



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
**UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID - TLEMCCEN**

# MEMOIRE

Présenté à :

FACULTE DES SCIENCES – DEPARTEMENT DE CHIMIE

Pour l'obtention du diplôme de :

**MASTER EN CHIMIE**

Spécialité : Chimie Appliquée

Par :

SARI MOHAMMED Hanaa  
SELADJI Meriem

Sur le thème

---

## **Réactivité des catalyseurs zéolithiques pour la dégradation des colorants textiles**

---

Soutenu le 23 juin 2022 à Tlemcen devant le jury composé de :

Mme REKKAB Ilhem	Professeur	Université de Tlemcen	Présidente
Mme HAMIDI Fatiha	Maitre de conférences A	Université de Tlemcen	Encadrante
Mme KHALDI khadidja	Maitre de recherche A	Université de Tlemcen	Examinatrice

*Année Universitaire : 2021~ 2022*

---

## Remerciements

Avant de présenter ce travail, nous tenons à remercier Allah le tout puissant pour nous avoir donné la foi en lui, et de nous avoir guidé dans le meilleur et le bon chemin.

Tout d'abord nous remercions nos chers professeurs du master "chimie appliquée" pour leur grand effort durant cette formation et à M<sup>me</sup> BEDRANE Sumeya professeur à l'UABT spécialement pour avoir été notre responsable de la formation, pour sa compréhension, sa gentillesse et ses conseils précieux.

Nous remercions Mr CHOUKCHOU-BRAHAM Nouredine professeur à l'UABT et directeur du laboratoire LCSCO pour nous avoir accueillis dans son laboratoire de recherche.

Nous remercions sincèrement M<sup>me</sup> HAMIDI Fatiha, MCA à l'UABT pour son encadrement, son temps, sa gentillesse et son grand cœur.

Ce travail a été réalisé au sein de l'industrie textile EATIT de Sebdo, on tient à remercier Mr HAFS Abderrahmane directeur du complexe de nous avoir donné la chance de pratiquer durant ce stage.

Nos chaleureux remerciements à M<sup>me</sup> BENFIA Djamila Ingénieure en Génie des procédés à l'EATIT pour ses conseils précieux, sa spontanéité et son aide durant tout le stage. Nos mots ne pourront pas être à la hauteur de ses efforts pour nous et pour la réalisation de ce travail.

On adresse nos sincères remerciements à M<sup>me</sup> REKKAB Ilhem Professeur à l'UABT, qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence du jury.

Nous remercions vivement l'examinatrice de ce mémoire M<sup>me</sup> KHALDI Khadidja maître de conférence A (CRAPC) pour avoir accepté de faire partie de ce jury.

Nous tenons à remercier aussi les doctorants du LCSCO pour leurs aides et tous nos camarades de promotion.

On remercie également tous les gens du complexe textile de SEBDOU.

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

---

## Dédicaces

Je dédier ce modeste travail avec tous les mots de gratitude :

Aux personnes les plus chères à mon cœur ceux qui ont changé la nuit en jour pour m'assurer les bonnes conditions , aucun mot ne pourra exprimer mon sincère amour .

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir , qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse ,mon précieux présent de Dieu, ma douce maman  
Esma

A mon support qui m'a toujours encouragé , appris et supporté , qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect, mon papa chéri Hadj.

A les seules personnes capables de m'aimer , protéger et m'énervé au même temps mes frères Moncef et Mohcine

A la mémoire de ma chère tante SALAH BELKHOUDJA AMINA qui était mon leadeur vers mon choix d'étude.

A mes grandes-mère qui m'ont béni par leurs prières .

A mes tantes , et mes oncles qui m'encouragent de loin et de près .Que dieu leurs donne une longue et joyeuse vie

A mes cousins ,les premiers amis avec qui j'ai partagé les fous rire , les bêtises , et les souvenirs d'enfance spécialement Abdessamad et Manel qui était et sont toujours présents pour moi .

A ma meilleure amie , ma sœur de cœur qui m'a aidé , soutenu et encouragé  
Zineb choukchou-braham

A mes amis Selma , Hakim , Mounir , pour leurs soutien moral.

À mes camarades de promotion pour tout le bien qu'on a partagé.

Sans oublier mon binome Meriem pour sa compréhension tout au long de ce projet .

Et à toutes les personnes qui me sont chères

Hanaa

---

## Dédicaces

Tout d'abord , je remercie le bon dieu de m'avoir donné le courage et la sagesse d'accomplir ce modeste travail.

Je dédie ce modeste travail :

A mon cher papa Sid Mohamed ,je suis très fière d'être votre fille et de pouvoir en fin réaliser ce que vous avez attendu de moi, tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager .

A la plus chère maman au monde Choukria , qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études ,tu représente pour moi la source de tendresse.

A mon cher Mari Ilyes ,merci pour tout l'encouragement , le respect que tu m'as offert, tu as partagé avec moi les meilleurs moments de ma vie , tu étais toujours à mes cotés .

A ma sœur Khadidja et mon frère Abdellah qui m'ont toujours soutenu à réaliser mon rêve .

A mon cher oncle Amine Dib professeure et chef département de Chimie pour son aide et son encouragement .

A mes beaux- parents et ma belle sœur Hanaa

A tous les membres de la famille.

A mes amies Hanaa ,Yousra,Selma.

A tous mes collègues

A tous ceux qui me sont chers

Meriem

Introduction générale .....	(1)
-----------------------------	-----

## **Chapitre I : Partie bibliographique**

I. Introduction.....	(2)
II. Les eaux usées textile .....	(2)
III. Les colorants.....	(2)
III.1. Définition.....	(2)
III.2. Classification.....	(2)
III.3. Impact des colorants sur l'environnement et la santé.....	(3)
IV. Traitement des eaux usées industrielles .....	(4)
IV.1. Les paramètres de mesure de la pollution .....	(4)
IV.2. Procédés des traitements des eaux usées .....	(5)
IV.2.1. Procédés classiques.....	(6)
IV.2.2. Procédés d'oxydation avancée.....	(9)
V. Les procédés d'oxydation avancés en présence des catalyseurs à base de titane et du fer... ..	(11)

## **Chapitre II : Technique expérimentales**

I. Présentation et description du Complexe textile de Sebdu.....	(13)
II. Types de pollutions générées par le complexe.....	(13)
III. La STEP du complexe.....	(13)
IV. Description des étapes de traitement.....	(15)
IV.1. Arrivée des eaux usées industrielles et sanitaires et prétraitement.....	(15)
IV.1.a. Eaux usées industriels.....	(15)
IV.1.b. Eaux usées sanitaires .....	(15)
IV.2. Dégrillage et dessablage.....	(15)
IV.3. Bassin de mélange et d'égalisation N°1.....	(16)
IV.4. Bassin de traitement physico-chimique.....	(16)
IV.5. Floculateur-darificateur.....	(16)

---

IV.6. Bassin de mélange de neutralisation et d'égalisation N°2.....	(17)
IV.7. Bassin de traitement biologique.....	(17)
IV.8. Bassin de clarification finale (1) et (2) .....	(17)
IV.9. Bassin de post chloration.....	(18)
IV.10. Traitement des boues.....	(18)
V. Matériel et méthodes d'analyses.....	(18)
V.1. Introduction.....	(18)
V.2. Prélèvement d'échantillons.....	(19)
V.3. Matériels et méthodes d'analyses.....	(20)
VI. Dégradation des colorants du textile d'une eau épurée par les Poas.....	(21)

## **Chapitre III : Résultats et discussion**

I. Introduction.....	(23)
II. Performance de la station d'épuration.....	(23)
II.1. La température.....	(23)
II.2. Le potentiel d'hydrogène (Ph).....	(24)
II.3. La demande chimique en oxygène (DCO).....	(24)
II.4. La sédimentation.....	(25)
II.5. La demande biologique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ).....	(26)
II.6. Alcalinité titre alcalimétrique complet (TAC).....	(27)
II.7. Titre hydrométrique (TH).....	(27)
II.8. Matière organique basique (MOB).....	(28)
III. Etude de la dégradation des colorants textiles d'une eau épurée de la STEP du complexe de textile de Sebdo par les Poas.....	(28)
III.1. Propriétés texturales et structurales des catalyseurs employés.....	(28)
III.2. Etude de la dégradation des colorants textile par les Poas.....	(29)
IV. Conclusion.....	(30)
Conclusion générale.....	(31)

## Liste des figures

---

**FigureI-1** : Schéma qui représente les effets des effluents de l'industrie textile sur l'environnement.

**FigureI-2** : Epuration biologique aérobie.

**FigureI-3** : Classification des Poas.

**FigureII-1** : Photo du complexe textile industriel de SEBDOU.

**FigureII-2**: Schéma générale de la STEP.

**FigureII-3** : Photo du bassin de collecte des eaux usées industriels et sanitaires.

**FigureII-4** : Photo du bassin de mélange égalisation N°1.

**Figure II-5** : Photo du bassin de traitements biologique (traitement aérobie).

**FigureII-6** : Photo du bassin de clarification finale (1) et (2).

**FigureII-7** : Photo du laboratoire du complexe textile à SEBDOU.

**FigureII-8** :Prélèvements des échantillons.

**FigureII-9** : (a) Photo d'un flacon à DBO,(b) Photo d'un DBO mètre.

**FigureII-10** : Photo représentatif de (TA) et (TAC).

**FigureII-11** : Dispositif pour la détermination de la dureté totale.

**FigureII-12** : (a) : Les solutions agitées sous UV solaire ; (b) : Les échantillons à l'abri de la lumière.

**FigureIII-1** : Variation journalière de la température de l'eau , entrée et sortie de la STEP.

**FigureIII-2** : Variation journalière du Ph de l'eau ( entrée et sortie STEP).

**FigureIII-3** : variation journalière de la DCO de l'eau (entrée et sortie STEP).

**FigureIII-4** : Variation journalière de la sédimentation à la sortie du flocculateur de la STEP.

**FigureIII-5** :Variation journalière de la sédimentation au niveau du bassin biologique

**FigureIII-6** :Variation journalière de la DBO<sub>5</sub> de l'eau à la sortie de la STEP (eau épurée).

**FigureIII-7** : Variation journalière de la TAC de l'eau à la sortie de la STEP (eau épurée).

**FigureIII-8** :Variation journalière de la TH de l'eau à la sortie de la STEP (eau épurée).

**FigureIII-9** :Variation journalière des MOB de l'eau à la sortie de la STEP (eau épuré)

## Liste des tableaux

---

**Tableau I-1** :Exemple des colorants utilisées pour la fibre synthétique et cellulosiques.

**Tableau I-2** :principaux avantages et inconvénients des techniques de traitements des effluents industriels.

**Tableau I-3** : les principaux procédés d'oxydations avancées.

**Tableau III-1** :Caractéristiques des matériaux mésoporeuxTiSM et FSM.

**Tableau III-2** : LaDCOobtenue avec les catalyseurs TiSM et FSM lors de l'application des procédés d'oxydation avancés.

---

*Introduction*

*Générale*

La terre est une planète adaptée aux besoins des êtres vivants .Elle fournit tout ce qui est nécessaire à leurs survies : eau, air, nourriture... .Cela constitue l'environnement qui est tout ce qui nous entoure, c'est l'ensemble des éléments biotiques et abiotiques et des conditions naturelles : physiques, chimiques et biologiques.

Parmi les composants naturels les plus importants de l'environnement l'eau, qui est l'élément central de tout processus vitale .La pollution d'eau et son aspect sur l'environnement est un problème d'actualité et a plusieurs origines, elle peut-être polluée par divers contaminants tels que les eaux résiduaires de l'industrie textile en particulier, constituent une source importante de pollution des eaux superficielles et des nappes souterraines.

Environ 20% des eaux polluées dans le monde viennent de l'industrie textile car c'est l'une des industries les plus consommatrices d'eau et qui génèrent des rejets contaminés par des molécules généralement organiques récalcitrantes comme les colorants textiles.

Qui peut croire que la fabrication d'un t-shirt vert en coton qui est normalement éco-responsable soit à l'origine d'une telle pollution, sauf que oui les rejets de l'industrie textile constituent d'énormes nuisances pour l'environnement et la santé humaine.

Afin de préserver la vie sur la terre et protéger l'environnement, le traitement de ces eaux usées est nécessaire et indispensable avant de les rejeter.

Ce travail a pour objectif d'étudier les performances de fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées de l'industrie textile (EATIT) de Sebdo wilaya de Tlemcen en première étape et en deuxième étape, établir une étude expérimentale en se basant sur les procédés d'oxydations avancées afin d'améliorer les performances de la STEP et avoir résultat d'épuration d'eaux meilleurs pour l'environnement .

Ce mémoire est assemblé en trois chapitres. Le premier est consacré à la recherche bibliographique sur les colorants textiles qui sont les principaux composés des eaux usées industrielles en accentuant les différents paramètres de pollution et leurs impacts sur l'environnement , ainsi indiquer les traitements biologiques , physicochimiques et à la fin expliciter les procédés d'oxydations avancées .

Le chapitre deux contient : une présentation générale de l'industrie EATIT où le travail est réalisé, une description de mode opératoire des analyses effectuées à la station d'épuration d'eaux de l'industrie et aussi des expérimentations en se servant des procédés d'oxydations avancées.

Les discussions et les différents résultats des performances d'analyse de la STEP ainsi des POAs sont rassemblés dans le chapitre trois.

Une conclusion générale et des perspectives seront données à la fin de ce mémoire.

