



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Faculté De Technologie
Département D'hydraulique

Projet de fin d'étude pour l'obtention du Diplôme de **Master en Hydraulique**
Option : **Technologies de Traitement Des Eaux**

Thème

**Etude des performances épuratoires d'une
station d'épuration des eaux usées de
l'industrie textile : cas de la STEP de
Sebdou**

Présenté par : **M^r BELHADJI Hicham & MOUMENI Ouassini**

Soutenue le : 15/06/2016

Devant les membres du jury

M^{me} H. DJEDID

M^r A. CHIBOUB FELLAH

M^r M. BESSEDIK

M^r M. BOUMEDIENE

Présidente

Examineur

Examineur

Encadreur

Année Universitaire : 2015-2016

Résumé : Le suivi des paramètres de pollution effectués sur les eaux usées épurées du complexe textile de Sebdou a montré des variations sur certains paramètres. La valeur moyenne de la température des eaux usées est de l'ordre de 23,11°C avec une moyenne de 21,03°C à la sortie. Les valeurs du pH de l'eau épurée sont comprises entre 7 et 7,5 avec une moyenne de 7,43. Les valeurs de la DCO qui ne sont pas élevées (entre 41 et 114 mg/l) à la sortie de la STEP montrent l'efficacité de cette dernière en matière de dépollution de l'eau en conformité avec les normes de rejet Algérienne.

Mots clés : Industrie textile, eaux usées, pollution, station d'épuration, analyse, DENITEXT, SEBDOU.

Abstract: The monitoring of pollution parameters performed on treated wastewater from the textile complex Sebdou showed variations on certain parameters. The average value of the waste water temperature is of the order of 23.11 ° C with an average of 21,03oC to the output. The pH values of the purified water is between 7 and 7.5 with a mean of 7,43 . Values of COD which is not high (between 41 and 114 mg / l) at the outlet of the WWTP show the effectiveness of the latter in the field of water pollution control in accordance with the Algeria discharge standards.

Keywords: Textile Industry, wastewater, pollution, sewage, analysis, DENITEXT, Sebdou.

ملخص : بعد متابعة معايير التلوث التي أجريت على مياه الصرف الصحي المعالجة من مجمع النسيج بسبدو

أظهرت النتائج اختلافات على بعض معايير. القيمة المتوسطة لدرجة حرارة مياه الصرف الصحي هي حوالي 23,11 درجة مئوية و تصبح بمعدل 21,03 درجة مئوية في نهاية المعالجة. قيم القدرة الهيدروجينية للمياه النقية ما بين 7 و 7,5 بمتوسط 7,43. قيم الطلب الكيميائي على الأوكسجين التي ليست عالية (بين 41 و 114 ملغ / لتر) عند مخرج المحطة تظهر هذه الأخيرة فعالية في مجال مكافحة تلوث المياه والتي تمتثل للمعايير الجزائرية.

كلمات مفتاحيه: صناعة الغزل والنسيج، مياه الصرف الصحي، التلوث، محطة معالجة مياه الصرف، التحليل، سبدو.

Remerciements

Avant de présenter ce travail, tout d'abord, nous tenons à remercier notre grand seigneur Dieu tout puissant pour nous avoir donné la foi en lui, d'avoir éclairé notre route et de nous avoir guidé dans le meilleur et le bon chemin.

*Nous tenons à exprimer notre profonde et respectueuse reconnaissance envers **Mr BOUMEDIENE Maamar**, pour avoir dirigé ce mémoire, pour sa contribution scientifique et pour l'intérêt permanent qu'il a manifesté tout le long de ce travail.*

*Un remerciement spécial à **Mme BENSFIA Djamila** de nous avoir aidé et ses précieux conseils.*

*Nous remercions également tous les gens du complexe textile de **SEBDOU***

*Nous désirons remercier les membres du jury **M^{me} H.DJEDID et M^r A.CHIBOUB FELLAH M^r et M.BESSEDIK** d'avoir acceptés d'évaluer notre travail.*

Nos vifs remerciements A tous les enseignants du département d'hydraulique qui ont contribué à notre formation.

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

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

*A mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi,
et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de
persévérance, J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute
ma reconnaissance et tout mon amour.*

A mes très chères sœurs.

A mes tantes et à mes oncles.

A chaque cousins et cousines.

*Mes camarades de la promo d'hydraulique option
Technologie et Traitement des Eaux De 2015/2016.*

*Enfin je le dédie à tous mes amis et à tous ceux qui me
connaissent*

Hicham



Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Ma très chère mère qui m'a toujours apportée

Son amour et son affection

Mon frère, qui m'a toujours encouragé, conseillé et

Soutenu dans mon travail

Mes très chers frères

Mes camarades de la promo d'hydraulique option

Technologie et Traitement des Eaux

De 2015/2016

Mes très chers amis

Je dédie ce modeste travail.

Ouassini



List des Figures

Figure II.1 : Exemple de colorant anthraquinonique.....	13
Figure II.2 : Exemple de colorant indigoïdes	13
Figure II.3 : Exemple de colorant xanthènes.....	13
Figure II.4 : Exemple de colorant nitré	14
Figure II.5 : Colorant Azoïque insoluble	16
Figure II.6 : Conséquences de la bio-accumulation après déversement de substances toxiques dans un cours d'eau	17
Figure IV.1 : Schéma général de la STEP	27
Figure IV.2 : Bassin de collecte des eaux usées industrielles	28
Figure IV.3 : Photo du bassin de collecte des eaux usées sanitaires	29
Figure IV.4 : Photo du bassin de mélange et d'égalisation N°1	31
Figure IV.5 : Photo du flocculateur clarificateur	34
Figure IV.6 : Photo du bassin de mélange et de neutralisation et d'égalisation N°2	35
Figure IV.7 : Photo du bassin biologique.....	36
Figure IV.8 : Photo du bassin de clarification finale.....	37
Figure IV.9 : Photo de la station de recyclage de boues	38
Figure IV.10 : Photo du bassin de post chloration	39
Figure IV.11 : Photo de l'épaississeur des boues.....	40
Figure IV.12 : Photo de la presse tamiseuse	41
Figure V.1 :Photo dulaboratoire du complexe textile de Sebdu	43
Figure V.2 : Papier pH	45
Figure V.3 : Photo d'un flacon à DBO.....	46
Figure V.4 : Photo du DBO mètre.....	46
Figure V.5 : Dispositif pour ladétermination de la dureté totale	48
Figure VI.1 : Variation journalière de la température de l'eau	50
Figure VI.2 : Variation journalière du pH de l'eau	51
Figure VI.3 : Variation journalière la demande chimique en oxygène (DCO) de l'eau	52
Figure VI.4 : Variation journalière la demande biologique en oxygène (DBO ₅) de l'eau à la sortie de la STEP.....	53
Figure VI.5 : Variation journalière la sédimentation a la sortie du flocculateur de la STEP	54
Figure VI.6 : Variation journalière de la sédimentation de la boue à l'entrée du bassin biologique de la STEP.....	54
Figure VI.7 : Variation journalière de l'alcalinité de l'eau à la sortie de la STEP	55
Figure VI.8 : Variation journalière la dureté de l'eau à la sortie de la STEP	56
Figure VI.9 : Variation journalière de la matière organique basique à la sortie de la STEP	56

List des Tableaux

Tableau II.1: Principaux groupes chromophores et auxochromes classés par intensité croissante.	12
Tableau II.2 : Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents textiles	18
Tableau III.1 : Principaux avantages et inconvénients des techniques de traitements des effluents industriels	23

Liste des Abréviations

DBO₅ :	Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (mg/l).
DCO :	Demande Chimique en Oxygène (mg/l).
MO :	Matière organique.
STEP :	Station d'Épuration.
DENITEXT :	DENI-DENIM.TEX-TEXTILE.
SPA :	Sociétés par action.
T :	Température.
TH :	Titre hydrométrique.
Ph :	Potentiel d'hydrogène.
O₂ :	dioxygène.
Sed :	Sédimentation.
TAC :	Titre alcalimétrique complet.
TA :	Titre alcalimétrique.
KMnO₄ :	Permanganate de potassium.
NaOH :	Hydroxyde de sodium.
H₂SO₄ :	Acide sulfurique.
HCl :	Acide chlorhydrique.
E.D.T.A :	Éthylène Diamine Tétra-Acétique.
E.R.I :	Eaux résiduaires industrielles.
Hg :	Mercure.
Cr :	Chrome.
Ti :	Titane.
Cu :	Cuivre.
Co :	Cobalt.
Ni :	Nickel.
Pb :	Plomb.
Zn :	Zinc.
Pt :	Platine.
NH₃ :	Ammoniac.
NH₄⁺ :	Ammonium.
NO₂⁻ :	Dioxyde d'azote.
NO₃⁻ :	Nitrate.

TABLE DES MATIÈRES

List des figures	
List des tableaux	
List des abréviations	
Introduction Générale.....	2
Chapitre I : Généralités sur les eaux usées industrielles	
I.1. Définition :	5
I.2. Différents types de polluants	6
I.2.1 La pollution physique :	6
a) La pollution mécanique :.....	6
b) La pollution thermique.....	6
c) La pollution radioactive	6
I.2.2. La pollution chimique	6
a) pollution organique	7
b) pollution minérale	7
I.2.3. La pollution microbiologique	8
I.3. Origine de la pollution des eaux usées industrielles	8
I.3.1 Eaux des circuits de refroidissement.....	8
I.3.2 Eaux de lavage des sols et machines.....	8
I.3.3 Eaux de fabrication	9
Chapitre II : Les eaux usées de l'industrie textile	
II.1. Introduction	11
II.2. Les colorants textiles	11
II.2.1. Généralités	11
II.2.2. Classification	12
a) Classification chimique	13
b) Classification tinctoriale (ou par domaine d'application).....	14
II.3. Impact des rejets de l'industrie textile sur l'environnement	16
II.3.1. Les dangers évidents.....	16
a) Eutrophisation :	16
b) Sous-oxygénation :.....	16
c) Couleur, turbidité, odeur :	16
II.3.2. Les dangers à long terme	17
a) La persistance :	17
b) Bio-accumulation :	17
c) Cancer :	17
II.4. Législation sur L'environnement	18

Chapitre III : Procédés de traitement des eaux usées de l'industrie textile

III.1. Introduction	20
III.2. Procédés physiques	20
III.2.1. Coagulation/floculation	20
III.2.2. Adsorption sur charbon actif	21
III.3. Procédés biologiques.....	22
III.4. Conclusion :	23

Chapitre IV : Présentation et description du Complexe textile de Sebdou

IV.1. Situation géographique	25
IV.2. Caractéristiques du complexe :	25
IV.3. Types de pollution générées par le complexe	25
IV.3.1 Pollution industrielle :	25
IV.3.2 Pollution biologique	26
IV.4. Caractéristiques de la STEP du complexe	26
IV.4.1. Situation géographique de la STEP par rapport du complexe	26
IV.4.2. Description des étapes de traitement :	28
IV.4.2.1. Filière traitement des eaux	28
IV.4.2.2. Filière traitement des boues	40

Chapitre V : Matériel et méthodes

V.1. Introduction	43
V.2. Prélèvement et échantillonnage.....	44
V.3. Matériels et méthodes d'analyses.....	44
V.3.1. Température.....	44
V.3.2. pH.....	44
V.3.3. Demande chimique de l'oxygène (DCO).....	45
V.3.4. Demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	46
a) Principe	46
b) Mode opératoire :	46
V.3.5. Alcalinité	47
a) Mode opératoire du titre alcalimétrique simple (TA)	47
b) Mode opératoire du titre alcalimétrique complet (TAC)	47
V.3.6. Titre hydrotimétrique (la dureté).....	47

Chapitre VI : Résultats et discussions

VI.1. Introduction.....	50
VI.2. Performances de la station d'épuration	50
VI.2.1. La température	50
VI.2.2. Potentiel hydrogène (pH)	51
VI.2.3. La demande chimique en oxygène (DCO).....	52
VI.2.4. Demande biologique en oxygène (DBO ₅)	53

VI.2.5. Sédimentation.....	53
a) Sédimentation au niveau de la sortie du flocculateur	53
b) Sédimentation au niveau de l'entrée du bassin biologique	54
VI.2.6. Alcalinité.....	55
VI.2.7. Titre Hydrométrique (la dureté).....	56
VI.2.8. Matières organiques (MO)basiques	56
VI.3. Conclusion	57
Conclusion générale	
Bibliographie	
Annexes	

Introduction

Générale

Introduction Générale

La contamination des eaux par des polluants d'origines diverses est un problème d'actualité. Dans l'industrie textile en particulier, les eaux résiduaires sont l'une des plus importantes sources de pollution des eaux superficielles et des nappes souterraines, surtout envers les terres agricoles (qualité de la récolte) et sur la faune et la flore.

L'industrie du textile est l'une des industries la plus consommatrice d'eau et génère des rejets constitués de molécules organiques récalcitrantes présentant généralement des problèmes de couleur, de concentrations élevées de DBO5, de DCO, de matières en suspension, ainsi que de toxicité et de conductivité élevées [1].

Les rejets de l'industrie textile constituent d'énormes nuisances pour la santé humaine et l'environnement. En fait, les différents colorants utilisés causent de sérieux problèmes en raison de leur stabilité et de leur faible biodégradabilité. Ainsi, il est nécessaire de traiter ces rejets avant qu'ils soient déversés dans le réseau d'assainissement. Ces effluents à traiter contiennent des substances non biodégradables, inhibitrices ou toxiques pour la plupart des microorganismes vivants. Par ailleurs, l'hétérogénéité de leur composition rend difficile voire quasiment impossible l'obtention de seuils de pollution inférieurs ou égaux à ceux imposés par les normes environnementales, après traitement par les techniques traditionnelles [2].

Ce travail a pour objectif d'établir une étude expérimentale sur les performances de fonctionnement d'une station d'épuration des eaux usées de l'industrie textile opérationnelle dans notre région. Le choix s'est porté sur la STEP du complexe textile DENITEXT de Sebdou situé dans la wilaya de Tlemcen (Ouest d'Algérie). Le but est d'analyser les performances de la STEP en matière de dépollution des effluents liquides à travers plusieurs séries de mesures de paramètres indicateurs de pollution.

Pour ce fait, on a structuré ce travail en six chapitres :

- Les quatre premiers chapitres de ce mémoire seront consacrés à une étude bibliographique. Dans le premier chapitre, nous présentons des généralités sur les eaux usées industrielles (origines, différents types de polluants, etc....),

- Le deuxième chapitre donne une description sur les eaux usées d'industrie textile (colorants textiles, classification, impacts des rejets de l'industrie textile sur l'environnement...).

- Le troisième chapitre expose l'ensemble des procédés appliqués pour le traitement des eaux usées de l'industrie textile.

- Quant au quatrième chapitre, celui-ci est consacré à la description et le fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées du complexe textile DENITEXT de Sebdu.

- Le cinquième et le sixième chapitre présentent respectivement le matériel et les méthodes utilisés lors de ce travail ainsi que les résultats obtenus et leurs interprétations.

Au terme de ce travail, une conclusion est donnée.

Chapitre I
Généralités sur les eaux
usées industrielles

Chapitre I**Généralités sur les eaux usées industrielles****I.1. Définition :**

Les eaux usées industrielles sont les eaux usées qui proviennent de locaux utilisés à des fins industriels, commerciales, artisanales ou de services, leurs eaux de refroidissement de pompes à chaleur et de climatisation. Les eaux usées industrielles doivent faire l'objet, avant rejet vers le réseau public, d'un traitement adapté à leur nature afin d'assurer la protection du milieu récepteur [3].

La variété des eaux résiduaires industrielles est très grande. Certaines de ces eaux sont toxiques pour la flore et la faune aquatique ou pour l'homme. Il faut bien distinguer les eaux résiduaires et les liquides résiduaires de certaines industries. Les eaux résiduaires sont celles qui ont été utilisées dans des circuits de réfrigération, qui ont servi à nettoyer ou laver des appareils, des machines, des installations, des matières premières ou des produits d'une usine, ou qui ont servi à retenir des poussières de fumées ; elles peuvent contenir des substances chimiques utilisées au cours des fabrications. Les liquides résiduaires sont des liquides résultant des fabrications ; c'est le cas des solutions de produits chimiques, des solutions de sous-produit, c'est le cas de liquides acides provenant de la vidange des cuves de décapage des métaux etc. Dans certaines usines on a encore tendance à mélanger les liquides résiduaires avec les eaux résiduaires. Il sort alors de ces usines des liquides très chargés et difficiles à épurer dans des conditions économiquement valables [4].

La composition de ces eaux est liée à l'activité industrielle, on peut catégoriser les établissements industriels sur la base des secteurs d'activité industrielle de la classification SIC (Standard Industriel Classification) en les répartissant en neuf secteurs qui sont :

- Les fabriques de pâtes et papiers ;
- Les raffineries de pétrole ;
- Les industries de la métallurgie primaire ;
- Les industries de chimie (organique et inorganique à l'exception des raffineries de pétrole;) ;
- Les industries de transformation du métal (métallurgie secondaire, machinerie, équipements électroniques, matériel de transport, instrument de mesure...etc.) ;
- Les industries agro-alimentaires ;
- Les industries de textile et du vêtement ;
- Les industries de transformation du bois (scieries, fabrication de meubles, ...etc.) ;
- Les industries diverses non classées dans les secteurs précédents par exemple (transformation de la pierre, de l'argile, de l'imprimerie...etc.) [3].

