

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

جامعة أبي بكر بلقايد- تلمسان -

Université Aboubakr Belkaïd- Tlemcen -

Faculté de TECHNOLOGIE



## **MEMOIRE**

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : Hydraulique

Spécialité : Technologies de Traitement des Eaux

Par : **M<sup>lle</sup> IKHLEF RACHIDA**  
**M<sup>lle</sup> GHERRAS HOURIA**

Sujet

# **Amélioration de la qualité de l'eau rejetée de la soitex de sebdou**

Soutenu publiquement, le 11 Juin 2017

Devant le jury composé de :

**M<sup>r</sup> BOUMEDIENE MAAMAR**  
**M<sup>r</sup> CHIBOUB FELLAH.ABDELGHANI**  
**M<sup>r</sup> BENADDA LOTFI**  
**M<sup>me</sup> BABA HAMED KAMILA**  
**M<sup>me</sup> MAROK IMENE**

**Président**  
**Directeur de mémoire**  
**Co-Directeur de mémoire**  
**Examinatrice 1**  
**Examinatrice 2**

Année Universitaire : 2016-2017

# Remerciements

*Toute d'abord, nous remercions le Dieu, notre créateur de nous avoir donné la force, la volonté et le courage afin d'accomplir ce travail.*

*Nous tenant compte à exprimer nos remerciements les plus vifs à notre encadreur Mr. CHIBOUB FELAH .Abdelghani « Professeur au Département d'Hydraulique » qui a su nous guider et nous aider par ses conseils du début à la fin de ce travail avec beaucoup de tact et de gentillesse et par sa grande connaissance dans le domaine et son expérience, pour son encouragement continue, ses conseils, son soutien et ses idées intéressantes.*

*Nous tenons à remercier notre co-encadreur Mr Benadda Lotfi de tous ces conseils et surtout au Spich.*

*Nous souhaitons aussi à remercier les respectables membres du jury pour bien vouloir nous accorder de leur temps précieux pour commenter , discuter et juger notre travail.*

*On remercie Mr. BOUMEDIEN Maamar président de soutenance, BABA HAMED Kamela et MAROK Imene d'avoir accepté d'examiner notre travail*

*Nous voudrions ensuite remercier tous les responsables et agents de laboratoire de « traitement et d'épuration des eaux » au niveau de la faculté. Qui nous 'ont beaucoup aidé aux cours des expériences.*

*Finalement, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

# Dédicaces

*Tout d'abord je remercie ALLAH qui m'a donné la force, le courage et la patience pour réaliser ce modeste travail.*

*J'adresse mes remerciements par un grand respect et gratitude à mes très chers parents, qui sont la lumière de ma vie, qui ont tant souffert et sacrifiés.*

*Pour que je sois heureuse, pour leurs conseils, leur affection et leurs encouragements.*

*Et je le dédie à mes chères sœurs IKRAM, HASNA et mes chers frères MOHAMMED et SALIM .S et à ma copine RACHIDA.*

*Houzia*

*D'un cœur plein d'affection et de tendresse je dédie ce modeste travail.*

*A mes parents qui me représentent l'exemple de sacrifice et qui ont fait de moi ce que je suis devenu et qui m'ont toujours encouragé et aidé à surmonter les difficultés en me donnant le plus précieux soutien tout le long de mes études.*

*A mes très chers frères et sœurs ;*

*A mes chers amis chacune par son nom ;*

*Mes camarades de promo d'hydraulique Option : Technologie et Traitement des Eaux (TTE) 2016-2017*

*A toute ma famille ;*

*Rachida*

# *Tables des matières*

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Table des matières	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
<b>Introduction générale</b> .....	<b>1</b>

## **Chapitre I : Généralité sur l'eau**

I-1-Introduction.....	3
I-2-Définition de l'eau.....	3
I-3-L'origine des eaux usées.....	3
I-3-1-Les eaux usées domestiques.....	3
I-3-2-Les eaux pluviales.....	3
I-3-3-Les eaux usées industrielles.....	4
I-4-Différent types de polluants .....	4
I-4-1-La pollution physique.....	4
I-4-2-La pollution chimique.....	4
I-4-3-La pollution microbiologique.....	4

I-5-Les paramètres de mesure de la pollution.....	6
I-5-1-Les paramètres physiques.....	6
I-5-2-Les paramètres chimiques.....	6
I-5-3-Les paramètres microbiologiques.....	7
I-6-Conclusion.....	7

## **Chapitre II : Les eaux usées de l'industrie textile**

I-1- Introduction.....	8
I-2- Les colorants textiles.....	8
I-2-1-Classification.....	9
I-2-1-1- Classification chimiques.....	9
I-3-Impacts des rejets de l'industrie textile sur l'environnement.....	11
I-4- Présentation et description du complexe textile de sebdou.....	11
I-4-1- Situation géographique.....	12
I-4-2- Principe de fonctionnement de STEP du complexe.....	12
a-Arrivée des eaux usées industrielles et sanitaires.....	12
b-Dégrillage-dessablage.....	13
c-Bassin de mélange et égalisation N 1.....	13
d-Bassin de mélange rapide et de neutralisation (traitement physico-chimique).....	14
e-Floculateur-clarificateur (séparation de boues et eau claires).....	14
f-Bassin de mélange de neutralisation et dégradation N 2.....	15
g-Bassin de traitement biologique.....	16
h-Bassin de clarifications finales 1 et 2.....	16
i-Bassin de post chloration.....	17

## **Chapitre III : processus de coagulation-floculation en traitement des eaux**

I-1- Introduction.....	19
I-2- Les particules mises en jeux : colloïdes.....	19
I-2-1-Les particules colloïdales.....	19
I-2-2- Les types de colloïdes.....	19
I-2-2-1- Les colloïdes hydrophiles .....	20
I-2-2-2- Les colloïdes hydrophobes.....	20
I-2-3- Structure des colloïdes.....	20
I-3- Coagulation.....	21
I-3-1- Le principe de phénomène.....	21
I-3-2- Les modes de déstabilisation des particules colloïdales.....	21
I-3-2-1- Compression du double couche.....	22
I-3-2-2- Adsorption et neutralisation des charges.....	22
I-3-2-3- Emprisonnement des particules dans un précipité.....	22
I-3-2-4- Adsorption et potage entre les particules.....	23
I-3-3-Les coagulants utilisés.....	24
I-3-4-Les facteurs influençant la coagulation.....	24
I-4-Floculation.....	25
I-4-1- Le principe de floculation.....	25
I-4-3- Les flocculant utilisée.....	26
I-5-Conclusion.....	26

## Chapitre IV : Matériels et méthodes

I-1-Introduction.....	27
I-2-Objectif du travail.....	27
I-3-Description des banes d'essais et les appareillages de mesure.....	27
1) Description d'appareil du « Jar-Test ».....	27
2) Détermination de la turbidité.....	28
a-Principe.....	28
b-Mode opératoire.....	28
3) Détermination du potentiel d'hydrogène.....	29
a-Principe.....	30
b- Mode opératoire.....	30
4) Verreries.....	31
5) D'autres matériaux.....	32
I-4-Les réactifs utilisés.....	32
1) Les réactifs coagulants.....	32
2) Les réactifs floculants.....	33
a-Préparation de la solution polyamide.....	33
b-Préparation de la solution kaolin.....	
c-Préparation de la solution bentonite.....	34
3) Autres produits chimiques.....	34

## Chapitre V : Résultats expérimentaux et interprétation

I.1. Introduction.....	35
I.2.Détermination de la dose optimale de sulfate d'alumine au cours de la coagulation-floculation.....	35
I.3.Optimisation du mode opératoire .....	38
1) Vitesse rapide pour la coagulation .....	38

