédés de traitement des eaux brutes au niveau de station d'alimentation en eau de l'unité de production TEXALG Kherrata.
- Annexe 02.** Schémas des procédés de traitement des eaux résiduaires au niveau de la station d'épuration de l'unité de production TEXALG Kherrata.
- Annexe 03.** Détermination de l'alcalinité
- Annexe 04.** Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)
- Annexe 05.** Détermination de la demande biologique en oxygène (DBO)
- Annexe 06.** Détermination de la dureté



**Introduction  
générale**

### Introduction générale

L'eau est d'une importance biologique et économique capitale. L'hydrosphère est le fondement de la vie et des équilibres écologiques. L'eau est à la fois un aliment, éventuellement un médicament, une matière première industrielle, énergétique et agricole, et un moyen de transport. Ses usages sont donc multiples (**Festy et al., 2003**).

Les disponibilités en ressources hydriques ne sont pas équitables à travers le monde. Des déséquilibres flagrants sont recensés à travers le monde. Les pénuries d'eau et de denrées alimentaires sont un sérieux problème dans de nombreuses parties du monde. En effet, pour la plupart des pays, la sécurité alimentaire et la sécurité hydrique ont un lien avec la sécurité nationale. L'Algérie représente l'un des exemples des pays qui connue par ces problèmes de disponibilité et de déséquilibre en cette ressource (**Martens, 2017**).

L'Algérie a souffert de l'exploitation, de la gestion et de la disponibilité des ressources hydriques. La rareté et la détérioration continue de ses ressources en eau l'ont caractérisé pendant longtemps. Le modèle de développement économique préconisé durant la période 1967-1979 basé sur les industries industrialisantes ainsi que les tentatives de la décennie 1980-1990 de décentraliser l'économie en se basant sur le développement local n'ont pas permis à l'amélioration de l'accès à l'eau (**Touidjeni & Benarab, 2014**).

Selon **Altinbas et al., (1995)**, l'industrie textile est l'une des industries qui consomme le plus d'eau, entre 80 et 150 litres par kilogramme de tissu traité, ce qui varie en fonction de la nature du matériau. La quantité d'eau utilisée dans la fabrication des vêtements varie en fonction du type de fibres (coton, laine, nylon, polyester, etc.) et des machines utilisées dans chacun des processus. Cette industrie utilise aussi les colorants et les produits chimiques en grandes quantités pour effectuer les différents procédés. Il est donc nécessaire de voir quel est le devenir de l'eau utilisée dans les divers procédés de l'ennoblissement.

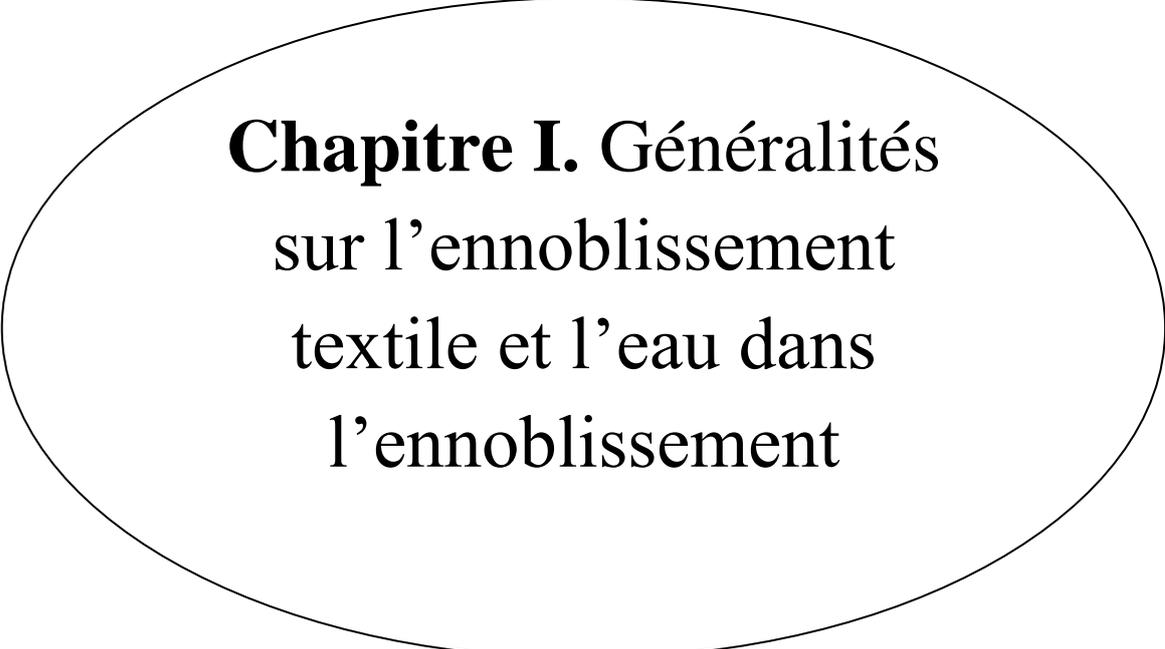
Notre stage de fin de cycle s'est déroulé au niveau de l'entreprise d'ennoblissement textile TEXALG de Kherrata - Bejaia - Algérie. L'objectif principal de notre travail est de connaître et de déterminer la qualité physico-chimique des eaux utilisées au sein de l'unité d'ennoblissement textiles. L'approche adoptée consiste en un suivi des caractéristiques physicochimiques de l'eau puisée à partir du barrage jusqu'à arriver à la sortie de la station d'ennoblissement afin de déterminer l'influence des produits chimiques et des opérations utilisés dans ce secteur sur la qualité de l'eau de barrage. Les paramètres analysés sont : le pH, la température, la dureté, l'alcalinité TA et TAC, la conductivité, la transparence, la DCO et la DBO<sub>5</sub>. En fonction des résultats obtenus sur les échantillons analysés, nous pourrions avoir des réponses sur la problématique avancée.

La structure de notre mémoire est réalisée selon le système IMRaD (Introduction, Méthods, Résultats and Discussion) et est structuré en trois chapitres.

- Le premier présente une synthèse bibliographique et est présentée en deux volets:
- Le premier comprend des généralités sur l'ennoblissement textile et leurs procédés ;
  - Le deuxième évoque l'eau dans l'ennoblissement textile, où nous avons abordés l'eau de barrage d'entrée et de sortie, les procédés de traitement, la qualité et les normes de chacun. Les informations de ce volet sont des indications générales sur les

caractéristiques des eaux utilisées ainsi que leurs caractéristiques durant les différentes opérations.

- Le deuxième chapitre de ce manuscrit présente les matériels et méthodes avec la description de la zone d'étude, la méthodologie d'échantillonnage et les méthodes utilisées dans notre travail.
- Le troisième chapitre englobe les résultats obtenus et leurs interprétations.
- Une conclusion générale contenant une présentation synthétique du travail effectué dans le mémoire, une réponse à notre problématique et des perspectives.



**Chapitre I. Généralités**  
sur l'ennoblissement  
textile et l'eau dans  
l'ennoblissement

## I.1. Généralité sur les textiles

Depuis que l'art du filage existe, qui consiste à former des fils par assemblage et torsion de fibres, l'homme a très vite développé des techniques de tissage pour confectionner des textiles pour son usage quotidien, en particulier pour se vêtir et se protéger du froid (Némoz, 2011).

### I.1.1. Historique des textiles

Selon Tarrare *et al.*, (2009), l'apparition des premiers tissus était, dans la préhistoire, à la fin du néolithique (9 000 avant J.C. – 3 300 avant J.C.). Vers 1400 avant J.C., les premiers métiers à tisser verticaux apparaissent. On les appelle textiles traditionnels et l'homme continue à les utiliser selon cette appellation jusqu'à ce jour. Ces textiles traditionnels ont été développés à travers trois importantes révolutions industrielles durant le 8 et 9<sup>ème</sup> siècle. Leur progression s'est faite par l'intervention des machines premièrement. La deuxième révolution était chimique grâce au remplacement des fibres naturelles par les fibres organiques, synthétique puis inorganiques. La troisième était connue par le développement des techniques des textiles (Boukhriss, 2015). L'industrie textile, aujourd'hui, est développée au point de devenir un joueur déterminant de l'essor économique au cours de l'histoire de l'humanité. Ses applications furent le relais des anciennes méthodes, dessinant ce qui sera l'industrie de demain et les potentialités sont énormes (Rappe *et al.*, 2009).

### I.1.2. Définition des textiles

Le mot textile vient du mot latin *textilis* et du mot français taxer qui signifie "tissé", ou "susceptible d'être tissé", "formé par tissage", "qui peut être tiré", "une étoffe tirée" (Murthy, 2016). La matière est dite textile lorsqu'elle permet la réalisation de fils, de feutre ou de non-tissé qui se présente sous deux formes : filaments ou fibres. La qualité de ces derniers dépendra de leur finesse, leur longueur, leur section et leur composition chimique. D'après leur nature, ils auront des propriétés spécifiques à l'usage (Weidmann, 2009).

### I.1.3. Classification des textiles

Selon Murthy (2016), la classification des fibres textiles peut se faire de plusieurs manières selon : leur nature et origine, leur nom botanique ou zoologique, chimique, leur capacité à attirer l'eau, leur thermo-plasticité et leur utilité. Les matières textiles sont classées en deux types principaux : naturelles et chimiques.

#### I.1.3.1. Fibres d'origine naturelle

Les fibres textiles d'origine naturelle sont des fibres qui existent à l'état naturel. Ce sont principalement les fibres végétales et les fibres animales.

- **Fibres textiles végétales**

Les fibres textiles végétales proviennent des tiges, des feuilles et des fruits de nombreux végétaux tels que : le coton (Tarrare *et al.*, 2009).

→ **Coton**

Le coton est la forme la plus pure des polymères cellulosiques naturels. La fibre est une cellule végétale unique qui se trouve dans les poils des graines d'un genre de plantes appelé *Gossypium*. Comme toutes les cellules végétales, une fibre de coton mature possède une cuticule distincte, des parois primaires et secondaires bien développées et une lumière (**Khatri, 2010**).

- **Fibres textiles animales**

Les fibres textiles animales proviennent des poils d'animaux comme le mouton, la chèvre, le lama ou encore le lapin. Mais elles peuvent également être fabriquées par des insectes comme le ver à soie et par les araignées tels que la laine (**Tarrare *et al.*, 2009**).

- **Fibres textiles minérales**

Les fibres textiles minérales sont présentées par l'identifiant « amiante » de provenance des roches. L'un de leur avantage est la résistance aux acides. Généralement ce type de textiles est dangereux pour la santé (**Tarrare *et al.*, 2009**).

### **I.1.3.2. Textiles d'origine chimique**

Les fibres chimiques sont les fibres artificielles et synthétiques extrudées en filaments continus. Ils peuvent ensuite être utilisés directement après façonnage ou texturation supplémentaire. Ils sont coupés en fibres de longueur variable pour être filés selon un procédé ressemblant à celui utilisé pour la laine ou le coton tels que le polyester (**CE, 2003**).

→ **Polyester**

Le polyester est la fibre synthétique la plus utilisée dans le monde. Le domaine d'application va des textiles classiques aux structures textiles techniques et spéciales (**Bunsell, 2018**).

La fibre de polyester la plus commune est le polyéthylène téréphtalate. Elle est obtenue (**Dewez, 2008**) :

- soit par polycondensation (trans-estérification) du diméthylterphtalate avec l'éthylène glycol ;
- soit par réaction directe de l'acide téréphtalique avec l'éthylène glycol.

## **I.2. Généralités sur l'ennoblissement textile**

### **I.2.1. Définition**

L'ennoblissement ou la finition des textiles, Est une opération concerne l'ensemble des traitements appliqués lors des différentes étapes de transformation (fibres, filés, tissus, maille, prêt-à-porter) par blanchiment, teinture, impression et apprêt des produits textiles. Dans tous les

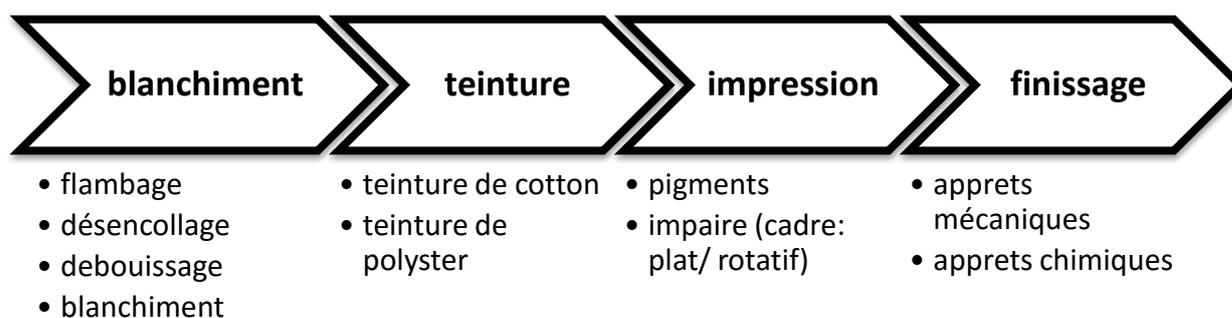
cas, l'ennoblissement vise à améliorer les propriétés des textiles et à les adapter aux exigences, sans cesse changeantes, de la mode et de la fonctionnalité (Faid, 2019).

Le secteur d'ennoblissement se divise en trois parties : les prétraitements, la teinture et l'impression et les post-traitements. Les traitements diffèrent en fonction de la nature des fibres à traiter (fibres naturelles ou chimiques) et la forme sous laquelle elles se présentent (fils, tissus ou tricots...) (Dewez, 2008).

### I.2.2. Procédés et techniques d'ennoblissement

Le terme d'ennoblissement couvre tous les procédés mécaniques et chimiques/biochimiques mis en œuvre pour améliorer les propriétés des produits, en leur conférant un aspect ou une fonction spécifiques (Benninger, 2016).

Généralement, les opérations d'ennoblissement englobent le prétraitement ainsi que ses étapes, la teinture, l'impression et le finissage par les apprêts qui sont présentées dans la **figure 1**.



**Figure 01.** Schéma des procédés d'ennoblissement textile.

Le secteur d'ennoblissement nécessite un usage important de l'eau par des grandes quantités, ainsi des produits chimiques et des colorants pour effectuer ses différentes opérations.

#### I.2.2.1. Prétraitement

La bonne préparation des matières textiles permet de réduire les défauts lors de la teinture, de l'impression et du finissage (Clark, 2011 ; Kendra, 2014) .

Ces prétraitements destinés à préparer les textiles afin de les rendre blancs ou aptes à être teints. Il existe généralement deux types de prétraitements : les non aqueux tels que le flambage (sur le coton), et les prétraitements dans les milieux aqueux tels que le désencollage et le blanchiment (Dewez, 2008) .

 **Flambage**

Le flambage est l'élimination des impuretés et des fibrilles qui se trouvent à la surface du tissu. Ces impuretés peuvent provoquer des défauts de teinture et d'impression en s'accumulant sur les racles (**Hammachi, 2019**).

Le tissu a flambé doit passer dans une machine à friser en largeur ouverte, à plat et sous tension. Le tissu est passé sur une machine ouverte à flamme à une vitesse élevée (300 yards/min) pour éviter les brûlures (**Dewez, 2008**). Le meilleur exemple est le flambage de coton pour détruire des fibrilles superficielles.

 **Désencollage**

Lors de la production de certains tissus, l'ajout d'amidon aux fibres textiles (ou l'encollage) est nécessaire pour faciliter le tissage en raison de l'abrasion. La présence de l'encollage sur le tissu le rend rigide et rend difficile son traitement avec les différentes liqueurs utilisées pour la teinture et le finissage. C'est pourquoi l'une des premières étapes du traitement par voie humide est éliminée (**Clark, 2011**).

Selon **Ramesh Babu et al., (2007)**, le désencollage avant la teinture ou l'impression est vraiment nécessaire. L'amidon est éliminé ou transformé en produits simples solubles dans l'eau, soit par hydrolyse (par des préparations enzymatiques ou des acides minéraux dilués) soit par oxydation (par le bromure de sodium, le chlorite de sodium etc.).

 **Débouillissage**

Le débouillissage est le procédé humide le plus important appliqué aux matières textiles avant la teinture ou l'impression. Il agit principalement par un processus de nettoyage. Il est effectué afin d'éliminer les huiles, graisses, cires, impuretés solubles et toutes les particules ou saletés solides qui adhèrent aux fibres et qui, autrement, entraveraient les processus de teinture, d'impression et de finition. Le procédé consiste essentiellement en un traitement au savon ou au détergent (agent mouillant), avec ou sans adjonction d'alcali selon le type de fibre. L'alcali peut être faible comme le carbonate de soude ou fort comme la soude caustique (**Clark, 2011**). Le fil subit un débouillissage lorsqu'il est destiné pour des nuances foncées (**Hammachi, 2019**).

 **Blanchiment**

Les tissus sont débarrassés des huiles et des cires après l'opération de débouillissage mais des matières colorantes naturelles sont encore présentes dans la fibre. Il sera très difficile d'obtenir la teinte souhaitée lors du processus de teinture. L'objectif principal du processus de blanchiment est, donc, d'éliminer les matières colorantes naturelles et de rendre le tissu parfaitement blanc en endommageant le moins possible les fibres et dans le plus bref délai. Le blanchiment est effectué par le processus d'oxydation par effet des quelques agents tels que l'hypochlorite de sodium. Le peroxyde d'hydrogène est également appelé "agent de blanchiment universel". Il est utilisé pour presque tous les types de coton, les mélanges polyester/coton et les tissus de soie (**Kendra, 2014**).