I.2. Différents types de polluants

On distingue :

I.2.1 La pollution physique :

C'est une pollution due aux agents physiques (tout élément solide entraîné par l'eau), elle est d'origine domestique, essentiellement industrielle. On peut la répartir en trois classes : mécanique, thermique et radioactive [5].

a) La pollution mécanique :

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les ERI, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension MES [5].

b) La pollution thermique

Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries...) ; ont une température de l'ordre de (70 à 80) °C. Elle diminue jusqu' à (40 à 45) °C lorsqu'elle contacte les eaux des milieux aquatiques entraînant un réchauffement de l'eau, qui influe sur la solubilité de l'oxygène. En outre tout changement de température cause des effets significatifs sur la survie des organismes aquatiques. Un abaissement important de température ralenti la plupart des réactions chimiques vitales voire les arrêter. Au contraire, des augmentations de température peuvent tuer certaines espèces, mais également favoriser le développement d'autres organismes causant ainsi un déséquilibre écologique [5].

c) La pollution radioactive

C'est celle occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouvent leur source dans l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ces formes (installations et centrales d'exploitation de mine d'uranium, traitement des déchets radioactifs). Les éléments radioactifs s'incorporent dans les molécules des organismes vivants. Plus on s'élève dans la chaîne alimentaire plus les organismes sont sensibles aux rayonnements [5].

I.2.2. La pollution chimique

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle. La pollution chimique des eaux est regroupée dans deux catégories :

- Organique (hydrocarbures, pesticides, détergents, phénols...) ;
- Minérale (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...) [6].

a) pollution organique

C'est les effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...). Ils provoquent une consommation d'oxygène dissous de ces eaux, entraînant la mort des poissons par asphyxie et le développement (dépôts de matières organiques au fonds des rivières) de fermentation anaérobie (putréfaction) génératrices de nuisances olfactives [6].

➤ Hydrocarbures

La pollution par les hydrocarbures résulte de plusieurs activités liées à l'extraction du pétrole, à son transport et en aval à l'utilisation de produits finis (carburants et lubrifiants), ainsi qu'aux rejets effectués par les navires (marées noires). Les effets des hydrocarbures dans le milieu marin sont considérables. Ils dépendent largement de leur composition. En fait leurs activités peuvent s'exercer selon plusieurs modalités très différentes [6].

➤ Phénols

Ils désignent un ensemble de composés hydroxylés du benzène. La présence du phénol dans l'eau a pour origine les polluants industriels (usine chimique, cokeries, industries pétrochimique, raffineries...), ainsi que les revêtements bitumeux des canalisations et des réservoirs, la décomposition des produits végétaux et la dégradation des pesticides. Ces produits s'oxydent faiblement, se fixent peu, se filtrent facilement et ils sont souvent biodégradables ; alors ils ne se trouvent qu'en faible quantité. Leur inconvénient principal est qu'ils donnent à l'eau un goût extrêmement désagréable et très persistant marqué de chlorophénol lorsqu'ils sont en présence de chlore.

Les poissons, accumulent les phénols jusqu'à 30 mg/kg, ils sont alors impropres à la consommation. Les phénols peuvent être séparés des eaux résiduaires par extraction liquide-liquide, oxydé par le chlore ou l'ozone ou bien détruits par un traitement biologique [6].

b) pollution minérale**➤ Métaux lourds**

La présence des métaux lourds dans l'eau, l'atmosphère et par conséquent la chaîne alimentaire est le cas le plus intéressant parmi les problèmes posés à la pollution. Par ordre décroissant de toxicité spécifique. Les métaux sont classés comme suit : Hg < Cr < Ti < Cu < Co < Ni < Pb < Zn. Les métaux lourds sont susceptibles d'être métabolisés et concentrés par les organismes vivants et mis en circulation dans la chaîne alimentaire ou leur toxicité augmente. L'irréversibilité de cette pollution est préoccupante du fait qu'il est impossible de les récupérer, une fois dissipés dans la nature [6].

➤ **Pollution azotée**

Les activités industrielles, peuvent être à l'origine des rejets plus ou moins riches en azote (élément nutritif) issu des fabrications d'engrais, des cokeries, et des industries chimiques et agroalimentaires [4]. L'azote existe sous deux formes : la forme réduite qui regroupe l'azote ammoniacal (NH_3 ou NH_4^+) et l'azote organique (protéine, créatine, acide urique). Plus une forme oxydée en ions nitrites (NO_2^-) et nitrates (NO_3^-) [5].

➤ **Pollution phosphorée**

Le phosphore a pour origine les industries du traitement de surfaces des métaux, les laveries industrielles des fabrications, d'engrais agroalimentaire [7].

Comme l'azote, le phosphore est un élément nutritif, il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques [5].

I.2.3. La pollution microbiologique

L'eau peut contenir des microorganismes pathogènes (virus, bactéries, parasites) ils sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut faire de l'eau (industrie, utilisation domestique...) [8].

I.3. Origine de la pollution des eaux usées industrielles

Selon l'utilisation de l'eau dans l'usine, on distingue différents types des eaux résiduaires industrielles :

I.3.1 Eaux des circuits de refroidissement

Ces eaux sont très abondantes et généralement pas polluées car elles ne sont pas en contact avec les produits utilisés dans l'usine. Elles peuvent être recyclées. Le problème de pollution se pose lorsqu'il y a des rejets des purges des circuits d'eaux de réfrigération. Ces rejets sont très minéralisés et peuvent contenir des produits chimiques ayant servi à leur traitement [8].

I.3.2 Eaux de lavage des sols et machines

Ces eaux ont une qualité et un débit très variable. Elles contiennent des matières premières ou liqueurs de fabrication, hydrocarbure, huiles de machines, produits détergents, etc.... Cette pollution est souvent importante à la fin de la période de travail et au cours des nettoyages [8].

I.3.3 Eaux de fabrication

Ces eaux ont une composition très variable d'une industrie à l'autre. La plupart des procédés industriels conduisent à des rejets polluants suite au contact de l'eau avec des solides, des liquides ou des gaz. Dans certaines industries (industrie alimentaire, chimique, textile, ...) on trouve une pollution dissoute, qui peut avoir un caractère biodégradable mais certaines eaux de fabrication contiennent des produits toxiques dont la présence peut masquer la valeur réelle de la pollution biodégradable. Les rejets polluants sont soit continus, soit discontinus. Ils peuvent être produits durant quelques mois par ans (compagne dans l'industrie agroalimentaire, exemple : industrie du sucre) [8].

Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté une petite généralité sur les eaux usées industrielles, et on a cité les différents types de polluants (pollution physique, chimique et microbiologique) et l'origine de la pollution des eaux usées industrielles.

Chapitre II
Les eaux usées de
l'industrie textile

Chapitre II

Les eaux usées de l'industrie textile

II.1. Introduction

Les colorants synthétiques représentent aujourd'hui un groupe relativement large de composés chimiques organiques rencontrés dans pratiquement toutes les sphères de notre vie quotidienne.

La production mondiale des colorants est estimée à 700 000 tonnes/ an, dont 140 000 sont rejetées dans les effluents au cours des différentes étapes d'application et de confection [9]. Ces rejets, composés de surfactants, composés biocides, suspensions solides, agents de dispersion et de mouillage, colorants et métaux traces, sont toxiques pour la plupart des organismes vivants. L'hétérogénéité de leur composition rend difficile voire quasiment impossible l'obtention de seuils de pollution inférieurs ou égaux à ceux imposés par les normes environnementales, après traitement par les techniques traditionnelles [9].

II.2. Les colorants textiles

II.2.1. Généralités

Un colorant est une matière colorée par elle-même, capable de se fixer sur un support. La coloration plus ou moins intense des différentes substances est liée à leur constitution chimique. En fait, un colorant est un corps susceptible d'absorber certaines radiations lumineuses et de réfléchir alors les couleurs complémentaires. Ce sont des composés organiques comportant dans leurs molécules trois groupes essentiels : le chromophore, l'auxochrome et la matrice. Le site actif du colorant est le chromophore, il peut se résumer à la localisation spatiale des atomes absorbant l'énergie lumineuse. Le chromophore est constitué de groupes d'atomes dont les plus classiques sont le nitro ($-\text{NO}_2$), le azo ($-\text{N}=\text{N}-$), le nitroso ($-\text{N}=\text{O}$), le thiocarbonyl ($-\text{C}=\text{S}$), le carbonyl ($-\text{C}=\text{O}$), ainsi que les alcènes ($-\text{C}=\text{C}-$) [10].

Les colorants furent, pendant très longtemps, extraits du milieu naturel : plantes, animaux et minéraux. Le coût d'obtention était souvent très élevé, et les procédés d'application plus ou moins reproductibles et très fastidieux. Les premiers colorants synthétiques datent du milieu du XIX^{ème} siècle. L'évolution de l'industrie des colorants a été étroitement liée au développement de la teinture synthétique et de la chimie en général. Un colorant proprement dit est une substance qui possède deux propriétés spécifiques, indépendantes l'une de l'autre, la couleur et l'aptitude à être fixée sur un support tel qu'un textile

L'industrie des colorants constitue un marché économique considérable car de nombreux produits industriels peuvent être colorés, principalement :

- ✓ Dans l'industrie textile, fourrure, cuir (textiles à usage vestimentaire, de décoration du bâtiment, du transport, textiles à usage médical...);
- ✓ Dans l'industrie des matières plastiques (pigments);
- ✓ Dans l'industrie du bâtiment : peintures (pigments), matériaux de construction, céramiques...;
- ✓ Dans l'imprimerie (encres, papier);
- ✓ Dans l'industrie pharmaceutique (colorants);
- ✓ Dans l'industrie des cosmétiques (dont les colorations capillaires);
- ✓ Dans l'industrie agroalimentaire (colorants et additifs alimentaires...)

La teinture des textiles a été effectuée depuis les temps les plus reculés. On employait alors uniquement des colorants naturels, mais ces composés ont été presque totalement remplacés par des colorants de synthèse. Une teinture consiste à faire absorber, diffuser des colorants dans les fibres textiles, puis ensuite à les fixer à l'intérieur de celles-ci [11].

II.2.2. Classification

Chaque colorant dans le color index, porte un numéro de référence. Les principes de classification les plus couramment rencontrés dans les industries textiles, sont basés sur les structures chimiques des colorants synthétiques et sur les méthodes d'application aux différents substrats (textiles, cuir, matières plastiques...etc.). Le colorant possède des groupements qui lui confèrent la couleur appelés chromophores et des groupements qui permettent sa fixation appelés auxochromes [11]. Le tableau II.1 donne les principaux groupes chromophores et auxochromes utilisés en teinture et classés par intensité croissante

Tableau II.1: Principaux groupes chromophores et auxochromes classés par intensité croissante [12].

Groupes chromophores	Groupe auxochromes
Azo (-N=N-)	Amino (-NH ₂)
Nitroso (-NO ou -N-OH)	Méthylamino (-NHCH ₃)
Carbonyl (=C=O)	Diméthylamino (-N(CH ₃) ₂)
Vinyl (-C=C-)	Hydroxyl (-HO)
Nitro (-NO ₂ ou =NO-OH)	Alcoxyl (-OR)
Sulfure (>C=S)	Groupes donneurs d'électrons

a) Classification chimique

- ❖ **Les colorants anthraquinoniques** sont d'un point de vue commercial les plus importants après les colorants azoïques. Leur formule générale dérivée de l'antracène montre que le chromophore est un noyau quinonique sur lequel peuvent s'attacher des groupes hydroxyles ou amino.

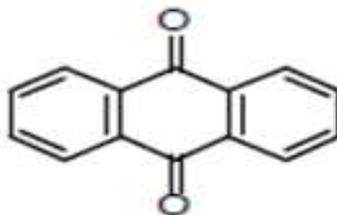


Figure II.1 : Exemple de colorant anthraquinonique

- ❖ **Les colorants indigoïdes** tirent leur appellation de l'indigo dont ils dérivent. Ainsi, les homologues sélénié, soufré et oxygéné du bleu indigo provoquent d'importants effets hypsochromes avec des coloris pouvant aller de l'orange au turquoise.

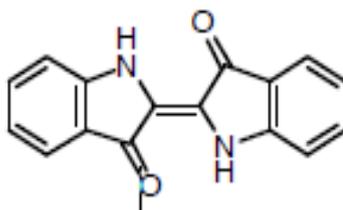


Figure II.2 : Exemple de colorant indigoïdes

- ❖ **Les colorants xanthène**, dont le composé le plus connu est la fluorescéine, sont dotés d'une intense fluorescence. Peu utilisés en tant que teinture, leur faculté de marqueurs lors d'accident maritime ou de traceurs d'écoulement pour des rivières souterraines est malgré tout bien établie.

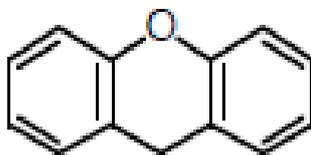


Figure II.3 : Exemple de colorant xanthènes

- ❖ **Les phtalocyanine** : sont une structure complexe basée sur l'atome central de cuivre. Les colorants de ce groupe sont obtenus par réaction du dicyano-benzène en présence d'un halogénure métallique (Cu, Ni, Co, Pt, etc.).

- ❖ **Les colorants nitrés et nitrosés** forment une classe de colorants très limitée en nombre et relativement ancienne. Ils sont actuellement encore utilisés, du fait de leur prix très modéré lié à la simplicité de leur structure moléculaire caractérisée par la présence d'un groupe nitro (-NO₂) en position ortho d'un groupement électro-donneur (hydroxyle ou groupes aminés).

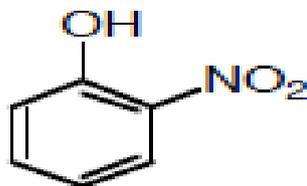


Figure II.4 : Exemple de colorant nitré

b) Classification tinctoriale (ou par domaine d'application)

Si la classification chimique présente un intérêt pour le fabricant de matières colorantes, le teinturier préfère le classement par domaines d'application. Ainsi, il est renseigné sur la solubilité du colorant dans le bain de teinture, son affinité pour les diverses fibres et sur la nature de la fixation. Celle-ci est de force variable selon que la liaison colorant - substrat est du type ionique, hydrogène, de Van der Waals ou covalente.

On distingue différentes catégories tinctoriales définies cette fois par les auxochromes.

- ❖ **Les colorants acides ou anioniques** : solubles dans l'eau grâce à leurs groupes sulfonates ou carboxylates, ils sont ainsi dénommés parce qu'ils permettent de teindre les fibres animales (laine et soie) et quelques fibres acryliques modifiées (nylon, polyamide) en bain légèrement acide. L'affinité colorant-fibre est le résultat de liaisons ioniques entre la partie acide sulfonique du colorant et les groupes amino des fibres textiles.
- ❖ **Les colorants basiques ou cationiques** : sont des sels d'amines organiques, ce qui leur confère une bonne solubilité dans l'eau. Les liaisons se font entre les sites cationiques des colorants et les sites anioniques des fibres. En passe de disparaître dans la teinture de la laine et de la soie, ces colorants ont bénéficié d'un regain d'intérêt avec l'apparition des fibres acryliques, sur lesquelles ils permettent des nuances très vives et résistantes.
- ❖ **Les colorants de cuve** : Ceux sont les colorants les plus anciennement connus. Leur emploi se base sur une technique particulière de teinture. Dans un premier temps, la matière colorante est ramenée à l'état de produit incolore par réduction. Cette opération se réalise en milieu alcalin dans une cuve, ce qui explique la désignation de ces colorants. Le dérivé incolore caractérisé par sa solubilité en réducteur, présente une grande affinité pour les fibres textiles. Lorsque celles-ci sont imprégnées, elles sont abandonnées à l'air,

et l'euco-dérivé se réoxyde lentement. Le colorant est donc régénéré, mais entre-temps il est emprisonné au sein de la fibre et il devient insoluble. Les teintures obtenues sont très solides. L'indigo est un colorant de cuve connue depuis longtemps.

Les colorants de cuve sont souvent subdivisés en :

- *Indigoïdes* : Ce groupe doit son nom à l'indigo. Tous les indigoïdes présentent la même disposition de groupement d'atomes entre deux noyaux hétérocycliques.
- *Anthraquinoniques* : Dérivé d'un hydrocarbure (l'anthracène constitué de trois noyaux benzéniques accolés), c'est le plus important sous-groupe de colorants de cuve.
- *Au soufre* : Même principe de préparation : action du soufre ou du sulfure de sodium sur diverses molécules organiques, d'où leur nom d'origine.
- *phtalocyanines* : Assimilables aux colorants de cuve, ils s'en différencient par leur application en milieu neutre [10].

- ❖ **Les colorants directs** contiennent ou sont capables de former des charges positives ou négatives électrostatiquement attirées par les charges des fibres. Ils se distinguent par leur affinité pour les fibres cellulosiques sans application de mordant, liée à la structure plane de leur molécule.
- ❖ **Les colorants à mordants** contiennent généralement un ligand fonctionnel capable de réagir fortement avec un sel d'aluminium, de chrome, de cobalt, de cuivre, de nickel ou de fer pour donner différents complexes colorés avec le textile.
- ❖ **Les colorants réactifs** contiennent des groupes chromophores issus essentiellement des familles azoïques, anthraquinonique et phtalocyanine. Leur appellation est liée à la présence d'une fonction chimique réactive, de type triazinique ou vinylsulfone assurant la formation d'une liaison covalente forte avec les fibres. Solubles dans l'eau, ils entrent de plus en plus fréquemment dans la teinture du coton et éventuellement dans celle de la laine et des polyamides.
- ❖ **Les colorants développés ou azoïques insolubles** sont formés directement sur la fibre. Au cours d'une première étape, le support textile est imprégné d'une solution de naphthol ou copulant. Les précurseurs de la molécule suffisamment petits pour diffuser dans les pores et les fibres sont ensuite traités avec une solution de sel de diazonium qui, par réaction de copulation entraîne le développement immédiat du colorant azoïque.