2) Le temps de décantation pour la coagulation.....	39
3) Le temps de décantation pour la coagulation.....	40
I.4. Détermination de la dose optimale de flocculant polyamide avec le sulfate d'alumine ....	42
I.5. Optimisation du temps de floculation.....	45
1) Vitesse d'agitation lente pour la floculation.....	45
2) Temps de décantation après floculation .....	47
I.6. Influence du pH sur la turbidité pendant la phase de coagulation-floculation.....	48
1) Influence du pH (partie acide) sur la coagulation.....	49
2) Influence du pH (partie base) sur la coagulation.....	50
3) Influence de la dose de polyamide sur la turbidité à pH constant.....	52
I.7. Influence d'autre flocculant sur la variation de la turbidité.....	53
1) Détermination de la dose optimale kaolin avec une concentration optimale de coagulant (sulfate d'alumine) .....	53
2) Détermination de la dose optimale bentonite avec une concentration optimale de coagulant (sulfate d'alumine) .....	55
A- Influence de pH sur la dose optimal de coagulant ( $Al_2SO_4$ ) et flocculant (bentonite) (milieu basique) .....	57
B- Influence de pH sur la dose optimal de coagulant ( $Al_2SO_4$ ) et flocculant (bentonite) (milieu acide).....	58
I.8. Détermination de la dose optimale de coagulant chlorure ferrique au cours de la coagulation –floculation.....	60
A) Influence de pH sur la coagulation (milieu basique) .....	62
B) Influence de pH sur la coagulation (milieu acide) .....	63

I.9. Détermination de la dose optimale de flocculant polyamide avec le coagulant chlorure ferrique.....	65
I.10. Détermination de la dose optimale de flocculant kaolin avec le coagulant chlorure ferrique .....	66
I.11. Détermination de la dose optimale de flocculant bentonite avec le coagulant chlorure ferrique .....	68

## **Conclusion générale**

## **Bibliographie**

# ***LISTES DES FIGURES***

<b>Figure II.1</b> : Exemple de colorant anthraquinonique.....	9
<b>Figure II.2</b> : Exemple de colorant indigoïdes.....	9
<b>Figure II.3</b> : Exemple de colorant xanthènes.....	10
<b>FigureII.4</b> : Exemple de colorant nitré.....	10
<b>FigureII.5</b> : Structure de phtalocyanine.....	10
<b>FigureII.6</b> : Conséquences de la bioaccumulation après déversement de substances toxiques (insecticides) dans un cours d'eau.....	11
<b>Figure II.7</b> : Situation de la commune de Sebdou, Wilaya de Tlemcen .....	12
<b>Figure II.8</b> : Photo du bassin de mélange et d'égalisation N°1.....	13
<b>Figure II.9</b> : Photo du flocculateur clarificateur.....	14
<b>Figure II.10</b> : Photo du bassin de mélange et de neutralisation et d'égalisation.....	15
<b>Figure II.11</b> :Photo du bassin biologique (bassin d'aération).....	15
<b>Figure II.12</b> : Photo du bassin de clarification finale.....	16
<b>FigureII.13</b> : Photo du bassin de post chloration .....	17
<b>Figure II.14</b> : Photo de la presse tamiseuse .....	18
<b>Figure III.1</b> : Représentation de colloïde hydrophile.....	20
<b>FigureIII.2</b> : Distribution ionique autour d'un colloïde.....	21
<b>Figure III.3</b> : Représentation schématique de la compression de la couche diffuse.....	22
<b>Figure III.4</b> : Emprisonnement des particules dans les floccs pendant la décantation.....	23

<b>Figure III.5 :</b> Adsorption et pontage à l'aide d'un polymère.....	23
<b>Figure IV.1 :</b> Jar-Test (floculateur 11197).....	28
<b>Figure IV.2 :</b> Turbidimètre.....	29
<b>Figure IV.3 :</b> Différents types de pH-mètre utilisé.....	30
<b>Figure IV.4 :</b> Pipettes utilisé.....	31
<b>Figure IV.5 :</b> Différents béchers utilisé.....	31
<b>Figure IV. 6 :</b> Différents Erlenmeyers pour la préparation des solutions.....	31
<b>Figure IV. 7 :</b> Eprouvette.....	32
<b>Figure IV. 8 :</b> Balance électronique utilisé.....	32
<b>Figure IV. 9 :</b> Préparation d'une solution.....	33
<b>Figure V.1 :</b> L'influence de la dose de sulfate d'alumine sur la turbidité de l'eau usée.....	36
<b>Figure V.2 :</b> L'influence de la dose de sulfate d'alumine sur la turbidité de l'eau après le prétraitement.....	37
<b>Figure V.3:</b> Courbe expérimentale de la variation de la turbidité après pour les différentes vitesses rapide durant la coagulation.....	38
<b>Figure V.4:</b> Courbe expérimentale de la turbidité après coagulation en fonction du temps d'agitation rapide durant la coagulation.....	40
<b>Figure V.5:</b> Courbe expérimentale de la turbidité en fonction du temps de décantation après coagulation.....	42
<b>Figure V.6:</b> Courbe expérimentale de la variation de turbidité en fonction de la quantité injectée du polyamide (mg).....	44
<b>Figure V.7:</b> Courbe expérimentale de la variation de la turbidité après pour les différentes vitesses lente durant la floculation.....	46
<b>Figure V.8:</b> Courbe expérimentale de la variation de la turbidité en fonction du temps de décantation après floculation.....	47

<b>Figure V.9:</b> Courbe expérimentale de la variation de la turbidité en fonction du pH (sulfate d'alumine).....	51
<b>Figure V.10:</b> Courbe expérimentale de la variation de la turbidité en fonction des différentes concentrations de polyamide à pH constant.....	53
<b>Figure V.11:</b> Courbe expérimentale de la variation de la turbidité en fonction des différentes doses de kaolin [0,1g/l] (sulfate d'alumine).....	55
<b>Figure V.12:</b> Courbe expérimentale de la variation de la turbidité en fonction des différentes quantités de bentonite (mg)(sulfate d'alumine).....	56
<b>Figure V.13:</b> Courbe expérimentale influence de pH sur la dose optimal de coagulant (AL <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) et flocculant (bentonite).....	59
<b>Figure V.14 :</b> L'influence de la quantité de chlorure ferrique sur la turbidité.....	61
<b>Figure V.15:</b> Courbe expérimentale de la variation de la turbidité en fonction du pH (chlorure ferrique).....	64
<b>Figure V.16:</b> Courbe expérimentale de la variation de turbidité en fonction des différentes quantités du polyamide (mg) (chlorure ferrique).....	66
<b>Figure V.17:</b> Courbe expérimentale de la variation de la turbidité en fonction des différentes quantités de kaolin [0,1g/l] (chlorure ferrique).....	68
<b>Figure V.18:</b> Courbe expérimentale de la variation de la turbidité en fonction des différentes quantités de bentonite (mg) (chlorure ferrique).....	69

# Liste des tableaux

<b>Tableau I.1</b> Germes pathogène rencontrés dans les eaux usées.....	05
<b>Tableau II.1:</b> Principaux groupes chromophores et auxochromes classés par intensité croissante.....	08
<b>Tableau III.1:</b> Dérivés des sels d'aluminium et de fer.....	24
<b>Tableau V.1 :</b> Effet de la concentration du coagulant sur la turbidité de l'eau usée de la soite de sebdou.....	35
<b>Tableau V.2 :</b> Effet de la concentration du coagulant sur la turbidité de l'eau usée après le prétraitement.....	37
<b>Tableau V.3 :</b> Effet de la vitesse d'agitation rapide sur la turbidité.....	38
<b>Tableau V.4 :</b> Effet de temps d'agitation sur la turbidité.....	39
<b>Tableau V.5 :</b> Effet de temps de décantation après coagulation sur la turbidité.....	41
<b>Tableau V.6 :</b> Influence du floculant polyamide avec le coagulant $Al_2(SO_4)$ sur la Turbidité.....	43
<b>Tableau V.7 :</b> Influence de la vitesse d'agitation lente sur la turbidité durant la floculation.....	45
<b>Tableau V.8 :</b> Effet de temps de décantation après la floculation sur la turbidité.....	47
<b>Tableau V.9 :</b> Effet du pH acide sur la coagulation (sulfate d'alumine).....	49