---

# **CHAPITRE I**

## **Partie bibliographique**

### **I. Introduction :**

Nous vivons dans un monde où tout est coloré , nos produits cosmétiques , nos vêtements , nos aliments ... , les colorants synthétiques sont constitués de 15% de colorants azotés l'une des principales sources de pollution de l'eau.

Dans le domaine du textile les colorants azoïques sont utilisés de 60 à 70 % , ces derniers sont très stables et peu biodégradables [1].

L'augmentation des activités industrielles textiles engendre une pression grandissante sur les réserves d'eau douce, les eaux usées générées par ces installations peuvent avoir des teneurs élevées en divers contaminants.

### **II. eaux usées textile :**

L'industrie textile génère une pollution très importante des milieux aqueux avec ses rejets fortement contaminés par des colorants qui constituent d'énormes nuisances pour la santé humaine.

### **III. colorants :**

Depuis la naissance de l'humanité, les colorants ont été largement utilisés dans divers domaines de notre vie quotidienne [2].

#### ***III.1. Définition :***

Les colorants sont définis comme des produits capables de teindre des substances de manière durable. Ils constituent des groupements qui leur permettent la coloration appelés chromophores et des groupements qui assurent sa fixation : auxochromes [3].

#### ***III.2. Classification :***

La partie chromophore c'est un groupement chimique qui permet d'interagir soit avec la fibre (groupements réactifs) soit avec leur milieu solvant (groupements solubilisant ou dispersants).

Les colorants sont donc soit solubles, soit dispersibles dans un liquide, ils ont la capacité de se fixer sur un matériau fibreux par différents types de liaisons (covalentes, ionique, hydrogène ou de van der Waals )

Les colorants textiles sont divisés en plusieurs catégories tinctoriales connues par les auxochromes

#### **a/ colorants acides ou anioniques :**

Sont solubles dans l'eau, leur pH varie entre 6 et 10, ils permettent de teindre la soie, la laine et le nylon.

#### **b/ colorants basiques ou cationiques :**

Soluble dans l'eau et les alcools, ils possèdent un fort pouvoir colorant mais sont généralement moins résistants aux UV, sont utilisés aux textile, papier, bois, encres...

**c/ colorants de cuve :**

Sont utilisées pour la teinture des fibres cellulosiques (**coton**) et ils sont insolubles dans l'eau, leur fixation se fait à une température de 150 °C.

**d/ colorants réactifs :**

Sont les colorants les plus utilisées pour teindre les fibres cellulosiques et leur fixation est de type covalente à la fibre.

**e/ colorants dispersées :**

Sont insolubles dans l'eau, sont utilisées pour teindre des fibres synthétique (polyester) et leur fixation se fait à 150 °C et 220 °C.

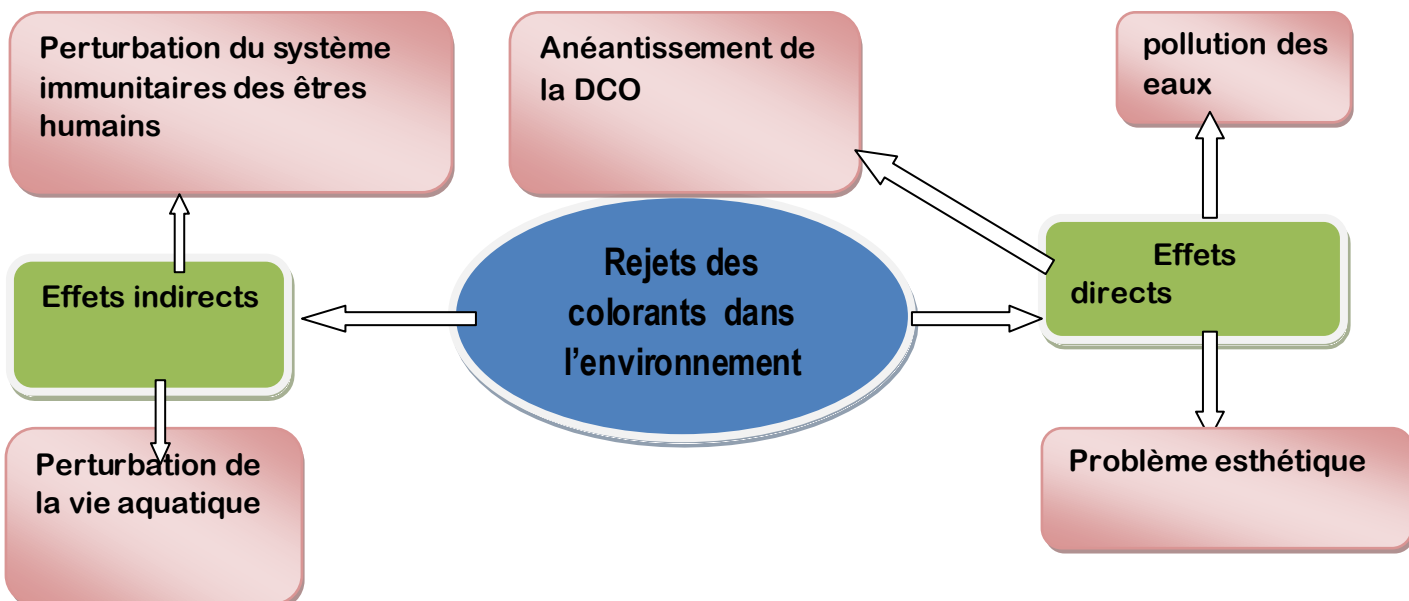
On site quelques colorants utilisées dans l'industrie textile et leur propriétés :

**Tableau I.1:** Exemple des colorants utilisés pour la fibre synthétique et cellulosiques

	<b>cuve</b>	<b>dispersés</b>
<b>Type de colorant</b>	Olive Vert Bezathren	Bleu Bemacron
<b>Leurs propriétés</b>	Solide, Insoluble dans l'eau	Basic, Solide, Peu soluble dans l'eau

**III.3. Impact des colorants sur l'environnement et la santé :**

Les effluents de l'industrie textile sont l'un des problématiques des eaux usées à traiter (figure.1), les effets négatifs de la pollution dans l'environnement aquatique peuvent être toxiques [4].



---

**Figure .I.1** : schéma qui représente les effets des effluents de l'industrie textile sur l'environnement.

#### **IV. Traitement des eaux usées industrielles :**

Les eaux usées générées par les installations industrielles peuvent avoir des teneurs élevées en divers contaminants qui doivent être éliminés avant d'être rejetés dans le réseau d'égouts municipal ou dans les eaux de surface. Selon l'industrie, ces flux d'eaux usées peuvent avoir des concentrations élevées de métaux, de DBO (demande biologique en oxygène), de DCO (demande chimique en oxygène), de MES (matières en suspension) et d'autres méthodes de mesure des contaminants.

En ce qui concerne les eaux usées industrielles, il est préférable de comprendre le procédé de fabrication. Lorsque de l'eau est requise dans une ou plusieurs étapes de la production, plusieurs formes de contaminants peuvent s'intégrer, polluant l'eau. Pour se conformer aux réglementations établies par l'autorité compétente régissant le secteur spécifique, les usines devront mettre en œuvre une ou plusieurs méthodes de traitement des eaux usées industrielles. Le but du traitement des eaux usées industrielles est de nettoyer l'eau au point qu'elle puisse être réutilisée ou rejetée en toute sécurité dans l'environnement. Sans solutions appropriées de traitement des eaux usées industrielles, les entreprises ne pourront pas se conformer aux normes prescrites[5].

##### ***IV.1. Les paramètres de mesure de la pollution :***

###### **a. Les paramètres physiques :**

###### **➤ Température :**

La température agit comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau, son rôle est important dans la solubilité des sels et surtout des gaz dans l'eau ainsi que, la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques [5].

###### **➤ Turbidité :**

La turbidité c'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoutes. la présence des matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les grains de silice et les micro-organismes sont la cause de la turbidité dans l'eau . Une faible partie de la turbidité peut être due également à la présence des matières colloïdales d'origine organiques ou minérale [6].

###### **➤ Les matières en suspension (MES) :**

Les MES sont retenues par un filtre, car ce sont des matières qui ne sont ni à l'état soluble ni à l'état colloïdal, qui comportent des composées organiques et minérale [7].

###### **b. Les paramètres chimiques :**

###### **➤ Potentiel d'hydrogène (pH)**

Sa valeur détermine un grand nombre d'équilibre physicochimique. La valeur de pH basse ou élevée altère la croissance des microorganismes existant dans l'eau [8].

###### **➤ La Demande Chimique en Oxygène (DCO) :**

---

La DCO exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique d'une eau par voie chimique, on peut dire quelle représente le taux de dégradation de ces matières [9].

➤ **La Demande Biochimique en Oxygène (DBO5) :**

Représente la quantité d'oxygène nécessaire au micro-organisme pour la dégradation des matières organique .il s'agit donc d'une consommation potentielle de l'oxygène par voie biologique (toute matière organique biodégradable polluante va entrainer une consommation d'O<sub>2</sub>).la DBO5 est mesurée au bout de 5 jours à 20°C (température favorable à l'activité des micro-organismes consommateurs d'O<sub>2</sub>) et à l'obscurité (afin d'éviter toute photosynthèse parasite) [10].

➤ **Titre alcalimétrique (TA):**

Le titre alcalimétrique (TA) est le volume d'acide exprimé en ml à 0,02 mol/L en ions H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> nécessaire pour doser 100 mL d'eau. Cette analyse se fait en présence de phénolphtaléine qui vire de l'incolore au rose-fuchsia à pH= 8,2[10].

**Titre alcalimétrique complet(TAC) :**

Le titre alcalimétrique complet (TAC) correspond au volume d'acide nécessaire pour neutraliser les ions bicarbonate HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> en complément des ions carbonate CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> contenus dans 100 mL d'échantillon [10]

---

➤ **Mesure de carbone organique total (COT):**

La concentration en carbone organique total peut être mesurée dans les eaux à potabiliser (avant ou après traitement), dans les rejets ou dans les milieux aquatiques naturels. Dans tous les cas le but est de connaître la quantité de matière organique contenue dans l'eau. Cette quantité est importante pour deux raisons différentes :

- la matière organique biodégradable va consommer une partie de l'oxygène dissous présent dans l'eau un apport excessif de matière organique carbonée peut donc affecter le fonctionnement des écosystèmes aquatiques ;
- une partie des matières carbonées peut également présenter des risques toxiques ou écotoxiques, soit parce qu'il s'agit de molécules de synthèse elles mêmes toxiques (pesticides par exemple) soit parce qu'elles peuvent jouer un rôle de ligand et augmenter la biodisponibilité de certains polluants (métaux lourds en particulier).

***IV.2. Procédées des traitements des eaux usées :***

**IV.2.1. Procédées classiques :**

**a. Procédées biologiques :**

Les biotransformations microbiennes des colorants sont la base des procédées d'épuration par voie biologique .En outre ,la majorité des colorants sont très stables et non biodégradables .Néanmoins ,la biodégradabilité partielle ou complète des colorants par voie biologique est démontré par beaucoup de chercheurs , le degré de

---

dégradation biochimique représenté par :  $DBO_5/DCO$ , sert à mesurer la dégradation biochimique des polluants dans les eaux usées. Les eaux usées présentant un rapport  $DBO_5/DCO > 0,5$  favorise la biodégradabilité par contre elle est très limitée lorsque ce rapport devient inférieur à 0,2 , le traitement des colorants peut être réaliser en condition aérobie ou anaérobie [11, 12].

➤ **Traitement anaérobie :**

La digestion anaérobie ou méthanisation est un processus biologique naturel qui est réalisé au sein de procédés maîtrisés, permet de traiter efficacement la pollution organique et de produire du biogaz dont le composé majoritaire, le méthane, peut être valorisé énergétiquement sous forme d'électricité, de chaleur, de gaz naturel véhicule (GNV), ou être injecté dans le réseau de gaz naturel. Appliquée d'abord à la valorisation des sous-produits d'élevage, la méthanisation est aujourd'hui largement utilisée pour l'épuration et la valorisation des effluents industriels chargés en matière organique.

La méthanisation transforme la matière organique, sous forme soluble ou solide, conduisant à la formation de biogaz, mélange gazeux composé principalement de méthane ( $CH_4$ ) et de dioxyde de carbone ( $CO_2$ ). Elle est réalisée en absence d'oxygène par une communauté microbienne diverse dans des écosystèmes naturels variés : les sédiments marins et d'eau douce, les tractus digestifs d'animaux, les décharges, les sols, etc. Elle est notamment à l'origine de phénomènes spontanés tels que les feux follets ou les émissions de gaz des marais[12].

➤ **Traitement aérobie :**

Les systèmes de traitement des eaux usées aérobies comprennent l'ajout d'air (oxygène) dans le réacteur d'eaux usées. Ces systèmes sont efficaces pour réduire la DBO et la DCO . Dans de nombreux cas, des systèmes aérobiques sont utilisés en conjonction avec des systèmes anaérobies pour polir les flux d'eaux usées afin d'éliminer les nutriments ou de polir avant le rejet. Ces systèmes sont également très résistants aux variations de température et peuvent être utilisés efficacement dans presque tous les climats. De plus, ces systèmes peuvent être installés en série ou combinés pour augmenter la capacité de traitement (figure.2).