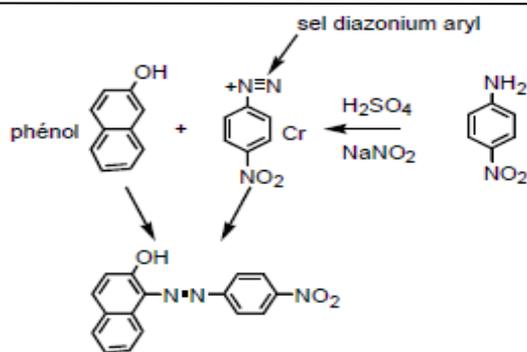


Figure II.5 : Colorant Azoïque insoluble

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

II.3. Impact des rejets de l'industrie textile sur l'environnement

II.3.1. Les dangers évidents

a) *Eutrophisation* :

Sous l'action des microorganismes, les colorants libèrent des nitrates et des phosphates dans le milieu naturel. Ces ions minéraux introduits en quantité trop importante peuvent devenir toxiques pour la vie piscicole et altérer la production d'eau potable. Leur consommation par les plantes aquatiques accélère leur prolifération anarchique et conduit à l'appauvrissement en oxygène par inhibition de la photosynthèse dans les strates les plus profondes des cours d'eau et des eaux stagnantes.

b) *Sous-oxygénation* :

Lorsque des charges importantes de matière organique sont apportées au milieu via des rejets ponctuels, les processus naturels de régulation ne peuvent plus compenser la consommation bactérienne d'oxygène [13]. Estime que la dégradation de 7 à 8 mg de matière organique par des micro-organismes suffit pour consommer l'oxygène contenu dans un litre d'eau.

c) *Couleur, turbidité, odeur* :

L'accumulation des matières organiques dans les cours d'eau induit l'apparition de mauvais goûts, prolifération bactérienne, odeurs pestilentielles et colorations anormales [14]. On a évalué qu'une coloration pouvait être perçue par l'œil humain à partir de 5. 10⁻⁶ g/L. En dehors de l'aspect inesthétique, les agents colorants ont la capacité d'interférer avec la transmission de la lumière dans l'eau, bloquant ainsi la photosynthèse des plantes aquatiques.

II.3.2. Les dangers à long terme

a) *La persistance :*

Les colorants organiques synthétiques sont des composés impossibles à épurer par dégradations biologiques naturelles [15]. Cette persistance est en étroite relation avec leur réactivité chimique :

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

b) *Bio-accumulation :*

Si un organisme ne dispose pas de mécanismes spécifiques, soit pour empêcher la résorption d'une substance, soit pour l'éliminer une fois qu'elle est absorbée, alors cette substance s'accumule. Les espèces qui se trouvent à l'extrémité supérieure de la chaîne alimentaire, y compris l'homme, se retrouvent exposées à des teneurs en substances toxiques pouvant être jusqu'à mille fois plus élevées que les concentrations initiales dans l'eau. Une illustration du phénomène de bio-accumulation de pesticides est présentée en figure II.6.

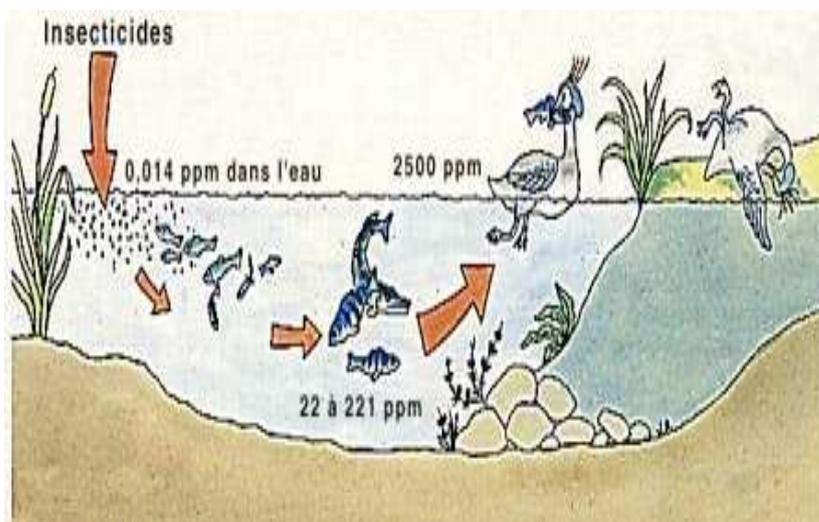


Figure II.6 : Conséquences de la bio-accumulation après déversement de substances toxiques (insecticides) dans un cours d'eau [16]

c) *Cancer :*

Si la plupart des colorants ne sont pas toxiques directement, une portion significative de leurs métabolites l'est [17]. Leurs effets mutagènes, tératogène ou cancérigène apparaissent après dégradation de la molécule initiale en sous-produits d'oxydation : amine cancérigène pour les azoïques, leuco-dérivé pour les triphénylméthanés [18].

II.4. Législation sur L'environnement

La législation sur les rejets d'eaux résiduaires devient de plus en plus stricte dans notre pays. En effet, l'Algérie est dotée d'une réglementation 06-141 sur les rejets d'effluents textiles dans le milieu hydrique. Le tableau II.2 précise les limites réglementaires de ces rejets.

Tableau II.2 : Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents textiles [19]

Paramètres	Unité	Valeurs limites	Tolérances aux valeurs limites anciennes installation
Température	°C	30	35
PH	-	6,5-8,5	6,5-9
DBO ₅	Mg/l	150	200
DCO	Mg/l	250	300
Matière décantable	Mg/l	0,4	0,5
Matière non dissoute	Mg/l	30	40
Oxydabilité	Mg/l	100	120
Permanganate	Mg/l	20	25

Face au problème de pollution, des pratiques environnementales courantes dans les entreprises du secteur textile Algérien ont été implantés visant la prévention de la pollution (annexe 4).

Chapitre III
Procédés de traitement
des eaux usées de
l'industrie textile

Chapitre III

Procédés de traitement des eaux usées de l'industrie textile

III.1. Introduction

L'épuration consiste à éliminer les matières minérales et organiques en suspension et solution, ainsi qu'un certain nombre de déchets divers afin d'obtenir une eau épurée conforme aux normes de rejets. Une grande majorité de ces polluants est transférée de la phase liquide vers une phase concentrée boueuse. Une station d'épuration comporte donc des installations de traitement des eaux et des dispositifs de traitement des boues produites [20].

Un grand nombre de procédés physiques, chimiques, photochimiques et électrochimiques ont été utilisés pour le traitement des eaux polluées par des composés organiques réfractaires, toxiques et non biodégradables, issues des activités industrielles qui génèrent selon le ou les types de fabrication des rejets polluants continus ou discontinus d'une extrême diversité. La finalité du traitement de ces effluents est essentiellement la protection du milieu naturel, c'est-à-dire l'obtention d'une eau épurée qui satisfait aux normes de rejet édictées par la législation, autant qu'une bonne gestion de l'eau en milieu industriel. C'est dans ce contexte qu'il a été développé des techniques de traitement rapides, moins onéreuses et plus adaptées à ce type de pollution. Parmi ces procédés on peut citer :

III.2. Procédés physiques

III.2.1. Coagulation/floculation

La coagulation/floculation est souvent appliquée pour le traitement des eaux usées de l'industrie de textile pour enlever davantage la demande chimique en oxygène (DCO) et la couleur avant d'un traitement biologique. Elle peut aussi être utilisée comme procédé principal de traitement. Ce procédé est basé sur l'addition d'un coagulant qui va former des floccs avec les polluants organiques. Ces floccs sont ensuite éliminés par décantation et filtration.

La coagulation floculation est considérée comme le résultat de deux mécanismes :

* **La coagulation** : consiste à introduire dans l'effluent à traiter un produit capable de décharger les colloïdes généralement électronégatifs (par la neutralisation des charges électriques répulsives) et donc de déstabiliser l'équilibre électrocinétique des particules en suspension. Il est nécessaire pour cela de neutraliser ou même d'inverser les charges de surface des matières en suspension, c'est-à-dire de provoquer une diminution ou une inversion du potentiel zêta.

* **La floculation** : est l'agglomération (coalescence) des colloïdes déchargés. Elle résulte d'une série de collisions successives favorisées par une agitation mécanique. Un flocculant est donc surtout un composé qui a une action de pontage inter particulaire, moyennant la mise en œuvre d'un processus d'adsorption puis de réticulation il augmente la vitesse de formation, la cohésion et la densité des floccs qui deviennent facilement décantables.

Au cours de la formation de gros floccs facilement séparables, sont surtout éliminées les particules colloïdales, tandis que les matières dissoutes sont adsorbées. Il n'y a pas de recette universelle pour le dosage optimal du précipitant et le pH correspondant. L'expérience montre clairement que chaque type d'eaux usées a un comportement spécifique à l'égard de la précipitation et de la floculation. La conduite de processus optimal doit donc être déterminée sur la base des résultats d'essais obtenus dans laboratoire.

Les principaux produits utilisés pour déstabiliser les particules en suspension et produire des floccs, sont :

- Pour la coagulation, les électrolytes minéraux à polycations (sulfate d'aluminium $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, sulfate et chlorure ferrique $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, sulfate ferreux $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, etc.) ;
- Pour la floculation, les polymères organiques de synthèse (macromolécules de masse molaire élevée possédant des groupes anioniques ou cationiques), polyélectrolytes tels que polyacrylamide, polyvinylsulfonate, polyoxyde d'éthylène, polyéthylène [21].

Toutefois, ce procédé génère des quantités énormes de boues en fin de traitement, ce qui nécessite des investissements supplémentaires pour leur traitement en vue de valorisation [2].

III.2.2. Adsorption sur charbon actif

Le charbon actif ou d'autres matériaux adsorbants peuvent être utilisés pour éliminer plusieurs colorants des eaux usées. Comme les colorants ne sont pas tous ioniques, la plupart des adsorbants ne peuvent pas réduire tous les colorants. Le charbon actif, adsorbant le plus communément utilisé pour la réduction de la couleur (à cause de sa capacité d'adsorption élevée), est 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. De plus, ces techniques, non destructives, nécessitent des opérations postérieures onéreuses de régénération et de post traitement des déchets solides [2].

III.3. Procédés biologiques

Les procédés d'épuration par voie biologique sont basés sur la biotransformation microbienne des colorants. En outre, la majorité des colorants sont très stables et non biodégradables. Néanmoins, beaucoup de recherches ont démontré la biodégradation partielle ou complète des colorants par voie biologique. Si ces techniques sont adaptées à un nombre de polluants organiques, elles ne sont pas toujours applicables sur les effluents industriels en raison de fortes concentrations de polluants, de leur toxicité qui entraînent la mort des microorganismes ou de leur très faible biodégradabilité. De plus, ces techniques génèrent des quantités importantes de boues biologiques à retraiter.

La biodégradabilité est favorable pour les eaux usées présentant un rapport $DBO_5/DCO > 0,5$, par contre elle est très limitée lorsque ce rapport devient inférieur à 0,2. Ce rapport, appelé degré de dégradation biochimique, sert de mesure pour la dégradation biochimique des polluants dans les eaux usées [7]. Le traitement des colorants peut être conduit en condition aérobie ou anaérobie.

Traitement aérobie :

Des réacteurs dits à lits bactériens sont utilisés pour cet effet. Ils sont constitués d'une unité de boue activée où les polluants sont décomposés par des bactéries aérobies et autres microorganismes. Après épuration, la boue est séparée des eaux usées par sédimentation dans un décanteur, une partie est recyclée et le surplus est évacué après pressage ou centrifugation. Ce procédé est resté longtemps un moyen pour dégrader un grand nombre de polluants organiques. Il s'est avéré efficace pour une certaine catégorie de rejets textiles. Notons cependant que des colorants tels que les azoïques, les colorants acides et les colorants réactifs se sont révélés persistants à ce mode de traitement. La décoloration observée dans ces cas est attribuée à l'adsorption de ces polluants sur la boue activée et non à leur dégradation.

Traitement anaérobie :

En absence de l'oxygène, la digestion anaérobie des composés organiques conduit à la formation du dioxyde de carbone, du méthane et de l'eau. Ce procédé présente une efficacité importante dans le traitement des effluents très chargés caractérisés par une DCO relativement élevée. Ce procédé utilisé dans les stations d'épuration des eaux permet de produire des quantités importantes en méthane. Ce dernier est utilisé comme source d'énergie notamment pour le chauffage ou pour l'éclairage. Des études ont montré que la réduction voire la disparition de la couleur n'est pas accompagnée de la minéralisation des colorants. La formation de composés intermédiaires plus toxiques, notamment des amines a été signalée dans la littérature [22].

Ont estimé la réduction de coloration par les procédés biologiques à seulement 10-20 %. Cette constatation laisse présager d'autres techniques qui permettraient d'abaisser le degré de réfractabilité de la charge polluante en association avec les méthodes biologiques [1].

Le tableau III.1 présente les principaux avantages et inconvénients des techniques de traitements des effluents de l'industrie textile.

Tableau III.1 : Principaux avantages et inconvénients des techniques de traitements des effluents industriels [9]

Technologie	Exemples	Avantages	Inconvénients
Coagulation/ Floculation	Chaux, 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 -Régénération des adsorbant son éreuse voire impossible -Formation de boue
Procédés biologiques	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

III.4. Conclusion :

Le traitement des rejets textiles, compte tenu de leur hétérogénéité de composition, conduira toujours à la conception d'une chaîne de traitement assurant l'élimination des différents polluants par des étapes successives.

Chapitre IV
Présentation et description
du Complexe textile de
Sebdo

Chapitre IV

Présentation et description du Complexe textile de Sebdou

IV.1. Situation géographique

Le complexe textile de Sebdou qui dépend de l'entreprise des industries textiles DENIM (mot technique du bleu jean) dénommée DENITEX (DENI-DENIM ; TEX-TEXTILE) est situé à Sebdou (ouest Algérien), à 37 Km au sud de Tlemcen. Cette entreprise SPA économique et publique possédant la forme juridique d'une « société par action » (DENITEX SPA) a pour vocation, la production et la commercialisés de tissus (bleu jean, gabardine et autres...). La date de démarrage de chantier a eu lieu en 1976 et la date de mise en exploitation du complexe était en l'an 1979.

IV.2. Caractéristiques du complexe :

- **Surface totale** : Le complexe s'étend sur une surface totale égale 16.9 ha dont 6.09 ha couverts

- **Bâtiments** : Il comporte les bâtiments suivants : Filature, Tissage, Finissage. Il est équipé également d'Annexes techniques, d'une Station d'épuration des eaux et d'un Post d'énergie électrique.

- **Capacité de production** : Sa capacité de production se résume comme suit :

Filature : classique, 19800 broches (nouveau model)

Open-end, 432 ROMS (ancien model)

Tissage : 360 métiers à (MAT)

Finissage : traitement de toute la production

- **Production** :

Filature = 2000 T/Ans

Tissage = 6 000 000 M.L/Ans

Finissage = traitement de toute la production

- **Gamme de production** : Le complexe est spécialisé dans la production du bleu jean et de la gabardine.

IV.3. Types de pollution générées par le complexe

IV.3.1 Pollution industrielle :

L'industrie textile avec le raffinage de flocons de laine de fils et de tissus à partir de matières fibreuses naturelles et synthétiques, fait partie de branches industrielles utilisant beaucoup d'eau. Les eaux usées des industries textiles font partie des eaux les plus souillées par

leur teneur en colorants, en agents auxiliaires, en moyens d'apprêtage et en sels minéraux. Les eaux souillées des industries sont caractérisées exclusivement par des matières organiques ou minérales, par des colorations et par des températures élevées.

Les eaux usées colorées sont toujours considérées, comme eaux souillées, bien que beaucoup de matières colorantes facilement solubles perdent rapidement de leur danger. Mais puisque les bains de teinture ne prennent jamais entièrement des résidus de couleur dans les eaux usées textiles sont inévitables.

A côté des matières consommables réagissant de façon alcaline, comme la lessive de soude pour le mercerisage et le sodium sulfuré pour la teinture des matières colorants sulfurées, les matières fibreuses sont très souvent, lors de leur traitement teintes dans des bains plus ou moins alcalins, lessivées de façon alcaline, débouillies de façon alcaline et finalement lavées de façon alcaline aussi.

Aux eaux usées textiles, des eaux usées industrielles s'ajoutent encore des eaux usées de la production de vapeur et les eaux de service.

IV.3.2 Pollution biologique

Parmi les eaux usées sanitaires on compte surtout les eaux usées fécales, selles de l'installation sanitaire (douches et lavabos) et les eaux ménagères. Ces eaux sont caractérisées par une très grande pollution organique et par une grande teneur en matières dissoutes. Dans les eaux sanitaires sont aussi dirigées les eaux usées de l'installation de conditionnement d'air.

IV.4. Caractéristiques de la STEP du complexe

IV.4.1. Situation géographique de la STEP par rapport du complexe

La STEP a été choisie dans un endroit précis par rapport à l'usine afin de déverser ses rejets liquides dans l'oued Tafna qui est tout proche d'elle. La figure IV.1 donne un schéma général de la filière de traitement utilisée dans cette STEP.