<b>Tableau V.10</b> : Effet du pH basique sur la coagulation (sulfate d'alumine).....	50
<b>Tableau V.11</b> : Influence du floculant polyamide avec le coagulant $Al_2(SO_4)$ sur la turbidité à pH constant.....	52
<b>Tableau V.12</b> : Influence de la dose du floculant kaolin avec le coagulant $Al_2(SO_4)$ sur la coagulation floculation .....	54
<b>Tableau V.13</b> : Influence de la dose du floculant bentonite avec le coagulant $Al_2(SO_4)$ sur la coagulation floculation .....	55
<b>Tableau V.14</b> : Influence du pH basique sur la dose optimal de ( $Al_2SO_4$ ) et floculant bentonite pendant la phase de coagulation-floculation.....	57
<b>Tableau V.15</b> : Influence du pH acide sur la dose optimal de ( $Al_2SO_4$ ) et floculant bentonite pendant la phase de coagulation-floculation.....	58
<b>Tableau V.16</b> : Effet de la dose du coagulant $FeCl_3$ sur la turbidité de l'eau.....	60
<b>Tableau V.17</b> : Les différentes valeurs de turbidité mesurées en fonction du pH basique (chlorure ferrique).....	62
<b>Tableau V.18</b> : Les différentes valeurs de turbidité mesurées en fonction du pH acide (chlorure ferrique) .....	63
<b>Tableau V.19</b> : Influence du floculant polyamide avec le coagulant chlorure ferrique sur la coagulation floculation .....	65
<b>Tableau V.20</b> : Influence de la dose du floculant kaolin avec le chlorure ferrique sur la coagulation floculation.....	67
<b>Tableau V.21</b> : Influence de la dose du floculant bentonite avec le chlorure ferrique sur la coagulation floculation.....	68

# *Liste des abréviations et signes*

**DBO<sub>5</sub>** : Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (mg/l)

**DCO** : Demande biochimique en oxygène (mg/l)

**pH** : Potentiel hydrogène

**MES** : Matière en suspension (mg/l)

**CF** : Caogulation-floculation

**STEP** : Station d'épuration

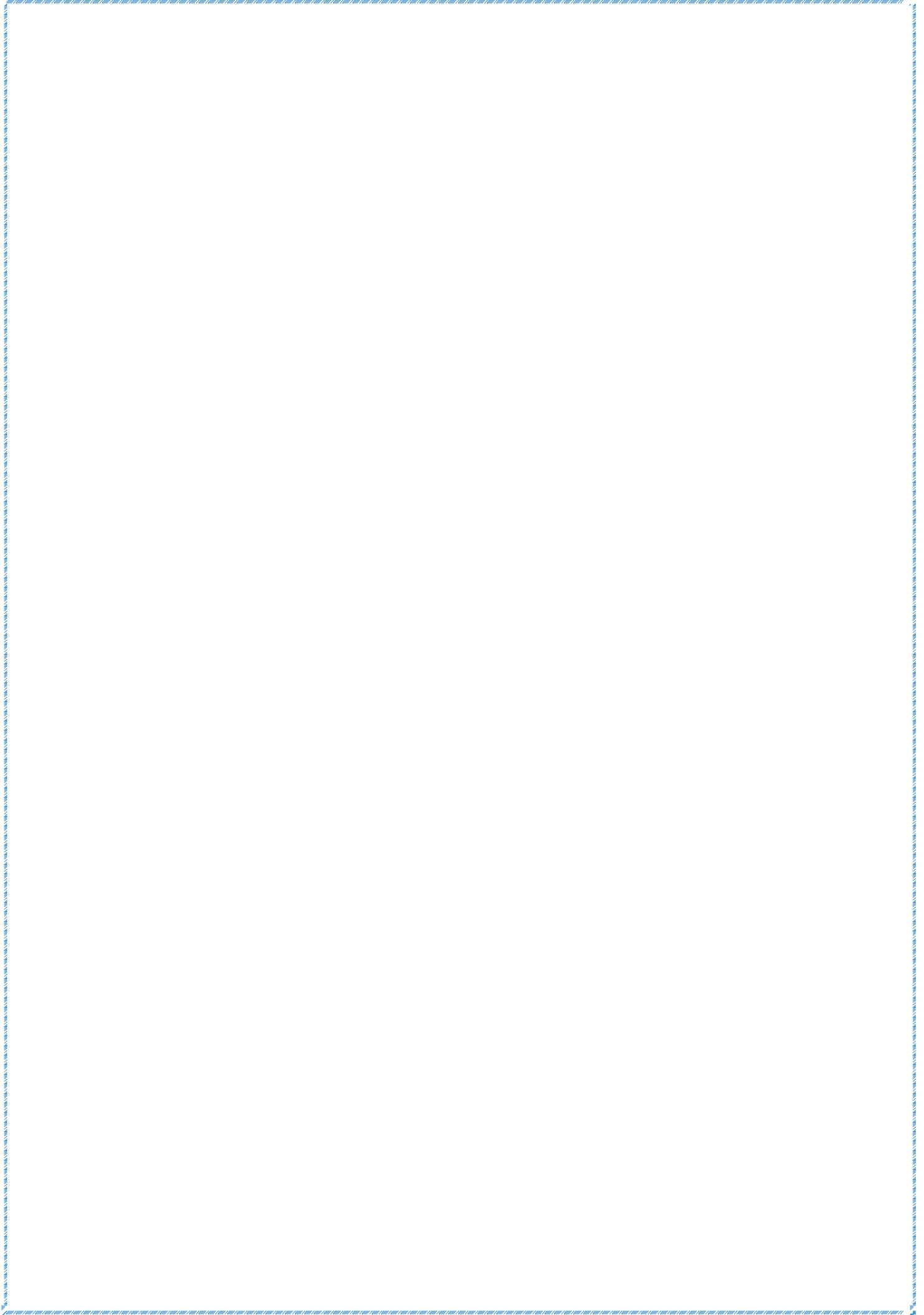
**Q** : Le débit ( $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ).