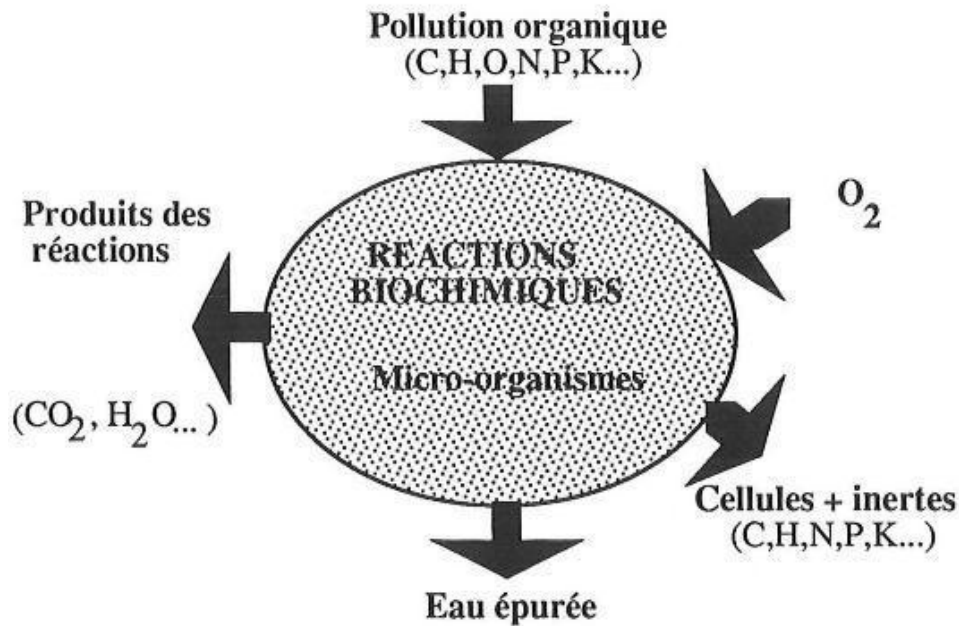


Figure.I.2 : Epuration biologique aérobie [13].

#### b. Procédés physico-chimiques :

Les traitements physico-chimiques lors du traitement des eaux usées ou résiduaires ont pour objectif la séparation des particules solides, des huiles, des acides gras... Les techniques suivantes peuvent être utilisées :

##### ➤ Filtration :

La filtration est un procédé destiné à clarifier un liquide qui contient des MES (Matière en suspension) en les faisant passer à travers un milieu poreux constitué d'un matériau granulaire[14].

##### ➤ Coagulation-Floculation :

Le processus de coagulation-floculation facilite l'élimination des solides en suspension et des particules colloïdales. On l'utilise dans l'étape d'une séparation solide-liquide : clarification, flottation ou filtration. La coagulation est la déstabilisation de particules colloïdales par addition d'un réactif chimique appelé coagulant. La Floculation est l'agglomération de particules déstabilisées en micro-floc et ensuite en flocons plus volumineux que l'on appelle flocons. On peut rajouter un autre réactif appelé floculant ou adjuvant de floculation pour faciliter la formation de flocons[14].

##### ➤ Flottation :

La flottation est un processus de séparation liquide-liquide ou solide-liquide que l'on applique à des particules dont la densité est inférieure à celle du liquide dans lequel elles sont contenues [14].

##### ➤ Centrifugation :

La centrifugation est un procédé de séparation qui utilise l'action de la force centrifuge pour permettre un dépôt accéléré des particules d'un mélange solide-liquide [14].

### ➤ **Décantation :**

La décantation est une technique de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc, après l'étape de coagulation-floculation. Lors de la décantation, les particules, dont la densité est supérieure à l'eau, vont avoir tendance à s'accumuler au fond du décanteur sous l'effet de la pesanteur[14].

### ➤ **Précipitations chimiques :**

En traitement des eaux, les précipitations chimiques (hors celles de coagulation-floculation) sont principalement utilisées pour éliminer par insolubilisation un ou plusieurs composés minéraux qui gênent l'usage de l'eau, entre autres : la dureté ( $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ ), les métaux, certains anions tels que  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{F}^-$ ... On recherchera donc dans chacun des cas à apporter à l'eau sous forme de réactif soluble l'ion permettant de former, avec le composé gênant, un précipité aussi peu soluble que possible.

### ➤ **Adsorption sur charbon actif :**

Le charbon actif ou d'autres matériaux adsorbants peuvent être utilisés pour éliminer plusieurs colorants des eaux usées. Comme tous les colorants ne sont pas ioniques, la plupart des adsorbants ne peuvent pas réduire tous les colorants. Le charbon actif, l'adsorbant le plus puissant souvent utilisé pour la réduction de la couleur (en raison de sa capacité d'adsorption élevée), capable d'adsorber la plupart des colorants, toutefois, cette technique ne résout pas le problème, elle ne fait que déplacer la pollution de l'état liquide à l'état solide[15]. Le tableau.2 récapitule les avantages et les inconvénients des techniques de traitements des effluents industriels.

**Tableau I.2 :** Principaux avantages et inconvénients des techniques de traitements des effluents industriels[14].

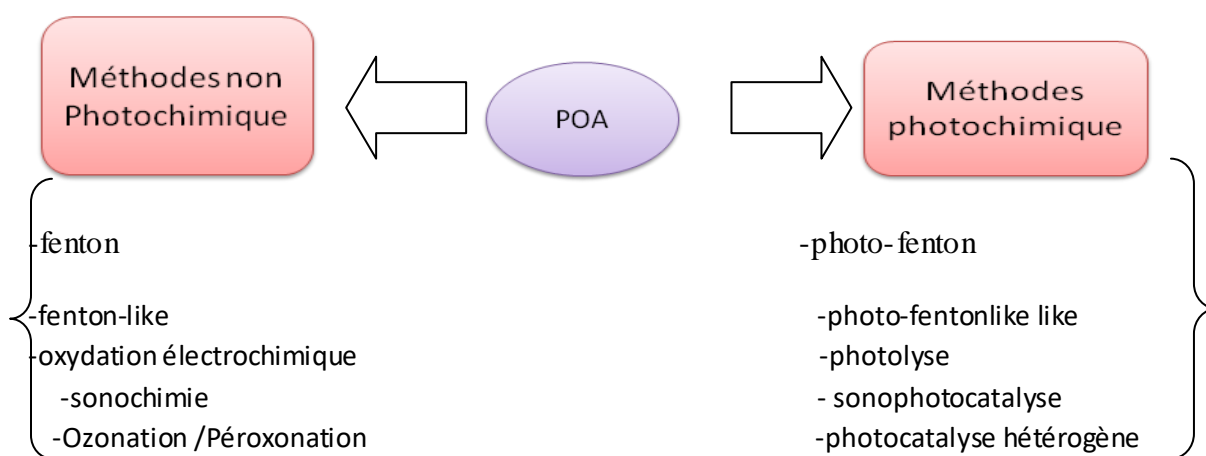
Technologie	Exemples	Avantages	Inconvénients
Coagulation/ Floculation	Chaux, $\text{FeCl}_3$ , Polyélectrolyte.	Équipement simple - Décoloration relativement rapide - Réduction significative de la DCO	Formation de boues -Adjonction de produits chimiques nécessaires - Fonctionnement onéreux - Coagulants non réutilisables - Réduction spécifique de la couleur - Peu d'informations sur la réduction de DBO et DCO
Filtration sur membranes	Osmose inverse, Nano- filtration, Microfiltration, Ultrafiltration.	Pas d'addition de produits chimiques - Faible consommation énergétique - Réduction de la couleur -Grands volumes traités	Investissement important - Encrassement rapide des membranes -Pré et post traitement Nécessaires
Adsorption	Carbone activé, Silice,	Réduction efficace de la couleur - Technologie simple - Faible coût d'utilisation pour certains adsorbants	Investissement et coût de fonctionnement élevés pour d'autres adsorbants . -Régénération des adsorbants -Formation de boue

Procédés biologique	Aérobie	Approprié pour les colorants Insolubles	Spécifique à certains colorants - Décoloration variable -Grandes quantités de boues générées - Besoins énergétiques Importants
	Anaérobie	- Décolore la plupart des colorants par un mécanisme de réduction - Réutilisation du méthane produit comme source d'énergie sur le site	-Produits de dégradation inconnus - Beaucoup de produits toxiques non dégradés -Nécessite de grands réservoirs d'aération

### IV.2.2. Procédés d'oxydation avancée :

Les Procédés d'Oxydation Avancées (POAs) sont des procédés de traitement des eaux très efficaces [16], et cela est dû à leurs capacités à dégrader les contaminants récalcitrants [17], la particularité de ces procédés tient à la génération dans le milieu d'entités très réactives et très oxydantes, les radicaux hydroxyles qui sont capables d'oxyder n'importe quelle molécule organique jusqu'au stade ultime d'oxydation, c'est-à-dire la minéralisation (transformation en CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O) [18].

Les POAs peuvent être classées selon les deux méthodes proposées en plusieurs types de réactions (figure.3) :



**Figure.3** : Classification des POAs

Le tableau .3 récapitule le principe de chaque procédé d'oxydation avancée

**Tableau I. 3.** Les principaux procédés d'oxydation avancée.

Procédé	Réaction	Principe
Fenton	$H_2O_2 + Fe^{2+} + H^+ \rightarrow Fe^{3+} + H_2O + \bullet OH$	Les $\bullet OH$ sont produits à partir de la décomposition de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> catalysée par des sels ferreux ou ferriques (réaction de type fenton ou fenton-like) [19].

## Partie bibliographique

Ozonation	$3 O_2 \longrightarrow 2 O_3$	L'ozone est un puissant agent oxydant qui attaque la matière organique et les microorganismes. Ainsi l'ozone oxyde les microorganismes ce qui les rend inaptes à se développer, une désinfection de l'eau à donc lieu
Péroxonation $O_3/H_2O_2$	$H_2O_2 + Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + OH^- + \cdot OH$	Les $\cdot OH$ sont formés par réaction entre l'ozone et le peroxyde d'hydrogène ; ce procédé est plus efficace que l'ozonation grâce à la réactivité des $\cdot OH$
Sonochimie	$H_2O + \text{ultra-sons (20-1000 KHz)} \longrightarrow H^\cdot + OH^\cdot$	Les $\cdot OH$ sont produits dans l'eau par application d'une onde sonore à une fréquence supérieure au seuil de l'audition humaine ( $f > 20\text{KHz}$ )
Photocatalyse hétérogène		La photocatalyse hétérogène est une technique basée sur l'irradiation de catalyseurs, généralement semi-conducteurs (tels que $TiO_2$ ), qui peuvent être excités par la lumière pour former des sites donneurs ou accepteurs d'électrons qui initient des réactions redox. Le traitement de l'eau utilisant ce type de procédé, dans ce cas les réactifs sont dissous dans la matrice aqueuse liquide et le photo-catalyseur est un solide [20].
Photo-Fenton		L'irradiation permet une augmentation de la vitesse des réactions et des taux de minéralisation par rapport à la réaction de Fenton, ceci s'explique par le recyclage de Fe(II) et par une production de radicaux plus efficaces grâce à la photo-réduction de Fe(III) [21].
Photolyse	$H_2O_2 + H^\cdot \longrightarrow \cdot H + H_2O$	La <b>photolyse</b> est une réaction de décomposition chimique sous l'influence de la lumière avec scission

		<p>d'une molécule d'eau en électrons, protons et <b>oxygène</b>. Par définition, une photolyse est une rupture des liaisons chimiques en raison de l'énergie rayonnante de la lumière</p>
--	--	---

### V. Les procédés d'oxydation avancés en présence des catalyseurs à base de titane et du fer :

Plusieurs études se sont intéressées à la mise en œuvre de catalyseurs solides en procédés d'oxydation avancés dans le but de les recycler plus facilement et les réutiliser plusieurs fois.

La capacité à oxyder une vaste gamme de polluants organiques par le procédé Fenton a été illustré à travers la modification des zéolites par les métaux de transition, [22, 23]. Cette oxydation peut se produire dans les pores des zéolites si les dimensions de ces dernières sont analogues à celles du substrat à traiter.

La silice mésoporeuse est une charpente minérale solide avec une grande surface spécifique (700-1000 m<sup>2</sup>/g) et une porosité régulièrement organisée (hexagonale ou cubique), comprenant des tailles des pores entre 2 et 10 nm.

Les silices mésoporeuses ont été largement utilisées comme supports de métaux de transition dans le procédé Fenton[24]. La famille des matériaux SBA-15 présente des pores plus larges et des parois plus épaisses dans sa structure qui lui attribue une stabilité plus importante en solution aqueuse [25].

Il a été prouvé que le dopage du fer sur le matériau SBA-15 conduit à une meilleure activité dans la dégradation des colorants en procédé Fenton. L'exécution de cette activité a été faite en terme d'une bonne dispersion d'oxydes de fer au sein de support [26].

Le principe du procédé photocatalyse hétérogène en présence de TiO<sub>2</sub> est basé sur la photo-excitation du catalyseur qui transfère alors la charge à la molécule adsorbée en surface.

Le semi-conducteur le plus adéquat pour la photocatalyse est bien le dioxyde de titane dans l'objectif de la dépollution et ceci revient à sa stabilité photochimique, son inertie chimique et biologique[27]. L'usage de TiO<sub>2</sub> mésoporeux donne l'occasion de combinaison des bénéfices des propriétés spécifique de TiO<sub>2</sub> ainsi de la mésostructure, plus précisément une surface spécifique grande qui résulte une activité élevée grâce à la grande dispersion des sites actifs.

La formation des nanoparticules de titane bien dispersé a été réalisée par Li Zhao et al. [28] en synthétisant le TiO<sub>2</sub> mésoporeux par l'utilisation de la SBA-15 comme agent structurant.