IV.4.2. Description des étapes de traitement :

IV.4.2.1. Filière traitement des eaux

a) Arrivée des eaux usées industrielles et sanitaires et prétraitement :

* Eaux usées industrielles :

Dans cette catégorie, les eaux provenant de la fabrication textile prennent la plus grande place. Elles sont très polluées par les produits chimiques nécessaires pendant la production, ceux-ci sont en partie de nature organique et en partie de nature inorganique. Il s'agit aussi, en partie de matières qui peuvent avoir un effet toxique comme par exemple les sulfures. A côté des matières dissoutes, les eaux usées textiles contiennent aussi des matières en suspension.

Les eaux usées provenant du rinçage des filtres (filtre à gravie) et de la régénération contiennent des matières en suspension par exemple ; d'hydroxyde ferrique et de l'hydroxyde manganique provenant de l'eau brute et aussi une grande concentration en chlore de sodium, et en acide chlorhydrique provenant de la régénération des filtres de décantation et d'adoucissement.

Les eaux usées industrielles de l'usine de SEBDOU sont caractérisées par les débits suivants : Débits normal 86 m³/h, Débit de point 165 m³/h

Du réseau de canalisation pour les eaux usées industrielles de l'usine textile, l'eau coule en chute libre dans le bassin des eaux usées industrielles.



Figure IV.2 : Bassin de collecte des eaux usées industrielles

Deux pompes immerisibles relèvent l'eau brute non traitée vers le bassin de mélange et d'égalisation (1). Ces pompes sont réglées par le réglage de niveau. Lors d'un fonctionnement normal, une pompe est en marche ; lors d'une charge de pointe, la deuxième pompe semis automatiquement est mise en marche

* *Donné techniques :*

- Dimensions 4 m x 3 m.
- Volume 40 m³
- 02 pompes immerisibles (Q= 150m³/h, H=14m d'eau), 2 soupapes de retenue.
- 02 Armateurs d'arrête (Robinet, Vanne plat à coins),

* **Eaux usées sanitaire :**

Les eaux usées sanitaires proprement dites proviennent des installations ménagères, des salles d'eaux, des douches et des toilettes. Elles correspondent donc à peu près à des eaux domestiques avec des composants inorganiques dissous et en suspension. Il faut noter que les composants organiques sont biologiquement facilement décomposables. En ce qui concerne les composants en suspension, il peut s'agir en partie de particules plus grandes. De plus, de telles eaux transportent presque toujours de sable.

Du réseau de canalisation pour les eaux usées sanitaires, l'eau coule en chute libre dans le bassin de l'installation de relevage. Deux pompes immerisibles transportent les eaux usées sanitaires non traités à travers le crible à grosses mailles et le dessabler, vers le bassin de mélange et d'égalisation (2). Lors d'un fonctionnement normal, une seule pompe est en marche. Lors d'une charge de pointe, la deuxième pompe se met au niveau supérieur en marche.



Figure IV.3 : Photo du bassin de collecte des eaux usées sanitaires

- * *Données techniques* :
- Dimensions : 4 m x 3m
 - Volume : 40 m³

Pour le cas des eaux usées prétraitées réunies :

Débit normale 101 m³/h
 Débit de pointe 190 m³/h

Lors d'une production de pointe simultanée de 2 eaux usées

b) Dégrillage- dessablage :

Cette étape de pré nettoyage des eaux usées sanitaires se compose d'un complexe de râteaux et d'un dessabler. Le complexe de râteaux doit retenir les matières grossières présentes. Il travaille de façon tout à fait automatique et est pourvu d'une armoire de commande propre. La pression différentielle, mesurée devant et derrière les tiges de râteaux, donne par l'intermédiaire d'un convertisseur de mesure, un contact pour la mise en marche de râteaux qui se débranche automatiquement lors que la pression différentielle tombe. Les armateurs retenus par la grille tombent dans un petit container. Le dessableur doit être séparé, le sable provenant des douches, des salles d'eaux et des installations ménagères. Ceci à lieu dans un déssableur circulaire, ou le sable se rassemble par le courant circulaire dans un entonnoir, pour tenir le pourcentage en boue très bas. Le sable est rincé, avant la vidange avec de l'air comprimé. La soupape de décharge restant fermée. Ensuite, le sable rassemblé dans l'entonnoir est rincé dans le bassin récepteur de sable.

* *Données techniques* :

Dessableur : - Diamètre : 2 m
 - Capacité : 6 m³

Bassin récepteur : - Dimension : 3,5 m x 3,5 m

c) Bassin de mélange et égalisation N° 1

Ce bassin sert à l'égalisation et au mélange des alimentations en eaux usées (produits textiles, production de vapeur, rinçage des filtres, eaux usées de régénération). Pour retenir les matières grossières (fibres, morceaux de tissu), il a été placé dans le bassin un crible spéciale (hydrater)(Q=200 m³/h). 04 aérateurs immersibles mélangent l'eau et y apportent de l'oxygène, avant que ces eaux soient amenées dans le bassin de neutralisation (1) par les pompes immersibles (de même Q et même H). L'aération (ou l'apport d'oxygène) a comme but de mélanger et d'empêcher des putréfactions anaérobies, dans le cas d'une durée de séjour plus long ou d'une alimentation moindre en eaux usées.

Le réglage de niveau se fait par les contacts. Le contact interrupteur est à régler de telle façon qu'1 m d'eau au moins couvre les aérateurs immerisibles. Lors d'un fonctionnement normal, une seule pompe est en marche. Lors d'une charge de pointe, une deuxième pompe est mise en marche au niveau supérieur.

- *Donnée technique du bassin*

- Dimensions : 28 m x 14 m
- Volume : 1200 m³

- *Durée de séjour théorique*

- Débit normal 14 h
- Débit de point 7.3 m³

04 aérateurs immerisibles : transfère d'oxygène environ 12,5 Kg/h

02 pompes immerisibles : $Q = 119 \text{ m}^3$

$H = 4,4 \text{ m d'eau.}$



Figure IV.4 : Photo du bassin de mélange et d'égalisation N°1

d) Bassin de mélange rapide et de neutralisation (traitement physico-chimique)

Le bassin de neutralisation sert au réglage de la valeur de pH, et pour garder cette valeur choisie (réglage dans le centre de commande) on ajoute de l'acide sulfurique (H_2SO_4) ou de l'hydrate calcaire ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) une solution inerte a valeur de $\text{pH} = 7$. Des solutions acides ont une valeur pH plus petite que 7. Pour neutraliser une telle solution, on dose une lessive dans ce cas de lit de chaux a 5 %. Des solutions basiques ont une valeur de pH plus grande que 7. Et sont

neutralisées par un acide (acide sulfurique à 10%). Dans le bassin de neutralisation on a installé un mesurage de la valeur de pH qui mesure continuellement la valeur du pH.

- Si la valeur de pH diffère de la valeur de pH théorique fixée, une pompe de dosage est mise en marche, selon la différence.
 - Pompe de dosage d'acide sulfurique.

Pompe de dosage de lait de chaux

- Si la valeur de pH théorique est atteinte, les débits des pompes de dosage toujours en marche retournent sur un débit nul par un moteur de levage.

Deux (2) agitateurs rapides toujours en marche assurent un mélange intensif. La valeur de pH théorique est fixée lors de réglage de l'installation, et dépend de résultat de floculation.

Dans le bassin de mélange rapide communiquant on ajoute de chlorure ferrique en solution d'environ 20% à l'aide des pompes de dosage, ce dosage se fait automatiquement, quantitativement proportionnel à la quantité d'eaux usées mesurée à la sortie. Le mesurage se fait dans de poste chloration avec de mesurage de débit total. La proportionnalité est fixée au régleur dans le centre de commande et dépend de résultat du la floculation.

Lors d'un démarrage ou redémarrage, le régleur doit être mis sur la position manuelle et y resté jusqu'à ce que la quantité de débit puisse être enregistrée à la fin de l'installation par le mesurage de débit total alors on met le régleur sur la position automatique. Un mélange rapide obtenu par l'agitateur. En suite les eaux usées floculées et avec une valeur de pH régularisée s'écoulent en chute, par le puits d'alimentation dans le bassin de clarificateur floculation.

** Données techniques*

Bassin de neutralisation :

Dimensions : 7,5 m x 4 m

Volume : 96 m³

Temps de séjour

- Débit normal 1 h 10 m
- Débit de point 36 min

Bassin de mélange rapide :

Dimensions : 4 m x 2,5 m

Volume : 33 m³

Temps de séjour

- Débit normal 23 min
- Débit de pointe 12 min

e)Floculateur-clarificateur (séparation de boues et eaux claires)

Par la floculation chimique ayant lieu dans le floculateur clarificateur, on élimine en grande partie la teneur en colorants des eaux usées, de plus une grande partie des autres pollutions. Les particules fines en suspension et des particules colloïdales se déposent. En même temps, les ions de sulfite toxiques éventuellement présents réagissent avec les ions de fer du chlorure ferrique en formant du sulfure ferrique insoluble qui se dépose en même temps dans les flocons. Des ions de métal lourd éventuellement présents sont réduits en hydroxyde insoluble et éliminés avec les flocons d'hydrate d'oxyde ferrique. Par les deux procédés précédents, on obtient pratiquement une élimination complète de tels éléments toxiques.

La valeur de pH des eaux usées à traiter joue un rôle déterminant pour l'effet de floculation. La détermination de la valeur de pH théorique dépend des matières et des bains des teintures présentes dans les eaux usées, dans le domaine neutre uniquement des petites concentrations de matières colorantes peuvent être floculées par des quantités de fer relativement grandes. Les meilleurs résultats sont obtenus dans un domaine légèrement acide pH 5,5-8,5 ou dans un domaine légèrement alcalin, pH 7,5-8,5.

Pour soutenir l'effet de séparation, une partie des boues déposées est retournées à l'intérieure du floculateur clarificateur muni de deux agitateurs. Le liquide surnageant entre radialement par une paroi circulaire d'échange dans le compartiment de clarification du floculateur ou la boue se dépose. La boue déposée est amenée par un racleur dans une rigole collecteur de boue, qui entoure l'intérieur du floculateur clarificateur de là, elle est transportée en partie dans le puits récepteur de boue par une pompe immerisible circulant avec le racleur.

La plus grande partie, la proportion s'élève en pratique à environ de 80% de boue de recyclage et 20% de boue en excès est ramenée dans le compartiment de contact, par un réglage approprié des armatures d'arrêt. Le réglage précis dépend de la concentration en boue dans floculateur, il est surveillé et réglé pendant le fonctionnement. Il y a une pompe qui transporte les boues en excès, du puits récepteur de boue, dans le bassin collecteur de boue, ou commence le processus de la déshydratation des boues. Cette pompe est dirigée par le réglage de niveau.

* *Données techniques :*

- Diamètre : 18 m
- Volume : 840 m³
- Surface de clarificateur : 210 m²
- Vitesse de montée
 - Débit normal 0.41 m/h
 - Débit de pointe 0.79 m/h



Figure IV.5 : Photo du flocculateur clarificateur

Remarque : Tous les 3 mois environ, il faut vider entièrement le flocculateur clarificateur, le nettoyer et contrôler les installations intérieures

f) Bassin de mélange de neutralisation et d'égalisation N° 2

Dans ce bassin, les deux courants des eaux usées (sanitaires et industrielle) sont réunis et mélangés.

La neutralisation, se faisant au même niveau que le bassin de mélange et d'égalisation (2) placé en amont, sert au réglage final de la valeur de pH, avant que les eaux usées entrent dans la biologie, on a comme but de garder les eaux dans un domaine inerte comme à la suite de l'aération oxygène dans la biologie. Le gaz carbonique libre s'échappe en partie, on peut observer, lors d'une entrée neutre de $\text{pH} = 7$, après la biologie, une montée dans le domaine basique d'environ $\text{pH} = 8$. La détermination de valeur de pH théorique est donc fixée à $\text{pH} = 6,5 - 7$.

Les micro-organismes de la biologie sont sensibles aux acides et aux lessives. La valeur de pH ne devrait donc que très peu différer de 7. Cette valeur de pH est enregistrée dans le centre de commande par un appareil enregistreur. Ceci sert à prouver la valeur de pH des eaux usées entrant dans la biologie. Un mesurage de valeur de pH est installé dans le bassin de neutralisation (2) et mesure continuellement la valeur de pH.

Si la valeur de pH diffère de la valeur théorique fixée.

- a) -Pompe de dosage de lait de chaux entre en jeu.
- b) -Pompe de dosage d'acide sulfurique entre en jeu.

Si la valeur de pH théorique est atteinte, les débits des pompes de dosage toujours en marche reviennent vers un débit nul par un servomoteur de levage.

Du bassin de neutralisation (2) l'eau s'écoule en chute libre dans le bassin activant de la biologie.



Figure IV.6 : Photo du bassin de mélange et de neutralisation et d'égalisation N°2

* *Données techniques :*

- Dimension : 10 m x 4 m
- Volume : 150 m³
- Temps de séjour
 - Avec débit normal 1h 30 min
 - Avec débit de pointe 47 min

g) Bassin de traitement biologique

Le traitement biologique est un traitement complet avec une réduction DBO de 90% avec en même temps une « charge libre » cette charge se rapporte à l'offre DBO proportionnellement à la masse des boues activées dans la biologie.

Lors de procédé d'épuration par boues activées les eaux usées traitées et prés clarifiés chimiquement sont aérés et mélangées de façon intense avec les boues de recyclage dans le bassin de boues activées. Les flocons de boue flottant (biozones) enlèvent aux eaux usées les

matières polluantes organiques et se déposent dans les bassins de post clarification. Les boues floconneuses formées de façon biologique, développent de nombreux petits organismes, surtout des bactéries c'est pourquoi on les nomme de boues activées.

Pour cette réduction des matières polluantes, les bactéries biozones ont besoin d'oxygène qui leur est continuellement donné par air comprimé avec les souffleries, à l'aide d'un système de bougies d'aération réparties sur tout le bassin. Le nettoyage biologique a comme base un apport d'oxygène. Si l'oxygène fait défaut ou si dans le bassin un minimum de 1 mg/l d'O₂ n'est pas atteint ce nettoyage est considérablement amoindrie par le mesurage d'oxygène, la teneur en oxygène est constamment surveillée et enregistrée sur un appareil d'enregistreur dans le centre de commande.

Si la concentration minimum n'est pas atteinte, un signal acoustique retentit et un clignotant se déclenche dans le centre de commande.



Figure IV.7 : Photo du bassin biologique (bassin d'aération)

**Données techniques :* - Dimensions : 40 m x 8,4 m

- Volume : 100 m³.

- Densité de volume :

- Densité de volume $521/1000 = 0,521$ Kg DBO₅/m³/Volume d'aération et par jour

- Densité de boue : Quantité de boue dans le bassin d'aération 5 Kg de matière sèche par m³ de volume du bassin de boue.

$0,52/5 = 0,10$ Kg DBO₅/Kg de matière sèche et par jour complet peu chargé.

L'offre en matières nutritives pour le traitement biologique des eaux usées industrielles, spécialement dans la fabrication textile, est unilatérale. C'est pour cette raison que les cultures de

bactéries manquent souvent de matières nutritives importantes. Pour compenser le manque de matières nutritives, l'installation est munie d'une station de dosage de sels nutritifs, qui selon besoin dose de l'azote (N) et du phosphore (P). La dose est fixée d'après la formule suivante et dépend de l'entrée DBO et de la teneur en « N » et en « P » des eaux usées :

$$\text{DBO} : \text{N} : \text{P} = 100 : 5 : 1.$$

N : est dosé comme urée ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$); P : est dosé comme acide phosphorique (H_3PO_4).

h) Bassin de clarification finale (1) et (2) :

Pour le procédé de clarification finale on utilise la loi de la pesanteur selon laquelle des matières plus lourdes que l'eau, dans ce cas les flocons de boue tombent vers là-bas. Ce processus mécanique a lieu dans 2 bassins de clarification circulaires. Dans les quels mélange de boue activée, l'eau coule en chute libre centralement par le bas, le mélange s'écoule dans la zone de clarification, ou la boue se dépose au fond et ou l'eau clarifiée s'écoule par un bord déversoir à dentelures. La boue déposée est transportée par une lame racleur tournante dans la rigole collectrice de boue circulaire qui est reliée à la station de pompage de boue. La boue surnageant (flottante) est transportée avec un racleur fixé au pont racleur dans un puits collecteur de boue qui est reliée à la station de pompage de boue. La boue ne doit pas rester longtemps dans le bassin de clarification finale parce que à la suite de processus microbiologique, il se forme de petites bulles d'azote qui favorisant la montée des boues. Les flocons de boue de l'installation de boue activée sont relativement légers et ont tendance à flotter, c'est-à-dire que leur poids spécifique n'est que légèrement supérieur à celui de l'eau. La vitesse de sédimentation ne peut pas être mesurée de façon précise au laboratoire, c'est-à-dire que des observations dans le tube de décantation ne permettant pas de tirer des conséquences au sujet du comportement de sédimentation qui dépend de l'agglutinant des flocons.



Figure IV.8 : Photo du bassin de clarification finale

** Données techniques :*

02 Bassins de clarification circulaires :

- Diamètre : 18 m/unité
- Volume : 540 m³.
- Surface de clarification chacun 250 m².

- Recyclage des boues

Les boues sédimentées dans les bassins de clarification finale s'écoulent en chute libre vers la station de pompage de boue par les 2 pompes. Les boues de recyclage sont ramenées dans l'entrée du bassin de boue activée. L'une de ces pompes est toujours en position de marche continue tandis que la deuxième est prévue comme pompe de réserve. La quantité de boue de recyclage est déterminée par le débit des pompes de chacune 100 m³/h. Les boues en excès sont transportées par les pompes dans le bassin collecteur de boue (Dimensions : 6 m x 3,5 m, Volume : 35 m³). L'une des pompes est marche, tandis que l'autre est en réserve.