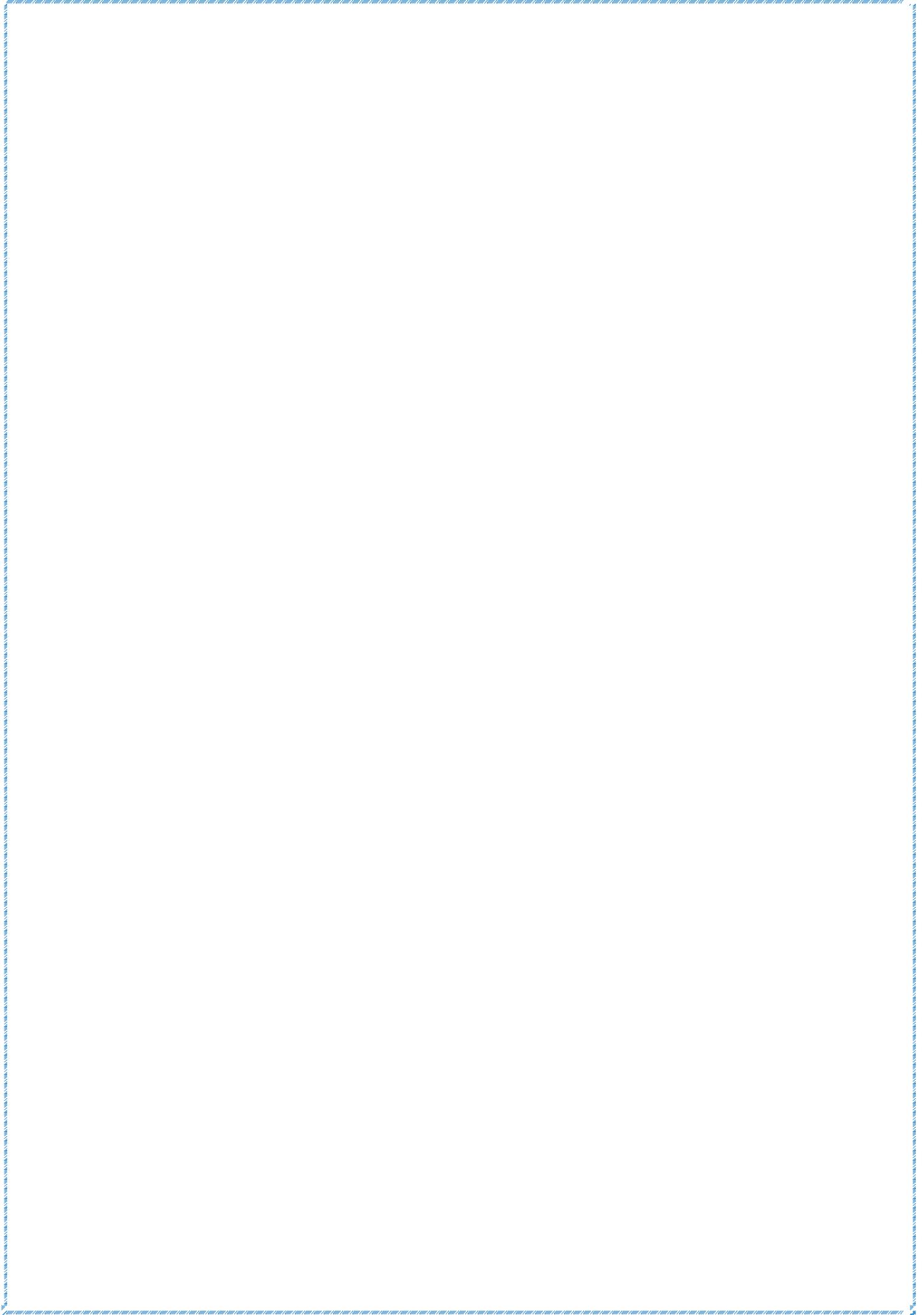
**DENIM** : mot technique du bleu jean.

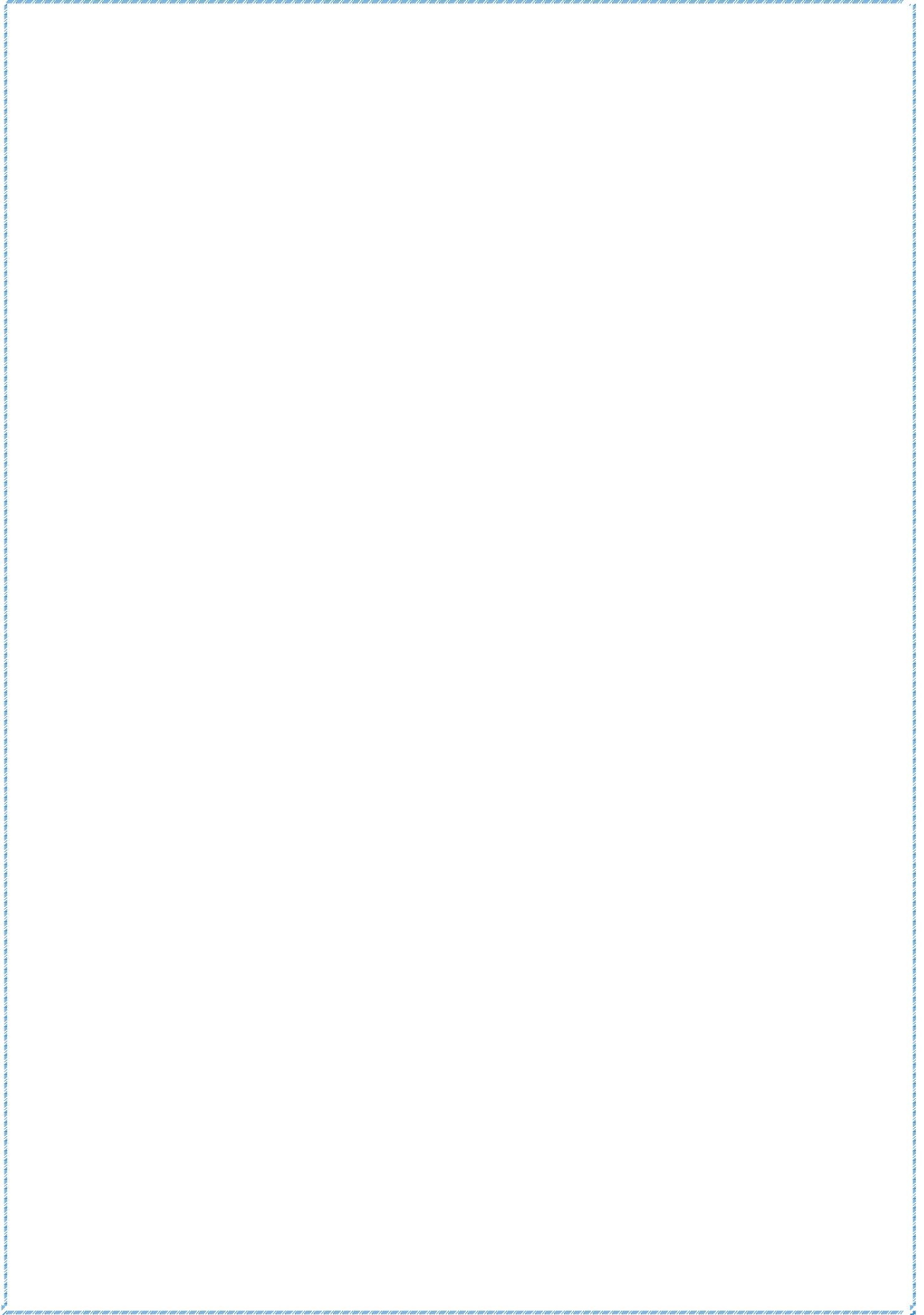
**DENITEX** : DENI-DENIM ; TEX-TEXTILE.

**Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>** : Chlorure ferrique

**FeCl<sub>3</sub>** : sulfate d'alumine







# Résumé

La coagulation floculation prend une place importante dans toutes les stations de traitement ou d'épuration des eaux.

On procède dans ce travail de montrer la mise en œuvre et le fonctionnement de ce procédé et étudié leur efficacité dans l'amélioration de la qualité de l'eau rejeté de la soitex sebdou à l'aide d'une étude expérimentale basé sur l'appareil jar-test.

Dans notre travaille on a changé plusieurs condition relié à la coagulation-floculation pour trouver à la fin les conditions optimale de ce procéder dans lequel on obtient une eau de bon qualité par rapport a la qualité primaire de l'eau rejeté de la soitex sebdou qu'on a ulitlisé dans notre expèrience.

**Mots clés** : soitex sebdou, coagulation-floculation, décantation, Jar-Test, turbidité, coagulants, floculants, pH.

# Abstract

Flocculation-coagulation plays an important role in all water treatment or treatment plants .

This work is carried out to show the implementation and functioning of this process and to study their effectiveness in improving the quality of the water discharged from the soitec sebdou by means of an experimental study based on the “ jar-test” device.

In our work several conditions to coagulation-flocculation were changed to find at the end the conditions of this process in which quality water is obtained in relation to the primary quality of the water discharged from the soitec sebdou we have been used in our experience .