Stuck et al. [29] sont les premiers à évoquer la synthèse de mésoporeux aux tensioactifs structurants (MTS) à base d'oxyde de titane avec un tensioactif non ionique le tri-bloc copolymère le P123 (PO<sub>20</sub>EO<sub>70</sub>PO<sub>20</sub>).

Chaker et al.[30] ont montré que les meilleurs catalyseurs pour la dépollution des eaux usées contenant des effluent organiques par la photocatalyse solaire sont les catalyseurs à base de TiO<sub>2</sub> mésoporeux.

Les oxydes mésoporeux à base du titane et du fer synthétisées par assemblage de nanoparticules de zéolithe Me-MFI(Me= Ti, Fe) autour du copolymère tribloc

$((\text{OE})_{20}(\text{OP})_{70}(\text{OE})_{20})$ , permet d'assimiler des unités primaires de zéolithe Me-MFI dans les parois de ces matériaux ce qui va leur attribuer une meilleure stabilité thermique et hydrothermique [31].

Les matériaux mésoporeux préparés par assemblage de nanoparticules de zéolithes sont des catalyseurs éventuels dans divers application spécialement en catalyse d'oxydation en phase liquide grâce à leurs stabilités hydrothermique et la présence des murs plus épais; la lixiviation des espèces actives est forcément diminuée quand l'épaisseur du mur augmente.

La lixiviation des espèces actives est l'une des principales limitations de la catalyse hétérogène en phase liquide, en particulier l'oxydation, car l'oxydant est fortement complexé et soluble ( $\text{H}_2\text{O}_2$ , ROOH ).

A la lecture de ce qui précède, Il nous a paru intéressant de tester ces matériaux pour la dégradation des polluants organiques contenus dans les eaux usées industrielles par les POAs.

---

# Chapitre II

## Techniques expérimentales

### I. Présentation et description du Complexe textile de Sebdoou

Le complexe textile de Sebdoou est situé à 37 Km au sud de Tlemcen (ouest Algérien) était spécialisé dans la production du bleu jean et de la gabardine. Maintenant son activité est focalisée sur les tissus de la gendarmerie (figure.1).



**Figure .II. 1 :** Photo du complexe textile industriel de SEBDOU

C'est une industrie qui utilise les colorants en grande quantité et consomme beaucoup d'eau ce qui mène à classer ces eaux dans la catégorie des eaux les plus souillées.

### II. Types de pollutions générées par le complexe :

- Pollution industrielle : les eaux usées industriels font partie des eaux les plus souillées par leur teneur élevée en colorants, et en d'autres matières organique qui sont difficilement dégradables.
- Pollution biologique : ce genre de pollution provient surtout des eaux sanitaires (douches et lavabos) et les eaux ménagères. Ces eaux sont caractérisées par peu de matières organiques et par une grande teneur en matières dissoute (inorganique).

### III. STEP du complexe :

La position de la station d'épuration (STEP) d'eau à été bien étudié et choisi dans un endroit précis par rapport à l'usine et à l'oued Tafna qui est tout près d'elle à fin de déverser ses rejets liquides de dans, La figure .2 représente un schéma général de la STEP.

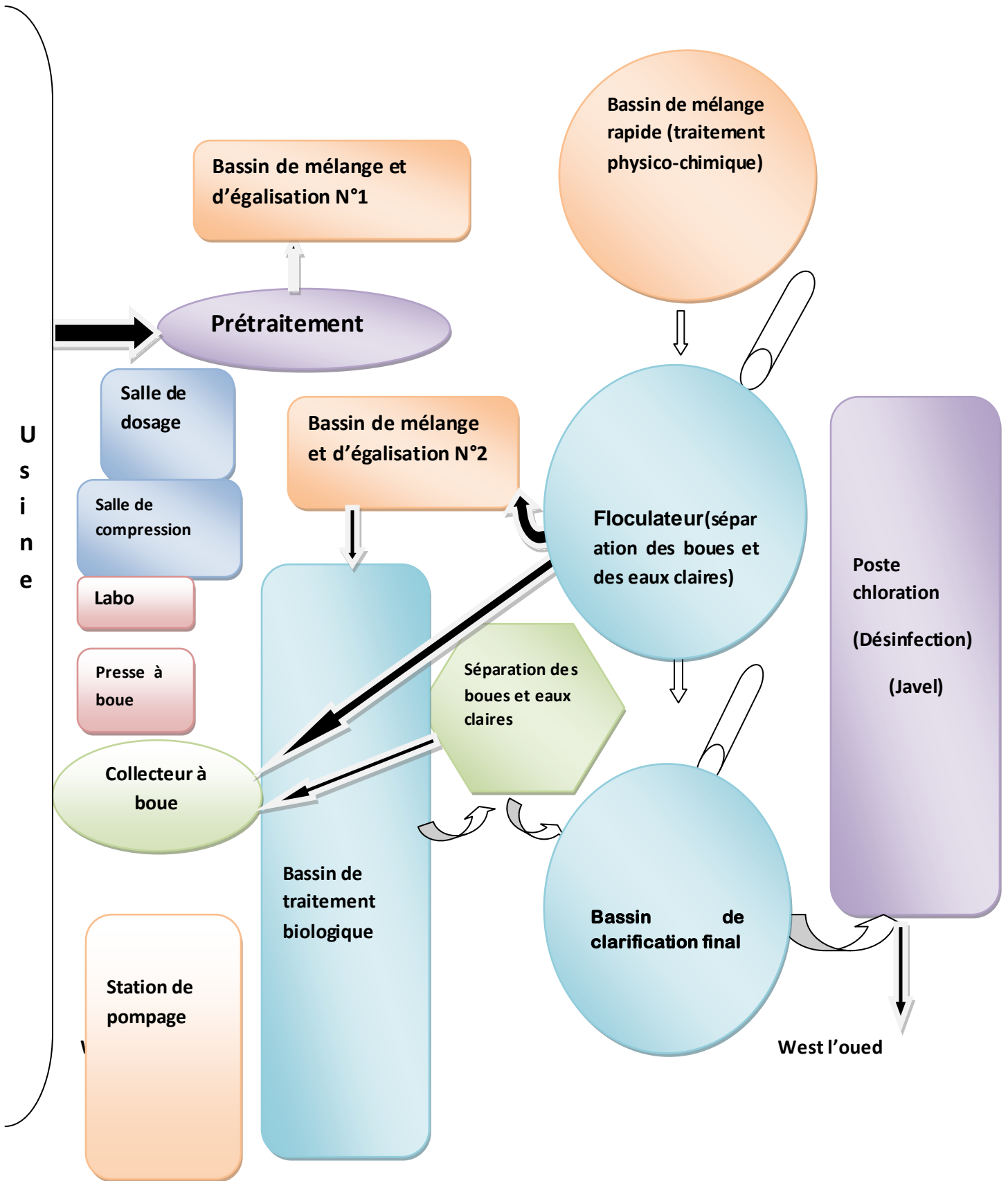


Figure .II .2 : Schéma générale de la STEP

## IV. Description des étapes de traitement

### IV.1. Arrivée des eaux usées industrielles et sanitaires et prétraitement :

#### IV.1.a. Eaux usées industriels :

Dans cette partie, les eaux provenant de la production du textile représentent la plus grande place. Elles sont fortement contaminées par les produits chimiques nécessaires au processus de production. Ces substances sont de nature organique et inorganique, il s'agit aussi de matières qui peuvent avoir un effet toxique tel que les sulfures.

A coté des matières dissoutes, les eaux usées textile contiennent également des solides en suspension . Les eaux usées industrielles provenant du rinçage des filtres et de la régénération contiennent des matières en suspension comme : l'hydroxyde ferrique et de l'hydroxyde manganique provenant de l'eau brute et aussi de forte concentration en chlore de sodium et en acide chlorhydrique provenant de la régénération des filtres de décantation et d'adoucissement (figure. 3). Dans le bassin des eaux usées industriels l'eau coule en chute libre, les données techniques du bassin de collecte des eaux sont :

- Dimensions 4 m x 3 m.
- Volume 40 m<sup>3</sup>
- 02 pompes immerables
- 02 soupapes de retenue.
- 02 Armateurs d'arrêt (Robinet, Vanne plat à coins)

#### IV.1.b. Eaux usées sanitaire :

Les eaux usées comprennent toutes les eaux sanitaires provenant des salles d'eaux, des douches et des toilettes et des installations ménagères. Elles contiennent donc des matières organiques et inorganiques dissous et en suspension.

L'eau coule en chute libre dans le bassin, il y'a deux pompes immerables qui transportent les eaux usées sanitaire non traités à travers le crible et les dessabler vers le bassin de mélange et d'égalisation n° 2.



Figure. II .3 : Photo du bassin de collecte des eaux usées industriels et sanitaires

### IV.2. Dégrillage et dessablage :

C'est l'étape de pré-nettoyage des eaux usées sanitaires. Le dégrillage consiste à retenir les grosses impuretés solides au moyen de grille à barreaux verticaux.

Le dessablage a pour but d'éliminer le sable, les graisses, les particules minérales plus ou moins fines en suspension

### ***IV.3. Bassin de mélange et égalisation N° 1 :***

Ce bassin est utilisé pour l'égalisation et le mélange des alimentations en eaux usées (produits textile, rinçage des filtres), il y'a un crible hydraté placer dans le bassin pour retenir les fibres et les morceaux de tissu.



**Figure . II. 4:** Photo du bassin de mélange égalisation N°1

#### **❖ Donnée technique du bassin :**

- + Volume : 1200 m<sup>3</sup>
- + Dimensions : 28 m x 14m

### ***IV.4. Bassin de traitement physico –chimique :***

Ce bassin de mélange rapide et de neutralisation sert à régler la valeur de pH et pour garder cette valeur on ajoute de l'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ou de l'hydrate calcaire (Ca(OH)<sub>2</sub>) pour une solution inerte de pH = 7.

#### **Donnée du bassin :**

- + **Bassin de mélange rapide :** -Volume : 33 m<sup>3</sup>  
-Dimensions : 4 m x 2,5 m
- + **Bassin de neutralisation :** -Volume : 96 m<sup>3</sup>  
-Dimensions : 7,5 m x 4m

### ***IV.5. Flocculateur- clarificateur :***

Grace à la floculation chimique qui se produit dans le flocculateur clarifiant, on élimine en grande partie la teneur en colorants des eaux industrielles et une partie des autres pollutions.

#### **Données techniques :**

- + Volume : 840 m<sup>3</sup>
- + Diamètre : 18 m
- + Surface de clarificateur : 210 m<sup>2</sup>

**Remarque :** après chaque 3 mois il faut vider le flocculateur clarificateur, le nettoyer et contrôler les installations intérieures.

### ***IV.6. Bassin de mélange de neutralisation et d'égalisation N°2***

Dans ce bassin les eaux usées sanitaires et industrielles sont mélangés.

#### **Données techniques :**

**Volume :** 150 m<sup>3</sup>

**Dimension:** 10m x 4m

### ***IV.7. Bassin de traitement biologique :***

C'est le bassin d'aération, le traitement biologique est un traitement complet qui réduit la DBO5 à 90% et en même temps « charge libre » cette charge se rapporte à l'offre DBO5 proportionnellement à la masse des boues activées dans la biologie (figure.5).

#### **Données technique :**

**Dimensions :** 40 mx8,4m

**Volume :** 100m<sup>3</sup>



**Figure. II. 5:** Photo du bassin de traitements biologique (traitement aérobie)

### ***IV.8. Bassin de clarification finale (1) et (2) :***

Dans le processus de clarification final on utilise la loi de la pesanteur selon laquelle des substances plus lourdes que l'eau, dans ce cas les flocons de boue tombent, ce processus mécanique se déroule en 2 bassins de clarification circulaires (figure.6).

**Données techniques :** Pour les deux bassins de clarification circulaires :

**Volume :** 540 m<sup>3</sup>

**Surface de clarification chacune :** 250m<sup>2</sup>.



**Figure. II .6:** Photo du bassin de clarification finale (1) et (2).

### ***IV.9. Bassin de post chloration :***

Dans cette étape les eaux usées industrielles et sanitaires sont traitées chimiquement, mécaniquement et biologiquement et nettoyées de toutes matières polluantes. Il existe un poste de chloration qui s'écoule goutte à goutte avant leur entrée dans le cours d'eau récepteur « l'oued Tafna » pour des raisons hygiéniques. Donc on ajoute de l'eau inoculée avec du chlore ( $Cl_2$ ) à l'eau clarifiée qui s'écoule en chute libre hors bassin de clarification finale.

### ***IV.10. traitement des boues :***

Le traitement des boues consiste à concentrer la matière organique en filtrant les boues dites liquides pour obtenir des boues solides plus facilement transportable et stockable.

## **V. Matériel et méthodes d'analyses :**

### ***V.1. Introduction :***

Dans chaque station d'épuration des eaux usées il faut effectuer des analyses de l'eau traitée et de l'eau brute pour estimer les performances de la station d'épuration en matière d'élimination de la pollution de l'eau. Différentes analyses sont faites au laboratoire de la STEP du complexe textile de sebdou EATIT (figure.7), afin de contrôler la qualité des eaux purifiées à différentes étapes de processus de la station dans le but d'un meilleur respect des normes des rejets.

Les paramètres analysés au laboratoire du complexe du textile de Sebdou sont : La température, le pH, la demande biochimique en oxygène (DBO5), la demande chimique en oxygène (DCO), la sédimentation, l'alcalinité, titre hydrométrique (dureté de l'eau) TH, matière organiques basique (MO).