### I.2.2.2. Teinture

La teinture est un processus qui consiste à fixer, par pénétration, un colorant soluble, solubilisé ou dispersé dans une matière textile pour donner une couleur (**Benaissa, 2011**). Dans le processus de teinture, l'eau est utilisée pour transférer les colorants sous forme de vapeur pour chauffer les bains de traitement. Le colorant peut être fixé sur un tissu par divers mécanismes chimiques ou physiques, y compris les liaisons covalentes, électrostatiques et hydrogène et l'adsorption. La teinture implique l'application de colorants, mais aussi de produits chimiques auxiliaire.

Il existe deux méthodes pour appliquées ces colorants (**Benninger, 2016**):

- Teinture par aspiration où le colorant est dissous dans l'eau. Il sort ensuite du bain et se diffuse dans les fibres textiles. Le processus se termine par la fixation du colorant sur les fibres ;
- La teinture par épuisement est toujours réalisée de manière discontinue. La technique du foulard où le textile est plongé dans un bain de colorant concentré et passe par le pincement d'une unité d'essorage afin d'éviter un surplus de colorant sur le textile.

#### Teinture de coton

Le coton est la fibre la plus utilisée au monde. C'est un substrat dont le traitement nécessite une grande quantité d'eau pour le traitement et une teinture avec les colorants réactifs. Il est nécessaire aussi d'ajouter le NaCl (**Ramesh Babu et al., 2007**).

#### Teinture de polyester

La teinture de polyester est effectuée par l'utilisation des colorants dispersés qui 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 diffuser dans les fibres de polyester puis de s'y fixer (**Ben Mansour et al., 2011**).

### I.2.2.3. Impression

L'impression implique la production de copies multiples d'images ou de dessins de différentes complexités et généralement avec une gamme de couleur à l'échelle industrielle. L'impression est utilisée pour produire des copies répétées des dessins artistiques sur des textiles dans un court laps de temps (**Murthy, 2016**). Contrairement à la teinture, l'impression consiste à appliquer la couleur uniquement sur des zones spécifiques (ce que l'on appelle le motif) du textile. Cette opération s'effectue principalement à l'aide de systèmes de sérigraphie (écrans plats ou rotatifs) afin d'obtenir le motif souhaité (Exemple de l'impression avec des pigments : impression, séchage, fixation).

#### Impression pigmentaire

Les pâtes d'impression sont préparées en dissolvant les colorants et les additifs dans une quantité limitée d'eau, à laquelle on ajoute un agent épaississant pour formuler la pâte

d'impression avec une viscosité spécifique. Le processus d'impression est suivi d'une procédure de séchage et d'étuvage ou de durcissement (dans le cas de l'impression pigmentaire). À l'exception de l'impression pigmentaire, les textiles sont ensuite lavés et séchés (**Benninger, 2016**)

### Techniques d'impression

Il existe plusieurs machines d'impression mais les plus couramment utilisées sont (**CE, 2003**) :

- **Impression au cadre plat** : la transformation de la pâte d'impression à l'étoffe à travers les surfaces gravées des cadres spécialement conçus. Les surfaces gravées de chaque cadre correspondent à un dessin et lorsque la pâte d'impression est transférée par une racle à travers le cadre, le dessin souhaité est reproduit sur l'étoffe. Un cadre spécifique est gravé pour chaque couleur du dessin ;
- **Impression au cadre rotatif** : l'impression au cadre rotatif a le même principe que celui au cadre plat, seulement dans ce cas, la couleur est transférée à l'étoffe à travers des cadres cylindriques en feuille métallique légère. L'étoffe avance en continu au-dessous d'un jeu de cadres cylindriques tandis qu'à chaque poste, la pâte d'impression est automatiquement alimentée à l'intérieur du cadre à partir d'un réservoir et elle est ensuite transférée par pression sur l'étoffe à travers le cadre. Un cadre rotatif différent est nécessaire pour chaque couleur du dessin.

#### I.2.2.4. Finissage

Le finissage consiste généralement en des modifications d'aspect des tissus textiles afin de leur permettre de répondre aux exigences fonctionnelles qui leur sont imposées. Il peut s'avérer nécessaire de leur appliquer un certain type de traitement de finition qui sont classés en deux catégories principales : la finition chimique par l'utilisation des apprêts chimiques et la finition mécanique par les machines (**Mather & Wardman, 2015**).

### Apprêts mécaniques

Les apprêts mécaniques sont réalisés sur des machines spécifiques, tels que les «polaires». Ils sont en fait des tricots grattés sur une gratteuse, où les fibres sont ébouriffées en surface par l'action de brosses métalliques, conduisant à un textile plus épais et plus doux, ayant une très bonne rétention calorifique.

### Apprêts chimiques

Les traitements chimiques sont appliqués par les techniques de foulardage, plein bain, enduction et pulvérisation. Le foulardage est de très loin la technique la plus utilisée car elle est relativement simple et permet l'application de nombreux produits chimiques. Il faut tout de même veiller à la stabilité des bains si l'on combine plusieurs produits. Le principe est d'imprégner le tissu d'un bain contenant une formulation de produits chimiques en solution ou en dispersion, et de l'exprimer, c'est-à-dire de faire pénétrer le produit puis d'enlever le surplus

de bain du tissu en exerçant une pression entre deux rouleaux recouverts d'élastomères (Roland, 2012).

### I.3. Eau dans l'ennoblissement

#### I.3.1. Eau de barrage

L'eau de barrage c'est l'eau qui maintenues derrière les barrages réservoirs. Leur composition chimique dépend de la nature des terrains traversés par l'eau. Il dissout les différents éléments constitutifs des terrains (Messai, 2017).

##### I.3.1.1. Origine de l'eau de barrage

L'origine des eaux de barrage peut être un mélange d'écoulements souterrains et des eaux de pluie qui coulent ou qui stagnent à la surface du sol. Elles comprennent les eaux des grands cours d'eau, des étangs et des lacs, ainsi que des petits ruisseaux alimentés par des sources et qui recueillent les eaux de ruissellement des bassins versants (Debbih & Naili, 2015)

##### I.3.1.2. Caractéristiques de l'eau de barrage

Les eaux de barrage caractérisées par la présence quasi-générale de gaz dissous et de plancton. Sa concentration en matière en suspension (MES) est importante. La présence de matières organiques d'origine naturelle provenant de la décomposition des organismes végétaux et animaux. Il se varie dans la journée par la température ou d'ensoleillement et saisonniers par variations climatiques : fonte des neiges, pluies, orages et pollutions accidentelles (Degremont, 1989).

##### I.3.1.3. Procédé de traitement de l'eau de barrage

Le traitement des eaux de surface (barrage) se déroule en plusieurs étapes de la sortie du barrage jusqu'à l'unité de traitement (fig. 2) :

###### **Prise d'eau**

Relier le barrage au puits d'eau brute acheminé l'eau à l'usine de traitement (Desjardins, 1997) ;

###### **Grillage**

Installé dans le puits d'eau brute, c'est un nettoyage manuel ou mécanique pour arrêter les impuretés grossières (Desjardins, 1997) ;

###### **Pompes à basse pression**

Refouler l'eau du puits d'eau brute jusqu'à la première unité de traitement. La capacité totale de refoulement égale à la consommation quotidienne maximale (Desjardins, 1997) ;

###### **Pré-désinfection ou pré-oxydation**

Réduire la concentration de microorganismes Oxyder la matière organique (**Desjardins, 1997**) ;

 **Micro-tamissage**

Arrêter les particules fines en suspension, il est inutile en cas de coagulation, floculation et décantation (**Desjardins, 1997**) ;

 **Coagulation**

Est un processus qui permet l'élimination des particules de très faible diamètre : les colloïdes. Consiste à la déstabiliser, il s'agit de neutraliser leurs charges électroniques de répulsion pour permettre leur rencontre (**Cardot, 2005**) ;

 **Floculation**

Rend compte de leur agglomération en agrégats éliminés par décantation et /ou filtration (**Cardot, 2005**) ;

 **Décantation**

Une méthode de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc. L'eau clarifiée située près de la surface est dirigée vers les filtres à sable. La décantation peut être accélérée par l'addition d'un floculant sels du fer ou d'aluminium (**Festy et al., 2003**) ;

 **Filtration**

Est un procédé destiné à clarifier un liquide qui contient des MES en faisant passer à travers un milieu poreux constitué d'un matériau granulaire pour éliminer les plus fines particules solides présentes dans un liquide. Se fait généralement sur un lit de sable sur des filtres en matériaux céramique ou cellulosique (**Festy et al., 2003**) ;

 **Désinfection**

Est un traitement oxydant à l'ozone au chlore au bioxyde de chlore ou aux dichloramines qui élimine les micro-organismes pathogènes, bactéries, virus et parasites (**Festy et al., 2003**) ;

 **Fluoruration**

Ajouté des ions fluorure à l'eau traitée, ajustement du pH (**Desjardins, 1997**) ;

 **Réservoir**

Conserver l'eau traitée jusqu'à son utilisation (**Desjardins, 1997**).

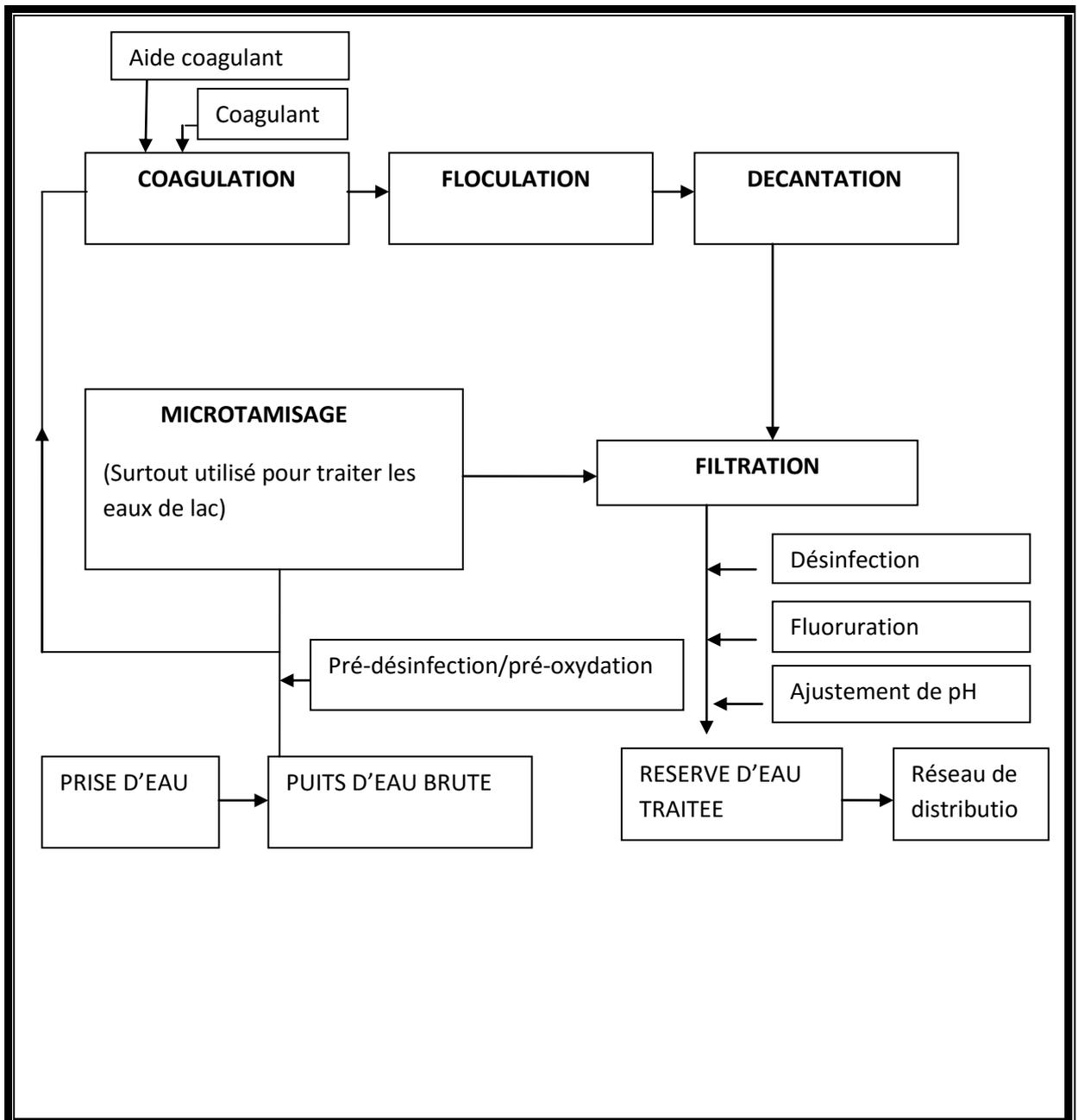


Figure 02. Schéma des étapes et unités de traitement d'une eau de surface (Desjardins, 1997).

### I.3.1.4. Les normes de qualité des eaux de surface

Les caractéristiques des eaux de surface varient selon l'emplacement, mais toutefois, il existe une valeur maximale ou un intervalle bien déterminé où cette eau ne doit pas dépasser la norme. Le **tableau I** représente les normes fixées par l'OMS et le journal officiel algérien.

**Tableau I.** les normes algériennes et de l'OMS des eaux de surface d'après le JOURNAL OFFICIEL de la République Algérienne (2011).

Paramètres	Unités	Valeur maximale
pH	-	6.5 à 9
Température	°C	25
Dureté	°F	-
Alcalinité	TA	-
	TAC	10 à 350
Conductivité	µS/cm	2800
Transparence	Cm	-
DBO <sub>5</sub>	mg/l	7
DCO	mg/l	30

### I.3.2. Eau résiduaire d'ennoblissement textile

C'est l'eau qui est rejeté après différentes utilisations dans l'industrie textile. Principalement après le nettoyage des matières premières de leurs impuretés ; le nettoyage des différentes substances utilisées lors de la filature, du tissage ou du tricotage et l'application des colorants et des agents d'apprêt (*Abid et al., 2018*).

#### I.3.2.1. Caractéristique de l'eau résiduaire

L'ennoblissement des textiles est parmi les industries consommatrices d'eau en grande quantité. On trouve celle du textile avec celle de la tannerie en tête de liste. Les secteurs de teinture, de l'impression ou de finissage du textile y occupent une place de choix. Ces activités génèrent une pollution importante en eaux résiduaires fortement chargés en colorants acides ou basique, des sels et des adjuvants (*Guivarch et al., 2003*). Les eaux résiduaires du secteur d'ennoblissement libèrent des nitrates et des phosphates dans le milieu naturel, sous l'action des micro-organismes. Elles sont caractérisées également par la sous-oxydation et la pollution des milieux aquatiques (*Debbih & Naili, 2015*).

#### I.3.2.2. Procédé de traitement d'eau résiduaire

Selon *Degremont (2005)*, la ligne de traitement dans l'industrie d'ennoblissement textile, malgré la diversité des matières premières utilisées (large gamme de colorants, de produits auxiliaires et de fibres traitées) comprend les étapes suivantes :

##### I.3.2.2.1. Pré traitement

Cette étape pour but d'éliminer les grandes et les moyennes particules dans les rejets de l'unité industrielle de textile (*Abid et al., 2018*).

- **Tamissage fin** : pour élimination des fibres (bourres de coton) (*Degremont, 2005*) ;

- **Bassin d'homogénéisation** : L'eau est dirigée vers un bassin d'homogénéisation contenant huit aérateurs de surface qui mélangent et aèrent l'eau afin d'obtenir une eau homogène, assurer l'oxygénation et amortir les fortes variations de pH (**Abid et al., 2018**) ;
- **Bassin de neutralisation** : La neutralisation par l'acide sulfurique pour éliminer les matières alcalines. Il est muni d'un agitateur pour uniformiser et stabiliser les effluents et d'un pH mètre pour mesurer le pH à la sortie du bassin de neutralisation (**Abid et al., 2018**).

Dans certains cas une séparation primaire (décantation ou flottation) peut s'avérer nécessaire

#### I.3.2.2.2. Traitement biologique

C'est un traitement par boues activées faible chargé est adopté pour éliminer le maximum de DCO biodégradable. Les rendements d'élimination de la DCO sont compris entre 70 et 90 % si le rapport DCO/DBO de l'eau brute se situe entre 2 et 4. Ce qui est souvent insuffisant et nécessite la mise en place d'un traitement tertiaire (**Degremont, 2005**).

#### I.3.2.2.3. Traitement tertiaire

Selon **Degremont (2005)**, le traitement tertiaire a pour but essentiel la décoloration et la réduction de la DCO dure et des MES. Les techniques les plus souvent utilisées sont :

- **Le traitement par coagulation-floculation** : la déstabilisation des particules colloïdales se fait à l'aide d'une dose de coagulant industriel sous une agitation rapide. L'eau s'écoule ensuite dans un bassin de floculation où il y a une injection du floculant provenant d'une pompe avec une agitation permanente et lente. Avec les inconvénients du coût en réactifs et de la production de boues supplémentaires (**Abid et al., 2018**) ;
- **Ozonation ou ozonation suivie de BIOFOR (procédé biologique de haute performance)** : ils présentent de nombreux avantages qui sont : compacité, performance élevée, pas ou peu de création de boues et en cas de production d'ozone à partir d'oxygène pur, l'oxygène excédentaire est récupéré et réinjecté dans le bassin d'aération biologique, permettant ainsi une réduction de la consommation électrique liée à l'aération (**Degremont, 2005**).

#### I.3.2.2.4. Traitement des boues / traitement des odeurs

Selon **Degremont (1989)**, les boues produites sont biologiques et peuvent être envoyées, sans valorisation, dans le domaine agricole. Elles n'ont aucun problème d'odeur particulier lié à l'industrie textile. Néanmoins, les colorants utilisés en textile peuvent contenir de métaux lourds.