**Keywords:** soitec sebdou ,coagulation-flocculation , decantation , jar-test ,turbidity, coagulants flocculants , pH.

# ملخص

تقنية التخثر التلبد له مكانة ودور كبير في محطات معالجة المياه والتطهير في عملنا هذا قمنا بعدة تجارب لمعرفة مدى تأثير هذه التقنية على معالجة مياه محطة النسيج ببلدية سبدو . وذلك من خلال تغيير عدة عوامل لاستنتاج العوامل والظروف المناسبة لكي تعمل هذه التقنية بطريقة صحيحة.الدافع من عملنا هو ان نرى اداء هذا الاسلوب على المياه العكرة من خلال ايجاد الجرعة المثلى للمادة المخثرة والملبدة ومدتها وسرعة التحريك الكافية التي تعطينا افضل نتيجة في انخفاض التعكر باستخدام جار تست .

الكلمات المفتاحية محطة معالجة المياه سبدو -التخثر التلبد -الترسب- الة الجار-تست لتصفية المياه -التعكر-المخثر-  
pH,المليد-

# *Introduction Générale*

## *Introduction Générale*

---

L'eau indispensable à la vie, est une ressource très recherchée. Dès lors, les collectivités locales sont contraintes de prendre cette ressource en compte dans leur plan d'aménagement et d'améliorer les installations d'épuration existantes.

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et ses activités. Elle perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune aquatiques [1].

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) [2].

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 DBO<sub>5</sub>, de DCO, de matières en suspension, ainsi que de toxicité et de conductivité élevées [3].

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 [4].

Les méthodes de traitement des eaux usées sont conçues et mises en œuvre de manière à assurer une protection de l'environnement qui recevra les rejets, dans le respect des limites imposées par la réglementation. Elles sont choisies en fonction des caractéristiques de l'environnement naturel, de la capacité de celui-ci à absorber des flux de pollution résiduelle et en aval des stations d'épurations [5].

Les procédés mécaniques et physiques comme le dégrillage, le dessablage et les traitements biologiques par boues activées ont permis d'éliminer une grande partie des matières contenues dans l'eau. Mais après ces opérations l'eau contient toujours une quantité des substances composées de matière en suspension, de colloïdes et des particules très fines difficilement décantables.

## *Introduction Générale*

---

La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement causées par des particules très petites, dites particules colloïdales. Ces particules, qui peuvent rester en suspension dans l'eau durant de très longues périodes, peuvent même traverser un filtre très fin. Par ailleurs, du fait de leur grande stabilité, elles n'ont pas tendance à s'accrocher les unes aux autres [6].

Pour éliminer ces particules, on a recours aux procédés de coagulation-floculation et décantation. La coagulation a pour but principal de déstabiliser les particules en suspension. C'est-à-dire de faciliter leur agglomération. En pratique, ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion de produits chimiques. La floculation a pour but de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former un floc qu'on pourra facilement éliminer par décantation [7].

L'objectif général de notre travail est de voir l'efficacité de la coagulation-floculation et décantation pour l'élimination ou la diminution de la turbidité des eaux usées de l'industrie textile de Sebdou. Nous allons d'abord trouver la concentration optimale du coagulant et du floculant utilisé à l'aide d'un jar-test.

Nous avons structuré notre mémoire en quatre chapitres :

- Les trois premiers chapitres de ce mémoire seront consacrés à une étude bibliographique. Dans le premier chapitre, nous présentons des généralités sur les eaux.
- 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 le processus de coagulation-floculation en traitement des eaux.
- Le quatrième et le cinquième chapitre présentent respectivement le matériel et les méthodes utilisés lors de ce travail ainsi que les résultats obtenus et leurs interprétations.

Enfin, Nous avons terminé le manuscrit par une conclusion générale relatant les principaux résultats de cette étude.

# **Partie I**

## **Etude bibliographique**

# *Chapitre I*

## *Généralité sur l'eau*

## **I.1.Introduction**

L'eau est la condition première à toute manifestation vitale. Cette importance a donné naissance à un symbolisme très ancien d'où l'exemple d'Aristote : l'eau est l'un des quatre éléments avec la terre l'air et le feu [8].

## **I.2. Définition de l'eau**

L'eau est partout présente dans la nature. C'est un liquide incolore, inodore, sans saveur, de pH neutre et c'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants [9].

Une eau est dite potable, quand elle répond à des normes fixées par des textes législatifs. Elle ne doit contenir ni microorganismes pathogènes, ni substances toxiques et sa concentration en certaines substances chimiques doit être limitée ; en règle absolue, non susceptible de porter atteinte à la santé [10].

## **I.3. L'origine des eaux usées**

On distingue 3 types des eaux usées :

### **I.3.1. Les eaux usées domestiques**

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eau de Lessive, de cuisine) et les eaux des vannes. Ces eaux contiennent des matières minérales (chlorures, phosphates, sulfates, etc.), et des matières organiques constituées de composés ternaires, tels que les sucres et les graisses [11].

### **I.3.2. Les eaux pluviales**

Elles sont issues du ruissellement de l'eau de pluie et peuvent provoquer des pollutions importantes des cours d'eau. L'eau de pluie englobe les impuretés de l'air (gaz

polluants rejetés par les industries) et ruisselle sur les surfaces terrestres contenant des résidus d'hydrocarbure, de métaux lourds, d'huiles [12].

### **I.3.3. Les eaux usées industrielles**

Les déchets et les effluents industriels définissent largement la qualité et le taux de pollution de ces eaux usées. Les établissements industriels utilisent une quantité importante d'eau qui tout en restant nécessaire à leur bonne marche, n'est réellement consommée qu'en très faible partie le reste est rejeté. On peut néanmoins, faire un classement des principaux rejets Les eaux résiduaires d'origine industrielle ont généralement une composition plus spécifique et directement liée au type d'industrie considérée. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale, de leur caractère putrescible ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité propres liées aux produits chimiques transportés [13].

## **I.4. Différents types de polluants**

### **I.4.1. 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 [14].

### **I.4.2. 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...) [15].

### **I.4.3. La pollution microbiologique**

Les eaux d'égout contiennent une multitude d'organismes vivants apportés par les excréments d'origine humaine ou animale. La nature de la population bactérienne par

exemple est très variée et il n'est pas possible d'en faire ici un inventaire complet. 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, etc....) [16]. Les germes pathogènes susceptibles d'être présents dans les eaux sont donnés sur le tableau I.1 suivant :

**Tableau I.1: Germes pathogène rencontrés dans les eaux usées**

<b>Germes</b>	<b>Organismes</b>	<b>Maladie</b>
Les bactéries pathogènes	Salmonella Shigelles	Typhoïde Dysenterie
Entérobactérie vibrions	Colibacilles Leptospires Mycobactéries Vibron coma	Tuberculose  Cholera
Les Virus	Entérovirus Reovirus Adénovirus Rota virus	Poliomyélite Méningite Affection respiratoire, Diarrhée
Les parasites et Les champignons	Taenia, ascaris	Lésions Viscérales Eczéma, Maladie de la peau

## **I. 5. Les paramètres de mesure de la pollution**

### **I. 5.1. Les paramètres physiques**

#### **➤ Température**

Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz dans l'eau ainsi que, la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques. La température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau [17].

#### **➤ Turbidité**

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence des matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les grains de silice et les micro-organismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence des matières colloïdales d'origine organiques ou minérale [18].

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

Elle représente les matières qui ne sont ni à l'état soluble ni à l'état colloïdal, donc retenues par un filtre. Les MES qui comportent des matières organiques est minérale, constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. Les techniques d'analyse font appel à la séparation directe par filtration ou par centrifugation [19].

### **I. 5.2. Les paramètres chimiques**

#### **➤ Potentiel d'hydrogène**

Sa valeur détermine un grand nombre d'équilibre physicochimique. La valeur de pH basse ou élevée altère la croissance des microorganismes existant dans l'eau (leur gamme de croissance est comprise entre 5 et 9) [20].

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

La DCO exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (biodégradable ou non) d'une eau à l'aide de bichromate de potassium. Ce paramètre offre une représentation plus ou moins complète des matières oxydables [21].