Le traitement biologique est effectué avec une haute concentration en boue. Les boues en excès ne doivent être éliminées que si la quantité de boue prévue est atteinte. Le niveau de l'eau clarifiée dans les bassins de clarification finale détermine le volume de boue, plus le lit de boue activée dans les clarifications finale se laisse déplacer vers le haut sans que des particules de boue s'écoulent par le bord déversoir avec l'eau clarifiée, plus la clarification finale est effective. Ce niveau est déterminé de façon très simple au moyen d'un voyant lorsque ce point a été déterminé par des essais préliminaires. Le volume de boue mesuré dans l'entonnoir IMHOFF est désormais la mesure pour la quantité de boue en excès à régler.



Figure IV.9 : Photo de la station de recyclage de boues

Remarque

L'une des pompes à boue de recyclage est aussi toujours en marche, tandis que l'autre se trouve toujours à la disposition en réserve. Ces pompes sont mises « en/hors marche » par des indicateurs de temps en dépendance au volume de boue déterminé.

De ce fait, la quantité de boue à éliminer est transportée automatiquement, à un rythme choisi à l'avance dans le bassin collecteur de boue.

i) Bassin de post chloration

Les eaux usées industrielles et sanitaires, traitées jusque-là chimiquement, biologiquement et mécaniquement et nettoyées de toutes matières polluantes sont soumises, pour des raisons hygiéniques, à une post chloration, avant leur entrée dans le cours d'eau récepteur « l'oued Tafna ». Dans ce but, on ajoute à l'eau clarifiée s'écoulant en chute libre hors du bassin de clarification finale, de l'eau inoculée avec du chlore (Cl_2). Là tout est mélangé à l'aide d'un agitateur.

Avant son entrée dans le cours d'eau récepteur, l'eau traverse la chicane prévue dans le bassin de post chloration, dans le but d'être mélangée encore une fois. Ici le chlore a une fonction microbicide sur les bactéries se trouvant encore dans l'eau claire. Dans la station de chlore, la teneur résiduelle en chlore est automatiquement surveillée et réglée. A la fin de l'installation se trouve le mesurage du débit total. Ce mesurage inductif indique dans le centre de commande, le débit momentané et enregistre la quantité totale des eaux traitées.



Figure IV.10 : Photo du bassin de post chloration

**** Données techniques :***

Bassin de post chloration

Dimensions : 10 m x 4 m, Volume : 121 m³

Temps de séjour : - Débit normal : 1h 12 min

- Quantité maximale ajustable : 9 g/m³

Installation de chlore sous vide avec 4 bouteilles en service.

IV.4.2.2. Filière traitement des boues

a) Épaississeur de boue

Il est peu rentable de transporter sur une déponiez des boues ayant une telle grande teneur en eau, sans tenir compte des dommages inévitables sur les sols de la déponiez. Pour cette raison on a prévu dans la station d'épuration, un traitement poursuivi des boues ; d'abord un épaissement statique par un mécanisme de raclage tournant dans un épaisseur.

Avec le procédé de traitement décrit sous les eaux usées industrielles et traitement commun des eaux usées sanitaires et industrielles. Il faut prévoir par jour environ 100 m³ de boues avec une teneur en matières consistantes environ 1,6 %.



Figure IV.11 : Photo de l'épaississeur des boues

**** Données techniques :***

- Diamètre 12 m
- Surface 113 m²
- Capacité 590 m³

Alimentation journalière en boues fraîches. Le pré clarificateur avec 2 % de matières solides.

b) Presse tamiseuse :

Les boues épaissies sont déshydratées mécaniquement dans une presse tamiseuse. Ce dispositif a été choisi, parce que comparé aux filtres sous vide, il produit des boues avec une

teneur finale en matières consistantes plus élevées et aussi, parce que face à des filtres presse, il est moins coûteux.

Sur la presse tamiseuse les boues sont déshydratées mécaniquement jusqu'à une densité de matières solides de 25 % par conséquent la production de boues solides par jour s'élevé à 6,4 m³.



Figure IV.12 : Photo de la presse tamiseuse

A la sortie de la presse tamiseuse, on a des boues avec une teneur en matière consistantes de 25 %. De ce fait la quantité supposée par jour s'élevé à environ 6,4 m³ qui peuvent être collectés dans un container et ôtés.

Chapitre V

Matériel et méthodes

Chapitre V**Matériel et méthodes****V.1. Introduction**

Dans toute station d'épuration des eaux usées il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute et de l'eau traitée afin d'évaluer les performances de la STEP en matière d'élimination de la pollution de l'eau. Pour notre cas d'étude de la STEP du complexe textile de Sebou, les analyses ont été faites au laboratoire de cette STEP. Le but de ces dernières est de faire un contrôle de la qualité des eaux épurées à différentes étapes du processus de la station en vue d'un meilleur respect des normes de rejet.

Les paramètres analysés sont : la température, le pH, la demande biochimique en oxygène (DBO_5), la demande chimique en oxygène (DCO), la sédimentation (au niveau de la sortie du flocculateur et au niveau de l'entrée du bassin biologique), l'alcalinité, le titre hydrométrique ou dureté de l'eau (TH) et les matières organiques (MO) basiques. Ces paramètres ont été effectués au sein même du laboratoire du complexe textile de Sebou (Figure V.1).



Figure V.1 : Photo du laboratoire du complexe textile de Sebou

Les méthodes analytiques et le matériel nécessaire à leurs applications sont exposés dans ce qui suit :

V.2. Prélèvement et échantillonnage

Pour que les analyses soient fiables il faut que l'eau soit prélevée de manière convenable et représentative de l'échantillon pour ne pas fausser les résultats. Les échantillons analysés au niveau de la STEP de Sebdoou ont été prélevés au niveau de l'entrée du bassin d'égalisation (1) tandis qu'à la sortie, les échantillons ont été prélevés après la clarification finale. Les prélèvements ont été effectués quotidiennement une fois par jours à 8 h du matin sur une période d'environ 90 jours ayant du 17/01/2016 jusqu'au 18/04/2016.

V.3. Matériels et méthodes d'analyses

V.3.1. Température

La température est un paramètre physique de l'eau. Elle dépend largement de la source d'eau brute. La plupart des réactions chimiques vitales sont ralenties voire arrêtées par un abaissement important de température. Au contraire, des augmentations de température peuvent avoir pour effet de tuer certaines espèces, mais également de favoriser le développement d'autres espèces.

La mesure de la température a été effectuée à l'aide d'un thermomètre qui a été plongé dans l'échantillon, la lecture est faite après la stabilisation du thermomètre [21].

V.3.2. pH

Le pH est une des caractéristiques fondamentales de l'eau. Il donne une indication de l'acidité d'une substance. Il est déterminé à partir de la quantité d'ions d'hydrogène hydronium (H^+) ou d'ions hydroxyde (OH^-) contenus dans la substance. La valeur du pH est à prendre en considération lors de la majorité des opérations d'épuration de l'eau, surtout lorsque celles-ci font appel à une réaction chimique et aussi quand certains procédés nécessitent d'être réalisés avec un pH.

❖ Principe

Le principe consiste à introduire un morceau de papier de l'appareil dans l'échantillon et comparer sa nouvelle couleur avec ceux des couleurs existantes dans l'appareil montrant la valeur du pH.



Figure V.2 : Papier pH

V.3.3. Demande chimique de l'oxygène (DCO)

La DCO est la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation par voie chimique des matières organiques et minérales. Elle est aussi définie comme une expression de la quantité d'oxygène dissoute nécessaire pour oxyder par voie chimique, sans intervention d'êtres vivants, toutes les substances oxydables [24].

❖ Mode opératoire :

- Prendre 25 ml d'échantillon d'eau à analyser.
- Compléter à 100 ml avec de l'eau distillée.
- Ajouter 05 ml d'acide sulfurique (N/3).
- Porter à l'ébullition.
- Ajouter 15 ml de KMnO_4 (0.01N) et laisser bouillir pendant 10 minutes,
- Ajouter 15 ml d'acide oxalique (0.01N) pour la décoloration ;
- Titrer avec de KMnO_4 (0.01N) jusqu'au virage d'une couleur rose persistante (un faible instant)

Remarque : La consommation de titrage doit se situer entre 03 et 10 ml de solution de KMnO_4 (0.01N)

- Si elle est supérieure, on recommence le dosage en partant d'un volume plus petit
- Si non, si elle est inférieure, on prend un volume plus grand.

Calcul : 1 ml de KMnO_4 (0.01N) = 0.316 mg de KMnO_4

$$\text{mg KMnO}_4/\text{l} = [((15+a)*F)-15]*0.316*1000 /b] = a * 316/b$$

Où : a : volume de 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.

V.3.4. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La DBO est la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes aérobies de l'eau pour oxyder les matières organiques, dissoutes ou en suspension dans l'eau. Il s'agit donc d'une consommation potentielle de l'oxygène par voie biologique. Ce paramètre constitue un bon indicateur de la teneur en matières organiques biodégradables d'une eau (toute matière organique biodégradable polluante va entraîner une consommation d'O₂) au cours des procédés d'autoépuration. La DBO est mesurée au bout de 5 jours (DBO₅), à 20°C (température favorable à l'activité des micro-organismes consommateurs d'O₂) et à l'obscurité (afin d'éviter toute photosynthèse parasite) [25].

a) Principe

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.

b) Mode opératoire :

- Prendre 432 ml d'échantillon d'eau à analyser.
- Ajouter un comprimé de NaOH
- Fermer le flacon et laisser pendant 5 jours dans l'appareil de DBO
- Lire le résultat en mg/l



Figure V.3 : Photo d'un flacon à DBO



Figure V.4 : Photo du DBO mètre.

V.3.5. Alcalinité

A l'inverse de l'acidité, l'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement à la présence d'hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes. D'autres sels d'acides faibles peuvent aussi être dosés et interfèrent dans la mesure : acide humique, phosphates, citrates, tartrates... La silice ionique peut aussi interférer notamment lorsque le pH est supérieur à 8,5.

On distingue comme pour la mesure de l'acidité, deux titres qui sont le titre alcalimétrique ou titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC). L'unité utilisée est le degré français ($1^{\circ}f = 10 \text{ mg.L}^{-1}$ de $\text{CaCO}_3 = 0,2$ milliequivalent. L^{-1}). On trouve parfois des ouvrages qui mentionnent l'alcalinité exprimée en mg.L^{-1} de CaO.

Le TA et le TAC étant mesurés successivement sur un même échantillon, les deux méthodes de dosage seront présentées en même temps.

a) 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 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 : $\text{TA} (^{\circ}\text{F}) = \text{V} (\text{HCl}) * 5$

b) 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.

V.3.6. Titre hydrotimétrique (la dureté)

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau est une grandeur reliée à la somme des concentrations en cations métalliques, à l'exception de ceux des métaux alcalins (Na^+ , K^+)

Dans la plupart des cas, la dureté est surtout due aux ions calcium Ca^{2+} et magnésium Mg^{2+} (ions alcalino-terreux).

❖ Mode opératoire :

Le dispositif utilisé pour déterminer la dureté est présenté sur la figure V.5 ci-dessous :

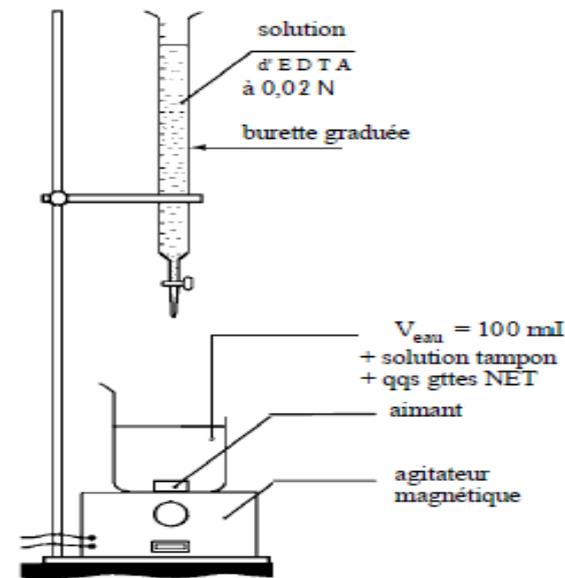


Figure V.5 : Dispositif pour la détermination de la dureté totale [26].

Protocole expérimental :

- Prendre 100 ml d'eau à analyser,
- Ajouter 0.5 ml de solution tampon pH=10 et quelques gouttes de N.E.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.

Expression des résultats : $TH (^{\circ}F) = V (E.D.T.A)$

Chapitre VI
Résultats et discussions

Chapitre VI

Résultats et discussions

VI.1. Introduction

Afin d'évaluer les performances de la station d'épuration du complexe textile de Sebdu (DENITEXT) en matière d'abattement de la pollution de l'eau, une série de mesure sur les paramètres de pollution de l'eau ont été effectués respectivement à l'entrée (eau brute) et à la sortie (eau traitée) de cette STEP. Le travail expérimental a été réalisé sur une période d'environ 90 jours allant du 17/01/2016 jusqu'au 18/04/2016.

VI.2. Performances de la station d'épuration

Les paramètres ayant fait l'objet d'analyses sont : la température, le pH, la demande biochimique en oxygène (DBO_5), la demande chimique en oxygène (DCO), la sédimentation (au niveau de la sortie du flocculateur et au niveau de l'entrée du bassin biologique), l'alcalinité, le titre hydrométrique ou dureté de l'eau et les matières organiques (MO) basiques.

VI.2.1. La température

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

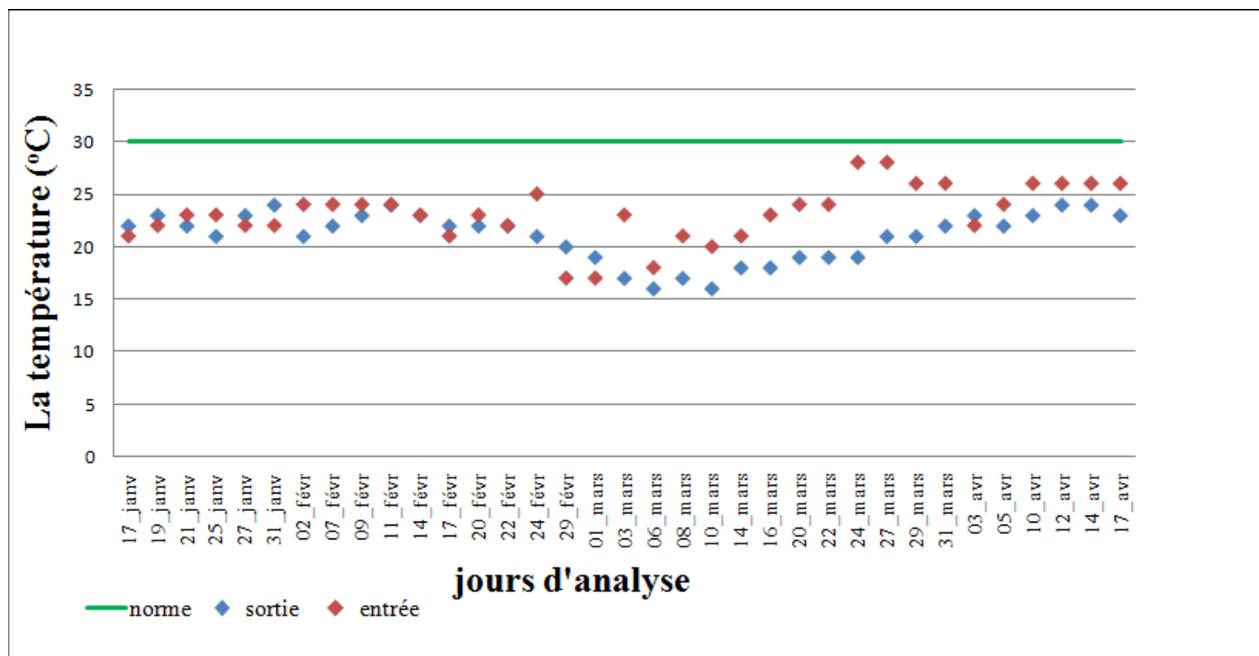


Figure VI.1 : Variation journalière de la température de l'eau (Entrée et sortie de la STEP)

D'après les résultats obtenus dans la figure VI.1, on remarque que la température de l'eau varie entre 17°C et 28°C à l'entrée de la STEP avec une moyenne de 23,11°C tandis qu'à la sortie elle oscille entre 16°C et 24°C avec une moyenne de 21,03°C. On constate que les valeurs

de la température de l'eau à la sortie de la STEP ne dépassent pas la norme autorisée 30°C. La température de l'eau joue un rôle très important en ce qui concerne l'accroissement des vitesses des réactions chimiques et biochimiques et sur l'activité bactérienne d'où elle influe beaucoup sur l'efficacité du procédé de traitement.