Selon **Abid et al., (2018)** le traitement de la boue passe par les étapes suivantes :

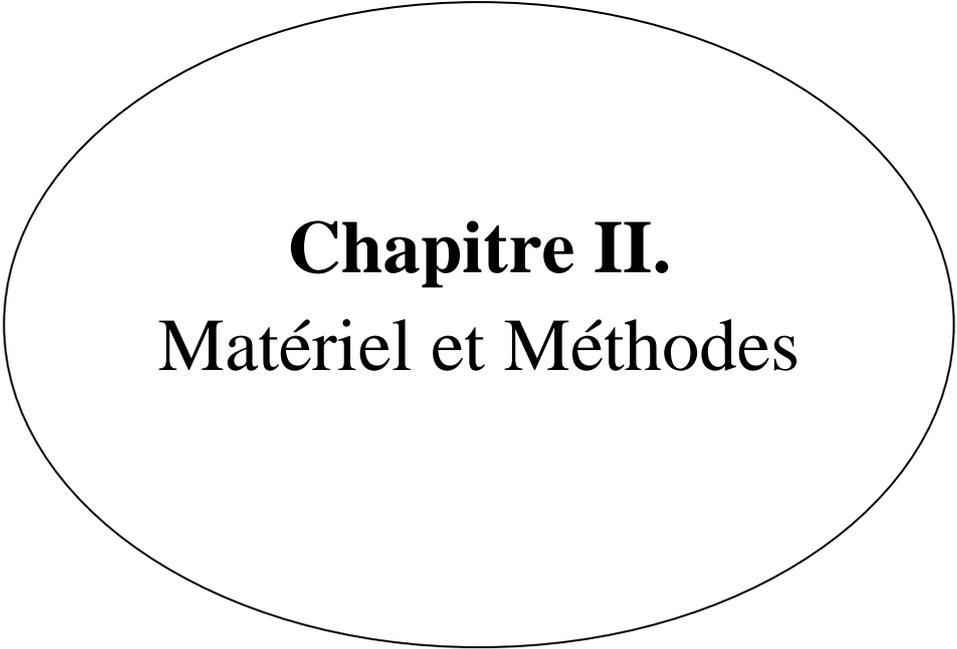
- **Purge de la boue :** Le fond du décanteur est relié à un regard de recirculation et purge des boues grâce à une pompe immergée. Une partie de cette boue est recyclée vers le bassin d'homogénéisation grâce à deux pompes. Une troisième pompe envoie la boue vers les épaisseurs.
- **Épaississement de la boue :** Cette étape consiste à réduire le volume des boues tout en augmentant la concentration pour permettre la déshydratation. Les deux cuves de l'épaississement ont une forme cylindre conique avec des agitateurs pour chacune, permettent aux boues purgées de se libérer d'une certaine quantité d'eau et réduire le volume des boues.
- **Déshydratation de la boue et évacuation :** La finalité de déshydratation est de faire passer la boue de l'état liquide à une consistance plus ou moins solide. Cette étape se fait à l'aide de deux presses, alimentées par deux pompes pneumatiques à double membrane. Elles sont conçues pour la déshydratation complète des boues par action mécanique.

### I.3.2.3. Normes des eaux résiduaires traitées

Les eaux résiduaires traitées doivent être sécurisées pour la biodiversité et l'environnement. Pour cette raison, il existe des valeurs fixées des eaux résiduaires où elles ne doivent pas être nocives pour l'environnement. Le **tableau II** représente les normes fixées pour les eaux résiduaires de l'industrie textile par l'OMS et le journal officiel Algérien.

**Tableau II.** Normes Algériennes et de l'OMS des eaux résiduaires de l'industrie textile

Paramètres	Unités	Valeurs limités
pH	-	6.5-8.5
Température	°C	30
Dureté	°F	500
Alcalinité	TA	mg/l
	TAC	mg/l
Conductivité	µS/cm	3000
Transparence	Cm	-
DBO <sub>5</sub>	mg/l	150
DCO	mg/l	250



**Chapitre II.**  
Matériel et Méthodes

## II.1. Matériel

### II.1.1. Présentation de l'unité de production TEXALG Kherrata

#### II.1.1.1. Historique et définition

L'unité de production TEXALG de Kherrata ou le complexe de SENTEX de Kherrata, précédemment, est une unité à gamme de fabrication diversifiée. Elle a été installée par une compagnie Japonaise où le type de contrat est « clé en main ». Il a été signé en janvier 1979 et mise en service en juin 1982.

Son objectif est l'ennoblissement des articles textiles tels que les draps de lits, nappes de tables et les tissus de tenus de l'armée et de la sécurité par l'utilisation d'importantes matières tels que le coton, le polyester et les différents types de tissus.

#### II.1.1.2. Localisation

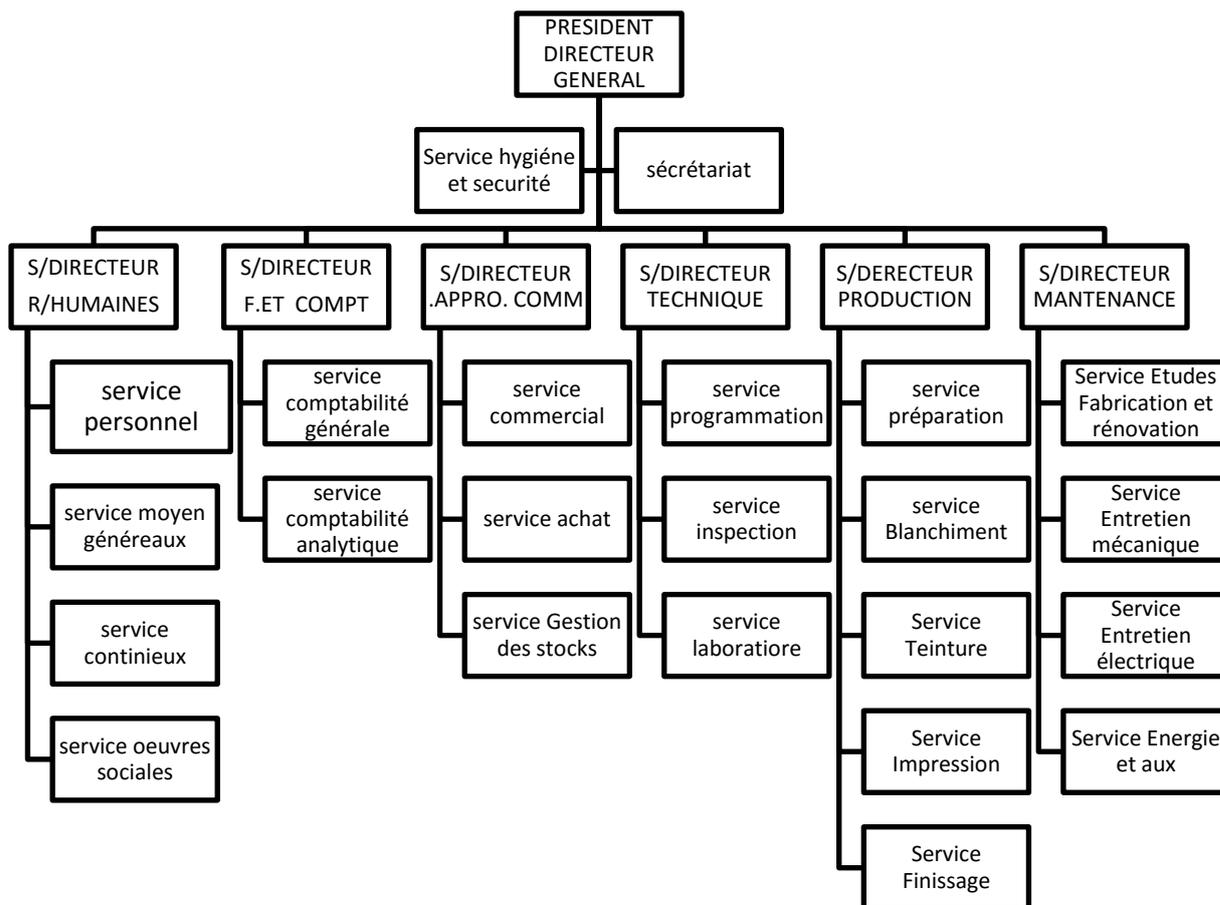
L'unité de production TEXALG Kherrata est située au Sud-est de la ville de Kherrata à 60 km de la wilaya de Béjaia sur l'axe routière Setif-Bejaia (RN 09).



**Figure 03.** Image montrant la localisation de l'unité de production TEXALG Kherrata (d'après Google Earth, 2023) et les points de prélèvement

#### II.1.1.3. Organigramme

L'organigramme qui représente la structure interne de l'unité de production TEXALG de Kherrata est représenté dans la **figure 4**.



**Figure 04.** Schéma de l'organigramme de l'unité TEXALG Kherrata (document interne de l'unité 2007)

**II.1.1.4. Réseaux d'alimentations en eau**

Le barrage de Kherrata Ighil Emda, où se situe l'unité, est la principale source qui l'alimente en eau pour toutes ses activités.

**II.1.1.5. Traitement des eaux brutes**

La station d'alimentation en eau de l'unité fournira trois types d'eau :

- Eau douce pour l'usine (eau vers la production), pour la chaudière et l'eau potable ;
- Toute eau subira un traitement de coagulation floculation dans un filtre avant de passer par un adoucisseur ;
- L'eau potable sera stérilisée et l'eau de la chaudière ré-adoucie.

**II.1.1.5.1. Principe de distribution de l'eau**

L'eau brute est stockée dans 02 bassins. Le premier de 700m<sup>3</sup> est acheminé, à l'aide des pompes, vers les filtres de sable stocker dans un bassin de capacité 463m<sup>3</sup> qui alimentera par gravité les sanitaires le robinets d'arrosage et de nettoyage de l'usine. Le deuxième de 296 m<sup>3</sup> destiné la protection contre les incendies.

Une autre partie de l'eau filtrée est pompée vers les adoucisseurs pour l'adoucissement par la résine dans le but d'obtenir une basse dureté et éviter la formation de calcaire dans la tuyauterie.

Cette eau adoucie est stockée dans un réservoir de 196m<sup>3</sup> qui sera pompée à son tour vers un grand réservoir au-dessus de l'usine qui a la capacité de 300m<sup>3</sup> qui alimentera par gravité les machines de production et les chaudières qui disposent d'un autre adoucisseur à son niveau.

Le reste de la partie de l'eau filtré est réservée pour la régénération des adoucisseurs. La deuxième partie de l'eau adoucie est pompé à son tour avec une conduite d'eau javellisée (stérilisation) vers un château d'eau qui se trouve au-dessus de l'unité pour l'eau potable. **(Document interne de l'unité, 1982).**

#### II.1.1.5.2. Systèmes de traitement

- **Système de filtration**

L'eau brute va passer sur les filtres de sable qui ont une forme cylindrique placés verticalement. Le sable filtre l'eau en retenant les impuretés qui sont dans l'eau telle que les métaux lourds et l'argile. Lorsque le sable est sursaturé, il en résulte la formation d'une vase et la pression va augmenter de 4 à 6 bars. Le nettoyage (lavage) se fait automatiquement et cette eau est vidée dans la canalisation vers le barrage.

- **Système d'adoucissement**

Les adoucisseurs ont une forme cylindrique et placés verticalement. Ils nettoient l'eau avec la résine (petits grains troué) par le principe d'échange ionique. Dès que la résine devient sale et tous les ions ont été échangés, suite à l'augmentation de pH et la dureté, la régénération est obligatoire et se fait avec une solution de NaCl à 10% dans le but de rendre la résine à son état initial. L'eau de lavage est versée dans la canalisation des eaux usées.

#### II.1.1.5.3. Schéma du procédé de traitement des eaux brutes

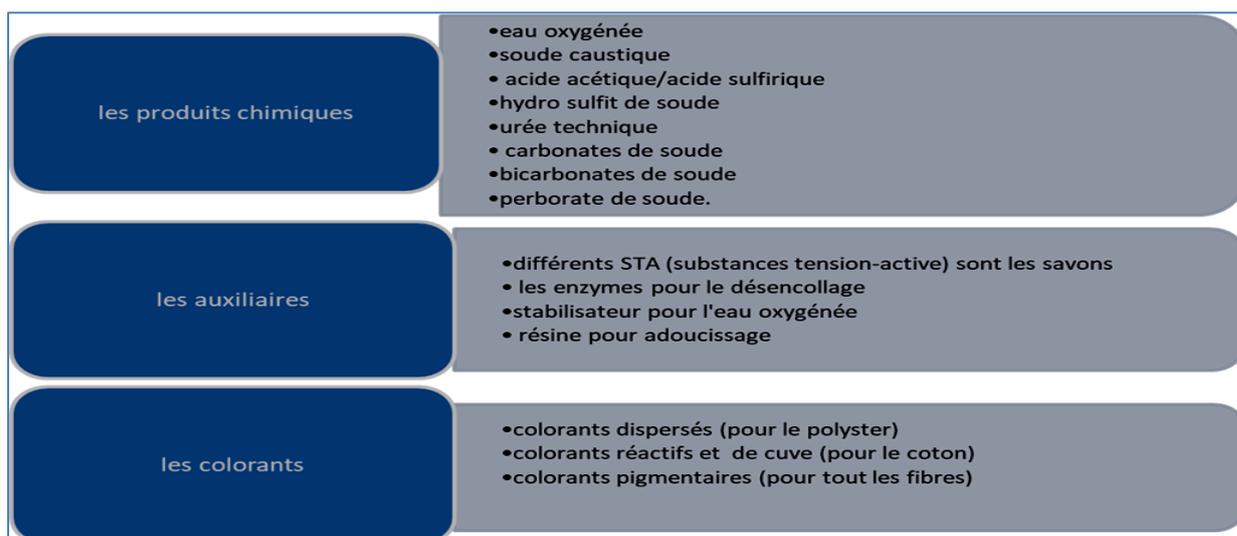
Les différentes étapes de traitement et leur procédé des eaux brutes au niveau de l'unité TEXALG est présenté dans l'annexe 01.

#### II.1.1.6. Traitement des eaux résiduaires

Les eaux résiduaires sont toutes les eaux utilisées au niveau de l'usine telles que les eaux de production, de laboratoire et lavage des voitures, etc., sachant que les impuretés des eaux de la production varient en fonction des processus de traitement, de la nature du tissu, des produits chimiques et des colorants utilisés.

##### II.1.1.6.1. Produits chimiques, auxiliaires et colorants utilisés

Pour effectuer les différents procédés et opérations d'ennoblissement il est nécessaire d'utiliser certains produits sont présentés dans la **figure 5** :



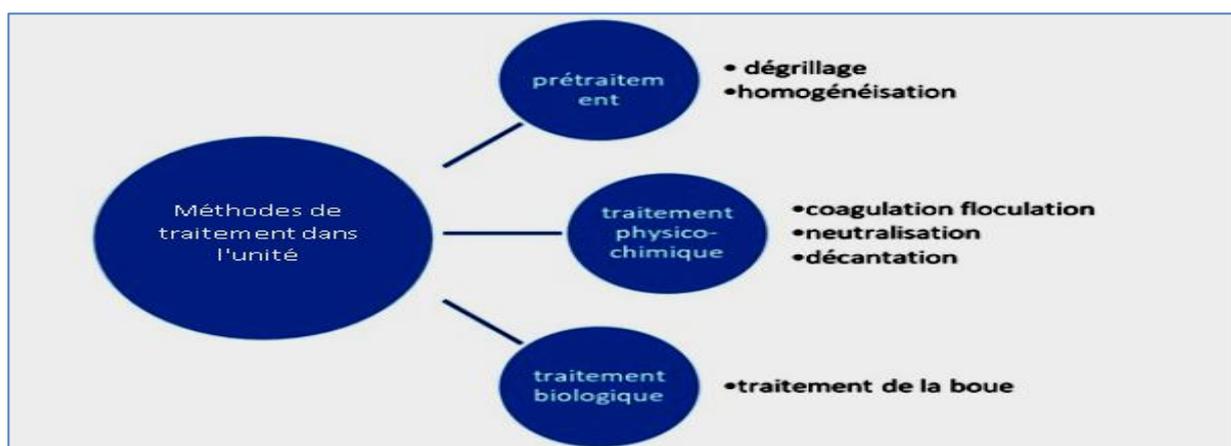
**Figure 05.** Schéma d'une liste des produits chimiques auxiliaires et colorants utilisés dans les procédés d'ennoblissement textile au niveau de l'unité de production TEXALG Kherrata.

### II.1.1.6.2. Equipements et objectif de la station d'épuration

L'installation est constituée de cinq équipements pour le traitement des eaux résiduaires qui sont le bassin d'eau brute, équipement de coagulation et de sédimentation, de neutralisation, de traitement à la boue activée et de boue.

L'objectif principal de la station d'épuration est le traitement des eaux usées par des procédés de production vu la toxicité des différents produits utilisés. Ce sont les produits mentionnés dans le schéma de la **figure 5**. Ils sont nécessaire à l'ajustement de la valeur du pH par la neutralisation et la diminution de la DBO par l'aération, les MES et l'augmentation de la transparence ou l'élimination de la coloration par sédimentation. Plus ces paramètres sont ajustés, plus l'eau finale est moins polluante pour l'environnement.

### II.1.1.6.3. Méthodes de traitement dans station d'épuration



**Figure 06.** Schéma d'une liste des méthodes de traitement des eaux résiduaires au niveau de la station d'épuration de l'unité

### II.1.1.6.3. Schéma de traitement des eaux résiduaires

Les différentes étapes de traitement et leur procédé des eaux résiduaires au niveau de l'unité TEXALG est présenté dans l'annexe 02.

## II.2. Echantillonnage

### II.2.1. Méthodologie d'échantillonnage

Notre étude consiste en un suivi de la qualité des eaux du barrage d'Ighil Emda, les eaux d'ennoblissement textiles d'entrée, de sortie ainsi que les différents parcours dans l'unité de production TEXALG Kherrata. L'approche utilisée est la caractérisation physico-chimique. Les résultats obtenus permettront d'identifier la qualité de l'eau analysée ainsi sa conformité aux normes algériennes et celles de l'OMS (en cas d'absence des normes algériennes).