➤ **La Demande Biochimique en Oxygène (DBO<sub>5</sub>)**

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques présentes dans les eaux usées par les microorganismes du milieu. Mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique des matières organiques carbonées [22].

### **I. 5.3. Les Paramètres microbiologiques**

Les paramètres microbiologiques font référence à la présence et la quantité des organismes biologiques pathogènes, principalement l'Escherichia Coli, les streptocoques, les salmonelles, les virus, et les parasites. Ces paramètres doivent être tenus en compte et éliminés, afin d'assurer la désinfection des eaux, et limiter ainsi un danger pour la santé publique [23].

### **I.6 Conclusion**

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

## *Chapitre II*

# *Les eaux usées de l'industrie textile*

## II.1.Introduction

L'industrie du textile consomme des quantités considérables d'eau dans le processus de fabrication. La présence de matières colorantes dans les rejets textiles cause des dégâts à l'environnement puisqu'ils sont toxiques même à des faibles concentrations.

Actuellement, les rejets de l'industrie du textile sont lourdement chargés en colorants. Ces derniers sont souvent utilisés en excès pour améliorer la teinture ; de ce fait les eaux de rejet se trouvent fortement concentrées en colorant dont la faible biodégradabilité rend les différents traitements difficilement applicables, ce qui constitue une source de dégradation de l'environnement [24].

## II.2.Les colorants textiles

Un colorant est défini comme étant un produit capable de teindre une substance d'une manière durable. Il possède des groupements qui lui confèrent la couleur: appelés chromophores et des groupements qui permettent sa fixation auxochromes. Le tableau II.1 donne les groupements chromophores et les groupements auxochromes.

**Tableau II.1: Principaux groupes chromophores et auxochromes classés par intensité croissante [25]**

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

**II.2.1. Classification**

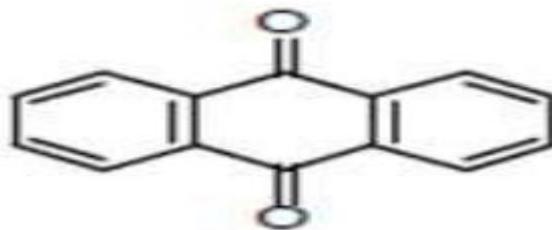
Les colorants synthétiques sont classés selon leur structure chimique et leur méthode d'application aux différents substrats (textiles, papier, cuir, matières plastiques, etc.).

**II.2.1.1. Classification chimique**

Le classement des colorants selon leur structure chimique repose sur la nature du groupement chromophore.

**❖ Les colorants anthraquinoniques**

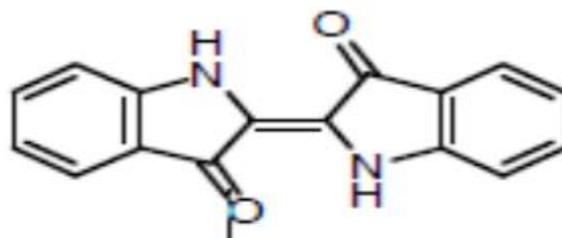
Ces produits sont utilisés pour la coloration des fibres polyester, acétate et tri acétate de cellulose. Ils constituent en effet la classe de colorants présentant la plupart du temps les meilleures stabilités à la lumière et aux agents chimiques [26].



**Figure II.1 : Exemple de colorant anthraquinonique.**

**❖ Les colorants indigoïdes**

Un colorant indigoïde est celui dont la coloration est une variante de l'indigo (bleu violet). Les colorants indigoïdes sont utilisés comme colorants textiles, comme additifs en produits pharmaceutiques en confiserie, ainsi que dans les diagnostics médecine [27].



**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 [28].

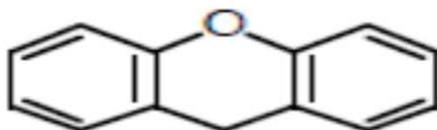


Figure II.3 : Exemple de colorant xanthènes.

### ❖ 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 ( $-NO_2$ ) en position ortho d'un groupement électro-donneur (hydroxyle ou groupes aminés).

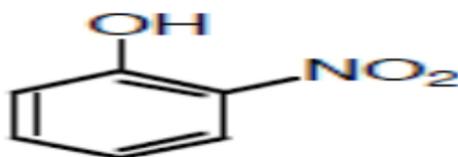


Figure II.4 : Exemple de colorant nitré

### ❖ Les phtalocyanine

Les colorants de ce groupe sont obtenus par réaction du dicyano-benzène en présence d'un halogénure métallique [29].

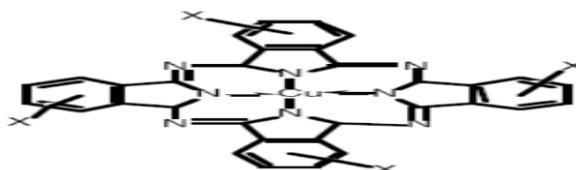
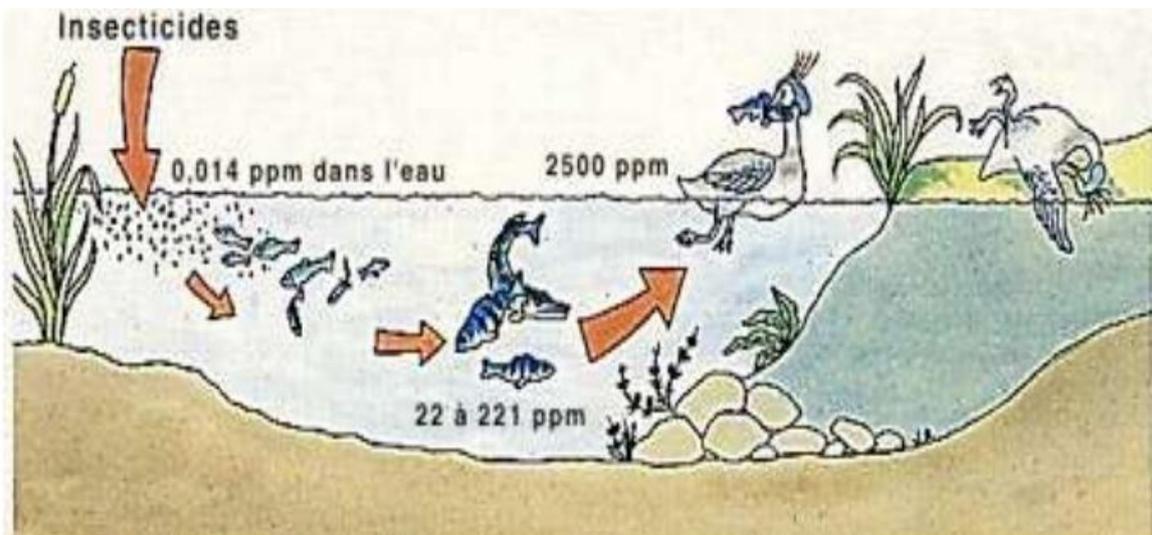


Figure II.5 : Structure de phtalocyanine.

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

Beaucoup des colorants sont visibles dans l'eau même à de très faibles concentrations ( $< 1 \text{ mg l}^{-1}$ ). Ainsi, ils contribuent aux problèmes de pollution liés à la génération d'une quantité considérable d'eau usée contenant des colorants résiduels [30]. Le rejet de ces eaux résiduaires dans l'écosystème est une source dramatique 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 l'homme par transport à travers la chaîne alimentaire. 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 bioaccumulation de pesticides est présentée en figure II.6.



**Figure II.6 : Conséquences de la bioaccumulation après déversement de substances toxiques (insecticides) dans un cours d'eau [31].**

**II.4. Présentation et description du Complexe textile de Sebdou**

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). 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.

### II.4.1. Situation géographique

La ville de SEBDOU ; chef-lieu de Daïra relève administrativement de la wilaya de TLEMCEM, elle est située à 38 km au Sud de Tlemcen.