VI.2.2. Potentiel hydrogène (pH)

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

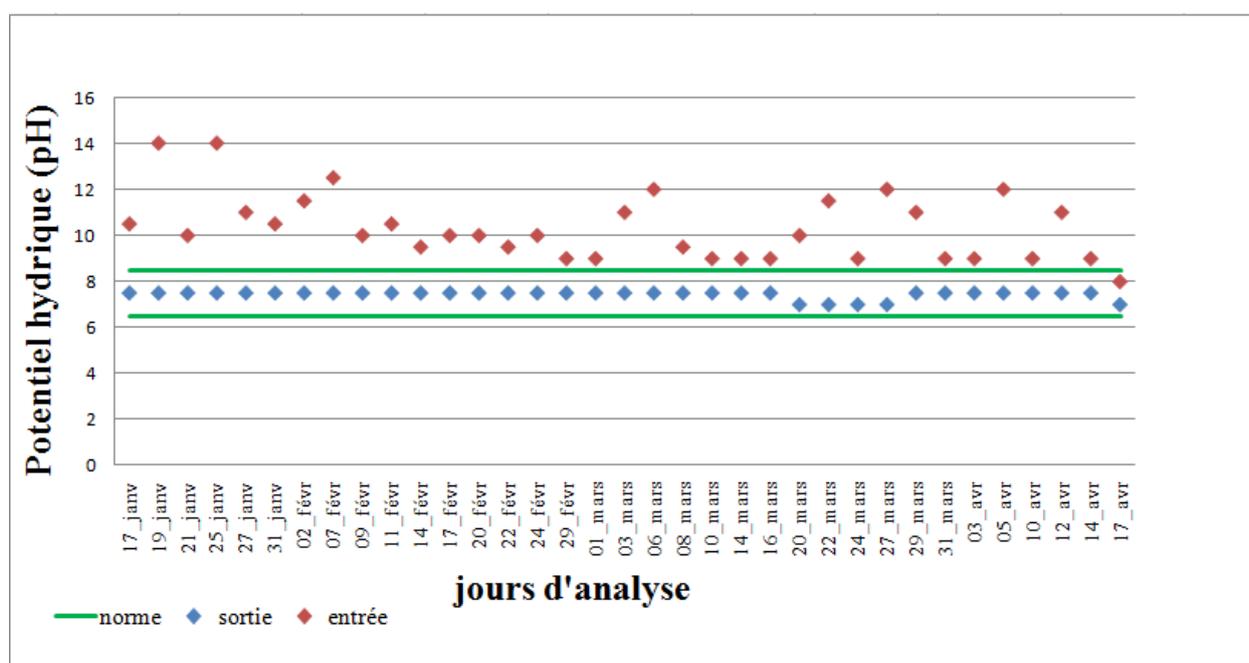


Figure VI.2 : Variation journalière du pH de l'eau (Entrée et sortie STEP)

En examinant les résultats obtenus (figure VI.2), on remarque que les valeurs du pH de l'eau traitée qui varient entre 7 et 7,5 avec une moyenne de 7,43 sont inférieures à celles de l'eau brute qui varie entre 8 et 14 avec une valeur moyenne de 10,33. Les valeurs du pH à la sortie sont très proches de la neutralité et elles sont relativement constantes et ne dépassent pas la norme autorisée pour les rejets industriels (6.5 à 8.5).

VI.2.3. La demande chimique en oxygène (DCO)

La figure VI.3 donne la variation de la DCO de l'eau brute et traitée de la STEP.

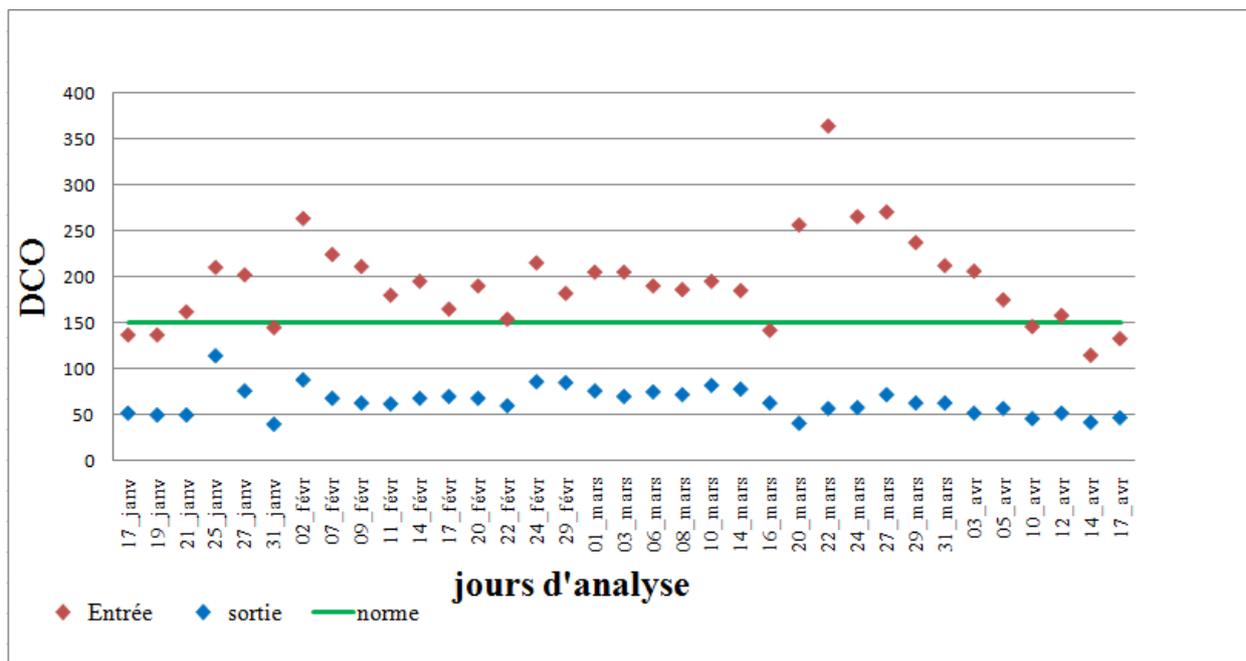


Figure VI.3 : Variation journalière la demande chimique en oxygène (DCO) de l'eau (entrée et sortie STEP)

La DCO permet d'apprécier la concentration en matière organique ou minérale, dissoute ou en suspension dans l'eau au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leurs oxydations chimiques totales. Les résultats obtenus (figure VI.3) montrent qu'à l'entrée de la STEP, les valeurs de la DCO varient entre 115 mg/l et 363 mg/l avec une moyenne 194.74 mg/l due à une instabilité de la qualité chimique des eaux brutes. En revanche à la sortie de la STEP, les valeurs de la DCO varient entre 41 mg/l et 114 mg/l avec une moyenne de 64.74 mg/l. Cette dernière valeur reste conforme à la norme algérienne de rejet donc une grande concentration a été éliminé car il y'a une dégradation importante de la charge polluante.

VI.2.4. Demande biologique en oxygène (DBO₅)

La figure VI.4 suivante représente la variation de la DBO₅ de l'eau traitée de la STEP.

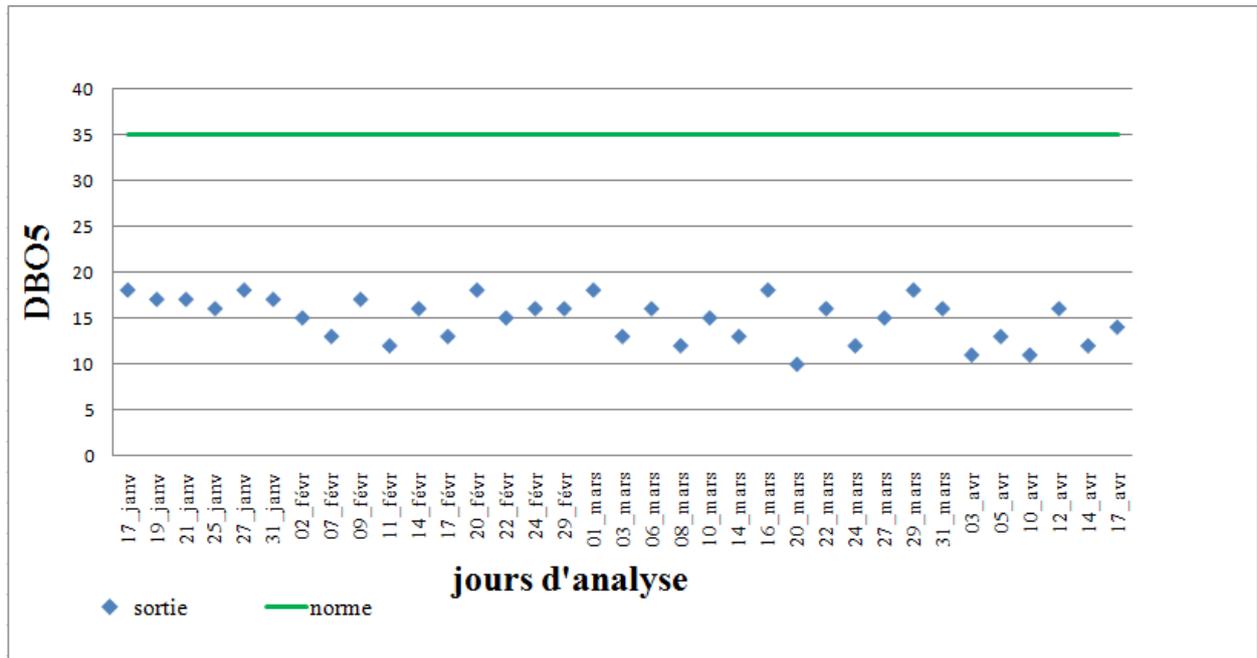


Figure VI.4 : Variation journalière la demande biologique en oxygène (DBO₅) de l'eau à la sortie de la STEP (eau épurée)

D'après la figure VI.4, les valeurs de la DBO₅ à la sortie de la STEP varient de 10 mg/l à 18 mg/l avec une moyenne de 14.94 mg/l. Cette valeur reste au-dessous de la norme des effluents liquides (35 mg/l) grâce à la bonne aération dans le bassin biologique.

VI.2.5. Sédimentation

L'analyse de la sédimentation a pour but de savoir la quantité de la boue décantée au niveau des bassins (floculateur et bassin biologique) afin d'évacuer la boue en excès pour ne pas perturber le bon fonctionnement des compartiments de la station d'épuration par son évacuation vers l'épaississement.

Pour élaborer cette analyse, on met les échantillons d'eau dans les éprouvettes et on attend environ 30 min pour lire les résultats en ml/l grâce aux graduations.

a) Sédimentation au niveau de la sortie du floculateur

La figure VI.5 représente la variation de la sédimentation de l'eau de la STEP à la sortie du floculateur.

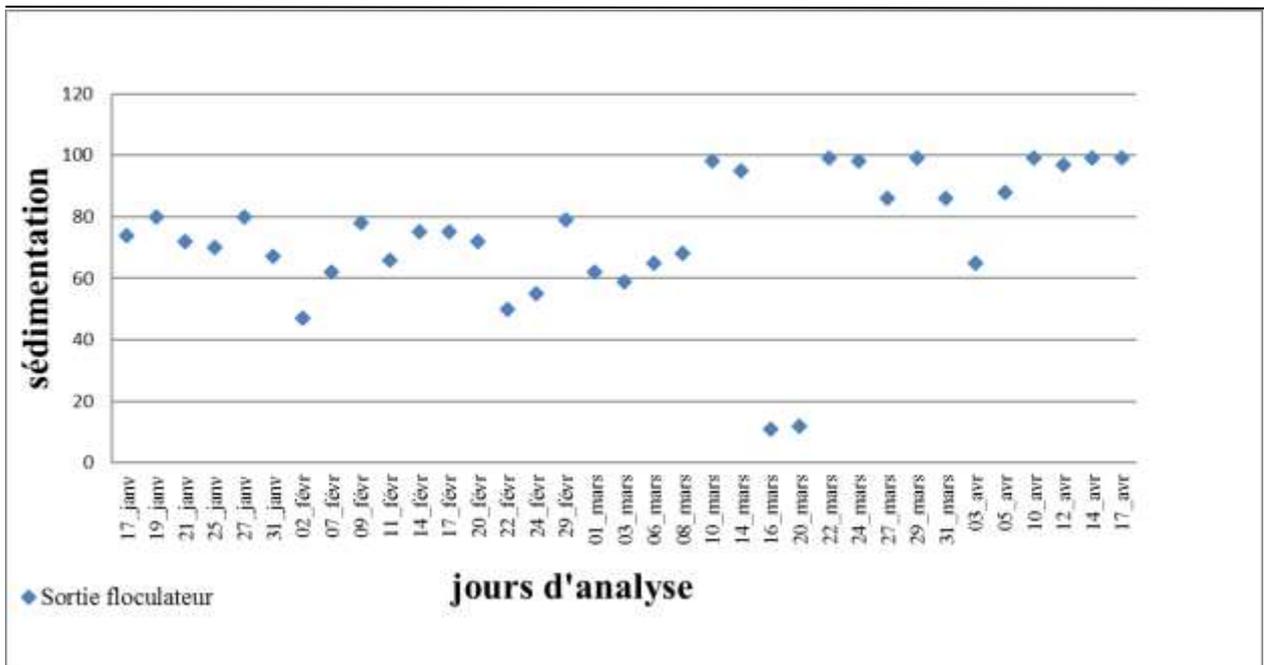


Figure VI.5 : Variation journalière la sédimentation a la sortie du flocculateur de la STEP

On remarque que les résultats varient entre 47 % et 80 % durant la période de 17 janvier 2016 au 08 mars 2016 et elles augment jusqu'à 99 % et 98 % aux jours de 10 au 14 mars successivement. Une diminution est observée durant les jours du 16 au 20 mars (11 % à 12 %) en raison de la vidange du flocculateur. Du 24 mars au 17 avril, on observe que le niveau de la boue augmente jusqu'à 99 % et reste à ce niveau et on ne peut pas faire la vidange car l'épaississement est plein.

b) Sédimentation au niveau de l'entrée du bassin biologique

La figure VI.6 représente la variation de la sédimentation de l'eau à l'entrée du bassin biologique de la STEP.

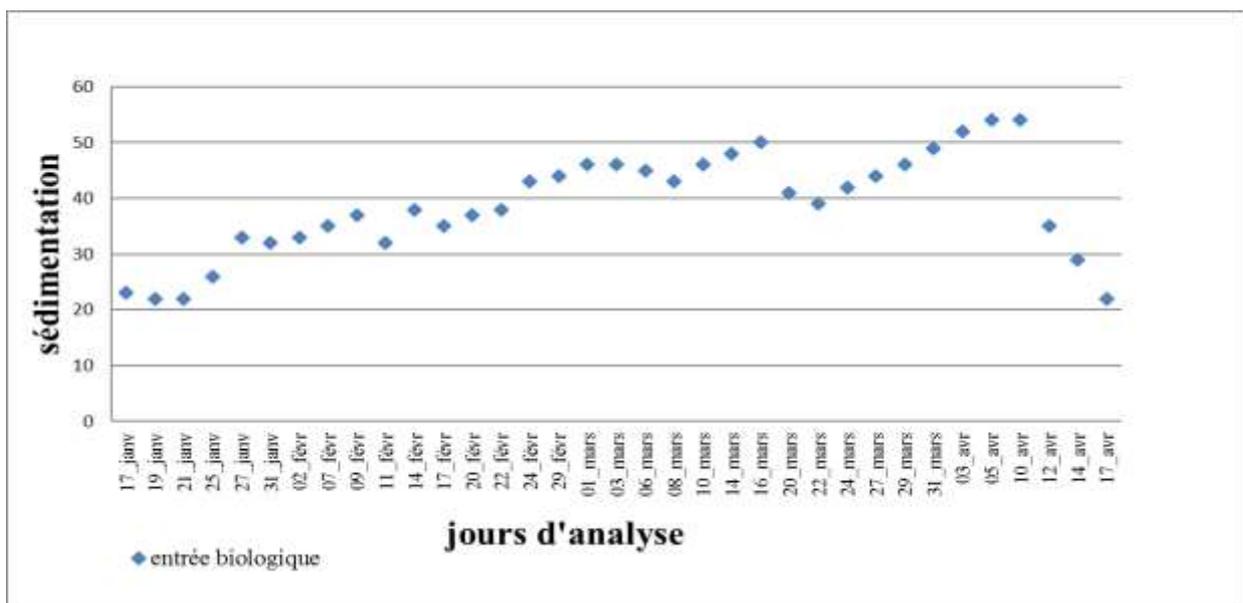


Figure VI.6 : Variation journalière de la sédimentation de la boue à l'entrée du bassin biologique de la STEP

Selon la figure IV.6, on remarque une large variation de la sédimentation de la boue à l'entrée du bassin biologique. Elle oscille entre 22 % et 54 % durant la période du 17 janvier 2016 au 10 avril 2016 ce qui signifie qu'on a un bon fonctionnement du flocculateur. Au jour du 12 avril 2016, une vidange du bassin a été faite pour garder environ 30 % de la boue dans ce bassin.

VI.2.6. Alcalinité

La figure VI.7 donne la variation de l'alcalinité de l'eau épurée de la STEP.