La caractérisation physico-chimique est réalisée sur l'eau du barrage, l'eau brute à l'entrée et l'eau résiduaire traitée à la sortie. Elle concerne :

- ✓ L'eau de barrage ;
- ✓ l'eau adoucie des adoucisseurs ;
- ✓ l'eau de chaudière ;
- ✓ l'eau de production : eau de lavage du blanchiment, eau de lavage de la teinture avec les deux colorants : dispersé et réactif ;

et ce, en vue d'une comparaison entre les eaux du barrage, eau d'entrée et de sortie afin d'évaluer le changement de la qualité de l'eau entre les états initiaux et finaux.

Dans un flacon d'un litre, nous avons prélevé l'eau des points cités précédemment. Nous avons effectué les analyses sur chacun d'eux en prenant 03 échantillons de chaque flacon. Les résultats obtenus sont la moyenne des valeurs des trois essais qui ont été prélevés dans le même flacon, et ce, afin de garantir la représentativité.

Concernant les paramètres analysés, nous les avons réalisés sur les eaux de barrage, les eaux à l'entrée et la sortie de la station. D'autres analyses ont été faites sur les eaux des procédés d'ennoblissement, des adoucisseurs, les eaux neutralisées, les eaux du dégazeur et les eaux de chaudière. Ces paramètres sont consignés dans le **tableau III**. Par manque de réactifs chimiques, nous n'avons réalisé que les paramètres cités dans le **tableau III**.

Toutes les analyses de caractérisation sont effectuées au niveau du laboratoire d'analyses des eaux de l'unité durant notre période de stage allant du 30 janvier au 31 mars 2023.

### II.2.2. Techniques de prélèvement

La technique d'échantillonnage est très importante et doit également être précise car elle détermine la fiabilité des résultats afin que l'échantillon soit plus représentatif.

Dans notre cas, la plupart des échantillons ont été prélevés aux robinets et aux bassins. La technique dans le cas où l'échantillon prélevé d'un robinet est de laisser couler d'eau jusqu'à renouvellement complet du volume du piquage, et stabilisation de la qualité de l'eau. Dans le cas du prélèvement aux bassins, nous avons utilisé la technique de prélèvement en profondeur par l'utilisation des flacons lestés. Cependant, il est à noter que les prélèvements n'ont été effectués

---

qu'après mise en marche des turbines et des canalisations de barbotage afin de garantir l'homogénéisation des échantillons.

### II.2.3. Flaconnage

Généralement le flaconnage en plastique est possible. Cependant pour le respect de certaines normes, les flacons en verre et les flacons à usage unique sont le plus recommandés. Le flaconnage en verre est important pour conserver la stabilité des caractéristiques de l'eau. Dans notre cas, nous avons utilisé le flaconnage en verre propres et bien rincés à l'eau distillée afin d'éviter les réactions de l'eau à analyser et modifier, ainsi, leur composition.

### II.2.4. Points de prélèvement

Le prélèvement des échantillons s'est fait sur onze points différents, classés de A à K. Ils sont résumés dans le **tableau III** qui comporte les eaux analysées, les paramètres à mesurés et l'appareillage utilisées.

## II.3. Méthodes

### II.3.1. Outils de traitement des données (Logiciels utilisés)

Pour réaliser ce travail et améliorer sa qualité, nous avons utilisé les logiciels ENDNOTE (version 05) pour l'organisation et l'insertion des références bibliographique, l'AUTOCAD (version 2014) pour la réalisation des différents schémas présentés dans ce manuscrit et l'Excel pour le traitement et la présentation des résultats sous formes des tableaux et graphiques.

### II.3.2. Méthode d'analyse

La méthode d'analyse utilisée est la méthode physicochimique qui utilise les paramètres représentées dans la **figure 7** ainsi leurs unités de mesure.

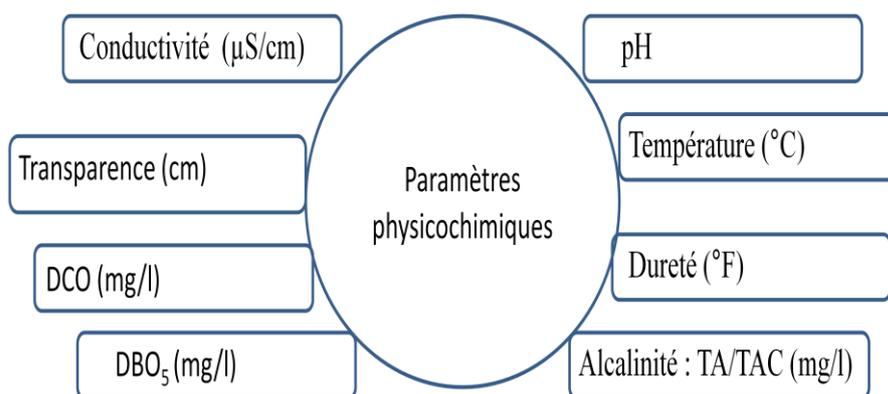
Dans cette partie, ne sont mentionnés que les définitions, les buts et les principes des paramètres analysés. Les modes opératoires sont mentionnés dans les annexes de ce présent manuscrit.

#### II.3.2.1. Température

- **Définition :** La température dans l'eau régit les types de vie aquatique qui y vivent. Il régule la concentration maximale d'oxygène dissous dans l'eau est un paramètre physico-chimique important. Elle influence le taux de réactions chimiques et biologiques.
- **But :** La mesure de la température de l'eau est importante pour voir les caractéristiques de l'eau telles que les propriétés chimiques, biologiques et physiques de l'eau, ainsi que les effets possibles sur les autres paramètres.
- **Principe :** La mesure de température d'eau se fait directement dans l'eau, à l'aide d'un thermomètre en verre.

**Tableau III.** Points de prélèvement des eaux à analyser au niveau de l'unité de production TEXALG Kherrata.

	Points de prélèvement	eaux à analyser	Analyses réalisées	Appareillage
<b>A</b>	barrage Ighil Emda	Eau de barrage	-pH - conductivité -température	-pH-mètre
<b>B</b>	Bassin d'eau brute	Eau brute	-dureté -alcalinité : TA et TAC - transparence -DBO-DCO	-conductimètre -transparemètre - thermomètre en verre
<b>C</b>	Adoucisseurs	Eau adoucie	-pH-dureté -transparence -température	-pH-mètre -transparemètre -thermomètre en verre
<b>D</b>	Dégazeur	Eau d'alimentation de chaudière	-pH - dureté -conductivité -transparence -température	-pH-mètre -Conductimètre - transparemètre -thermomètre en verre
<b>E</b>	Chaudière	Eau de chaudière	- pH -alcalinité TA et TAC -température	-pH-mètre -thermomètre en verre
<b>F</b>	Les machines de production	Eau de lavage : blanchiment	-pH - conductivité -température -dureté -alcalinité : TA et TAC - transparence -DBO-DCO	-pH-mètre -conductimètre -transparemètre - thermomètre en verre
<b>G</b>		Eau de lavage teinture : réactif		
<b>H</b>		Eau de lavage teinture: dispersé		
<b>I</b>	Bassin d'eau résiduaire	Eau résiduaire avant traitement		
<b>J</b>	Bassin d'eau finale	Eau résiduaire après traitement		
<b>K</b>	Bassin d'eau neutralisée	Eau résiduaire neutralisée	pH	pH-mètre



**Figure 07.** Schéma des paramètres d'analyse et leurs unités utilisées

### II.3.2.2. Potentiel hydrogène pH

- **Définition :** Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité, donc est mesure la quantité d'ions hydrogène (ions acides  $\text{H}^+$ ) de l'eau.
- **But :** La valeur du pH permet de déterminer la qualité de l'eau. Cette valeur est très importante pour savoir si l'eau n'est pas polluée, car une eau potable doit avoir un pH dans une gamme très précise, aussi bien pour des questions de sécurité que pour ne pas abîmer la plomberie.
- **Principe :** Le pH est déterminé par l'étalonnage de pH mètre (Fig. 08). Il s'exprime selon une échelle logarithmique de 0 à 14 unités. Une eau neutre possède un pH de 7 unités. Un pH inférieur à 7 indique que l'eau est acide alors qu'un pH supérieur à cette valeur indique qu'il s'agit d'une eau alcaline.



**Figure 08.** Photo de l'appareil pH-mètre utilisé

### II.3.2.3. Dureté

- **Définition :** La dureté est un indicateur renseigné sur la quantité de calcaire contenu dans l'eau. Elle est proportionnelle en nombre d'atomes  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$ .

- **But:** La détermination de la dureté de l'eau est importante, pour connaître l'état de canalisations et le pourcentage de calcaire ayant des incidences sur les procédés d'ennoblissement.
- **Principe :** La détermination de la dureté de l'eau repose sur l'addition de noir ériochrome T (NET) à l'eau à analyser pour former des complexes  $Mg - NET$   $Ca - NET$ . La solution prend une couleur rouge-violette caractéristique de ces complexes. On se place à pH 10 grâce à l'ajout d'une solution tampon (Fig. 9).
- **Mode opératoire :** est dans annexe 06



**Figure 09.** Photos montre la variation de couleur avant et après titrage par la solution EDTA pour analyser la dureté

#### II.3.2.4. Alcalinité

- **Définition :** L'alcalinité de l'eau est la mesure des niveaux de carbonate, de bicarbonate de calcium et d'hydroxyde dans l'eau.

L'alcalinité TA et l'alcalinité TAC (alcalinité totale) sont des tests importants dans le contrôle du traitement de l'eau de chaudière.

- **But :** L'alcalinité mesure la capacité de l'eau à neutraliser les acides. Il signifie le pouvoir tampon de l'eau et sa capacité à résister à un changement de pH lors de l'ajout d'acide.
- **Mode opératoire :** est dans annexe 03

##### II.3.2.4.1. Titre Alcalimétrique (TA)

- **Principe ;** L'alcalinité à la phénolphtaléine (couleur transparente) est déterminée par titrage à un pH de 8.3 jusqu'à l'indicateur de la phénolphthaléine change de couleur (rose violet). Elle enregistre l'hydroxyde total et la moitié du carbonate présent (Fig. 10).

##### II.3.2.4.2. Titre alcalimétrique complet (TAC)

- **Principe :** L'alcalinité TAC est une mesure de l'alcalinité de l'eau à pH 4.5 et est déterminée par titrage sur un indicateur à base de méthyle orange, jusqu'à la transformation de couleur (bleu). Elle enregistre l'hydroxyde, de bicarbonates et de carbonates (Fig. 10).



**Figure 10.** Photos montrent la variation de couleur avant et après titrage pour analyser l'alcalinité TA et TAC

### II.3.2.5. Conductivité

- **Définition :** La conductivité est un paramètre qui permet d'évaluer rapidement et approximativement la minéralisation global de l'eau.
- **But :** Permet de déterminer la concentration des ions contenus dans l'eau analysée.
- **Principe :** La mesure de la capacité des ions à transporter le courant électrique. Ce passage du courant électrique s'effectue par la migration des ions dans un champ électrique produit par un courant alternatif (Fig. 11).



**Figure 11.** Photo de l'appareil conductimètre utilisé

### II.3.2.6. Transparence

- **Définition :** La transparence de l'eau est signifiée par son degré de limpidité. Elle est fortement liée à une propriété de l'eau, celle de transmettre la lumière.
- **But :** Déterminer le degré de limpidité de l'eau, et la présence des particules colloïdales.
- **Principe :** La détermination de la transparence se fait à l'aide d'un disque circulaire gradué de 0 jusqu'à 10 de diamètre environ 10cm et de lumière naturelle (Fig. 12), par la comparaison de pénétration des rayons dans l'eau analysée, où la valeur varie en fonction des particules et des colorants qu'elle contient.



**Figure 12.** Photos de l'appareil de transparemètre utilisé

### II.3.2.7. La demande chimique en oxygène DCO

- **Définition :** La DCO est un paramètre essentiel en matière de traitement de l'eau et d'assainissement. Elle représente la quantité d'oxygène utile pour dépolluer une eau.
- **But :** La mesure de DCO est utilisée pour assurer un meilleur suivi de la performance de l'épuration des eaux.
- **Principe :** La mesure de la quantité équivalente d'oxygène nécessaire à l'oxydation de la majeure partie de la matière organique et de certains ions inorganiques oxydables. Pour la détermination de la DCO, nous utilisons le titrage. L'excès de bichromate est mis en réaction avec un agent réducteur, le sulfate de fer et d'ammonium.
- **Mode opératoire :** est dans annexe 04

### II.3.2.8. La demande biochimique en oxygène DBO

- **Définition :** La demande biologique en oxygène est une unité de mesure de référence de la pollution organique des eaux.
- **But :** Le quantifier de  $DBO_5$  permet ainsi de mesurer indirectement l'activité bactérienne et d'appréhender la charge organique dégradable biologiquement dans l'eau.
- **Principe :** Basé sur l'observation des taux et des variations de la concentration en oxygène dissous dans l'eau au bout de cinq jours ( $DBO_5$ ), à 20 °C, puis déduire la quantité de polluants organiques qu'elle contient.
- **mode opératoire :** est dans annexe 05

# **Chapitre III.**

Résultats et discussions

## III.1. Résultats d'analyses des eaux de barrage Ighil Emda Kherrata

Tableau IV. Résultats des analyses physico-chimiques des eaux du barrage Ighil Emda Kherrata

Paramètres	Unités	Normes	Date							
			02/2/2023	09/2/2023	16/2/2023	23/2/2023	02/3/2023	09/3/2023	16/3/2023	23/3/2023
pH	-	6.5 à 9	7.1	7.0	7.2	7.6	7.8	7.8	7.8	7.8
Température	°C	25	16.0	14.0	10.0	12.0	15.0	13.0	15.0	18.0
Dureté	°F	-	18.4	18.6	11.6	15.8	16.0	11.6	16.5	16.7
Alcalinité	TA	mg /l	-	-	-	-	-	-	-	-
	TAC	mg /l	10à350	272	280	160	112	112	120	136
Conductivité	µS/cm	2000	800	800	600	600	600	600	600	600
Transparence	Cm	-	4.5	4.5	2.0	5.0	6.0	5.5	6.0	6.0
DBO <sub>5</sub>	mg /l	7	12.3	13.4	10.4	9.0	7.4	10.6	7.4	7.4
DCO	mg /l	30	15.3	15.3	13.0	10.9	8.7	10.9	8.7	8.7
DCO/DBO	-	3	1.2	1.1	1.2	1.2	1.1	1.0	1.2	1.2

## III.1.1. Discussion des résultats des eaux du barrage

Les résultats des eaux de barrage présentés dans le **Tableau IV** montre que

**pH** : La variation temporelle des valeurs de pH est irrégulière et changent légèrement d'un point à l'autre. Les valeurs tournent autour de 7. L'eau de barrage Ighil Emda est une eau neutre durant les 3 premières semaines. Durant les cinq autres semaines, nous enregistrons une légère augmentation du pH. Cette augmentation serait due aux fortes précipitations (pluies et neige) et ayant provoqué un phénomène de dilution. Toutes les valeurs obtenues sont conforme à la norme.

**T°** : Les valeurs de température mentionnées sont en variabilité continue dans le temps de 10 à 18°C. Mais toutefois, elle ne dépasse pas la norme de 25°C. Cette variation pourrait s'expliquer par le phénomène cité précédemment.

**Dureté** : des eaux de barrage sont en variation irrégulière en fonction du temps entre 11.6 et 18.6°F. Donc ces eaux sont dures.

**Alcalinité** : les valeurs de l'alcalinité TA sont stable à la valeur 0 mg/l dans tout le temps, et celles de TAC changent irrégulièrement d'un jour à l'autre entre 112 à 280 mg/l. Selon **Rodier (2009)**, l'alcalinité des eaux naturelles exprimée en HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> varie de 10 à 350 mg/l, dans les régions calcaires l'alcalinité varie de 100 à 250mg/l, pour une eau ne contenant que des hydrogénocarbonates (le cas le plus fréquent) TA=0, TAC=HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, donc l'alcalinité des eaux de barrage est conforme à la norme.

**Conductivité :** Durant les deux premières semaines, la valeur est de  $800\mu\text{S}/\text{cm}$ . Par la suite, nous enregistrons une baisse jusqu'à  $600\mu\text{S}/\text{cm}$ . Cela pourrait être dû au ruissellement des eaux de pluies et des neiges survenues à la fin de la deuxième semaine. Selon **Rodier (2009)**, dans les eaux de surface et de rejets d'eau usée, des modifications importantes de la conductivité peuvent intervenir rapidement au cours de la journée. On peut admettre que la situation est particulière ou anormale au-delà de  $2000\mu\text{S}/\text{cm}$ . Les valeurs obtenues sont situées entre 600 et  $800\mu\text{S}/\text{cm}$  donc la minéralisation des eaux de barrage est une minéralisation moyennement accentuée à importante.

**Transparence :** les valeurs des eaux de barrage sont passées par trois évolutions dans le temps : la première enregistrée est de 4.5 durant les deux premières semaines. La troisième semaine, la valeur atteint 2 car durant cette semaine, l'eau est chargée par les particules colloïdales, argile et en plancton ramenés par les eaux de ruissellement. Selon **Rodier (2009)**, cette charge peut être favorisée par la pluviométrie. Après les pluies, nos valeurs se sont stabilisées à 6 et ceci serait dû à la sédimentation des particules.

**DBO<sub>5</sub> et DCO :** Les valeurs de DBO<sub>5</sub> et DCO sont variables d'une semaine à l'autre d'une façon irrégulière, où le DBO varie entre 7.3 à 12.3 mg/l en dépassent la norme à 7mg/l. Cela pourrait s'interpréter par les rejets urbains et les eaux d'assainissement au niveau de barrage et l'absence de la biodégradation. La DCO varie entre 8.7 et 15.3 mg/l. Elle est conforme à la norme de 30mg/l. Cela pourrait provenir des mêmes raisons citées précédemment. Le rapport DCO/DBO est, toutefois, entre 1 à 1.2 donc l'eau de barrage demeure biodégradable malgré les valeurs de DBO qui dépassent la norme.