**Figure.II 7:** photo du laboratoire du complexe textile à Sebdu.

### V.2. Prélèvement d'échantillons:

Les échantillons à analyser à la STEP de Sebdu ont été prélevés au niveau du :

- ✓ Bassin d'entrée d'égalisation N°1
- ✓ Le traitement biologique
- ✓ La sortie clarificateur finale

Les prélèvements sont pris quotidiennement une fois par jours à 9h du matin (figure.8).



**Figure. II 8 :** Prélèvement des échantillons

### V.3. Matériels et méthodes d'analyses :

#### a. Température :

La température est un paramètre physique de l'eau mesurée à l'aide d'un thermomètre qui a été plongé dans l'échantillon.

#### b. pH :

Le principe c'est d'introduire un morceau de papier dans l'échantillon est comparer la couleur avec ceux des couleurs existantes puis lire la valeur .

#### c. demande chimique en oxygène (DCO) :

##### Mode opératoire :

- ✓ Prendre 15 mL d'échantillon d'eau à analyser.
- ✓ Compléter à 100 mL avec de l'eau distillée.
- ✓ Ajouter 05 mL d'acide sulfurique  $H_2SO_4$  (N/3).
- ✓ Porter à l'ébullition pendant 10 minutes.
- ✓ Ajouter 15 mL de  $KMnO_4$  (0,01N) et laisser bouillir pendant 10 minutes,
- ✓ Ajouter 15 mL d'acide oxalique  $C_2H_2O_4$  (0,01N) pour la décoloration ;
- ✓ Titrer avec de  $KMnO_4$  (0,01N) jusqu'au virage d'une couleur rose persistante

##### Calculs :

1 mL de  $KMnO_4$  (0.01N) = 0,316 mg de  $KMnO_4$

$$\text{mg } KMnO_4/l = [((15+a)*F)-15]*0,316*1000 /b] = a * 316/b$$

Où a : Volume de la solution de  $KMnO_4$  (0,01N) servi au titrage

F : Facteur de solution de  $KMnO_4$  (0,01N) ; F = 1

b : Volume d'eau à analyser mis en œuvre

### d. La demande biochimique en oxygène (DBO5) :

Le principe de mesure de la demande biochimique en oxygène consiste à déterminer la quantité d'oxygène consommée au bout de cinq jours d'incubation, dans les conditions d'essai, à 20°C dans une solution diluée de l'échantillon.

#### Mode opératoire :

- ✓ Prendre 432 mL d'échantillon d'eau à analyser.
- ✓ Ajouter une pastille de NaOH.
- ✓ Fermer le flacon et laisser pendant 5 jours dans l'appareil de DBO (figure.9).
- ✓ Lire le résultat en mg/l .



Figure .II. 9 :(a): Photo d'un flacon à DBO ,(b) : Photo du DBO mètre.

### e. L'alcalinité :

On distingue deux titres qui sont le titre alcalimétrique ou titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC). L'unité utilisée est le degré français ( $1^{\circ}f = 10 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3 = 0,2$  milliéquivalent.  $\text{L}^{-1}$ )

Le TA et le TAC étant mesurés successivement sur un même échantillon (figure.10).

- **Mode opératoire du titre alcalimétrique simple (TA)**

- Prélever 100 mL d'eau à analyser dans une fiole conique
- Ajout 1 à 2 gouttes de solution alcoolique de phénol phtaléine.

Une coloration rose doit alors se développer .Dans le cas contraire le TA est nul, ( $\text{pH} < 8,3$ )

- Verser ensuite doucement l'acide chlorhydrique HCl (0,1 N) dans la fiole à l'aide d'une burette, agitant constamment, et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution ( $\text{pH} 8,3$ ). Soit V le volume d'acide utilisé pour obtenir le virage

. Expression des résultats :  $\text{TA } (^{\circ}f) = V_{\text{HCl}} * 5$

- **Mode opératoire du titre alcalimétrique complet (TAC)**

Utiliser l'échantillon traité précédemment ou le prélèvement primitif s'il n'y a pas de coloration, ajouter quelques gouttes de méthyle orange, titrer avec du HCl (0,1 N) jusqu'au virage du jaune au rouge brique.



**Figure. II. 10:** Photo représentatif de (TA) et (TAC)

### f. Titre hydrotimétrique (la dureté) TH :

#### ❖ Mode opératoire :

- Prendre 100 mL d'eau à analyser,
- Ajouter 0.5 mL de solution tampon pH=10 et quelques gouttes de N.E.T (Le Noir Ériochrome T), si la couleur deviendra bleue, le TH est nul si non on fait le titrage avec de (l'E.D.T.A) (0,02N) jusqu'au virage du violet au bleue (figure.11).



**Figure. II .11 :** Dispositif pour la détermination de la dureté totale

### La sédimentation :

Phénomène de dépôt de particules en suspension, pour contrôler le taux de pollution de l'eau. On remplit une éprouvette de 1000 mL après 30 minutes on observe la graduation

Au niveau de l'eau qui contient les particules déposées .

### VI. Dégradation des colorants de textiles d'une eau épurée par les POAs :

#### • Modes opératoires :

Les tests d'adsorption et les procédés d'oxydation avancée ont été effectués au sein du laboratoire chimique de la STEP du complexe de textile de Sebdou, le suivi de la dégradation des colorants de textiles (polluants organiques) a été effectué par la demande chimique en oxygène(DCO). Les catalyseurs utilisés ont été déjà préparés et caractérisés par Dr. HAMIDI.F au sein du laboratoire de catalyse et synthèse en chimie organique (LCSCO). Ces catalyseurs sont : FSM : des ferrisilicates mésoporeux et TiSM : des titanosilicates mésoporeux

#### - Photo-Fenton :

- ✓ Prendre 25 mL d'échantillon d'eau épurée (traitée) de la sortie.
- ✓ Compléter à 100 mL avec de l'eau distillée.
- ✓ Ajouter 0,1 g du catalyseur FSM et TiSM.
- ✓ Agitation à température ambiante durant 30 min

- ✓ Ajouter 0,14 mL peroxyde d'hydrogène  $H_2O_2$ .
- ✓ Agitation à température ambiante pendant 1H sous rayonnement solaire (indice UV était mesuré 10 sur 10)
- ✓ Filtration
- ✓ Calcul de la DCO.

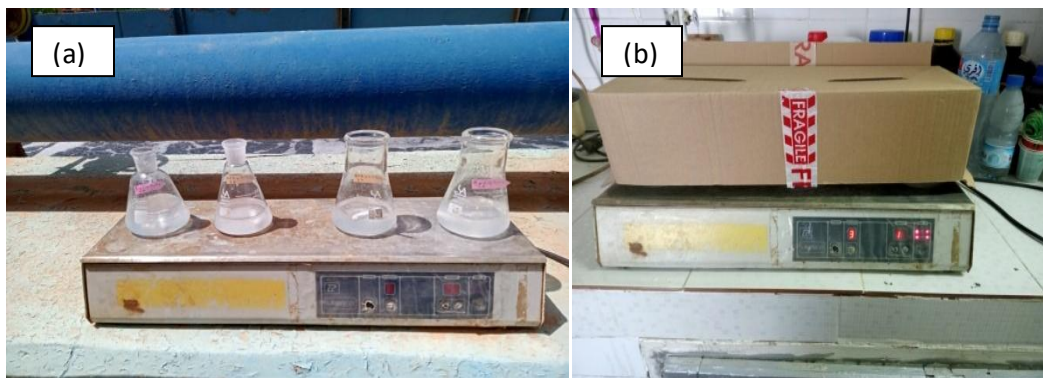
La réaction se répète le même jour pour un temps de réaction de 2 heures (figure.12.a).

- **Photocatalyse :**

On procède de la même manière que dans le procédé photo-Fenton mais sans l'ajout de l'oxydant  $H_2O_2$  et seulement pour un temps de réaction de 1H (figure.12.a).

- **Adsorption**

On maintient également un autre échantillon (eau traitée+ catalyseur) sous agitation dans l'obscurité pendant 1H (figure.12.b)



**Figure. II .12 :** (a) : les solutions agitées sous UV solaire ; (b): les échantillons à l'abri de la lumière

---

# CHAPITRE III:

## Résultats et Discussion

## I. INTRODUCTION :

Dans le but d'évaluer les performances de la station d'épuration du complexe de textile de Sebdou (EATIT) en matière de déduction de la pollution d'eau, une série de mesure sur les paramètres de pollution de l'eau a été effectuée respectivement à l'entrée (eau brute) et à la sortie (eau traitée) de cette STEP.

Un paramètre est un élément d'information dont on recherche à la fois la présence (identification) et la quantité (quantification, dosage). Le seuil réglementaire (norme) est représenté par une valeur chiffrée exprimée en concentration (ou en flux) qui fixe, généralement, une limite supérieure à ne pas dépasser.

En ALGERIE, les valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels sont définies et publiés le 19 avril 2006 par le journal officiel de la république Algérienne n°26 (voir ANNEXE 1).

Le travail expérimental a été réalisé au bout d'environ un mois allant de 17/04/2022 jusqu'au 20/05/2022.

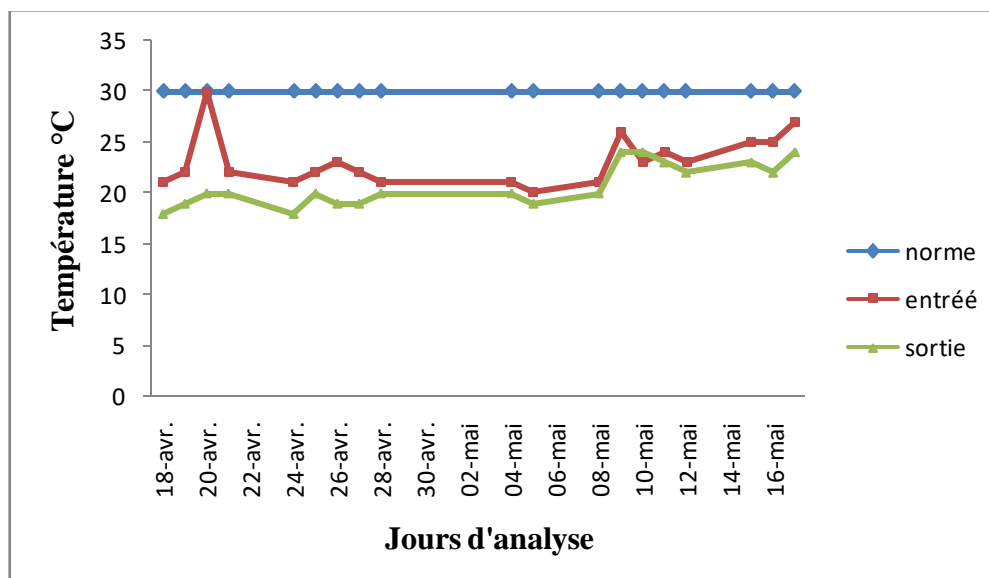
## II. Performance de la station d'épuration :

Les paramètres de pollution mesurés ayant l'objectif d'analyses sont : la température, le potentiel hydrogène, la demande biochimique en oxygène (DBO), la demande chimique en oxygène (DCO), la sédimentation au niveau de l'entrée du bassin biologique et de la sortie de flocculateur, l'alcalinité, le titre hydrométrique ou dureté de l'eau et les matières organiques basiques.

On mentionne bien que la STEP n'était pas vraiment active durant le mois de notre stage, et a connu un arrêt total de travail pendant 7 jours

### II.1. température :

La figure suivante représente la variation de la température de l'eau de la STEP :



**Figure.III.1** : variation journalière de la température de l'eau, entrée et sortie de la STEP

Les résultats obtenus d'après la figure.1 montrent que la température de l'eau à l'entrée de la STEP varie entre 20°C et 27°C d'une moyenne de 23,11°C, cependant qu'à la sortie elle

oscille entre 18°C et 25°C avec une moyenne de 20,7°C .On constate que les valeurs de la température à la sortie ne dépassent pas la norme autorisée 30°C.

La température est un facteur accélérant qui agit sur la vitesse des réactions chimiques et biochimiques et ainsi sur l'accroissement de l'activité bactérienne d'où l'efficacité de ce paramètre durant le procédé du traitement.