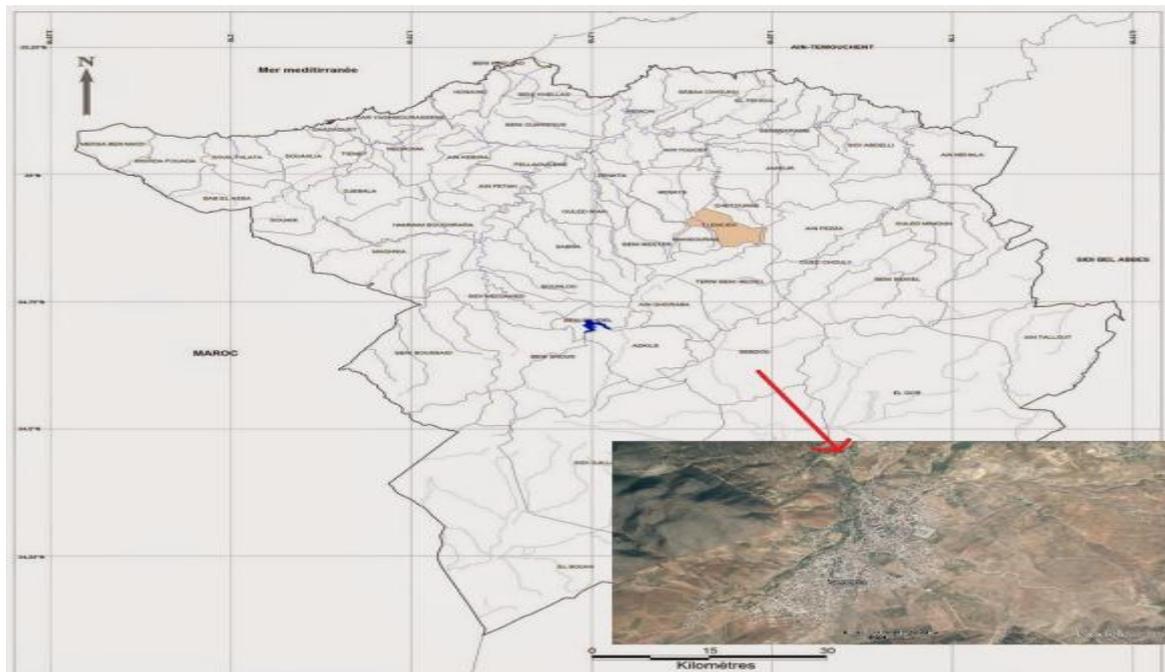


Figure II.7 : Situation de la commune de Sebdou, Wilaya de Tlemcen

### II.4.2. Principe de fonctionnement de la STEP du complexe

#### Pour la partie Eaux Usées

#### a) Arrivée des eaux usées industrielles et sanitaires

##### ➤ Eaux usées industrielles

Les eaux usées industrielles de l'usine de SEBDOU sont caractérisées par les débits suivants : Débits normal  $86 \text{ m}^3/\text{h}$ , Débit de point  $165 \text{ m}^3/\text{h}$ .

**➤ Eaux usées sanitaire**

Les eaux usées sanitaires proprement dites proviennent des installations ménagères, des salles d'eaux, des douches.

**b) Dégrillage- dessablage**

Cette étape de pré nettoyage des eaux usées sanitaires se compose d'un complexe de râteaux et d'un dessableur. Le complexe de râteaux doit retenir les matières grossières présentes

\* Données techniques de dessableur - Diamètre : 2 m

- Capacité : 6 m<sup>3</sup>

**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=200m<sup>3</sup>/h).

\*Donnée technique du bassin - Dimensions : 28 m x 14 m

- Volume : 1200 m<sup>3</sup>



**Figure II.8 : 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 ( $Ca(OH)_2$ ) une solution inerte a valeur de pH = 7.

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

**e) Flocculateur-clarificateur (séparation de boues et eaux claires)**

Par la floculation chimique ayant lieu dans le flocculateur clarificateur, on élimine en grande partie la teneur en colorants des eaux usées, de plus une grande partie des autres pollutions.

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



**Figure II.9 : Photo du flocculateur clarificateur.**

**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.



**Figure II.10: Photo du bassin de mélange et de neutralisation et d'égalisation N°2.**

\* Données techniques : - Dimension : 10 m x 4 m - Volume : 150 m<sup>3</sup>

**g) Bassin de traitement biologique**

Le traitement biologique est un traitement complet avec une réduction de la DBO<sub>5</sub> de 90% avec en même temps une « charge libre » cette charge se rapporte à l'offre DBO<sub>5</sub> proportionnellement à la masse des boues activées dans la biologie.



**Figure II.11 : Photo du bassin biologique (bassin d'aération).**

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

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

### **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.



**Figure II.12 : Photo du bassin de clarification finale.**

\* Données techniques :

02 Bassins de clarification circulaires - Diamètre : 18 m/unité

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

- Surface de clarification chacun 250 m<sup>2</sup>

### **- 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.

**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 ( $\text{Cl}_2$ ). Là tout est mélangé à l'aide d'un agitateur.



**Figure II.13 : Photo du bassin de post chloration**

**Pour la partie Boues****a) Epaisseur 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.

**b) Presse tamiseuse**

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 m<sup>3</sup>.



**Figure II.14: Photo de la presse tamiseuse**

## *Chapitre III*

# *Processus de Coagulation- floculation en traitement des eaux*

### **III.1.Introduction**

L'un des objectifs majeurs du traitement de l'eau, c'est de la clarifier, c'est-à-dire d'éliminer les matières en suspension qui la troublent. La décantation préliminaire peut contribuer à un degré non négligeable à cette clarification, mais elle ne supprime pas toutes les matières aptes à se sédimenter, elle n'élimine ni les colloïdes ni les matières qui confinent au domaine colloïdal. Ces colloïdes ou quasi-colloïdes sont tantôt de nature minérale, comme les particules argileuses ou siliceuses, tantôt de nature organique, comme les débris fibreux et les macromolécules d'origine végétale. Parmi ces dernières, il faut signaler les matières humiques qui, tout en contribuant à la turbidité de l'eau, lui confèrent les teintes jaunâtres ou brunâtres qu'on observe souvent. Il faut considérer aussi les virus, les bactéries et les autres microorganismes de fine taille dont la suppression est primordiale.

Il est facile d'éliminer quasi entièrement ces diverses substances de nature colloïdale. Pour ce faire, on a souvent recours aux procédés physico-chimiques pour modifier l'état initial des corps présents dans l'eau et créer des conditions favorables à leur décantation, d'où la technique de la coagulation-floculation [32].

### **III.2.Les particules mises en jeu : Les colloïdes**

#### **III.2.1. Les particules colloïdales**

Les particules colloïdales sont des matières inertes ou vivantes (argiles, hydroxydes métalliques, micro-organisme, fibres, pulpes, protéines, etc....) qui ont une taille très petite comprise entre 1nm et 1 $\mu$ m [33].

Dans une même solution tous les colloïdes ont la même charge [34]. La plupart de ces particules développent des charges primaires négatives qui engendrent les forces de répulsion inter colloïdales responsables de la grande stabilité de ces particules dans leur milieu aqueuse [35].

### III.2.2. Les types des colloïdes

Les particules colloïdales sont classées en deux catégories suivant leur comportement vis-à-vis de l'eau. Il s'agit des particules hydrophobes et hydrophiles [36].

#### III.2.2.1. Les colloïdes hydrophiles

Les hydrophiles sont des micromolécules complexes à nombre élevé d'atomes, et qui englobent la plupart des corps de la chimie organique [37].

Les particules hydrophiles déshydratées se dispersent spontanément dans l'eau et sont entourées de molécules d'eau qui préviennent tout contact ultérieur entre ces particules [38].