### III.2. Résultats d'analyses des eaux brutes

**Tableau V.** Résultats des analyses physicochimiques des eaux brutes à l'entrée de l'unité

Paramètres	Unités	date Normes	05/2/2023	12/2/2023	21/2/2023	26/2/2023	05/3/2023	12/3/2023	19/3/2023	26/3/2023
pH	-	6.5 à 9	7.2	7.4	7.3	7.2	7.1	7.0	7.4	6.9
Température	°C	25	10.0	13.0	10.0	14.0	13.0	15.0	13.0	15.0
Dureté	°F	-	19.7	17.8	15.5	16.8	14.1	14.9	13.7	14.0
Alcalinité	TA	mg /l	-	-	-	-	-	-	-	-
	TAC	mg /l	10à350	320	360	304	312	304	312	248
Conductivité	$\mu\text{S}/\text{cm}$	2000	900	900	900	800	800	800	800	800
Transparence	Cm	-	3.5	3.5	4.5	4.0	5.0	6.0	6.0	6.0
DBO <sub>5</sub>	mg /l	7	17.6	13.3	13.5	7.3	10.6	10.6	9.0	10.1
DCO	mg /l	30	19.6	15.3	15.3	10.9	13.1	13.1	13.1	10.3
DCO/DBO	-	3	1.1	1.1	1.4	1.2	1.2	1.2	1.4	1.0

### III.2.1. Discussion des résultats des eaux brutes à l'entrée

Les résultats sont consignés dans le **tableau V**

**pH** : d'après les valeurs, le pH varie irrégulièrement dans le temps. La variation passe de 6.9 à 7.4 mais restent conformes à la norme.

**T°** : la température des eaux brutes varie d'une façon irrégulière d'une semaine à l'autre, entre 10 et 15°C selon la température journalière de la région, mais elle ne dépasse pas la norme de 25°C.

**Dureté** : les valeurs de la dureté changent entre 13.7 et 19.7°F d'une façon irrégulière en fonction des semaines. Donc les eaux brutes sont dures.

**Alcalinité** : les valeurs de l'alcalinité TA sont stables durant toute la période de stage (0 mg/l). Par contre, celles des TAC changent irrégulièrement d'une semaine à l'autre entre 248 à 360 mg/l. Selon **Rodier (2009)**, l'alcalinité des eaux naturelles est exprimée en  $HCO_3^-$ . Elle varie de 10 à 350 mg/l. Dans les régions calcaires, l'alcalinité varie de 100 à 250mg/l, pour une eau ne contenant que des hydrogénocarbonates (le cas le plus fréquent)  $TA = 0$ ,  $TAC = HCO_3^-$ . Donc l'alcalinité des eaux de barrage est conforme à la norme.

**Conductivité** : Nous enregistrons deux évolutions distinctes en fonction du temps : la première est durant les trois premières semaines où la valeur est de 900 $\mu$ S/cm puis elle diminue jusqu'à 800 $\mu$ S/cm et reste stable jusqu'à la dernière semaine. Selon **Rodier (2009)**, dans les eaux de surface et de rejets des eaux usées, des modifications importantes de la conductivité peuvent intervenir rapidement au cours de la journée. On peut admettre que la situation est particulière ou anormale au-delà de 2000 $\mu$ S/cm. Les valeurs sont situées entre 666 et 1000 $\mu$ S/cm donc la minéralisation des eaux brutes est importante.

**Transparence** : les valeurs de transparence des eaux brutes passent sur deux évolutions en fonction du temps : la première est une augmentation continue pendant les cinq premières semaines, donc les particules colloïdales sont en diminution. La deuxième correspond à une stabilisation à la valeur 6 durant les trois dernières semaines. D'après **Rodier (2009)**, les eaux brutes sont moins chargées en particules colloïdales et en argile.

**DBO5 et DCO** : Les valeurs de DBO<sub>5</sub> et DCO présentées dans le **tableau V** diffèrent d'une semaine à l'autre et d'une façon irrégulière, où le DBO varie entre 7.3 à 17.6 mg/l. Elle dépasse la norme de 7mg/l. Cela pourrait être interpréter par les valeurs de DBO élevées des eaux de barrage (la prise de l'eau) due à la turbidité élevée. La DCO varie entre 10.3 et 19.6 mg/l. Elle est conforme à la norme de 30mg/l. Le rapport DCO/DBO est entre 1 à 1.4 donc l'eau brute est biodégradable malgré les valeurs de DBO dépassant la norme.

## III.3. Résultats d'analyses des eaux adoucies

Tableau VI. Résultats des analyses physicochimiques des eaux adoucies

Paramètres	Unités	normes	Dates								
			06/2/2023	08/2/2023	20/2/2023	27/2/2023	02/3/2023	13/3/2023	16/3/2023	20/3/2023	27/3/2023
Adoucisseur n°1											
pH	-	6.5 à 9	6.8	7.0	6.8	7.4	6.5	7.2	7.2	7.5	7.1
Température	°C	25	11.0	13.0	14.0	12.0	17.0	12.0	17.0	17.0	22.0
Dureté	°F	< 3	1.8	2.2	11.4	6.6	1.6	3.4	4.8	2.7	0.8
Transparence	Cm	10	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Adoucisseurs n°2											
pH	-	6.5 à 9	6.8	6.9	6.9	7.3	6.6	7.2	7.0	7.5	7.1
Température	°C	25	12.0	14.0	15.0	13.0	14.0	12.0	16.0	17.0	20.0
Dureté	°F	< 3	2.2	2.6	4.9	6.2	1.5	8.1	19.0	3.1	0.9
Transparence	Cm	10	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0

## III.3.1. Discussion des résultats des eaux adoucies

D'après les résultats présentés dans le **tableau VI**

**pH** : les valeurs du potentiel d'hydrogène des eaux des deux adoucisseurs varient d'une façon irrégulière d'un jour à l'autre entre 6.5 et 7.5, donc sont conforme à la norme.

**T°** : les valeurs de température varient irrégulièrement dans le temps de 11 à 22°C, toutes ces valeurs sont conformes à la norme.

**Dureté** : La dureté des eaux des deux adoucisseurs passe sur trois variations dans le temps : la première est durant les premières semaines où les valeurs sont en augmentation de 1.8 à 11.4. Cela serait dû de l'augmentation des ions de Mg et Ca sous l'action de la saturation de la résine qui élimine les ions. La deuxième est une diminution des valeurs dû à la régénération de la résine. Durant la troisième les valeurs commence à augmenter une autre fois. Donc les eaux adoucies parfois dépassent la norme 3°F lors la saturation de résine.

**Transparence** : les valeurs de la transparence des deux adoucisseurs restent constantes et stables à une valeur 10 en fonction de temps malgré le changement des autres paramètres. Selon **Rodier (2009)**, lorsque la turbidité d'une eau est faible, sa transparence est élevée. L'eau dans ce cas est pauvre en particules colloïdales et en argile. Donc les eaux de deux adoucisseurs sont pauvres de ces particules. Nous pouvons interpréter l'absence de ces particules par la filtration des eaux brutes avant de passer sur les adoucisseurs puis l'adoucissement. La transparence des eaux adoucies donc est conforme à la norme.

### III.4. Résultats d'analyses des eaux d'alimentation de chaudière

**Tableau VII.** Résultats des analyses physicochimiques des eaux d'alimentation de chaudière

Paramètres	Unités	Normes	Dates									
			16/2/2023	17/2/2023	20/2/2023	23/2/2023	12/3/2023	15/3/2023	19/3/2023	22/3/2023	26/3/2023	28/3/2023
pH	-	6.5 à 9	7.2	7.2	7.2	6.8	7.1	6.8	7.7	7.5	7.9	8.0
Température	°C	25	20.0	13.0	17.0	23.0	25.0	17.0	25.0	17.0	14.0	21.0
Dureté	°F	< 3	4.8	9.6	9.6	4.0	12.7	7.9	3.3	2.5	2.6	2.9
Conductivité	μS/cm	-	600	800	800	750	700	800	1000	900	800	700
transparence	Cm	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

#### III.4.1. Discussion des résultats des eaux d'alimentation de chaudière

Les résultats des eaux d'alimentation de chaudière présentés dans le **Tableau VII** montre que

**pH** : les valeurs de pH varient entre 6.8 et 8. Elles sont irrégulières dans le temps. Mais toute fois, elles restent conformes à la norme.

**Dureté** : les valeurs de dureté des eaux d'alimentation de chaudière ont une variation temporelle irrégulière entre 2.5 et 12.7. Les eaux d'alimentation des chaudières dépassent parfois la norme sous l'influence de la saturation de la résine.

**T°** : la température change d'un jour à l'autre de 13 à 25°C. Toutes les valeurs de la température durant cette période sont conformes à la norme.

**Conductivité** : les valeurs de la conductivité des eaux d'alimentation de chaudière varient irrégulièrement dans le temps entre 600 est 1000μS/cm. Donc les eaux d'alimentation de chaudière sont des eaux à minéralisation importante.

**Transparence** : les valeurs de la transparence des eaux d'alimentation des chaudières restent constantes et stables en fonction de temps malgré le changement des autres paramètres. Selon **Rodier (2009)**, lorsque la turbidité d'une eau est faible sa transparence est élevée. L'eau, dans ce cas, est pauvre en particules colloïdales et en argile. Donc les eaux d'alimentation de chaudière sont pauvres en ces particules. On peut interpréter l'absence de ces particules par la filtration des eaux brutes avant de passer sur les adoucisseurs puis l'adoucissement. La transparence des eaux d'alimentation des chaudières est donc conforme à la norme.

### III.5. Résultats d'analyses des eaux de chaudière

**Tableau VIII.** Résultats des analyses physicochimiques des eaux de chaudière

Paramètres	Unité	Normes	Dates									
			16/2/2023	17/2/2023	20/2/2023	23/2/2023	12/3/2023	15/3/2023	19/3/2023	22/3/2023	26/3/2023	28/3/2023
pH	-	10.5à12	7.3	8.1	8.4	9.2	9.3	9.1	9.6	9.7	9.5	9.3
Température	°C	-	87.0	86.0	85.0	88.0	85.0	86.0	86.0	85.0	87.0	90.0
TA	mg /l	50à80	104	110	120	160	120	120	160	120	170	170
TAC	mg /l	70à120	200	180	200	80	100	120	100	110	100	80
Conductivité	µS/cm	<5000	6000	6000	6000	6800	6000	6200	6200	6200	6800	7000

#### III.5.1. Discussion des résultats des eaux de chaudière

Les résultats des eaux de chaudière présentés dans le **Tableau VIII** montre que

**pH** : Les eaux de chaudière sont des eaux à pH basique, sont en augmentation continue en fonction du temps et varient de 7.3 jusqu'à 9.7. Toutes ces valeurs sont en dessous de la norme.

**T°** : la température des eaux de chaudière est très élevée et varie irrégulièrement en fonction du temps. L'eau de chaudière a une température de plus de 80°C.

**Alcalinité** : Les valeurs de l'alcalinité des eaux de chaudière varient irrégulièrement en fonction du temps. Le TA est entre 104 et 200mg/l et le TAC entre 80 et 200mg/l. Elles dépassent toutefois la norme. Elles sont faibles.

**Conductivité** : les valeurs de la conductivité des eaux de chaudière sont élevées. Elles ont une valeur de plus que 6000µS/cm. Les eaux de chaudière ont donc une minéralisation élevée due la vaporisation de l'eau qui contribue à l'élévation de la concentration en ions. Toutes ces valeurs dépassent la norme.

L'augmentation de tous les paramètres des eaux de chaudière est du à la vaporisation qui contribue à l'élévation de la concentration des ions. Comme elle pourrait être du à l'augmentation importante des valeurs de dureté des eaux d'alimentation des chaudières.

#### III.6. Résultats d'analyses des eaux des procédés

Les eaux de lavage sont celles du blanchiment contenant la teinture avec le colorant dispersé et teinture avec colorant réactif. Les résultats sont contenus dans le tableau IX.

**Tableau IX.** Résultats des analyses physicochimiques des eaux de lavage des procédés

Paramètres	Unités	normes	Date		
			6/2/2023	21/2/2023	16/3/2023
			Eau de lavage blanchiment	Eau de lavage de teinture avec dispersé	Eau de lavage de teinture avec réactifs
pH	-	6.5-8.5	14	8.5	8.9
Température	°C	30	35	29	38
Dureté	°F	500	114	11.4	17.9
Alcalinité	TA	-	2176	-	-
	TAC	-	6400	772	240
Conductivité	µS/cm	3000	> 10000	800	1050
Transparence	Cm	-	3	6	4.5
DBO <sub>5</sub>	mg /l	150	231.3	41.9	190
DCO	mg /l	250	527.6	109	200.6
DCO/DBO	-	-	2.3	2.6	1.1

### III.6.1. Discussion des résultats des eaux des procédés

Les résultats des eaux des procédés présentés dans le **Tableau IX** montre que

**pH** : les eaux de production sont des eaux à pH basique, surtout celles de blanchiment où le pH atteint 14. Nous pouvons l'interpréter par l'utilisation des produits basiques tels que la soude caustique qui favorise la décomposition de l'eau oxygéné. Toutes les valeurs obtenues sont supérieurs à la norme pour une eau résiduaire.

**T°C** : les températures des eaux de procédés sont élevées à cause de l'utilisation de la chaleur pour le réchauffement de ces eaux. Les valeurs sont au-dessus de la norme de 30°C.

**Dureté** : la dureté des eaux des procédés est très élevée par rapport à celle qui est utilisée à l'entrée. La valeur de dureté la plus élevée est celle de blanchiment avec 114°F. Donc l'eau de lavage de blanchiment est le plus concentrée par les ions de calcium et magnésium, puis les eaux de teinture avec 11.4 et 17.9 qui sont moins concentrées par ces ions.

**Alcalinité** : Nous avons constaté que les valeurs de TA sont nulles dans les eaux de teinture pour les deux types de colorants donc ces eaux ne contient pas de carbonates. Mais celles de eaux de lavage du blanchiment est très élevée et atteint 2176 mg/l. Les valeurs de TAC également sont élevées dans l'eau de lavage du blanchiment par rapport à celles des eaux de teinture avec 6400mg/l.

**Conductivité** : les valeurs des eaux de teinture sont entre 800 et 1050 µS/cm. Donc elles ont une minéralisation importante mais reste conforme à la norme. L'eau de lavage du blanchiment dépasse la valeur de 10000 qui dépasse énormément la valeur fixée, donc les eaux de blanchiment ont une minéralisation très élevée.

**Transparence** : les eaux de procédés analysées ont une transparence faible qui pourrait être interprété par la présence des MES, des impuretés des tissus, des colorants et des produits utilisés.

**DCO/DBO** : Les valeurs de DBO et DCO sont élevées dans les eaux de lavage du blanchiment et de teinture par le colorant réactif. Elles dépassent la norme. Celles du lavage de teinture par le colorant dispersé sont en baisse et sont conformes à la norme. Le rapport entre DCO et DBO reste, dans les trois eaux, inférieure à 3 donc ces eaux peuvent être biodégradables. Mais selon **Degremont (2005)**, le rapport DCO/DBO de l'eau se situe entre 2 et 4. Ce qui est souvent insuffisant et nécessite la mise en place d'un traitement tertiaire.

### III.7. Résultats d'analyses des eaux résiduaires

**Tableau X.** Résultats des analyses physicochimiques des eaux résiduaires de la station d'épuration

Paramètres	Unités	Date	normes							
			16/2/2023	21/2/2023	26/2/2023	28/2/2023	01/3/2023	05/3/2023	07/3/2023	09/3/2023
pH	-	6.5-8.5	9.3	9.0	8.0	8.7	8.8	8.8	9.2	8.8
Température	°C	30	24.0	20.0	20.0	21.0	19.0	23.0	24.0	20.0
Dureté	°F	500	7.8	8.2	8.6	8.2	8.4	7.6	7.8	8.2
Alcalinité	TA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TAC	-	304	320	336	312	336	304	320	312
Conductivité	µS/cm	3000	1200	1000	1200	1000	1100	1000	1400	1100
Transparence	Cm	-	3.0	2.5	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	3.0
DBO <sub>5</sub>	mg /l	150	65.1	98.7	130.2	180.7	200.8	110.6	122.6	129.6
DCO	mg /l	250	80.6	113.4	186.3	200.0	226.8	145.1	152.2	150.0
DCO/DBO	-	3	1.2	1.1	1.4	1.0	1.1	1.3	1.2	1.2

#### III.7.1. Discussion des résultats des eaux résiduaires

Les résultats des eaux résiduaires présentés dans le **Tableau X** montre que

**pH** : les valeurs de pH sont en variation irrégulière d'un jour à l'autre de 8.0 à 9.3 donc les eaux sont basiques. Cela pourrait être interprété par l'utilisation importante de produits de nature basique dans les différents procédés surtout l'opération de blanchiment. Ces valeurs dépassent également la norme

**T°** : les valeurs de température des eaux résiduaires varient irrégulièrement mais ne dépassent pas la norme. On peut interpréter la diminution des valeurs de température du bassin des eaux résiduaires par rapport à celles de l'intérieur des machines par le refroidissement qui se déroule en dehors (température de l'air en hiver).

**Dureté** : La dureté des eaux résiduaires varie légèrement d'une façon irrégulière entre 7.6 et 8.6 et reste conforme de la norme.

**Alcalinité** : Nous avons constaté que les valeurs de TA sont nulles dans les eaux résiduaires durant toute la période de notre stage. Donc ces eaux ne contiennent pas de carbonates et celles de TAC varient de 304 et 336mg/l.