### II.2. Potentiel hydrogène (pH) :

La figure.2 représente la variation du pH de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP

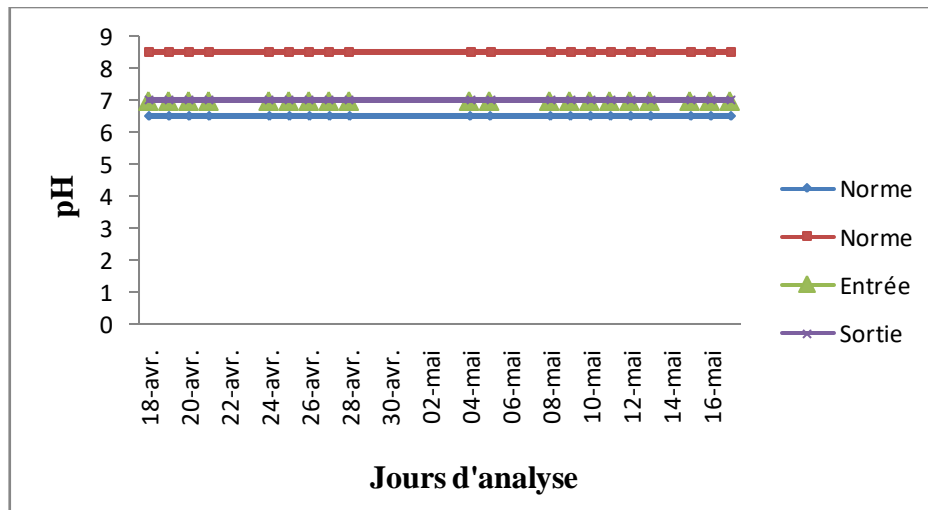
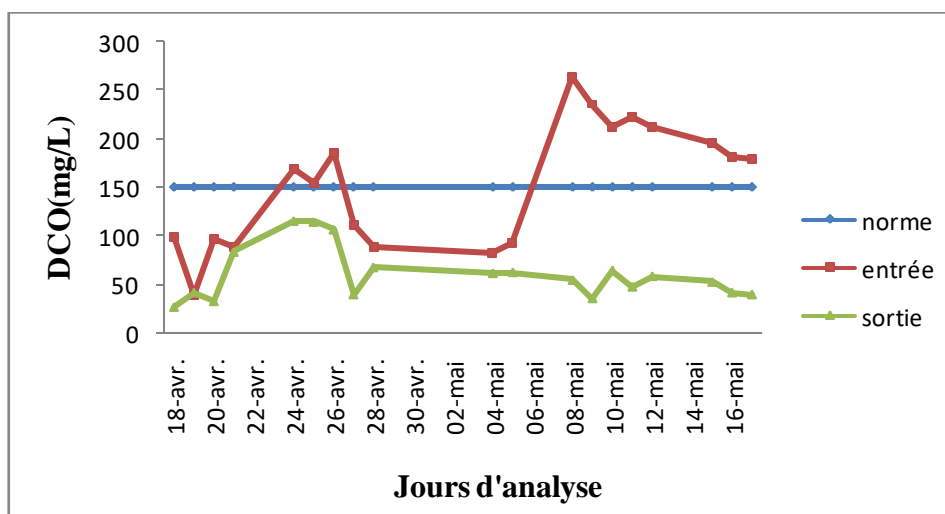


Figure.III.2 : Variation journalière du pH de l'eau (entrée et sortie STEP)

On remarque que la norme du pH autorisée pour les rejets industriels est située dans l'intervalle [6,5-8,5] et les valeurs du pH à la sortie de la STEP sont très proches de la neutralité et respectent la norme permise ainsi la même valeur qu'à l'entrée ,cela est dû à l'activité amoindrie de la station et la non utilisation de beaucoup de colorants textiles (densité de l'eau en colorant est initialement faible)

### II.3. La demande chimique en oxygène (DCO)

La figure.3 représente la variation du DCO de l'eau à l'entrée et à la sortie du STEP



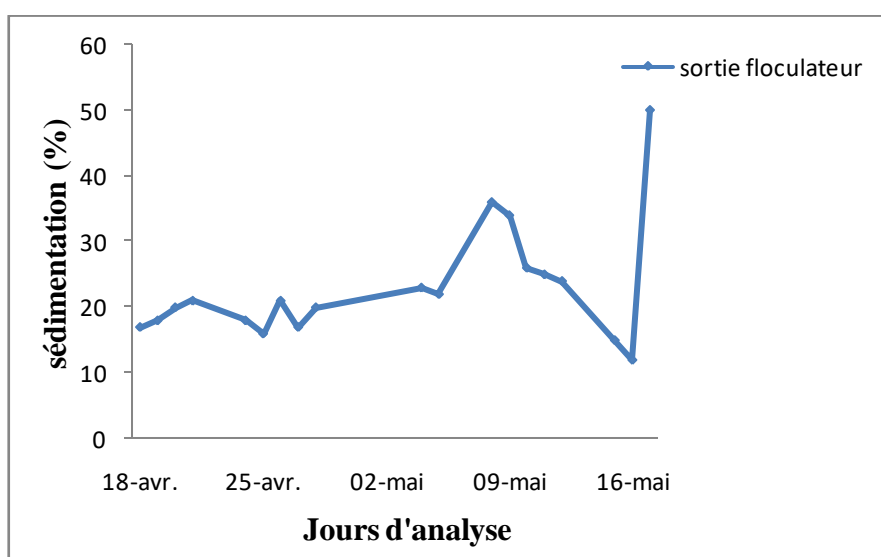
**Figure.III.3** : variation journalière de la DCO de l'eau (entrée et sortie STEP)

La DCO permet d'estimer la concentration en matière organique ou minérale en suspension ou dissout dans l'eau à travers la quantité d'oxygène nécessaire à leurs oxydation chimique totales. D'après les résultats obtenus (figure.3) on constate qu'à l'entrée de la STEP les valeurs de la DCO varient entre 38 et 285 mg/L avec une moyenne de 152,7mg/L dû à l'instabilité chimique des eaux brutes. Par contre à la sortie les valeurs sont entre 27 et 116 mg/L avec une moyenne de 60,78mg/L, qui est une valeur adéquate à la norme algérienne de rejet, on déduit alors qu'une grande concentration a été éliminée à cause d'une importante dégradation des polluants organiques.

### II.4. sédimentation

#### II.4.1. Sédimentation au niveau de la sortie du flocculateur

La figure.4 représente la variation de la sédimentation de l'eau à la sortie du flocculateur.

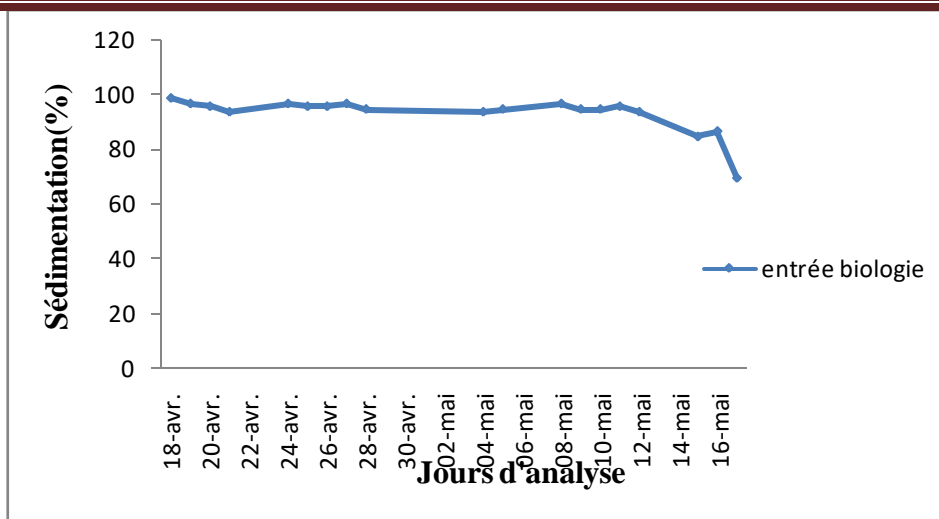


**Figure.III.4** : variation journalière de la sédimentation à la sortie du flocculateur de la STEP

On observe que le pourcentage varie entre 17% et 23% durant la période de 18 avril au 04 mai 2022 puis elle augmente raisonnablement du 08 mai jusqu'au 12 mai 2022. Une diminution importante est observée pour les jours 15 et 16 mai 2022 (10% et 11% respectivement) en raison du vidange du flocculateur, l'augmentation au niveau de la boue est bien marqué où elle atteint son maximum de 50% le 17 mai 2022 cela montre que l'épaississement est élevé.

#### II.4.2. Sédimentation au niveau du bassin biologique

La figure.III.5 représente la variation de la sédimentation de l'eau au niveau du bassin biologique

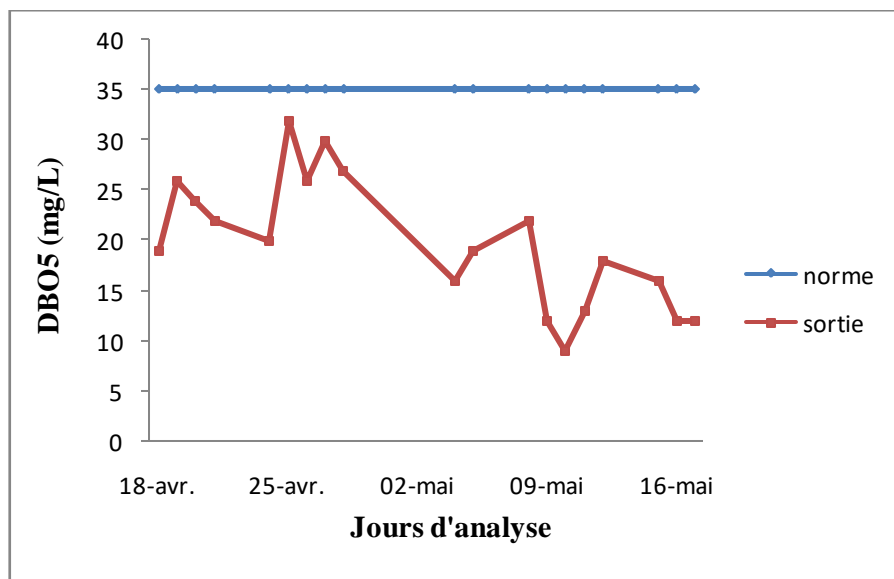


**Figure. III.5 :** variation journalière de la sédimentation au niveau du bassin biologique

On remarque d’après la figure .5 que les pourcentages de sédimentation sont très élevés 95%-99% durant la période de 18 avril au 12 mai 2022 et a connu une faible diminution du 15 au 17 mai 2022 (85%-70%).

**II.5. Demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)**

La figure.6 représente la variation de la de la DBO<sub>5</sub> de l’eau traitée de la STEP



**Figure.III.6 :** variation journalière de la DBO<sub>5</sub> de l’eau à la sortie de la STEP (eau épurée)

D’après les résultats obtenus (la figure.6), les valeurs de la DBO<sub>5</sub> de l’eau épurée à la sortie de la STEP oscillent de 9mg/L à 26mg/L d’une moyenne de 19,7mg/L .Cette valeur reste à l’insu de la norme des effluents liquides (35mg/L), on peut confirmer donc qu’il y a une bonne aération dans le bassin biologique.

**II.6. Alcalinité titre alcalimétrique complet (TAC)**

La figure.III.7 montre la variation de TAC de l’eau épurée de la STEP

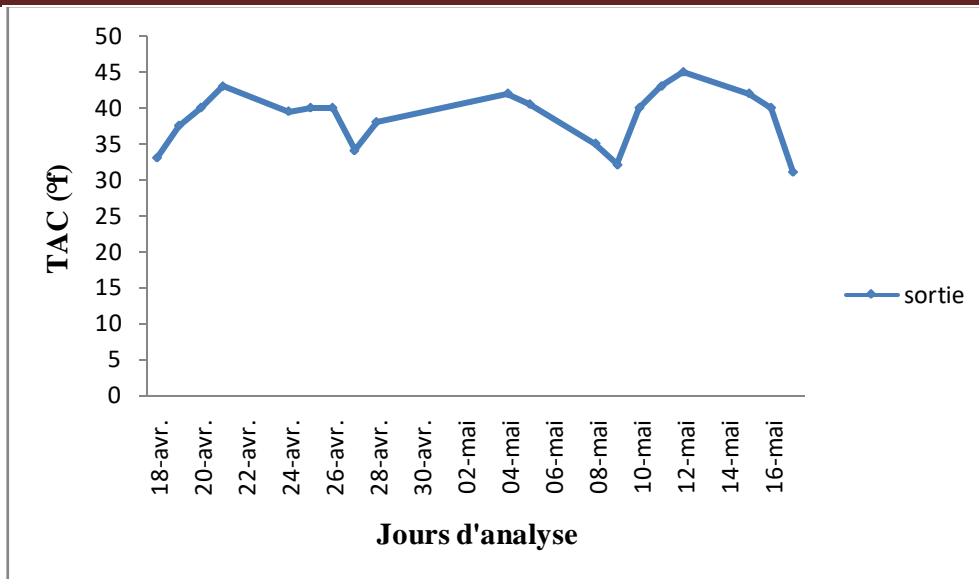


Figure.III.7:variation journalière de la TAC de l'eau à la sortie de la STEP (eau épurée)

L'alcalinité nous donne des informations sur la capacité de l'eau à résister à l'acidification, c'est une mesure de tous les ions alcalins qui sont principalement : les bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ), les carbonate ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) et les hydroxydes ( $\text{OH}^-$ ) ; on remarque d'après la figure.7 que les valeurs de l'alcalinité mesurées ne sont pas élevées durant toute la période d'analyse ( 30°f à 45 °f) .