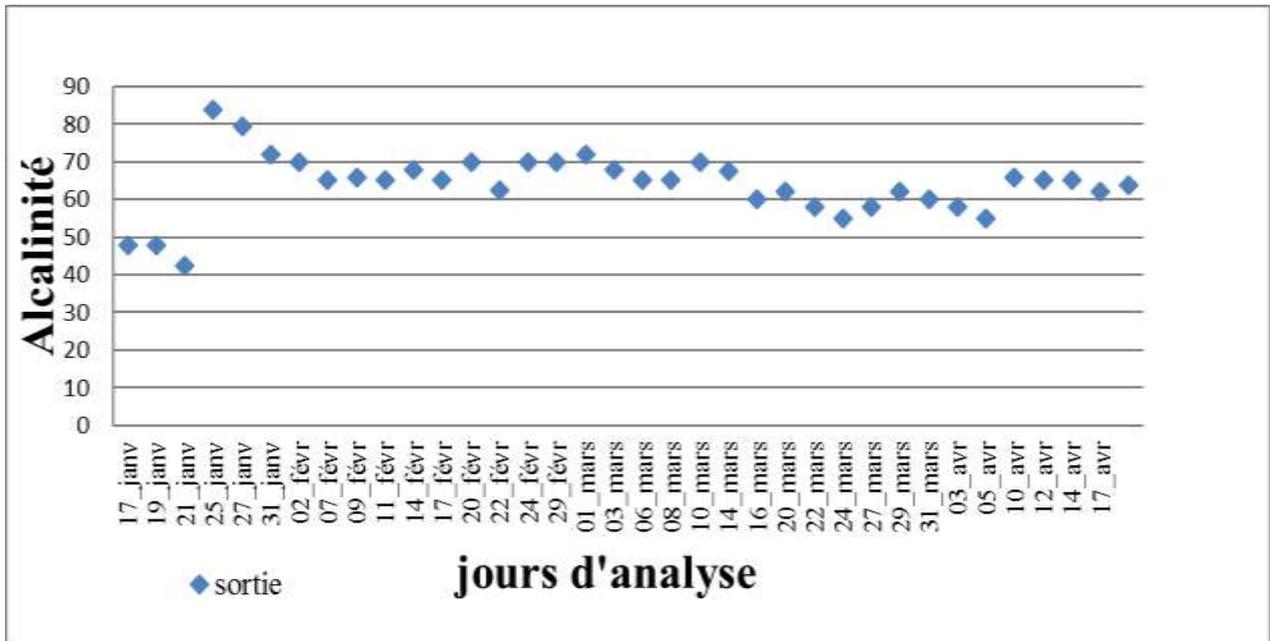


Figure VI.7 : Variation journalière de l'alcalinité de l'eau à la sortie de la STEP

L'alcalinité résulte le plus généralement à la présence d'hydrogencarbonates, carbonates et hydroxydes. On remarque que les valeurs de l'alcalinité mesurées durant notre période d'étude varient entre 42,5^oF et 84^oF avec une valeur moyenne de 63,97 ^oF.

VI.2.7. Titre Hydrométrique (la dureté)

La figure VI.8 représente la variation de la dureté de l'eau épurée à la sortie de la STEP.

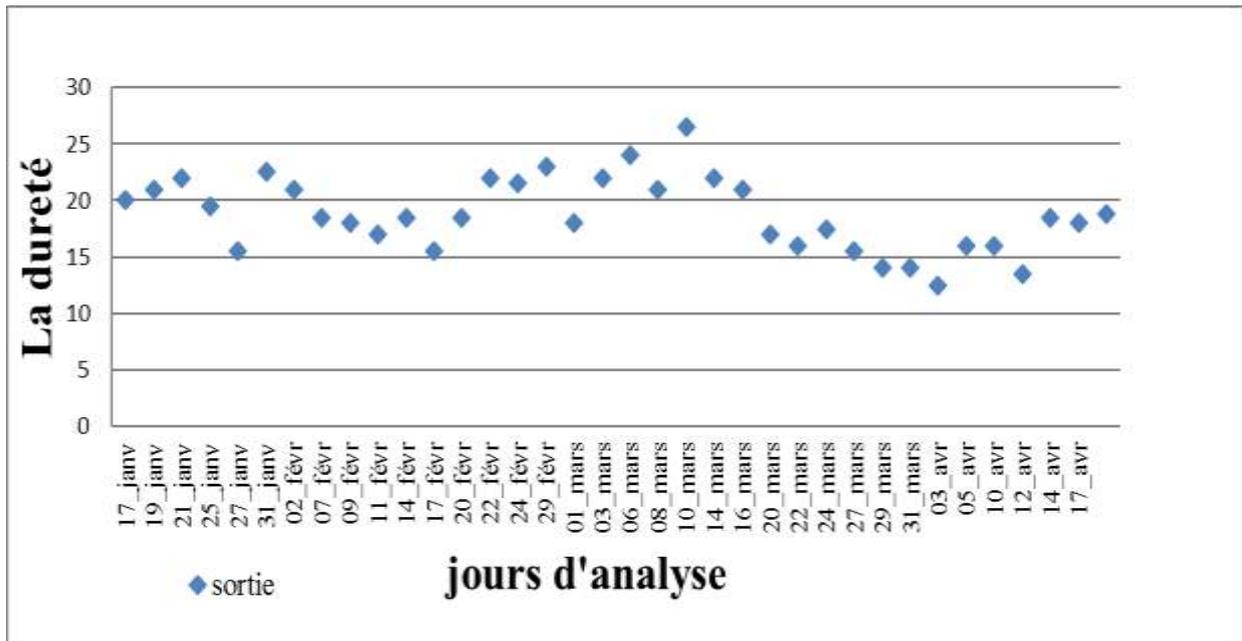


Figure VI.8 : Variation journalière la dureté de l'eau à la sortie de la STEP

La dureté de l'eau épurée varie d'une valeur minimale de 12,5 °F et à valeur maximale de 26,5°F avec une moyenne de 18,77 °F.

VI.2.8. Matières organiques (MO) basiques

La figure VI.9 donne la variation des matières organiques basiques de l'eau de la STEP

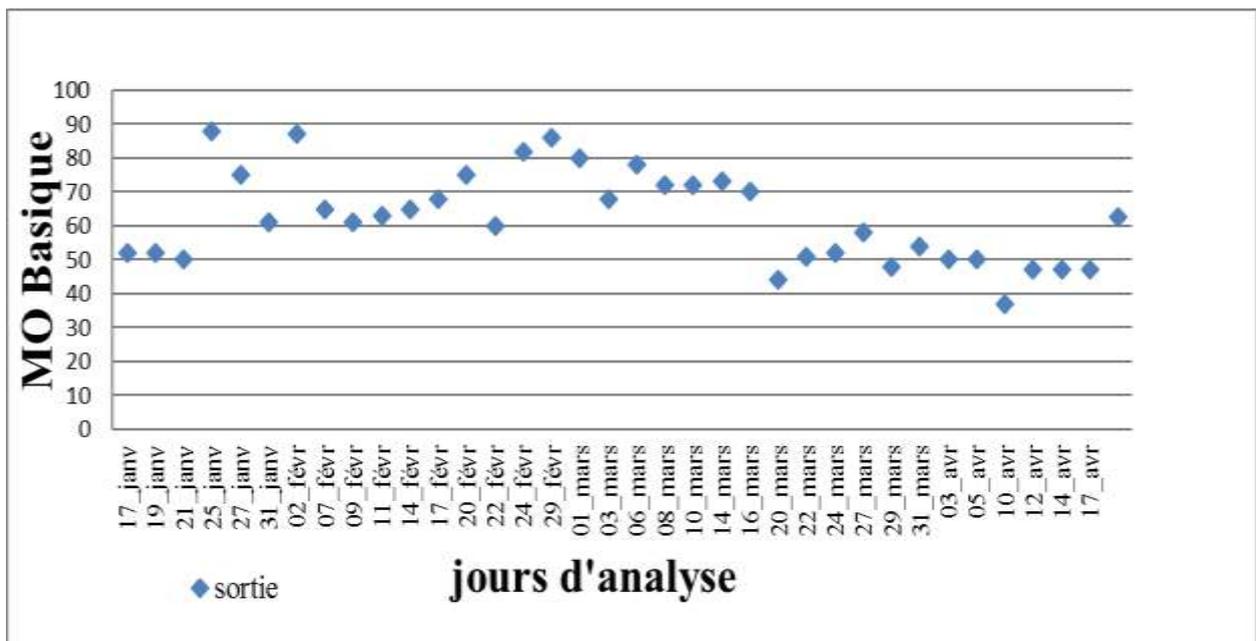


Figure VI.9 : Variation journalière de la matière organique basique à la sortie de la STEP

Les valeurs des matières organiques basiques varient entre 37 et 88 et une moyenne de 62,51.

VI.3. Conclusion

Le suivi des paramètres de pollution effectués sur les eaux usées épurées du complexe textile de Sebdou a montré des variations importantes de certains paramètres. En revanche, d'autres présentent que de faibles fluctuations. La valeur moyenne de la température des eaux usées est de l'ordre de 23,11°C avec une moyenne de 21,03°C à la sortie. Les valeurs du pH de l'eau épurée sont comprises entre 7 et 7,5 avec une moyenne de 7,43. La DBO₅, ses valeurs sont comprises entre 10 et 18 mg/l dans les eaux traitées. Les valeurs de la DCO qui ne sont pas élevées (entre 41 et 114 mg/l) à la sortie de la STEP montrent l'efficacité de cette dernière en matière de dépollution de l'eau en conformité avec les normes de rejet Algérienne.

Conclusion

Générale

Conclusion générale

Les colorants, plus particulièrement de l'industrie textile, sont des sources dramatiques de pollution, d'eutrophisation et de perturbation non esthétique dans la vie aquatique et par conséquent présente un danger potentiel de bioaccumulation qui peut affecter les espèces animales et végétales y compris l'homme par transport à travers la chaîne alimentaire. Il est devenu, alors impératif de réduire voire éliminer ces colorants des effluents liquides par des voies de traitement biologique ou physico-chimique.

Cette épuration met en jeu, d'une part, des mécanismes de sédimentation des matières décanales, et d'autre part, l'activité biologique des micro-organismes.

Le travail réalisé au cours de cette étude a pour objectif d'étudier les performances épuratoires d'une station d'épuration des eaux usées de l'industrie textile, en l'occurrence la STEP de Sebdou à travers une série d'analyses effectuées sur les paramètres de pollution de l'eau à l'entrée et à la sortie de cette STEP.

L'ensemble des analyses effectuées, nous ont permis de faire les constatations suivantes :

- Les paramètres pH et température sont jugés dans les normes ;
- La demande chimique en oxygène (DCO), paramètre indicateur de pollution, diminue de façon flagrante entre les eaux usées brutes (où on enregistre les valeurs les plus élevées qui varient entre 115 mg/l et 363 mg/l) et les eaux usées traitées (où on enregistre les valeurs les plus faibles comprises entre 41 mg/l et 114 mg/l) ;
- La DBO₅ variable de 10 mg/l à 18 mg/l dans l'eau épurée reste dans les normes ;
- L'alcalinité résulte le plus généralement à la présence d'hydrogencarbonates, carbonates et hydroxydes. Elle varie entre 42,5⁰F et 84⁰F ;
- La dureté de l'eau à la sortie de la STEP enregistre une moyenne de 18,77⁰F.

D'après les paramètres analysés des eaux épurées de la STEP du complexe textile de Sebdou, il convient de signaler qu'ils sont tous conformes aux normes de rejet et d'après les résultats obtenus nous confirmons le bon fonctionnement de cette station d'épuration, qui contribuera sans aucun doute à préserver le milieu récepteur (Oued Tafna) de la pollution générée par cette usine.

Bibliographie

Bibliographie

- [1] **Nait Merzoug Nesrine;2014** ; Application des tiges de dattes dans l'adsorption de polluants organiques ; Mémoire de Magister ; Université Mohamed Cherif Massaadia de Souk-ahras; 72p ;
- [2] **A.Boulal, M.Bouachema; 2014**; étude cinétique de la dégradation d'un colorant par oxydation; Mémoire fin d'études de master; Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, Faculté de Chimie, Département de génie chimique; 60p.
- [3] Directive Européenne du 21 mai 1991(91/271/CEE) relative au traitement des eaux urbaines résiduaires.
- [4] **J-R.vailant ; 1974** ; Perfectionnement et nouveautés pour des eaux résiduaires, eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles, Edition Eyrolles, 2863 p.
- [5] **A. MIZI; 2006** ; Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de BEJAIA et valorisation des déchets oléicoles ; Thèse de doctorat ; Université de Badji Mokhtar Annaba.
- [6] **A.Boukredimi ; M.Berrahal; 2014**; Suivi des analyses des eaux sanitaires de complexe gp2/z ; mémoire de Master ; Université des Sciences et de la Technologie d'Oran; 75 p
- [7] **S.Bouafia;2010**; dégradation des colorants textiles par procédés d'oxydation avancée basée sur la réaction de fenton ; Thèse de doctorat; Université Saad Dahleb de Blida; 160p
- [8] **Boeglin J.C; 1997**; Analyse des eaux résiduaires, Pollution industrielle de l'eau caractérisation, classification, mesure, technique de l'ingénieur, traite du génie industriel ; p1210-1
- [9] **Elodie ZAWLOTZKI GUIVARCH; 2004** ; Traitement des polluants organiques en milieux aqueux par procédé électrochimique d'oxydation avancée "Electro-Fenton". Application à la minéralisation des colorants synthétiques. ; Thèse de doctorat; Université de Marne-La-Vallée France, septembre; 234 p
- [10] **S.M.Fentous; A.Belhadj; 2014**; Etude des interactions colorant tensioactif : application à la dépollution; Mémoire de master; Université des sciences et de la technologie d'Oran; 51p
- [11] **W.Lemlikchi;2012**; élimination de la pollution des eaux industrielles par différents procédés d'oxydation et de co-précipitation; Thèse de doctorat; Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou; 172p
- [12] **S.Hammami; 2008**;Etude de dégradation des colorants de textile par les procédés d'oxydation avancée. Application a la dépollution des rejets industriels; Université de Marne la Vallée –France; 175p
- [13] **Manahan S.E; 1994**; Lewis publishing; 6^eedition; Atlanta;GA; USA.

-
- [14] **Willmott N.J., J.T. Gutherie et G. Nelson; 1998**; The biotechnology approach to colour removal from textile effluent; J. Soc. Dyers Colour; 114, 38-41
- [15] **Pagga U. et D. Brown; 1986**; The degradation of dyestuffs part II: behaviour of dyestuffs in aerobic biodegradation tests; Chemosphere; 15; 479-491
- [16] Servais P ; octobre 1999 ; La matière organique dans les milieux naturels. Presse de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées français, p 49.
- [17] **Ganesh R; 1992**; Thèse de doctorat; Chimie; Virginia Polytechnic Institute and State University; Blacksburg, VA, USA; 193 p.
- [18] **Brown M.A et S.C. Devito; 1993**; Predicting azo dye toxicity; Crit. Rev. Environ. Sci. Technol. 12, 405-414
- [19] Décret exécutif n°06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427, correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels. Journal officiel de la république Algérienne n° 26.
- [20] **R. SALGHI**; Différents filières de traitement des eaux, Ecole Nationale des Sciences Appliquées d'Agadir, Université Ibn Zohr Maroc, 22p
- [21] **Emilain koller ; juin 2009** ; Traitement des pollutions industrielles ; Edition dunod; deuxième édition; 570p
- [22] **XU Y., LANGFORD C H; 2000**; J. Photochem. Photobiol. A: Chem. 133, p67-71.
- [23] **WABAG ;1979** ; Documentation constructeur de la station, laissée par l'essissence étrange Allemagne.
- [24] **Inoussa ZONGO ; mars 2009**; étude expérimentale et théorique du procédé d'électrocoagulation : application au traitement de deux effluents textiles et d'un effluent simulé de tannerie ; thèse de doctorat ; université de Nancy ; 224 p.
- [25] **C.Derradji ; février 2012**; traitement des eaux usées industrielles: dégradation des colorants azoïques par un procédé intégré couplant un procédé d'oxydation avancée et un traitement biologique. ; Thèse de Doctorat ; université ferhat abbas sétif ; 187 p.
- [26] Site web : www.nicole.cortial.net

Annexes

Annexe 1

Processus de Traitement des Eaux d'alimentation du Complexe Textile De Sebdo

Le complexe textile de SEBDOU est alimenté principalement par le forage deDERMAM. Cette eau subit un traitement spécial pour l'utiliser dans les différentes phases de production du tissu. Ces opérations de traitement sont :

A- La déminéralisation partielle

Pour le traitement des eaux de chaudière.

- La quantité des eaux d'alimentation des eaux des chaudières de vapeur a une très grande importance.
- En cas d'un dérangement de l'installation de production de vapeur se représente sur tout le processus de production.
- Les exigences pour les eaux d'alimentation des chaudières sont déterminées principalement par des éléments de dureté : Calcium, Magnésium, Sels Facilement solubles et des gaz dissous.

Note:

Une alimentation en eau dure mène donc inévitablement à des arrêts de production.

b- Adoucissement

Dans le complexe textile les eaux doivent être limpides incolores et sans matières en suspension en plus il faut éliminer avant l'utilisation des eaux les formes de dureté.

Annexe 2

Description des stations de dosage des produits chimiques

1) Station de dosage de lait de chaux

Dans cette station le lait de chaux est préparé et selon besoin dosé dans les bassins de neutralisation (1) et (2) par les pompes de dosage. Dans le silo de chaux stocke de l'hydrate de calcium $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Le silo à un volume utile de 49m^3 . Pour l'injection d'hydrate de calcium, il est muni d'air comprimé qui s'échappe par un filtre de désaération du silo avec moteur d'époussetage. Dans le centre commande, le remplissage est indiqué par les sodes de niveau « silo vide » ou « silo plein ». Le réglage du niveau est variable.

Pour le dosage de chaux, du lait de chaux à 5% est préparé automatiquement dans un réservoir de dissolution par les impulsions de commande de l'indicateur de temps de l'eau de dissolution est amenée dans le réservoir par la soupape magnétique en même temps, l'écluse à roue circulaire de déclanche et transporte par une vis sans fin l'hydrate de calcium dans le bassin de dissolution. L'agitateur est mis à la main en marche continue, il mélange l'eau et l'hydrate de calcium en une solution de lait de chaux de 5% et empêche une sédimentation de la suspension.