**Conductivité** : les valeurs de la conductivité changent temporellement de 1000 à 1400 $\mu$ S/cm, mais toutefois, elles sont conformes à la norme de 3000 $\mu$ S/cm.

**Transparence** : les valeurs de la transparence des eaux résiduaires sont toujours basses et varient de 2 à 3 cm. Selon **Dewez (2008)**, cela pourrait être interprété par l'utilisation importante des colorants, les produits utilisés pour effectuer les différentes opérations et les impuretés résiduelles qui proviendraient du flambage des tissus coton.

**DCO et DBO** : les valeurs de DBO et DCO varient d'une façon irrégulière dans le temps. Le DCO est entre 80.6 et 226.8 mg/l. Elles restent conformes à la norme. La DBO est entre 65.1 et 200.8 mg/l. Elle dépasse la norme de 150 mg/l, et ce, durant uniquement les journées des 28/2/2023 et 1/3/2023. Le rapport DCO/DBO varie entre 1 et 1.4 donc l'eau résiduaire pourrait être biodégradable malgré les valeurs de DBO dépassant parfois la norme.

### III.8. Résultats d'analyses des eaux neutralisées

**Tableau XI.** Résultats des analyses de pH des eaux neutralisées de station d'épuration.

Paramètre	Unité	Norme	Date							
			07/3/2023	09/3/2023	16/2/2023	21/2/2023	26/2/2023	28/2/2023	01/3/2023	05/3/2023
pH	-	6.5-8.5	8.7	8.3	8.1	7.4	7.4	8.1	8.6	8.5

#### III.8.1. Discussion des résultats des eaux neutralisées

D'après les résultats de **tableau XI**, les valeurs du pH des eaux neutralisées sont variables et d'une façon irrégulière dans le temps (entre 7.4 et 8.7). Elles dépassent légèrement la norme d'une eau traitée uniquement durant la journée du 7/3/2023 avec une valeur de 8.7. Ceci serait dû, selon **Abid et al., (2018)**, à un défaut dans la neutralisation où l'ajout d'acide sulfurique qui est insuffisant.

## III.9. Résultats d'analyses des eaux traitées

**Tableau XII.** Résultats des analyses physico-chimiques des eaux traitées de station d'épuration

Paramètres	Unités	Normes	Date							
			16/2/2023	21/2/2023	26/2/2023	28/2/2023	01/3/2023	05/3/2023	07/3/2023	09/3/2023
pH	-	6.5-8.5	7.9	7.4	7.0	7.7	8.1	8.1	8.1	7.9
Température	°C	30	13.0	13.0	13.0	11.0	15.0	12.0	13.0	12.0
Dureté	°F	500	7.6	6.7	7.0	6.5	6.7	7.0	8.6	8.2
Alcalinité	TA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TAC	-	320	312	304	320	336	312	336	304
Conductivité	µS/cm	3000	1200	1000	1000	1100	1000	1100	1000	1100
Transparence	Cm	-	5	4	5	4	3	4	4	4
DBO <sub>5</sub>	mg /l	150	40.1	46.7	45.9	61.0	87.6	60.5	58.2	52.2
DCO	mg /l	250	60.5	87.7	74.9	102.2	120.7	88.5	85.0	86.5
DCO/DBO	-	3	1.5	1.9	1.6	1.7	1.4	1.5	1.5	1.7

## III.9.1. Discussion des résultats des eaux traitées

Les résultats des eaux traitées présentés dans le **Tableau XII** montre que

**pH** : les valeurs du pH sont de 7.0 à 8.1 et sont en variation irrégulière d'un jour à l'autre mais sont conformes à la norme.

**T°** : les valeurs de température des eaux traitées varient irrégulièrement dans le temps entre 11 et 15°C mais ne dépassent pas la norme. Elles suivent les températures de l'air dans l'hiver.

**Dureté** : La dureté des eaux résiduaires varie légèrement d'une façon irrégulière entre 6.5 et 8.6 et restent conformes à la norme.

**Alcalinité** : les valeurs de TA sont nulles dans les eaux traitées durant toute la période de notre stage. Ces eaux ne contiennent pas de carbonates et celles de TAC varient de 304 et 336mg/l.

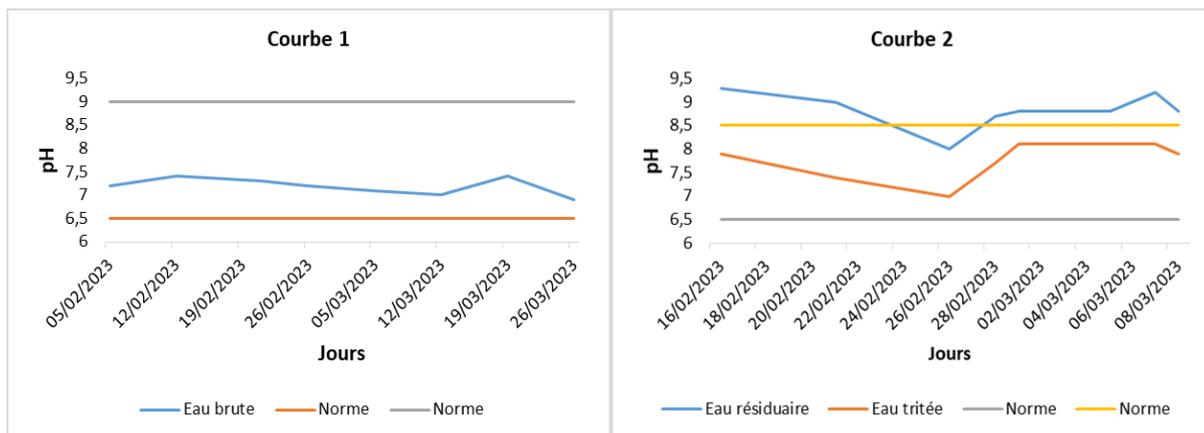
**Conductivité** : les valeurs de conductivité changent temporellement de 1000 à 1200µS/cm, mais toutefois, elles sont conformes à la norme de 3000µS/cm.

**Transparence** : les valeurs de la transparence des eaux brutes varient de 3 à 5 cm et sont toujours en baisses par rapport aux eaux résiduaires avant le traitement. La station d'épuration n'arrive pas à rendre les eaux résiduaires traitées transparentes à 100% cela pourrait être dû, selon **Abid et al., (2018)**, à une baisse de la dose de coagulant ou un défaut dans le fonctionnement du bassin de coagulation floculation.

**DCO et DBO** : les valeurs de DBO et DCO varient d'une façon irrégulière dans le temps. La DCO entre 60.5 et 120.7 mg/l et reste conforme à la norme. La DBO est entre 40.1 et 87.6 mg/l qui est conforme à la norme. Le rapport DCO/DBO varie entre 1.4 et 1.9 donc l'eau résiduaire traitée pourrait être biodégradable.

### III.10. Comparaison entre la qualité physico-chimique des eaux résiduaires/les eaux brutes et les eaux traitées

#### pH

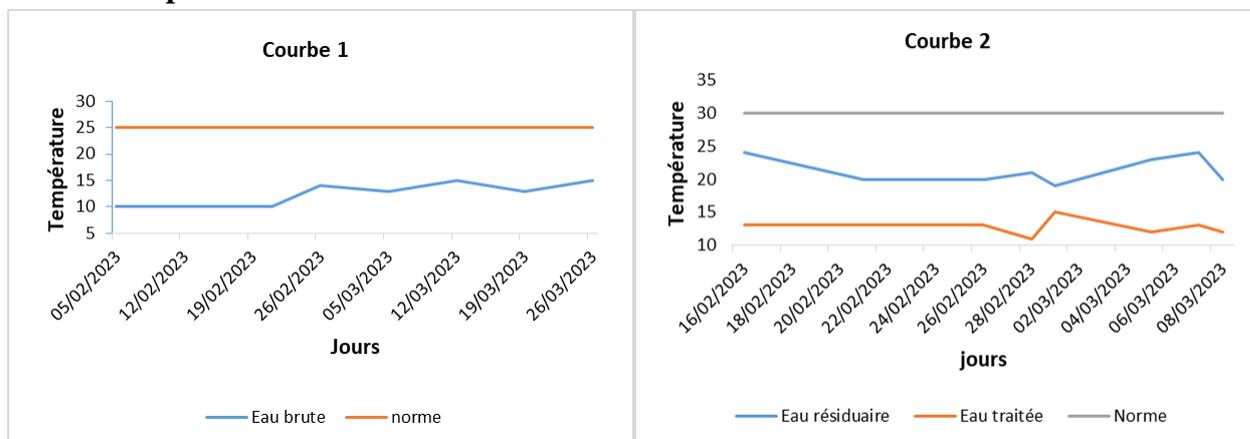


**Figure 13.** Graphe des résultats de pH des eaux brutes (1), des eaux résiduaires avant et après traitement (2).

#### III.10.1. Interprétation et comparaison des résultats de pH

D'après la **figure 13**, nous avons constatés que les valeurs du pH des eaux résiduaires dépassent la norme. Après la neutralisation, les valeurs deviennent conformes à la norme. Après l'ajustement des valeurs de pH des eaux résiduaires, les valeurs des eaux finales dépassent légèrement les eaux brutes à l'entrée mais les deux sont conformes aux normes.

#### Température

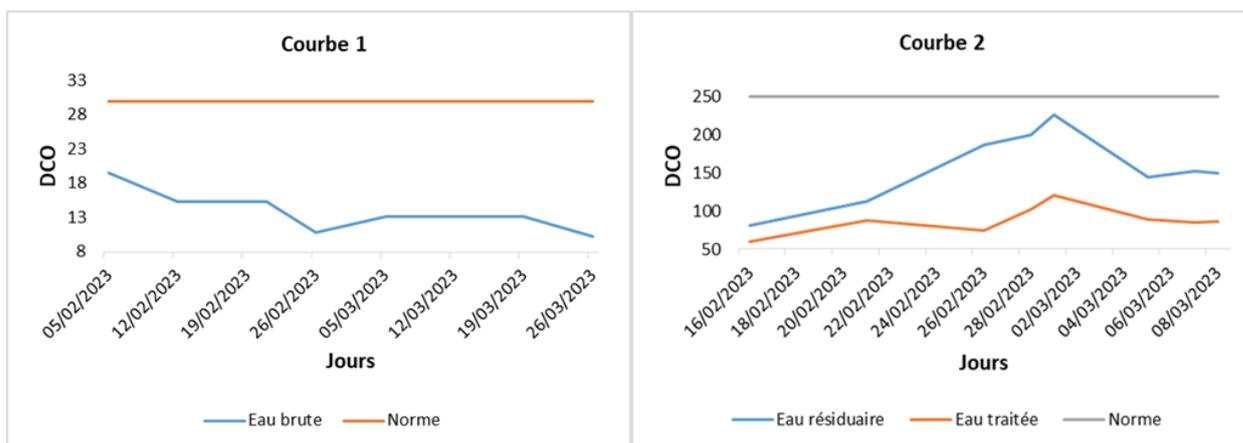


**Figure 14.** Graphes des résultats des températures des eaux brutes (1), des eaux résiduaires avant et après traitement (2).

III.10.2. Interprétation et comparaison des résultats de température

D’après la **figure 14**, nous avons constatés que les valeurs de la température des eaux résiduaires sont plus élevées par rapport à celle des eaux à la sortie, mais les deux sont conformes à la norme. Les valeurs de température des eaux brutes à l’entrée et les eaux traitées sont proches et conforme aux normes.

**DCO**

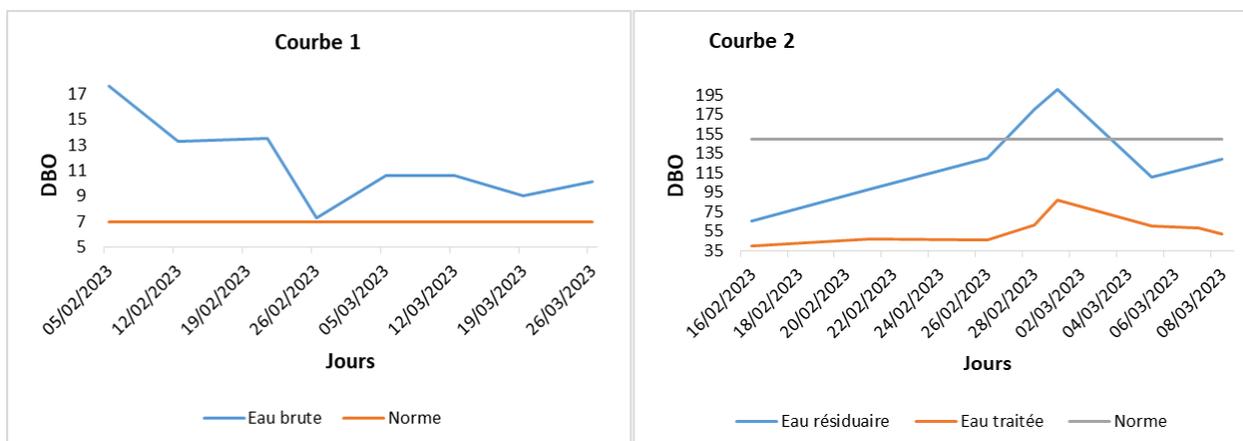


**Figure 15.** Graphe des résultats de DCO des eaux brutes (1), des eaux résiduaires avant et après traitement (2).

III.10.3. Interprétation et comparaison des résultats de DCO

D’après la **figure 15**, nous avons constatés que les valeurs de DCO des eaux résiduaires sont plus élevées par rapport à celle des eaux finales, donc ces valeurs sont ajustées par le traitement au niveau de la station. Les valeurs de DCO des eaux traitées sont plus élevées par rapport à celles de l’entrée. Mais toutefois les deux sont conformes aux normes.

**DBO**

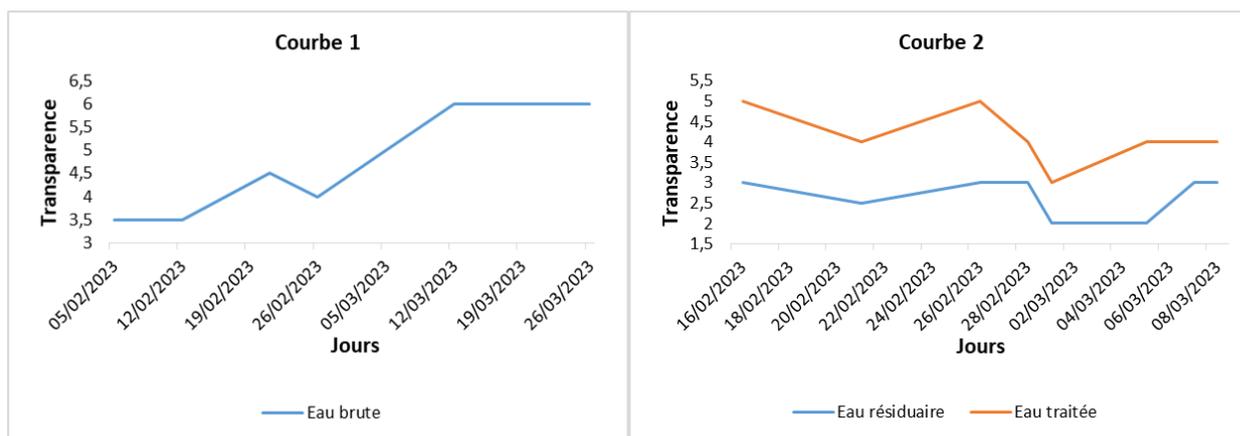


**Figure 16.** Graphe des résultats de DBO des eaux brutes (1), des eaux résiduaires avant et après traitement (2).

III.10.4. Interprétation et comparaison des résultats de DBO

D’après la **figure 16**, nous avons constatés que les valeurs de DBO des eaux résiduaires dépassent la norme et sont plus élevées par rapport à celle des eaux finales. Les valeurs sont plus élevées par rapport aux eaux d’entrée mais sont conforme à la norme.

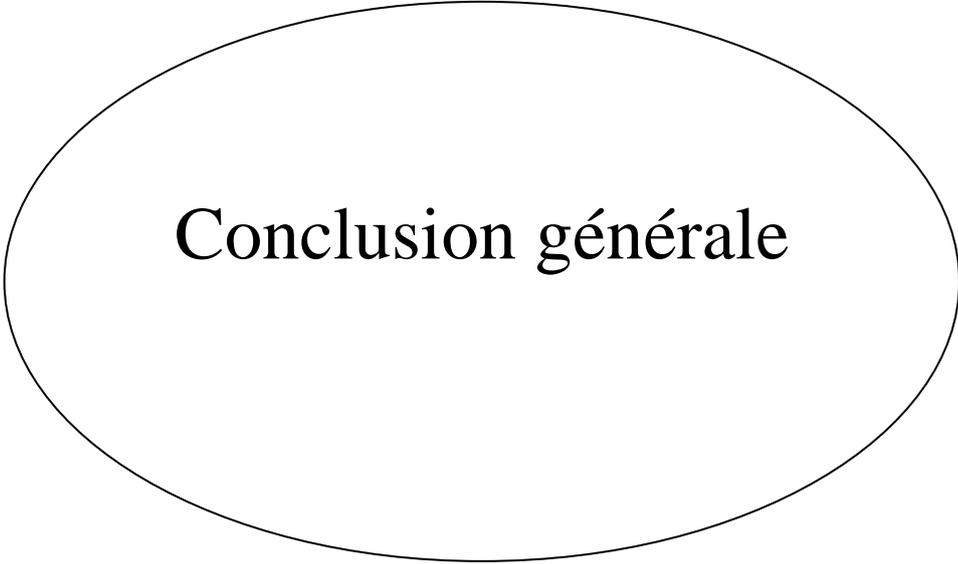
 **Transparence**



**Figure 17.** Graphe des résultats de transparence des eaux brutes (1), des eaux résiduaires avant et après traitement (2).