**II.7. Titre hydrométrique (TH), (la dureté)**

La figure.III.8 représente la variation de la dureté de l'eau épurée à la sortie :

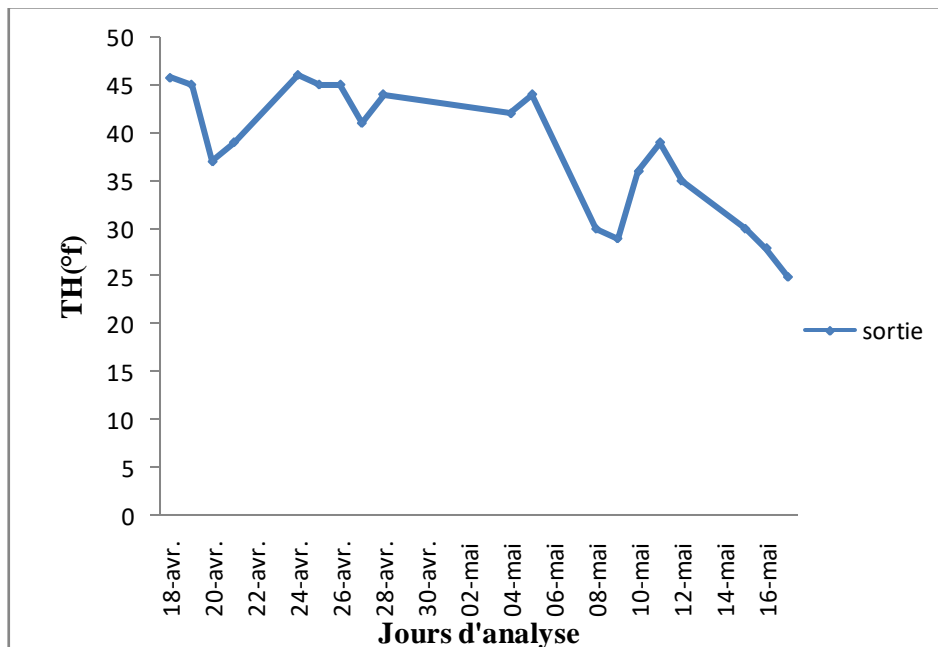


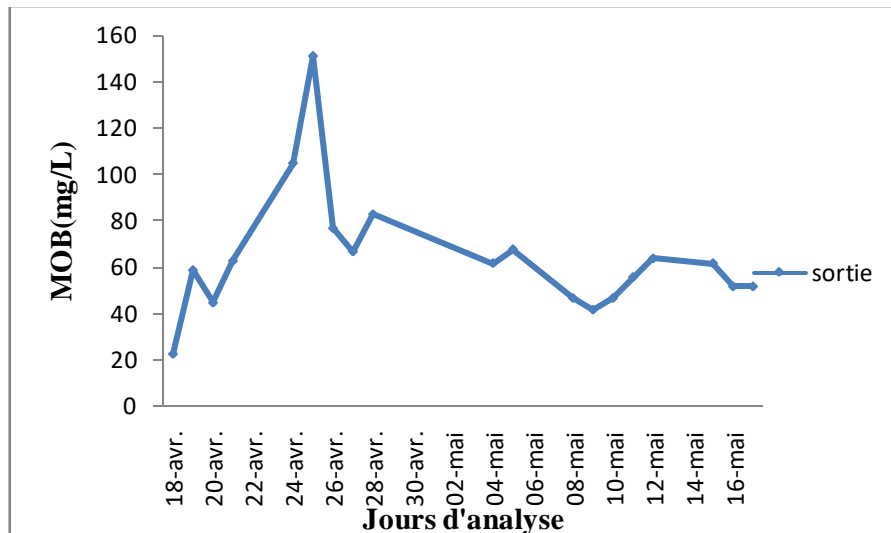
Figure.III. 8:Variation journalière du TH de l'eau à la sortie de la STEP (eau épurée)

La dureté de l'eau, ou teneur de l'eau en calcaire, correspond à la quantité de calcium et de magnésium dissous dans l'eau ,en examinant les mesures (figure.8) on constate que la dureté

varie d'une valeur maximale de 46 °f et un minimum de 25 °f ; plus la valeur de TH est grande plus l'eau est dite dure ou calcaire .

### II.8. Matière organique basique (MOB)

La figure.III.9 donne la variation des matières organique basique de l'eau épurée à la sortie



**Figure.III. 9:**Variation journalière des MOB de l'eau à la sortie de la STEP (eau épurée)

Les variations des valeurs des matières organiques basiques oscillent entre 23 et 151 mg/L avec une moyenne de 64,4 mg/L

### III. Etude de la dégradation des colorants textiles d'une eau épurée de la STEP du complexe de textile de Seb dou par les POAs :

Le traitement des eaux usées par les procédés conventionnels biologiques ou physiques se révèle souvent inefficace et coûteux. D'où le recours aux procédés d'oxydation avancée (POAs) plus efficaces. En effet, par cette technologie, il est possible de minéraliser les polluants organiques en molécules biologiquement dégradables ou en composés minéraux tels que CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O. Le principe de cette méthode repose sur la formation de radicaux hydroxyles très oxydants.

Cette partie concerne la mise en œuvre des matériaux mésoporeux titanosilicates (TiSM) et ferrisilicates (FSM) à différentes teneurs dans la dégradation de polluants organiques contenus dans un échantillon d'une eau épurée issue de la STEP du complexe de textile de Seb dou par les POAs. L'activité catalytique a été évaluée sous rayonnements solaire.

#### III.1. propriétés texturales et structurales des catalyseurs employés :

Les matériaux mésoporeux titanosilicates (TiSM) et ferrisilicates (FSM) d'une structure hexagonale à différentes teneurs ont été préparé, calciné et caractérisé par Dr. HAMIDI.F au sein du laboratoire de Catalyse et Synthèse en Chimie Organique (LCSCO) dans le cadre de sa thèse de doctorat[32] ; la synthèse est basée sur un assemblage de nanoparticules de zéolithe Me-MFI (Me= Ti, Fe) autour du copolymère tribloc ((OE)<sub>20</sub>(OP)<sub>70</sub>(OE)<sub>20</sub>) ; cette stratégie permet d'incorporer des unités primaires de zéolithe Me-MFI dans les parois de ces matériaux ce qui va leur conférer une meilleure stabilité thermique et notamment

hydrothermique . Les caractéristiques spécifiques de ces matériaux sont récapitulées dans le **tableau.1**

**Tableau.III.1** : Caractéristiques des matériaux mésoporeux TiSM et FSM :

Matériaux	TiSM	FSM
Si/Me (Me=Ti, Fe)	135	60
S <sub>BET</sub> (m <sup>2</sup> /g)	680	631
Diamètre poreux (nm)	3,7	4,3
Epaisseur des murs (nm)	9,08	-

### III.2 Etude de la dégradation des colorants textiles par les POAs :

Le suivi des procédés d'oxydation par la lumière solaire (photo-Fenton et photocatalyse) et l'adsorption employés dans cette étude a été effectué par la demande chimique en oxygène (DCO) au niveau de la STEP du complexe de textile de Sebdou. Les résultats de l'analyse sont regroupés dans le tableau.2

**Tableau.III.2** La DCO obtenue avec les catalyseurs TiSM et FSM lors de l'application des procédés d'oxydation avancés :

Eau	Procédé	Eau épurée	Eau épurée + TiSM		Eau épurée + FSM	
DCO (mg/L)	Adsorption	53	101		75	
	Photo-Fenton	55	1H	2H	1H	2H
			175	230	105	200
	Photocatalyse	53	23		10,5	

Les résultats obtenus montre que le taux de dégradation des polluants organiques est plus rapide pour le procédé photocatalyse (plus faibles valeurs de la DCO) pour les deux catalyseurs utilisés comparativement à l'eau épurée (traitée par les procédés classiques) et les autres POAs (adsorption et photo-fenton). Cela veut dire qu'il y'a une amélioration de la qualité d'eau avant de le rejeter dans la nature.

On remarque que les valeurs de DCO de l'eau épurée ont augmenté après adsorption sur les 2 catalyseurs, ceci est expliqué par la présence des mésopores (diamètre des pores pour TiSM=3,7nm et 4,3nm pour FSM) qui facilitent la diffusion des composées organiques à l'intérieur des pores.

On constate des valeurs énormes de DCO (>150mg/L) pour le procédé photo-fenton quelque soit le catalyseur employé, et ceci en raison de la présence d'un excès de l'oxydant H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ; Kuo et al.[33] ont montré que lorsque la quantité de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> utilisée était inférieure à un certain seuil optimum, la décoloration était moins efficace et dans le cas où le H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> était en excès, la valeur de la DCO avait tendance à augmenter. Dutta et al. [34]ont mis en exergue l'existence d'une concentration optimale de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Ils ont montré que lorsque la concentration de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

était plus faible que la valeur optimale, les radicaux hydroxyles formés attaquaient de préférence le noyau benzénique du polluant organique présent dans les eaux usées. Par contre, lorsque le  $H_2O_2$  était en excès, il se mettait en concurrence avec le substrat en se combinant aux radicaux hydroxyles pour produire du  $HO_2^\bullet$ , radical moins puissant que  $l'OH^\bullet$ . Ce radical moins puissant est responsable du ralentissement de la réaction et de la baisse du rendement. D'après le tableau des résultats on constate que les valeurs de DCO pour le catalyseur FSM (10,5mg/L) sont inférieures aux valeurs données pour les catalyseurs TiSM, (23 mg/L) ce qui s'explique par la faible teneur en titane (l'espèce active) sur le support par rapport au fer (Si/Ti=135 et Si/Fe=60).

#### IV. Conclusion :

Durant le travail expérimental effectué à la STEP du complexe de textile de Sebdou, nous avons suivi les différents procédés physicochimiques et biologiques utilisés pour le traitement des eaux usées industrielles, une série de mesure sur les paramètres de pollution de l'eau a été effectuée respectivement à l'entrée (eau brute) et à la sortie (eau traitée) de cette STEP pendant un mois ; durant ce mois nous avons s'assurer que les eaux des rejets n'ont pas dépassé les teneurs en paramètres : la température, le potentiel hydrogène, la demande biochimique en oxygène (DBO), la demande chimique en oxygène (DCO), la sédimentation au niveau de l'entrée du bassin biologique et de la sortie de flocculateur, l'alcalinité, le titre hydrométrique, visées par le journal officiel de la république algérienne N°26 .

D'après la littérature ces traitements se sont avérés insuffisants à cause de la présence des polluants de divers types. D'où le recours aux procédés d'oxydations avancées (POAs) plus efficaces.

Nous avons étudié la dégradation des polluants organiques contenus dans un échantillon d'une eau épurée issue de la STEP du complexe de textile de Sebdou par les POAs. L'activité catalytique a été évaluée sous rayonnement solaire (la région de Sebdou est exposée à un fort taux d'ensoleillement) d'où l'intérêt d'arriver à un procédé simple et économique, les résultats de la demande chimique en oxygène obtenus montrent que :

- Le procédé photocatalyse a donné une meilleure dégradation par rapport aux autres procédés. Cela veut dire qu'il y'a une amélioration de la qualité d'eau avant de le rejeter dans la nature.
- La faible dégradation lors du procédé photo-Fenton est due à l'excès de l'oxydant  $H_2O_2$  utilisé dans le mélange réactionnel, ceci est traduit par une augmentation des valeurs de DCO.
- Les catalyseurs mésoporeux FSM sont plus actifs que les catalyseurs TiSM à cause de la teneur élevée en espèces actives du fer par rapport au titane.

---

*Conclusion*

*Générale*

Cette étude a été consacrée pour la dépollution des eaux de rejets industriels chargées en composés chimiques. Le travail réalisé au cours de cette étude est exécuté au niveau de la station d'épuration des eaux usées d'une industrie textile, en l'occurrence la STEP de "EATIT" Sebdou. Il est réparti en deux grands volets. Le premier concerne de vérifier les performances d'épuration d'eaux de cette STEP à travers une série d'analyses effectuées sur les paramètres de pollution de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP pendant un mois. Durant ce mois on a pu affirmer que les eaux des rejets ont des teneurs conformes aux normes visées par le journal officiel de la république algérienne N°26 des différents paramètres : la température, le potentiel hydrogène, la demande biochimique en oxygène (DBO), la demande chimique en oxygène (DCO), la sédimentation au niveau de l'entrée du bassin biologique et de la sortie de flocculateur, l'alcalinité, le titre hydrométrique.

En deuxième partie, on a étudié la dégradation des polluants organiques contenus dans un échantillon d'une eau épurée issue de la sortie de la STEP du complexe de textile de Sebdou (EATIT) par les POAs. L'activité catalytique a été évaluée sous rayonnement solaire (la région de Sebdou est exposée à un fort taux d'ensoleillement). D'où l'intérêt est d'accomplir un procédé simple et économique, les résultats de la demande chimique en oxygène obtenus montrent que :

- Les meilleurs taux de dégradation sont résultats de procédé photocatalyse en comparant avec les autres procédés. Ce qui veut dire qu'il y'a une amélioration de la qualité d'eau avant de la rejeter dans la nature.
- La faible dégradation lors du procédé photo-Fenton est due à l'excès de l'oxydant  $H_2O_2$  utilisé dans le mélange réactionnel, ceci est traduit par une augmentation des valeurs de DCO.
- Les catalyseurs mésoporeux TiSM sont moins actifs que les catalyseurs FSM à cause de la teneur élevée en espèces actives du fer par rapport au titane.