Avant que l'écluse à roue circulaire soit mise en marche, de l'air comprimé est insufflée dans le silo par soupape magnétique pour éviter un blocage et pour ramollir les hydrates de calcium dans l'entonnoir.

Cette soupape magnétique reçoit l'impulsion de commande de l'indication du temps. L'air parvenu dans le silo par ce procédé s'échappe par le filtre de désaération du silo.

Lors de chaque processus de dissolution le filtre de désaération du silo est mis en marche par l'indicateur de temps et automatiquement épousseté.

Le réglage de niveau du bassin de dissolution aux fonctions de commande suivantes, décrites de bas en haut :

- 1-Protection contre la marche à sec pompes de dosage « hors de marche » / agitateur « hors de marche ».
- 2- Déclanchement du programme de dissolution.
- 3-Faire du programme de dissolution.

Les fonctions de commande énumérées à la fin sont déclanchées par les indicateurs du temps. De réglage du niveau est primaire pour éviter en tout les cas un débordement du réservoir de dissolution. Si les pointes de commandes « marche à sec » est atteint ce la signifie que le processus automatique de dissolution n'a pas commencé pour des raisons dérangements. Dans le centre on entend un signal acoustique et l'information « réservoir de dissolution de lait de chaux vide » apparaît. Dans ce cas, le processus de dissolution est fait manuellement, c'est-à-dire, que

toutes les commandes automatiques sont construites de telle sorte que tout le processus de dissolution peut être actionné à la main.

Les pompes de dosage sont mises en position de marche contenue. Les servomoteurs des pompes de dosage sont mis en marche par les circuits de réglage de la valeur de pH des bassins de neutralisation (1) et (2). La pompe de dosage est une pompe de réservoir peut être mise en marche par un commutateur sélectif à la place des pompes. Dans ce cas, les armateurs d'arrêt à refoulement prévu sont à régler de telle sorte que la chemine choisi soit libre. Si une

Pompe de dosage est mise hors service, il faut la rincer à avec la chasse d'eau prévue pour ôter toute trace de chaux.

-Données techniques :

Silo réservoir :

- Diamètre : 3,1m x environ 11m
- Volume : 49m³

Réservoir de dissolution :

- Diamètre : 1,6m x environ 1,3m
- Volume : 2000 litre (2m³).

2) Station de dosage pour H₂SO₄ à 96%

Dans cette station, l'acide sulfurique est stocké dilué et dosé. Le réservoir de stockage avec une capacité de 20 m³ contient de H₂SO₄ à 96%. Le réservoir est en acier.

H₂SO₄ à 96% = 1,84g/cm³ = 66°Bé.

Remarque :

L'acier est résistant à H₂SO₄ à 96%, les dilutions les plus petites de l'acide sulfurique concentré provoquent la destruction du réservoir. Un filtre respirateur qui absorbe l'humidité pénétrante étant obligatoire.

Le remplissage se fait à l'aide d'un raccord à l'extérieur de bâtiment pour produits chimique et par l'armateur d'arrêt au moyen d'une pompe ou d'air comprimé avant de dosage l'acide sulfurique est dilué en une solution de 10%.

H₂SO₄ à 10% = 1,066g/cm³ = 9°Bé.

La dilution se fait dans le réservoir de dissolution. Ici, on remplit 2700 litre d'eau de dilution et en suite 300 litre d'acide jusqu'à la limite supérieur de l'indicateur de niveau à l'aide de la pompe de transvase d'acide sulfurique et pendant que l'agitateur est en marche.

L'alimentation en eau de dilution et la mise en marche de la pompe d'acide sulfurique se fait à la main et sur place. Lors du procédé de dilution, il faut toujours emplir en premier lieu de dilution dans le bassin de dissolution et en suite seulement H₂SO₄ concentré a 96%. L'ordre

inverse a comme conséquence la destruction irréversible du réservoir imprégné de caoutchouc (ébonite).

A cause de la chaleur de réaction produit lors de la dilution de l'acide sulfurique environ 140°C, un tuyau en téflon parfois a été installé dans le réservoir de dissolution pour garantir, à l'entrée, un mélange égal avec l'eau d'environnement.

Lors de dissolution de l'acide, les mesures de sécurité nécessaire sont à respecter.

Les contacte de niveau du réservoir de stockage protégeant la pompe de transvase d'acide sulfurique entre la marche en sec.

Le réglage de niveau du réservoir de dissolution aux fonctions de commandes suivantes, décrites de bas en haut :

- 1-Protection contre la marche des pompes de dosage.
- 2-Signal « remplir de l'eau de dissolution + de l'acide».
- 3-« agitateur hors de marche ».

Les pompes de dosage sont mises en position de marche continue par servomoteur, pour un refoulement réglable des pompes de dosage sont commandées par les circuits de réglage de la valeur de pH des installations de neutralisation (1) et (2). La pompe de dosage est une pompe de réserve ; elle est mise en marche par un interrupteur sélecteur à la place de la deuxième pompe. Dans ce cas, les armateurs manuelles sont à régler du coté refoulement de telle sorte que le chemine choisi soit libre.

3) Station de dosage pour le chlorure ferrique FeCl_3 à 40%

Cette station de dosasse se compose d'un réservoir de stockage de 20m³ pour le stockage d'une solution de chlorure ferrique (FeCl_3) à 40% de 3 pompes le dosage réglable avec chacune débit de 0-120 l/h et des deux stations de dissolution. La solution de chlorurer ferrique à 40% est transportée par les pompes de dosage directement à partir du réservoir de stockage vers les endroits de dosage (bassin de mélange rapide entrée de la biologie).La dissolution est réalisée dans la conduite de pression, ou la quantité d'eau désirée et ajoutée cette quantité est contrôlable par un indicateur de passage.

Le débit des pompes de dosage est réglé à la main avec le régleur de proportionnelle. La proportionnalité dépend de la quantité de passage mesurée au débitmètre inductif, champ de mesure 0-160 m³/h.

Le dosage est lié, lors d'un fonctionnellement automatique, au démarrage des pompes immerisibles ($Q= 119\text{m}^3/\text{h}$, $H=4.5\text{m}$ de colonne d'eau) du bassin de mélange et d'égalisation 1.

Si un dosage de FeCl_3 est nécessaire avant la biologie, ce circuit de réglages pour le dosage y est aussi relié.

Le réglage de la proportionnalité signifie :

La quantité de dosage dépend des résultats de floculation pendant le traitement chimique. La base de départ théorique est l'emploi 480 ml/m³ de FeCL³ à 40%.

Les raisons de dosage peuvent être :

1-La nécessité d'éliminer du phosphate.

2-Alourdissement de boues flottantes ou des boues gonflées, causant meilleure formation de flocons et de meilleures caractéristiques de sédimentations dans le bassin de clarification final.

Dans ce cas, un dosage de FeCL³ d'environ 10 à 15 mg/l est nécessaire.

- Une solution FeCL₃ à 40% a une densité de 1,44g/cm³.

- Une solution FeCL₃ à 20% a une densité de 1,19g/cm³.

-Données techniques :

Un réservoir de stockage : - Diamètre : 2m x 6,8m

- Volume : 20m³.

2 régulateurs à air comprimé.

3 pompes de dosage (1 avec servomoteur pour un refoulement réglable 0-120 L/h).

1 indicateur de niveau.

1 électrode à barre de niveau.

2 débitrices, champ de mesure de 50-500 L/h

2 robinets à membrane (soupape d'arrêt, soupape de tuyau de décharge).

3 robinets à membrane (soupape d'arrêt).

9 robinets à membrane (5 soupapes de réglage, 2 soupapes d'arrêt, 2 soupapes d'arrêt à boulet).

5 soupapes de sûreté (2 soupapes de teneur de la pression, 3 soupapes de trop-plein).

2 soupapes de réglage (soupape d'arrêt d'eau de dissolution).

2 soupapes magnétiques (soupape électro-aimant, fermée sans courant).

2 soupapes d'aération (robinet à bille).

4) Station de dosage pour sel nutritif

Le procédé de traitement biologique pour les eaux usées industrielles pose parfois des problèmes, parce que les matières nutritives organiques pour les bactéries sont trop unilatérales. Dans le cas présent, la quantité en eaux usées fécales, facilement décomposables biologiques est trop petite en rapport avec les eaux usées industrielles. C'est pour ça, le manque de matières nutritives est composé par l'addition de sels nutritifs.

La station de dosage de sels nutritifs est munie de réservoir de dissolution.

1-Solution d'urée (NH₂)₂CO environ 10%.

2- Acide phosphorique H_3PO_4 environ 10 à 75%.

Ces solutions sont transportées par des pompes de dosage vers l'entrée dans la biologie.

-Données techniques :

2 réservoirs de dissolution :

- Diamètre : 1,6m x 1,75m
- Volume : 3000 Litre ($3m^3$).

2 régulateurs à air comprimé (1 pour d'urée, 1 pour d'acide phosphorique).

2 agitateurs (1000 Tr/mn).

2 sondes de niveau (électrode à barre de niveau pour de 2 points de contact).

2 robinets à membrane (soupape de tuyau de décharge).

12 robinets à membrane (6 soupapes d'arrêt, 6 soupapes de réglage).

3 pompes de dosage (pour refoulement réglable à main de 0-300 litre/h).

5 soupapes de trop plein (2 soupapes de tenue de la pression).

2 soupapes de réglage (soupape d'arrêt d'eau de dissolution).

2 soupapes d'aération (robinet à bille).

5) Station de dosage du chlore

Le but de station de chlore est surtout de déterminer l'eau traitée qui s'écoule. A la sortie du bassin de post chloration l'eau est continuellement transportée vers l'appareille de mesurage de poux, par la pompe de prise d'eau de mesure (pompe de prise d'eau de mesure, $Q= 1 m^3/h$, $H= 25m$ en colonne d'eau). Cet appareil de mesurage, mesure la teneur en chlore libre et transmet la valeur de mesurage à l'installation de réglage (amplification et indicateur). Cette dernière, règle la quantité de dosage choisie en proportion avec le débit des eaux usées.

Annexe 3**Résultats des analyses effectuées durant la période du 17 janvier à 18 avril 2016**

Date		Entrée neutralisation .1		Sortie floculateur	Entrée mélange égalisateur	Sortie clarification finale			
Jour	Heur	PH	T °C	SED %	DCO mg/l	DBO ₅ mg/l	DCO mg/l	PH	T °C
17_janv	8h	10,5	21	74	137	18	52	7,5	22
19_janv	8h	14	22	80	137	17	50	7,5	23
21_janv	8h	10	23	72	162	17	50	7,5	22
25_janv	8h	14	23	70	210	16	114	7,5	21
27_janv	8h	11	22	80	202	18	76	7,5	23
31_janv	8h	10,5	22	67	145	17	40	7,5	24
02_févr	8h	11,5	24	47	263	15	88	7,5	21
07_févr	8h	12,5	24	62	224	13	68	7,5	22
09_févr	8h	10	24	78	211	17	63	7,5	23
11_févr	8h	10,5	24	66	180	12	62	7,5	24
14_févr	8h	9,5	23	75	195	16	68	7,5	23
17_févr	8h	10	21	75	165	13	70	7,5	22
20_févr	8h	10	23	72	190	18	68	7,5	22
22_févr	8h	9,5	22	50	154	15	60	7,5	22
24_févr	8h	10	25	55	215	16	86	7,5	21
29_févr	8h	9	17	79	182	16	85	7,5	20
01_mars	8h	9	17	62	205	18	76	7,5	19
03_mars	8h	11	23	59	205	13	70	7,5	17
06_mars	8h	12	18	65	190	16	75	7,5	16
08_mars	8h	9,5	21	68	186	12	72	7,5	17
10_mars	8h	9	20	98	195	15	82	7,5	16
14_mars	8h	9	21	95	185	13	78	7,5	18
16_mars	8h	9	23	11	142	18	63	7,5	18
20_mars	8h	10	24	12	256	10	41	7	19
22_mars	8h	11,5	24	99	363	16	57	7	19
24_mars	8h	9	28	98	265	12	58	7	19
27_mars	8h	12	28	86	270	15	72	7	21
29_mars	8h	11	26	99	237	18	63	7,5	21
31_mars	8h	9	26	86	212	16	63	7,5	22
03_avr	8h	9	22	65	206	11	52	7,5	23
05_avr	8h	12	24	88	175	13	57	7,5	22
10_avr	8h	9	26	99	146	11	46	7,5	23
12_avr	8h	11	26	97	158	16	52	7,5	24
14_avr	8h	9	26	99	115	12	42	7,5	24
17_avr	8h	8	26	99	133	14	47	7	23

Annexe 4

Décret exécutif n°06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427, correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels. Journal officiel de la république Algérienne n° 26.

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 26		23 avril 2006
DECRETS		
<p>Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.</p> <p>Le Chef du Gouvernement, Sur le rapport du ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement, Vu la Constitution, notamment ses articles 85-4° et 125 (alinéa 2) ; Vu la loi n° 90-08 du 7 avril 1990, complétée, relative à la commune ; Vu la loi n° 90-09 du 7 avril 1990, complétée, relative à la wilaya ; Vu la loi n° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ; Vu la loi n° 04-04 du 5 Joumada El Oula 1425 correspondant au 23 juin 2004 relative à la normalisation ; Vu la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005 relative aux hydrocarbures ; Vu le décret présidentiel n° 04-136 du 29 Safar 1425 correspondant au 19 avril 2004 portant nomination du Chef du Gouvernement ; Vu le décret présidentiel n° 05-161 du 22 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 1er mai 2005 portant nomination des membres du Gouvernement ; Vu le décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels ;</p> <p style="text-align: center;">Décède :</p> <p>Article 1er. — En application des dispositions de l'article 10 de la loi n° 03-10 du 19 juillet 2003, susvisée, le présent décret a pour objet de définir les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.</p> <p style="text-align: center;">SECTION 1 DES DISPOSITIONS PRELIMINAIRES</p> <p>Art. 2. — Au sens du présent décret on entend par rejet d'effluents liquides industriels tout déversement, écoulement, jet et dépôt d'un liquide direct ou indirect qui provient d'une activité industrielle.</p> <p>Art. 3. — Les valeurs limites de rejets d'effluents liquides industriels sont celles fixées en annexe du présent décret.</p> <p>Toutefois, en attendant la mise à niveau des installations industrielles anciennes dans un délai de cinq (5) ans, les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels prennent en charge l'ancienneté des installations industrielles en déterminant une tolérance pour les rejets d'effluents liquides industriels émanant de ces installations. Ces valeurs sont fixées et annexées au présent décret.</p> <p>Pour les installations pétrolières, le délai est de sept (7) ans conformément aux dispositions législatives en vigueur, et notamment celles de la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005, susvisée.</p>		
<p>En outre et en raison des particularités propres technologies utilisées, des tolérances particulières valeurs limites sont également accordées selon catégories industrielles concernées. Ces tolérances annexées au présent décret.</p> <p style="text-align: center;">SECTION 2 DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES RELATIVES AUX REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS</p> <p>Art. 4. — Toutes les installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent être conçues et exploitées de manière à ce que leurs rejets d'effluents liquides industriels ne dépassent pas à la sortie de l'installation les valeurs limites des rejets définies en annexe du présent décret et doivent être dotées d'un dispositif de traitement approprié de manière à limiter la charge de pollution rejetée.</p> <p>Art. 5. — Les installations de traitement doivent être conçues, exploitées et entretenues de manière à réduire au minimum les durées d'indisponibilité pendant lesquelles elles ne peuvent assurer pleinement leur fonction.</p> <p>Si une indisponibilité est susceptible de conduire à un dépassement des valeurs limites imposées, l'exploitant doit prendre les dispositions nécessaires pour réduire la pollution émise en réduisant ou en arrêtant, si besoin, les activités concernées.</p> <p style="text-align: center;">SECTION 3 DU CONTROLE DES REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS</p> <p>Art. 6. — Au titre de l'autocontrôle et de l'autosurveillance les exploitants d'installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent tenir un registre où sont consignés la date et les résultats des analyses qu'ils effectuent selon des modalités fixées par arrêté du ministre chargé de l'environnement et, le cas échéant, du ministre chargé du secteur concerné.</p> <p>Les mesures sont effectuées sous la responsabilité de l'exploitant et à ses frais dans les conditions fixées par la réglementation en vigueur.</p> <p>Art. 7. — Les résultats des analyses doivent être mis à la disposition des services de contrôle habilités.</p> <p>Art. 8. — Les services habilités en la matière effectuent des contrôles périodiques et ou inopinés de caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des rejets d'effluents liquides industriels visant à s'assurer de leur conformité aux valeurs limites fixées en annexe du présent décret.</p> <p>Art. 9. — Le contrôle des rejets comporte un examen des lieux, des mesures et analyses opérées sur place et de prélèvements d'échantillons aux fins d'analyses.</p> <p>Art. 10. — L'exploitant de l'installation concernée est tenu d'expliquer, commenter ou fonder tout dépassement éventuellement constaté et fournir les actions correctives mises en œuvre ou envisagées.</p>		

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 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 ₅		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	Mercuré 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

DBO₅ : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours

DCO : Demande chimique en oxygène

MES : Matière en suspension.

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 ₅	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 ₅	mg/l	350	400
DCO	"	850	1000
MES	"	400	500
Chrome total	"	3	4

PH : Potentiel d'hydrogène
 DBO₅ : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours
 DCO : Demande chimique en oxygène
 MES : Matière en suspension