III.10.5. Interprétation et comparaison des résultats de transparence

D’après la **figure 17**, nous avons constatés que les valeurs de la transparence des eaux résiduaires sont plus élevées par rapport à celle des eaux finales ; la transparence augmente après le traitement au niveau de la station d’épuration. Les valeurs de la transparence des eaux traitées sont plus élevées que celles des eaux brutes à l’entrée donc le traitement a un effet sur la transparence.



**Conclusion générale**

### Conclusion générale

L'industrie textile est parmi les industries les plus consommatrices d'eau en grande quantités. Les différentes problématiques des ressources en eau et leurs influences sur la biodiversité et la sécurité alimentaire, l'étude de la qualité de l'eau et ces caractéristiques représentent un chemin permettant d'arriver aux bonnes gestions à ces ressources. Pour cette raison, nous avons effectués notre travail au niveau de l'unité de l'ennoblissement textile TEXALG de Kherrata – Béjaia – Algérie. L'objectif principale est de terminer les caractéristiques physicochimiques de toutes les eaux utilisées par cette unité durant les différents processus de l'ennoblissement, depuis l'entrée jusqu'à la sortie. À la fin de notre stage qui s'est déroulé pendant deux mois successifs (30/01/2023 au 31/03/2023), nous avons obtenus des résultats permettant de répondre à notre problématique émise au départ : « Quel est le devenir de l'eau utilisée par TEXALG de Kherrata. Les conclusions se résument ainsi :

- ✚ Les eaux du barrage d'Ighil Emda et les eaux de bassin, ont les mêmes caractéristiques. Elles sont des eaux basiques toujours égales ou supérieures à 7, dures et ont une minéralisation importante. La conductivité varie entre 600 et 900  $\mu\text{S}/\text{Cm}$ . La DBO de ces eaux est très élevée et dépasse la norme. La transparence est faible à cause des ruissellements des eaux pluviales durant cette période fortement pluvieuse.
- ✚ Les eaux adoucies et les eaux d'alimentation de chaudières ont des caractéristiques physicochimiques conformes à la norme sauf pour la dureté qui dépasse parfois la norme (de  $3^\circ\text{F}$  -  $12^\circ\text{F}$ ). Par contre les eaux de chaudière qui ont des valeurs de l'alcalinité, pH et conductivité qui dépassent toujours les normes.
- ✚ Les eaux de lavage des procédés d'ennoblissement sont caractérisées par des valeurs très élevées des paramètres physicochimiques, surtout celles du blanchiment où la valeur de pH atteint à 14, la DBO = 231.3 mg/l, la DCO = 527.6, la conductivité dépasse 10000 $\mu\text{S}/\text{Cm}$ , TAC = 6400 et TA = 2176 mg /l, la dureté =  $114^\circ\text{F}$ .
- ✚ Les eaux résiduaires ont souvent des valeurs élevés surtout celles de la DBO, le pH qui dépassent les normes et la transparence. Mais après le passage de ces eaux par le traitement, ces valeurs sont ajustées, sauf que ces traitements n'arrivent pas à éliminer la totalité de la turbidité.

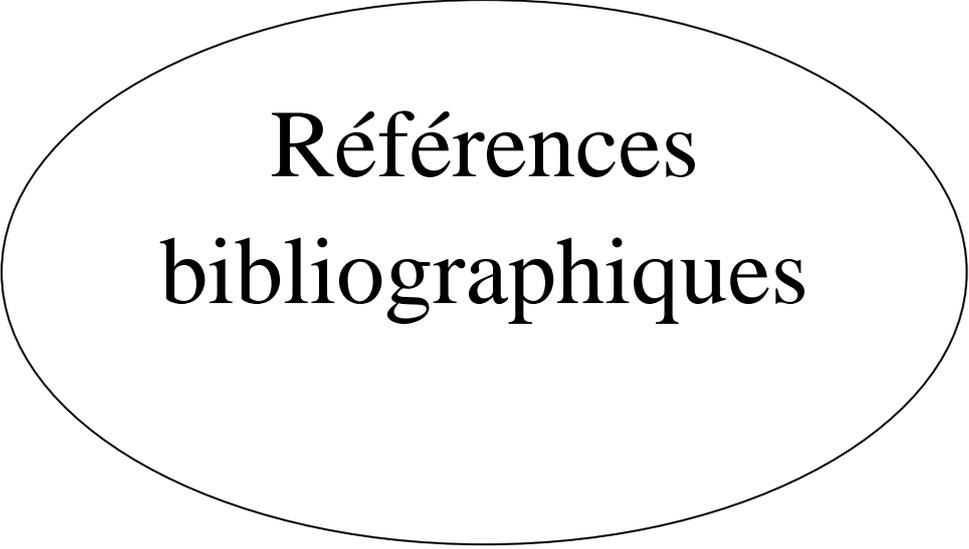
Avec ces résultats, nous avons comparé entre la qualité physicochimique de l'eau à l'entrée et à la sortie. Certains paramètres demeurent invariables ou changent légèrement tels que celles de TA et TAC. La dureté et la transparence des eaux à la sortie sont plus faibles que celles de l'entrée. Il y a aussi la DBO et la DCO qui sont élevées par apport à l'eau d'entrée ; Néanmoins, elles sont conformes aux normes des eaux résiduaires fixées pour les industries textiles.

Ces résultats nous amènent à proposer les perspectives suivantes :

- ✚ D'après **Saaidia (2018)**, afin d'augmenter la transparence et l'élimination des MES, nous proposons d'utiliser les procédés d'oxydation électrochimique, photo catalytique (leur couplage). La méthode par adsorption sur le charbon actif. Ces deux méthodes donnent des résultats très satisfaisants ;

- ✚ La diminution des valeurs de DBO et DCO par l'utilisation d'adjuvants synthétiques qui permettront d'améliorer les résultats de ces deux paramètres ;

D'après les travaux de **Dewez (2008)**, il est préconisé l'utilisation des microondes industrielles dans l'opération d'ennoblissement et ceci, afin de réduire de la consommation d'énergie.

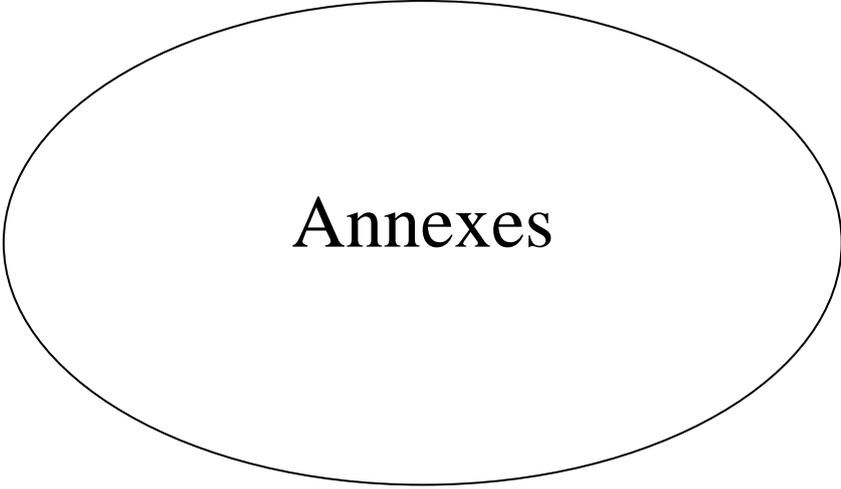


Références  
bibliographiques

### Références bibliographiques

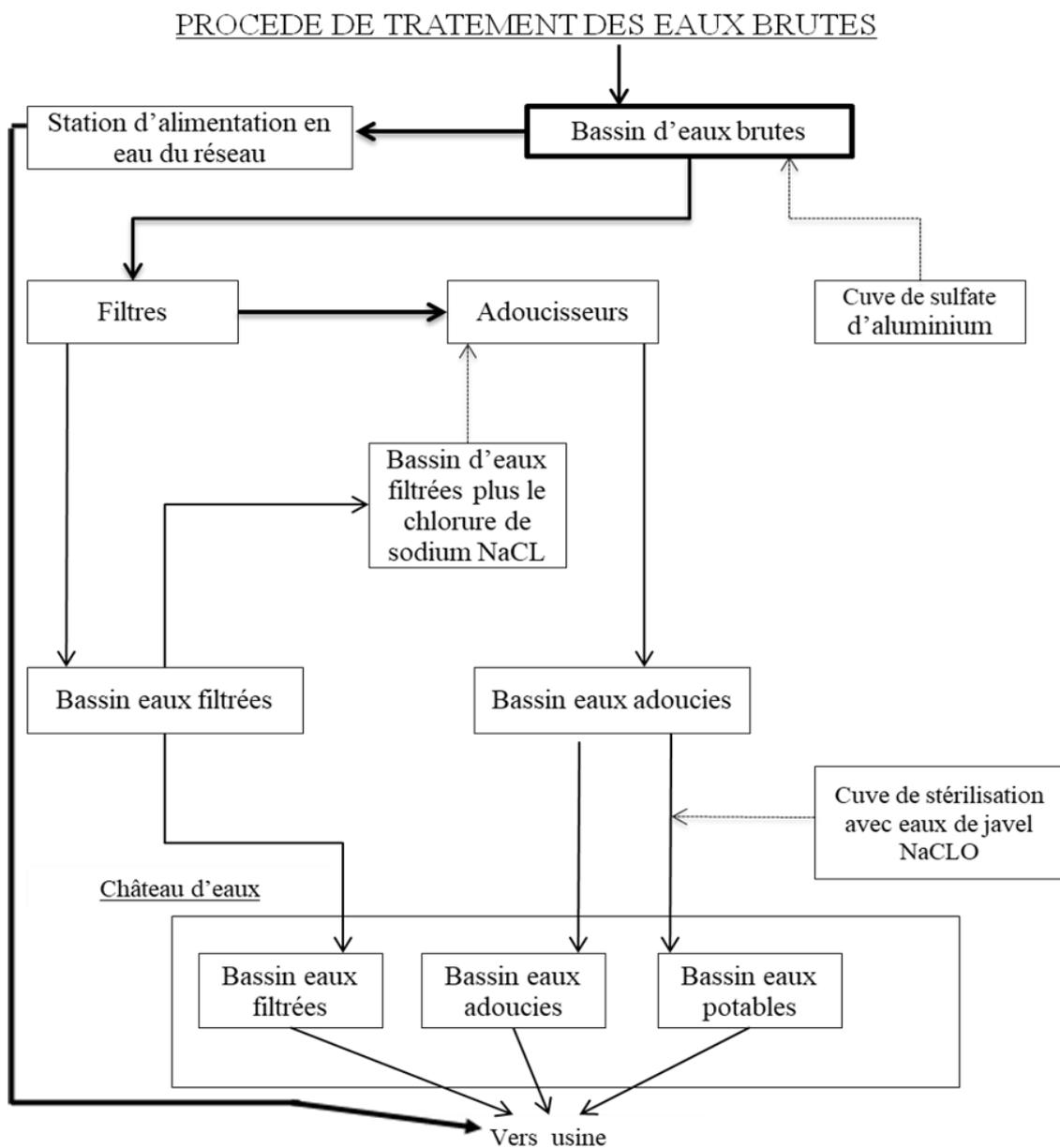
- Abid, A., Zouhri, A., & Sennoune, M.** (2018). Etude comparative entre le traitement physico-chimique des rejets de textile par un bio floculant et le traitement au niveau d'une station de prétraitement au sein d'une unité industrielle de textile. *Energies renouvelables*. Vol 21(2), pp165-171.
- Altinbas U., Dokmeci S., Baristiran A.** (1995). Étude de traitabilité des eaux usées de l'industrie textile. *Technologie environnementale*. Vol16, pp389 - 394.
- Benaissa, A.** (2011). Étude de la dégradation photocatalytique d'un colorant synthétique et d'un tensioactif. Université Mentouri Constantine. p176.
- Ben Mansour, H., Boughzala, O., Dridi, D., Leila, B., & Mosrati, C.** (2011). Les colorants textiles sources de contamination de l'eau : CRIBLAGE de la toxicité et des méthodes de traitement Textiles dyes as a source of wastewater contamination: screening of the toxicity and treatment methods. *De sciences de l'eau*. Vol 24 (N°3), pp210-238.
- Benninger, A.** (2016). Technical manual textile finishing industry. UNIDO, Environmental Management Branch, Vienna. p129.
- Boukhri, A.** (2015). "Élaboration de revêtements hybrides par le procédé sol-gel pour conférer de nouvelles fonctions à des matériaux textiles". Université Hassan II de Casablanca, Maroc. p 153.
- Bunsell, A. R.** (2018). Handbook of Properties of Textile and Technical Fibres. 2<sup>nd</sup> edition, Elsevier. p1033.
- Cardot, C.** (2005). Les traitements de l'eau, Procédés physico-chimiques et biologique cours et problèmes résolus, Ellipses. Edition Mareketing S.A. p 247.
- Clark, M.** (2011). handbook of textile and industrial dyeing. Woodhead. 3, 652.
- Commission européenne, CE.** (2003). Industrie textile. p740.
- Debbih, h., & Naili, b. e.** (2015). Etude de qualité des eaux des barrages de l'est Algérien. Université Larbi Ben M'hidi-Oum el bouaghi. p73.
- Degremont, S.** (1989). Mémento technique de l'eau. Tome I. 9<sup>ème</sup> Edition. p 592.
- Degremont, S.** (2005). Mémento technique de l'eau. Tome II. 10<sup>ème</sup> Edition, Lavoisier-Tec et Doc, Paris. p1718.
- Desjardins, R.** (1997). Le traitement des eaux. 2<sup>ème</sup> Edition, Presses internationales Polytechnique. p304.
- Dewez, S.** (2008). The use of microwaves for textile treatments. Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis. p200.
- Document interne de l'unité** (2007). Organigramme de l'unité de production TEXALG Kherrata.
- Document interne de l'unité** (1982). Traitement des eaux.
- Faid, M.** (2019). Epuration des polluants issus de l'industrie du textile. Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila. p 61.
- Festy, B., Hartemann, P., Ledrans, M., Levallois, P., Payment, P., & Tricard, D.** (2003). Qualité de l'eau. *Environnement et santé publique - fondements et pratiques*, Paris. pp333- 368.
- Guivarch, E., Trevin, S., Lahitte, C., & Oturan, M.** (2003). Degradation of azo dyes in water

- by electron-fenton process. *Environ. Chem. Lett.* Vol11, pp 38-44.
- Hammachi, D.** (2019). Procédés de teinture des fils en coton et en polyester appliqués à MEDIFIL. Université Akli Mohand Oulhadj Bouira. p30.
- Journal officiel de la république algérienne.** (2011). Conventions et accords internationaux-lois et décrets arrêtés, décisions, avis, communications et annonces. N 34, p 23.
- Kendra, S.** (2014). Textile Chemical Processing The Secretary. 1<sup>ère</sup> édition, CBSE, India.116.
- Khatri, A.** (2010). Pad-steam Dyeing of Cotton with Reactive Dyes Using Biodegradable Alkaline Organic Salts. Mehran University Pakistan. p143.
- Martens, m.** (2017). La sécurité alimentaire et hydrique au Moyen-Orient et en Afrique de nord. Commission des sciences et des technologies. p20.
- Mather, R. R., & Wardman, R. H.** (2015). The chemistry of textile fibres. 2<sup>nd</sup> édition Royal Society of Chemistry. p411.
- Messai, I.** (2017). La qualité des eaux de barrage en Algérie. Ecole nationale polytechnique. p61.
- Murthy, H. V. S.** (2016). Introduction to textile fibres. Woodhead Publishing India Pvt. Ltd. p 238.
- Némoz, G.** (2011). Le textile, un matériau multifonctionnel. p224.
- Ramesh Babu, B., Parande, A., Raghu, S., & Prem Kumar, K.** (2007). An Overview of Wastes Produced During cotton textile processing and effluent treatment methods. *The journal of cotton science.* Vol11(1), pp110-122.
- Rappe, M., Jubinville, N., Szczerbinski, E., Auger, C., Boudreau, C., & Cyrenne, L.** (2009). Le textile dans tous ses états. CSMO Textile. p88.
- Rodier, J., Legube, B., Merlet, N., Coll.** (2009). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 9<sup>ème</sup> édition, Dunod, Paris. p1526.
- Roland, F.** (2012). Les technologies de fonctionnalisation des textiles. *L'actualité chimique.* pp360-361.
- Saaidia, S.** (2018). Dégradation d'un colorant cationique par photocatalyse, électro-oxydation et leur couplage. Université Badji Mokhtar-Annaba. p 206
- Tarrare, A., Némoz, G., Corroy, C., Coquard, J., Besse, N., Besson, S., Guinot, M.** (2009). Textile d'hier, d'aujourd'hui et de demain. CCSTI du Rhône • Université de Lyon. p86.
- Touidjeni, Z., Benarab, A.** (2014). Sécurité hydrique et sécurité alimentaire, la stratégie de l'Algérie, état des lieux. p15.
- Weidmann, D.** (2009). Technologies des textiles de la fibre à l'article. 3<sup>ème</sup> édition DUNOD. p16.