---

*Références  
bibliographique*

- [1] B. Amina, Evaluation de la dégradation des colorants par une souche d'actinobactéries en vue de traitement des eaux usées textiles, université BBA in, 2021.
- [2] M. Radjai, Élimination des colorants de synthèse par adsorption sur des matériaux mésoporeux, université FERHAT ABBES SETIF UFAS, in, 2018.
- [3] W. Lemlikchi, Elimination de la pollution des eaux industrielles par differents procedes d'oxydation et de co-precipitation, in, Universite Mouloud Mammeri, 2012.
- [4] H. Meryem, D. Maroua, L'effet de la lumière solaire pour la dégradation photo-catalytique des colorants en solution aqueuse, in, université de jijel, 2020.
- [5] J. Rodier, C. Geoffray, L. Rodi, L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer: chimie, physico-chimie, bactériologie, biologie, DUNOD.PARIS (1984.)
- [6] A. Gaid, Épuration biologique des eaux usées urbaines, édition OPU, Alger, (1984.)
- [7] F. Rejsek, Analyse des eaux: Aspects réglementaires et techniques, Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine, 2002.
- [8] F. Mechat, Etude des paramètres physico-chimique avant et après traitements des rejets liquides de la raffinerie de SKIKA, Mémoire de magister, (2006.)
- [9] M. BESSENASSE, TRAITEMENT DES EAUX USEES PAR LA TECHNIQUE D'ASSAINISSEMENT AUTONOME POUR LA PRESERVATION DES RESSOURCES EN EAU DU SUD ALGERIEN, Revue LIEE, (2014.)
- [10] D. Xanthoulis, Valorisation agronomique des eaux usées des industries agro-alimentaires, La Tribune de l'eau, 46 (1993) 27-32.
- [11] S. Bouafia, Dégradation des colorants textiles par procédés d'oxydation avancée basée sur la réaction de fenton, application à la dépollution des rejets industriels, in, Thèse Université Paris-Est, 2010.
- [12] Y. Xu, C.H. Langford, Variation of Langmuir adsorption constant determined for TiO<sub>2</sub>-photocatalyzed degradation of acetophenone under different light intensity, Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, 133 (2000) 67-71.
- [13] H. Dhaouadi, Traitement des Eaux Usées Urbaines: Les procédés biologiques d'épuration, in, Université Virtuelle de Tunis, 2008.
- [14] E. Guivarch, Traitement des polluants organiques en milieux aqueux par procédé électrochimique d'oxydation avancée " Electro-Fenton": application à la minéralisation des colorants synthétiques, in, université de Marne-la-Vallée, 2004.
- [15] A. Boulal, B. Mustapha, Etude cinétique de la dégradation d'un colorant par oxydation, Diplôme de Master, Université des sciences et de la technologie Mohamed Boudiaf-Oran-Algérie, (2014.)
- [16] Z. Manaa, Elimination et dégradation des produits récalcitrants par des matériaux synthétiques: application des micro-ondes et de la photocatalyse homogène et hétérogène, in, 2020.
- [17] H. Ding, J. Hu, Degradation of ibuprofen by UVA-LED/TiO<sub>2</sub>/persulfate process: Kinetics, mechanism, water matrix effects, intermediates and energy consumption, Chemical Engineering Journal, 397 (2020) 125462.
- [18] I. Bousnoubra, K. Djebbar, Contribution à l'élimination de colorants (Vert de méthyle et Bromocrésol pourpre) par procédés photochimiques en phase homogène (séparés et mélangés), en phase hétérogène en milieu aqueux et par adsorption (Vert de méthyle) sur ZnO, in, université Frère MENTOURI CONSTANTINE, 2017,.
- [19] V. Flotron, La réaction de Fenton comme procédé de réhabilitation dans le traitement des eaux: application à la dégradation des hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les eaux et les boues résiduaires, in, INAPG (AgroParisTech), 2004.
- [20] F. Zaviska, P. Drogui, G. Mercier, J.-F. Blais, Procédés d'oxydation avancée dans le traitement des eaux et des effluents industriels: Application à la dégradation des polluants réfractaires, Revue des sciences de l'eau/Journal of Water Science, 22 (2009) 535-564.
- [21] C. Casado, J. Moreno-SanSegundo, I. De la Ojeda, B.E. García, J.A.S. Pérez, J. Marugán, Mechanistic modelling of wastewater disinfection by the photo-Fenton process at circumneutral pH, Chemical Engineering Journal, 403 (2021) 126335.

- [22] F. Duarte, L.M. Madeira, Azo-dye Orange II degradation by Fenton's reaction using Fe/ZSM-5 zeolite as catalyst, in: 2nd European conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes (EAAOP2), 20.09
- [23] A. Rodriguez, G. Ovejero, J. Sotelo, M. Mestanza, J. García, Heterogeneous Fenton catalyst supports screening for mono azo dye degradation in contaminated wastewaters, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 49 (2010) 498-505.
- [24] H. Kušić, N. Koprivanac, I. Selanec, Fe-exchanged zeolite as the effective heterogeneous Fenton-type catalyst for the organic pollutant minimization: UV irradiation assistance, *Chemosphere*, 65 (2006) 65-73.
- [25] A. El Kadib, N. Katir, M. Bousmina, J.P. Majoral, Dendrimer-silica hybrid mesoporous materials, *New Journal of Chemistry*, 36 (2012) 241-255.
- [26] Y. Liu, Z. Chen, C.-H. Shek, C.L. Wu, J.K. Lai, Hierarchical mesoporous MnO<sub>2</sub> superstructures synthesized by soft-interface method and their catalytic performances, *ACS Applied Materials & Interfaces*, 6 (2014) 9776-9784.
- [27] B. Xue, T. Sun, J.-k. Wu, F. Mao, W. Yang, AgI/TiO<sub>2</sub> nanocomposites: ultrasound-assisted preparation, visible-light induced photocatalytic degradation of methyl orange and antibacterial activity, *Ultrasonics sonochemistry*, 22 (2015) 1-6.
- [28] M.W. Anderson, Solid-state NMR as a probe of porous catalysts and catalytic processes, *Topics in Catalysis*, 3 (1996) 195-220.
- [29] J.Y. L.Zhao, B. Cheng, *solid state chemistry journal of Photochemistry* (2.005
- [30] H. Chaker, S. Fourmentin, L. Chérif-Aouali, Efficient Photocatalytic Degradation of Ibuprofen under Visible Light Irradiation Using Silver and Cerium Co-Doped Mesoporous TiO<sub>2</sub>, *ChemistrySelect*, 5 (2020) 11787-11796.
- [31] F. Hamidi, H. Chaker, S. Gil, L. Cherif, K. Saidi, P. Vemoux, Silver nanoparticles modified mesoporous titanosilicate materials for high oxidation of carbon monoxide, *Research on Chemical Intermediates*, 47 (2021) 4443-4456.
- [32] F. HAMIDI, in: *thésé de doctorat, Université de TLEMEN, 2016, pp. 881-886.*
- [33] W. Kuo, Decolorizing dye wastewater with Fenton's reagent, *Water Research*, 26 (1992) 881-886.
- [34] K. Dutta, S. Mukhopadhyay, S. Bhattacharjee, B. Chaudhuri, Chemical oxidation of methylene blue using a Fenton-like reaction, *Journal of hazardous materials*, 84 (2001) 57-71.

---

# *Annexes*

## c - Ciment, plâtre et chaux :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITEES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITEES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH		5,5 - 8,5	5,5 - 8,5
DCO	mg/l	80	120
Matière décantable	"	0,5	1
Plomb	"	0,5	1
Cadmium	"	0,07	0,2
Chrome	"	0,1	0,1
Cobalt	"	0,1	0,1
Cuivre	"	0,1	0,3
Nickel	"	0,1	0,5
Zinc	"	2	5

## 6 - Industrie de textile : \*

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITEES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITEES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	35
PH		6,5-8,5	6-9
DBO <sub>5</sub>	mg/l	150	200
DCO		250	300
Matière décantable		0,4	0,5
Matière non dissoute		30	40
Oxydabilité		100	120
Permanganate		20	25

## 7 - Industrie de tannerie et mégisserie :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITEES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITEES INDUSTRIES ANCIENNES
DBO <sub>5</sub>	mg/l	350	400
DCO		850	1000
MES		400	500
Chrome total		3	4

PH : Potentiel d'hydrogène  
 DBO<sub>5</sub> : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours  
 DCO : Demande chimique en oxygène  
 MES : Matière en suspension

Art. 11. — Les opérations de contrôle, telles que définies ci-dessus, donnent lieu à la rédaction d'un procès-verbal établi à cet effet.

Le procès-verbal comporte :

— les noms, prénoms et qualité des personnes ayant effectué le contrôle,

— la désignation du ou des générateurs du rejet d'effluents liquides industriels et de la nature de leur activité,

— la date, l'heure, l'emplacement et les circonstances de l'examen des lieux et des mesures faites sur place,

— les constatations relatives à l'aspect, la couleur, l'odeur du rejet, l'état apparent de la faune et de la flore à proximité du lieu de rejet et les résultats des mesures et des analyses opérées sur place,

— l'identification de chaque échantillon prélevé accompagné de l'indication de l'emplacement, de l'heure des circonstances de prélèvement,

— le nom du ou des laboratoires destinataires l'échantillon prélevé.

Art. 12. — Les méthodes d'échantillonnage, conservation et de manipulation des échantillons ainsi que les modalités d'analyses sont effectuées selon les normes algériennes en vigueur.

Art. 13. — Toutes dispositions contraires au présent décret et notamment les dispositions du décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993, susvisé, sont abrogées.

Art. 14. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006.

Ahmed OUYAHIA.

## ANNEXE I

## VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

N°	PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
1	Température	°C	30	30
2	PH		6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	"	30	40
5	Phosphore total	"	10	15
6	DCO	"	120	130
7	DBO <sub>5</sub>	"	35	40
8	Aluminium	"	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	"	0,005	0,01
10	Cyanures	"	0,1	0,15
11	Fluor et composés	"	15	20
12	Indice de phénols	"	0,3	0,5
13	Hydrocarbures totaux	"	10	15
14	Huiles et graisses	"	20	30
15	Cadmium	"	0,2	0,25
16	Cuivre total	"	0,5	1
17	Mercure total	"	0,01	0,05
18	Plomb total	"	0,5	0,75
19	Chrome Total	"	0,5	0,75
20	Etain total	"	2	2,5
21	Manganèse	"	1	1,5
22	Nickel total	"	0,5	0,75
23	Zinc total	"	3	5
24	Fer	"	3	5
25	Composés organiques chlorés	"	5	7

PH : Potentiel d'hydrogène

DBO<sub>5</sub> : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours

DCO : Demande chimique en oxygène

MES : Matière en suspension

## Résumé :

L'étude contenant dans ce mémoire de master est divisée en deux volets .Le premier volet concerne la vérification des performances de la station d'épuration d'eaux de l'industrie textile EATIT à la région de Sebdou , Tlemcen à travers une série d'analyses effectuées sur les paramètres de pollution de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP : la température, le potentiel hydrogène, la demande biochimique en oxygène (DBO), la demande chimique en oxygène (DCO), la sédimentation , l'alcalinité, le titre hydrométrique. Les résultats de ces analyses ont confirmé que les eaux des rejets ont des teneurs conformes aux normes visées par le journal officiel de la république algérienne N°26

La deuxième partie a porté sur l'étude de la dégradation des polluants organiques contenus dans un échantillon d'une eau épurée issue de la sortie de la STEP par les POAs : photo-Fenton , photocatalyse en utilisant des catalyseurs mésoporeux TiSM et FSM .L'activité catalytique a été évaluée sous rayonnement solaire, les résultats de la demande chimique en oxygène obtenus montrent que :Le procédé photocatalyse a donné une meilleure dégradation par rapport aux autres procédés

Les catalyseurs mésoporeux FSM sont plus actifs que les catalyseurs TiSM à cause de la teneur élevée en espèces actives du fer par rapport au titane.

## Abstract :

The study contained in this master's thesis is divided into two parts. The first part concerns the verification of the performance of the water treatment plant for the EATIT textile industry in the region of Sebdou, Tlemcen through a series of analyzes carried out on the water pollution parameters entering and leaving the STEP: temperature, hydrogen potential, biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), sedimentation, alkalinity, hydrometric title. The results of these analyzes confirmed that the waters of the discharges have contents that comply with the standards referred to in the Official Journal of the Algerian Republic N°. 26

The second part focused on the study of the degradation of organic pollutants contained in a sample of purified water from the outlet of the STEP by POAs: photo-Fenton, photocatalysis using mesoporous TiSM and FSM catalysts. Catalytic activity was evaluated under solar radiation where the interest is to accomplish a simple and economical process, the results of the chemical oxygen demand obtained show that:The photocatalysis process gave better degradation compared to the other processes

FSM mesoporous catalysts are more active than TiSM catalysts due to the high content of active species in iron compared to titanium

## ملخص

تنقسم الدراسة الواردة في رسالة الماستر هذه إلى جزأين ، الجزء الأول يتعلق بالتحقق من أداء محطة معالجة المياه لصناعة النسيج EATIT في منطقة سبدو ، تلمسان من خلال سلسلة من التحليلات التي أجريت على تلوث المياه .المعلومات التي تدخل وتخرج من STEP : درجة الحرارة ، إمكانات الهيدروجين ، الطلب على الأكسجين الكيميائي الحيوي (BOD) ، طلب الأكسجين الكيميائي (COD) ، الترسيب ، القلوية ، العنوان الهيدرومترى. أكدت نتائج هذه التحليلات أن مياه الصرف تحتوي على محتويات تتوافق مع المعايير المشار إليها في الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية رقم 26.

ركز الجزء الثاني على دراسة تدهور الملوثات العضوية الموجودة في عينة من المياه المنقاة بواسطة POAs ، التحفيز الضوئي باستخدام محفزات TiSM و FSM . تم تقييم النشاط الحفزي تحت إشعاع الشمس حيث الفائدة من إنجاز عملية بسيطة واقتصادية ، تظهر نتائج طلب الأكسجين الكيميائي الذي تم الحصول عليه ما يلي: أعطت عملية التحفيز الضوئي تدهورًا أفضل مقارنة بالعملية الأخرى

تكون المحفزات المتوسطة المسامية FSM أكثر نشاطًا من محفزات TiSM بسبب

المحتوى العالي لمساحة النشطة في الحديد مقارنة بالتيتانيوم