**Annexes**

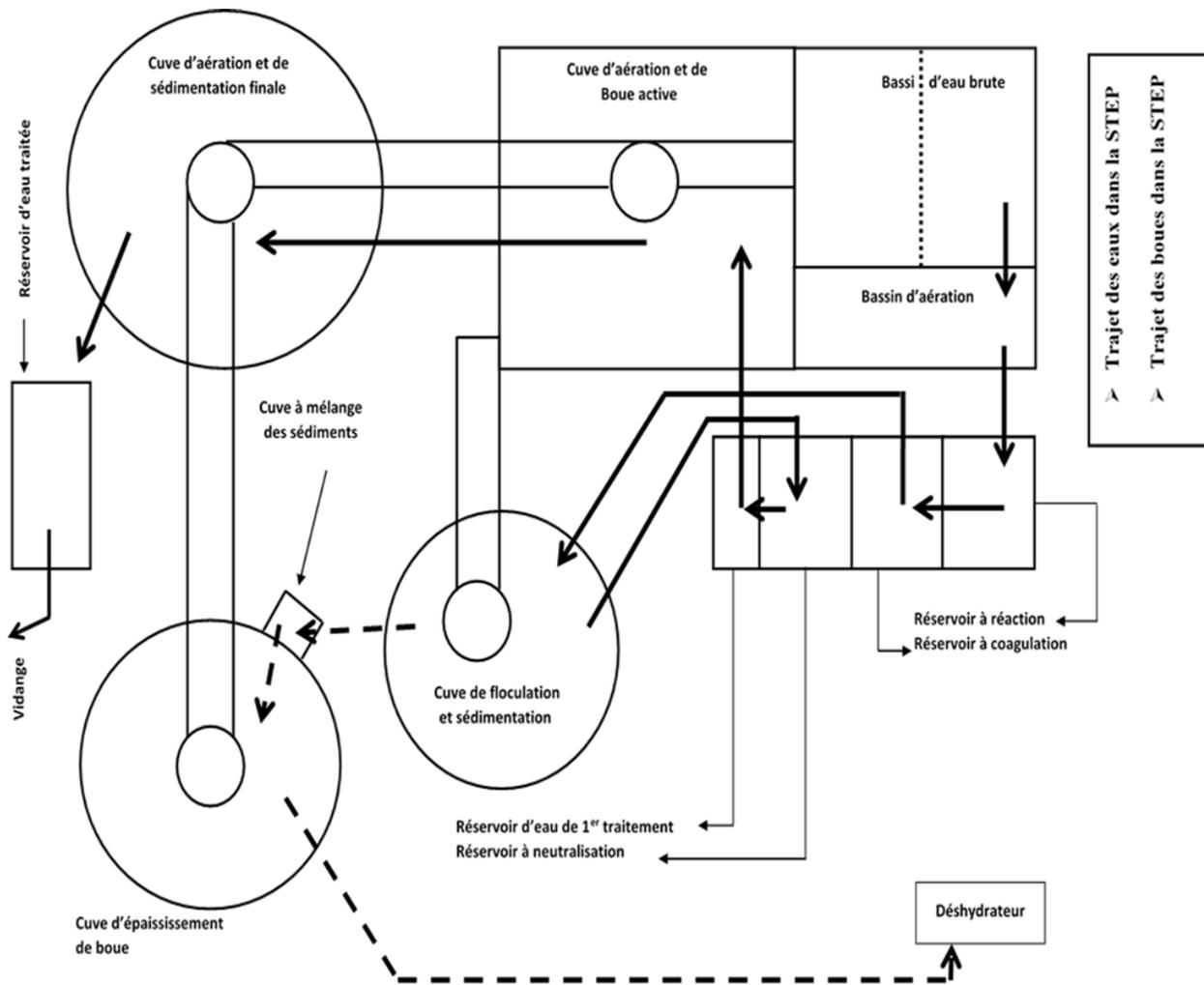
**Annexe 01.** Schéma des procédés de traitement des eaux brutes à l'unité TEXALG de Kherrata



Eaux filetés  
Eaux potables  
Eaux douces } Alimentation par gravitation

Eaux du réseau incendie { Alimentation avec pompes

**Annexe 02.** Schéma des procédés de traitement des eaux résiduaires à l'unité TEXALG de Kherrata



---

---

**Annexe 03.** Détermination de l'alcalinité**Réactifs**

- Acide chlorhydrique ou sulfurique N/50
- Solution phénophtaléine
- Solution méthyle orange
- Eau distillée exempte d'anhydride carbonique libre (par ébullition pendant 15 minutes)

**Pour TA****Mode opératoire**

Prélèves 100 ml d'eau à analyser, ajouter 1 ou 2 phénophtaléine, une coloration rose doit se développer, dans le cas contraire le TA est nul. Ce qui se produit en générale pour les eaux naturelles dont le pH est inférieur à 8.3 (pH < 8.3).

Verser ensuite doucement l'acide dans la capsule a l'aide d'une burette, en agitant constamment, et ceci jusqu'à la décoloration complète de la solution, soit le volume l'acide versée (v).

**Pour TAC****Mode opératoire**

Utiliser l'échantillon trait précédemment, ou le prélèvement primitif, ci il n'y a pas eu de coloration, et ajouter 2 gouttes de méthyle orange, en suite, titrer de nouveau avec le même acide jusqu'au virage de jaune orange (pH=4.3).

Assurer qu'une goutte d'acide en excès, provoque le passage de la coloration du jaune orange au rose orange (pH=4), soit (V1) le volume d'acide verse depuis le début de dosage, retrancher de ce volume 0.5 ml, quantité nécessaire pour le virage de l'indicateur, qui est un peu plus faible que le pH de neutralisation exacte de hydrogénocarbonate.

**Expression des résultats**

$$TAC = \frac{V1-0.5}{5} \text{ (meq/l)}.$$

**Remarque**

Eliminer le chlore résiduel libre si l'eau en contient ajouter une goutte de solution de thiosulfate de sodium ( $Na_2S_2O_3$ ) N /50.

---

---

**Annexe 04.** Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)**Vérification du titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium**

Dans un bécher mètre 25 ml, exactement mesuré, de la solution de bichromate de potassium à 0.25 N et compléter à 250 ml par l'eau distillé, ajouter 75 ml d'acide sulfurique ( $d=1.84$ ) laisser refroidir puis ajouter quelques gouttes de ferroïne et déterminer la quantité nécessaire de sulfate de fer et d'ammonium à 0.05 N pour obtenir le virage rouge violacé.

**Mode opératoire**

Introduire 10 ml d'eau à analyser dans un tube ou éventuellement, une même quantité de dilution. Ajouter 0.2g de sulfate de mercure cristallisé et 1ml de solution sulfurique de sulfate d'argent chauffer, si nécessaire, jusqu'à à parfaite dissolution.

Ajouter 5 ml de solution de dichromate de potassium 0.25 N puis 14ml de solution sulfurique de sulfate d'argent. Porter à ébullition pendant 2 heures sous réfrigérant à reflux adapté au tube. Laisser refroidir. Diluer à 70ml avec de l'eau distillée. Ajouter quelques gouttes de solution de ferroïne. Déterminer la quantité nécessaire de solution de sulfate de fer et d'ammonium pour obtenir le virage au rouge brune.

Procéder aux mêmes opérations sur 10 ml d'eau distillée.

**Expression des résultats :**

$$D.C.O\left(\frac{mg}{l}\right) = \frac{(V_0 - V_1)}{V} 8000. T$$

V1=volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire au dosage.

V0=volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire au l'essai à blanc.

V=volume de la prise d'essai.

T=titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium.

---

---

**Annexe 05.** Détermination de la demande biologique en oxygène (DBO)**Préparation des réactifs**

- **Solution A**

Dissoudre 4.25g de phosphate de potassium ( $K_2HPO_4$ )

Dissoudre 4.25g 0.85g de chlorure d'ammonium ( $NH_4CL$ )

Dissoudre 2.23g de phosphate de sodium ( $Na_2HPO_4$ )

- **Solution B**

Dissoudre 11.25g de sulfate de magnésium ( $MgSO_4$ ), ajuster son volume à 500ml.

- **Solution C**

Dissoudre 13.75g de chlorure de potassium ( $KCL$ ), ajuster son volume à 500ml.

- **Solution D**

Dissoudre 0.125g de chlorure ferrique ( $FeCL_3$ ), ajuster son volume à 500ml avec l'eau distillée.

**Préparation des solutions pour titrage**

- ✓ **Thiosulfate de sodium ( $Na_2S_2O_3$ ) N/40** : dissoudre 6.5g de thiosulfate de sodium et 0.2g carbonate de sodium, ajuster le volume à 11ml avec l'eau distillée puis ajouter 1ml d'alcool.
- ✓ **Solution d'amidon à 1% (indicateur)** : dissoudre 1g d'amidon salubre dans 10 ml d'eau distillée puis ajuster son volume à 100 ml avec l'eau distillée chaude.
- ✓ **Solution de sulfate de manganèse** : dissoudre 240g de sulfate de manganèse  $MnSO_4, 5H_2O$  et 170g de sulfate manganèse  $MnSO_4$ , ajuster son volume à 500ml.
- ✓ **Solution d'iodure de potassium alcalin azoture de sodium** : dissoudre 500g d'hydroxyde de sodium  $NaOH$  + 150gd'iodure de potassium  $KL$  10g d'azoture de sodium  $NaN_3$  et ajuster son volume à 1l avec l'eau distillée, et conserver dans un endroit obscur.

**Mode opératoire**

Préparer 6 bouteilles de 300ml : 2 bouteilles pour l'eau distillée, 2 pour l'eau brute et 2 pour l'eau finale.

Pour l'eau distillée : compléter les deux bouteilles de l'eau distillée, une bouteille à titrer le jour même et l'autre après 5 jours.

Pour l'eau brute : mettre dans une fiole un peu d'eau distillée puis ajouter 1 ml de chaque solution (A, B, C, D) et 1ml d'eau finale (traitée) et compléter jusqu'au trait de jauge.

Et dans l'éprouvette mettre 7ml de l'eau brute et compléter avec l'échantillon précédentes jusqu'à 700 ml. La fin en remplir les deux bouteilles de 300 ml. Titrer une sur place et l'autre il faut la laisser dans l'incubateur après 5 jours pour le titrer.

Pour l'eau finale : même opération que l'échantillon précédente, mais dans l'éprouvette mettre 10 ml de l'eau finale, et remplir avec l'échantillon jusqu'à 700 ml, à la fin remplir les deux bouteilles de 300 ml, une à titrer surplace, et l'autre à laisser dans l'incubateur pendant 5 jour pour la titrer.

### **Titration**

1 ml de la solution d'iodure de potassium, et 1 ml de la solution de sulfate de manganèse, de chaque bouteille, et laisser reposer pendant 4 min, ajouter après 1 ml d'acide sulfurique, et mélanger bien, titrer après avec la solution de thiosulfate de sodium 1N/40, jusqu'à l'apparition de la couleur jaune claire, ajouter 1à2 goutte d'amidon, continuer à titrer jusqu'à la disparition de la couleur jaune.

### **Expression de résultats**

$$DBO_5 = F (T_0 - T_5) - (F - 1) (D_0 - D_5)$$

D0 : teneur en oxygène (mg/l) de l'eau de dilution au début de l'essai.

D5 : teneur en oxygène (mg/l) de l'eau de dilution de cinq jours d'incubation.

T0 : teneur en oxygène (mg/l) de l'une de dilution au début d'essai.

T5 : teneur en oxygène (mg/l) de l'une de dilution au début de cinq jours d'incubation.

F : facteur de dilution (pour le thiosulfate de sodium à 1N/40, F=1).

---

---

**Annexe 06. Détermination de la dureté****Réactifs**

- ✓ Solution de cyanure de potassium (10 p/v%) : dissoudre 10g de potassium dans de l'eau et ajuster à 100ml avec cette dernière. conserve la solution obtenue dans une bouteille en polyéthylène.
- ✓ Solution de chlorure d'hydroxylammonium (10 p/v %) : dissoudre 10g de chlorure d'hydroxylammonium (hydroxylamine hydrochlorure ) dans de l'eau et ajuster à 100ml avec cette dernière.
- ✓ Solution tampon de chlorure d'ammonium (pH10) : ajouter 570 ml d'ammoniaque à 67.5g de chlorure d'ammonium et ajuster à 1 litre avec de l'eau.
- ✓ Solution de noir ériochrom T (0.5 P/V %) : Dissoudre 0.5g de noir ériochrom T (1-(1 – hydroxyle -2-naphtylazo)-6-nitro-2naphtol-4-acide sulfurique de sodium) dans 100ml de méthanol et ajouter 0.5g de chlorure d'hydroxylammonium. Introduire la solution obtenue dans une bouteille ambrée et boucher hermétiquement pour en conserver.
- ✓ Solution d'EDTA 1/100 mol/l : après avoir sécher de l'acide diaminetétracétique de dissodium déshydrate à une température de 80°C pendant 5 heures. On laisse refroidir dans un dessiccateur, prendre ensuite 2.722g de cet acide dans un litre d'eau. Introduire la solution obtenue dans une bouteille jaugée et compléter avec de l'eau jusqu'au trait d'étalon. 1ml de cette solution correspond à 0.4mg de Ca mg de  $CaCO_3$ .

**Mode opératoire**

Prendre une quantité convenable (contenant une dose totale à moins 5mg de Mg et Ca) d'échantillon dans un bécher et ajuster à 50ml avec de l'eau.

Ajouter 0.5ml de solution de cyanure de potassium (10 P/V %) quelques gouttes de solution de chlorure d'hydroxylammonium (10 P/V %) ainsi que 1ml de solution tampon de chlorure d'ammoniaque (PH=10).

Ajouter 2 à 3 gouttes de solution d'ériochrom T tel qu'indicateur.

Opérer au titrage au moyen de la solution d'EDTA 1/100 mol/l jusqu'au virage du rouge au bleu.

**Expression des résultats**

Calculer la dureté totale suivant la formule :

$$H = b \times \frac{1000}{V} \times l \text{ (En } ^\circ\text{F)}$$

b : dose de solution d'EDTA 1/100 mol/l servie au titrage.

V : volume d'échantillon (ml).

l : dose de carbonate de calcium (mg) correspondant à 1ml de solution d'EDTA 1/100 mol/l.

## Résumé

Notre travail est effectué au niveau de l'unité d'ennoblissement textile TEXALG de Kherrata - Bejaia - Algérie. Son objectif principal est de déterminer la qualité physicochimique des eaux utilisées au niveau de cette unité de l'entrée et à la sortie durant deux mois correspondant à notre période de stage du 30/01/2023 au 31/03/2023. Les résultats obtenus montrent que les eaux de barrage Ighil Emda de Kherrata ont une nature dure, une minéralisation importante et une DBO qui dépasse la norme. Les eaux de chaudière ont une minéralisation excessive de 6000 à 7000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Les eaux de procédés sont caractérisés par une augmentation de tous les paramètres surtout celles du blanchiment où le  $\text{pH}=14$  et la DBO dépasse 500mg/l. Les valeurs des eaux résiduaires également sont caractérisées par des valeurs élevées notamment le  $\text{pH}$ , la transparence et la DBO. Après leur passage sur la station d'épuration les paramètres demeurent plus élevés que les eaux à l'entrée, mais toutefois leurs qualités sont conformes aux normes OMS et Algériennes. Néanmoins, la transparence reste faible et est entre 3 et 5cm.

Au terme de ce travail, nous pouvons dire que le traitement des eaux connaît une amélioration. L'introduction de nouveaux procédés de traitement pourront augmenter la performance de la station.

**Mots clés:** qualité physicochimique, eaux de barrage, eaux résiduaires, station d'épuration, eaux de sortie, TEXALG, Kherrata.

## Abstract

Our work is carried out at the TEXALG textile finishing unit in Kherrata - Bejaia -Algeria. Its main objective is to determine the physico-chemical quality of the water used at this unit, from the inlet to the outlet, over a two-month period corresponding to our internship period from 30/01/2023 to 31/03/2023. The results obtained show that the water from the Ighil Emda dam at Kherrata is hard, has a high mineral content and a BOD that exceeds the standard. Boiler water has an excessive mineralization of 6000 to 7000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Process waters are characterized by an increase in all parameters, especially bleach waters where  $\text{pH}=14$  and BOD exceed 500mg/l. Wastewater values are also characterized by high levels of  $\text{pH}$ , transparency and BOD. After passing through the treatment plant, the parameters remain higher than those of the incoming water, but their quality complies with WHO and Algerian standards. However, transparency remains low, at between 3 and 5cm.

At the end of this work, we can say that water treatment is improving. The introduction of new treatment processes could increase the plant's performance.

**Key words :** physicochemical quality, dam water, wastewater, wastewater treatment plant, outlet water, TEXALG, Kherrata.

## ملخص

قمنا بإنجاز عملنا هذا في مصنع لصباغة الأنسجة، المسمى بوحدة الإنتاج "الجزائرية للمنسوجات" خراطة - بجاية - الجزائر . والهدف الأساسي منه هو تعيين النوعية الفيزيوكيميائية للمياه المستعملة في هذا المصنع، إنطلاقاً من لحظة دخوله إلى المحطة إلى غاية خروجه منها لمدة شهرين متتابعين من 2023/01/30 إلى 2023/03/31. في نهاية هذا العمل توصلنا إلى تعيين الخصائص الفيزيوكيميائية عن طريق التحاليل المطبقة على : مياه سد إغيل أمدا خراطة ، حيث تتميز بأنها مياه ذات طبيعة عسرة تمعدن معتبر وارتفاع الطلب البيولوجي للأوكسجين الذي يتجاوز المعيار. تحتوي مياه الغلايات على نسبة تمعدن مفرطة من 6000 إلى 7000 ملس/ سم. تتميز مياه عمليات الإنتاج بارتفاع جميع المعلمات ، وخاصة مياه التبييض حيث يكون الرقم الهيدروجيني = 14 ويتجاوز الطلب البيولوجي للأوكسجين 500 ملغ/ لتر. تتميز مياه الصرف أيضاً بقيمة عالية بما في ذلك درجة الحموضة والشفافية والطلب البيولوجي للأوكسجين. بعد مرور هذه المياه عبر محطة المعالجة، تظل المعلمات أعلى من تلك الخاصة بالمياه عند المدخل ولكن طوال الوقت تتوافق جودتها مع معايير منظمة الصحة العالمية و الجزائرية ولكن تظل الشفافية منخفضة بين 3 و 5 سم.

في نهاية هذا العمل يمكننا القول أن معالجة المياه تتحسن. قد يؤدي إدخال عمليات معالجة جديدة إلى زيادة أداء محطة المعالجة.