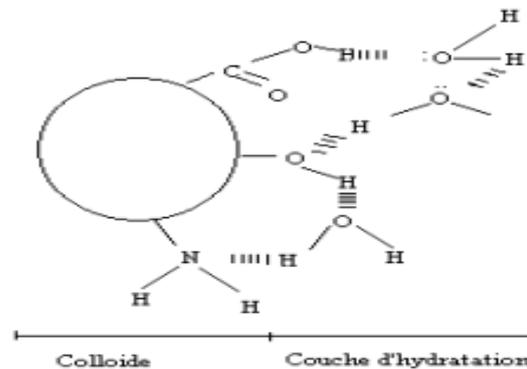


Figure III.1. Représentation de colloïde hydrophile [39].

Parmi les substances de cette nature, on peut citer les protéines, les savons, la gélatine et la matière organique naturelle [40].

#### III.2.2.2. Les colloïdes hydrophobes

Les colloïdes hydrophobes sont en générale de nature minérale. Ils n'ont aucune affinité pour les molécules d'eau. La formation d'une couche d'hydratation est impossible. Leur surface présente des charges négatives qui engendrent une répulsion mutuelle empêchant toute agglomération. Ce type de particules est en partie responsable de la turbidité. Peu de colloïdes sont exclusivement hydrophiles ou hydrophobes. Il s'agit en fait d'un degré d'hydratation plus ou moins important autorisé par la présence de groupement fonctionnels de type hydrophile [41].

### III.2.3. Structure des colloïdes

Dans une eau de surface, les colloïdes portent des charges négatives situées à leur surface. Ces charges négatives attirent les ions positifs en solution dans l'eau. Ceux-ci sont étroitement collés au colloïde et forment la couche liée ou de STERN, qui attire à son tour des anions accompagnés d'une faible quantité des cations : c'est la couche diffuse ou de GOUY. Il y a donc formation d'une double couche ionique, l'une accompagnant la particule lors de ces déplacements, l'autre se déplaçant indépendamment ou avec un certain retard.

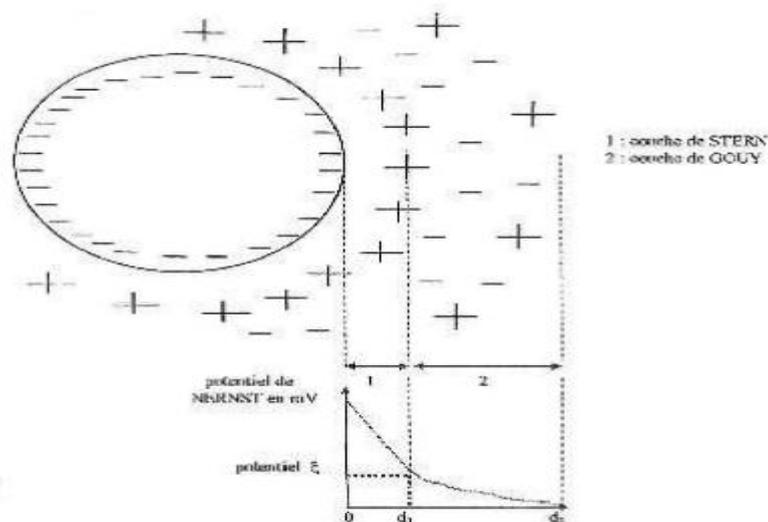


Figure III.2 : Distribution ionique autour d'un colloïde [39].

## III.3. Coagulation

### III.3.1. Le principe de phénomène

La charge électrique et la couche d'eau qui entourent les particules hydrophiles tendent à éloigner les particules les unes des autres et, par conséquent, à les stabiliser dans la solution. Le but principal de la coagulation est de déstabiliser ces particules pour favoriser leur agglomération. Cette agglomération est, généralement, caractérisée par l'injection et la dispersion rapide de réactifs chimiques, ce procédé permet d'augmenter substantiellement l'efficacité des traitements ultérieurs (décantation et/ou filtration) [42].

### III.3.2. Les modes de déstabilisation des particules colloïdales

Quatre mécanismes sont proposés pour expliquer la déstabilisation des particules et leurs agglomération :

- ❖ Compression de la double couche;
- ❖ Adsorption et neutralisation des charges;
- ❖ Emprisonnement des particules dans un précipité;
- ❖ Adsorption et pontage [43] ;

#### III.3.2.1. La compression de la double couche

L'augmentation de la force ionique de l'eau réduit le volume et l'épaisseur de la couche diffuse. Les forces de répulsion sont considérablement réduites alors que les forces d'attraction de van der Waals ne sont pas affectées.

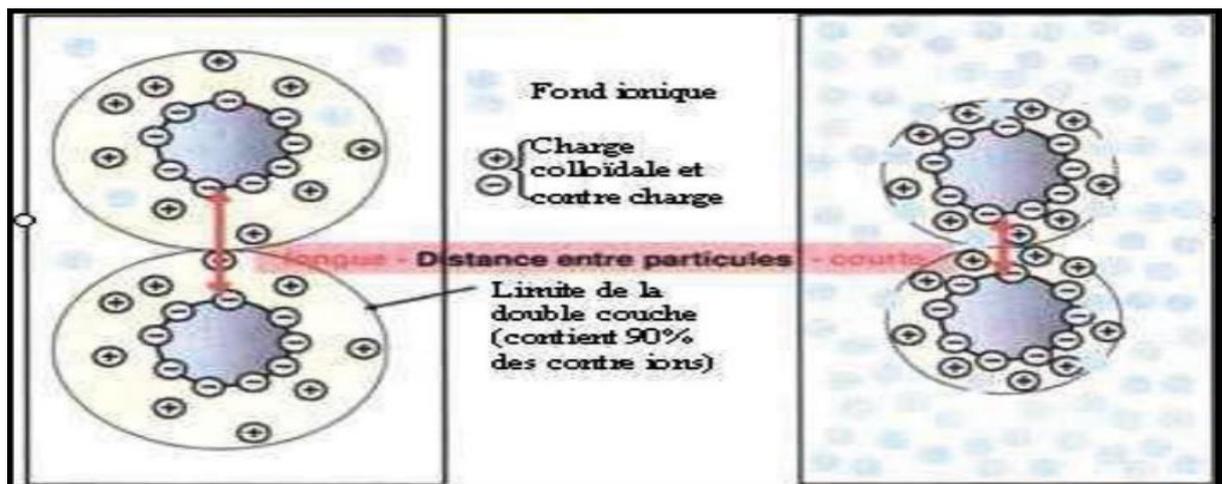


Figure III.3 Représentation schématique de la compression de la couche diffuse [36].

#### III.3.2.2. Adsorption et neutralisation des charges

Ce mécanisme repose sur l'ajout suffisant de cations afin de neutraliser la charge négative des particules stables par adsorption des cations sur leur surface. Par contre, la surdose de coagulant, source de cations, peut résulter en une adsorption trop importante de cations et inverser la charge des particules qui devient alors positive. Les particules seraient ainsi rentabilisées [44].

### III.3.2.3. Emprisonnement des particules dans un précipité

Pour déstabilisation les particules colloïdales. On peut en outre les emprisonner dans une particule floc lorsqu'on ajoute en quantité suffisante des coagulants, habituellement des sels de métaux trivalents,  $Al_2(SO_4)_3$  ou  $FeCl_3$ , on obtient un précipité appelé floc. Lorsque le pH de l'eau est situé dans une plage acide ou neutre, le floc, constitué de molécules de  $Al(OH)_3$  ou de  $Fe(OH)_3$  possède habituellement une charge positive. La présence de certains anions et de particules colloïdal accélère la formation du précipité. Les particules colloïdales jouent le rôle de noyaux lors de la formation du floc; ce phénomène peut entraîner une relation inverse la turbidité et la quantité de coagulant requise. En d'autres mots, une concentration importante de particules en suspension peut entraîner une diminution de la quantité de coagulant nécessaire [45].

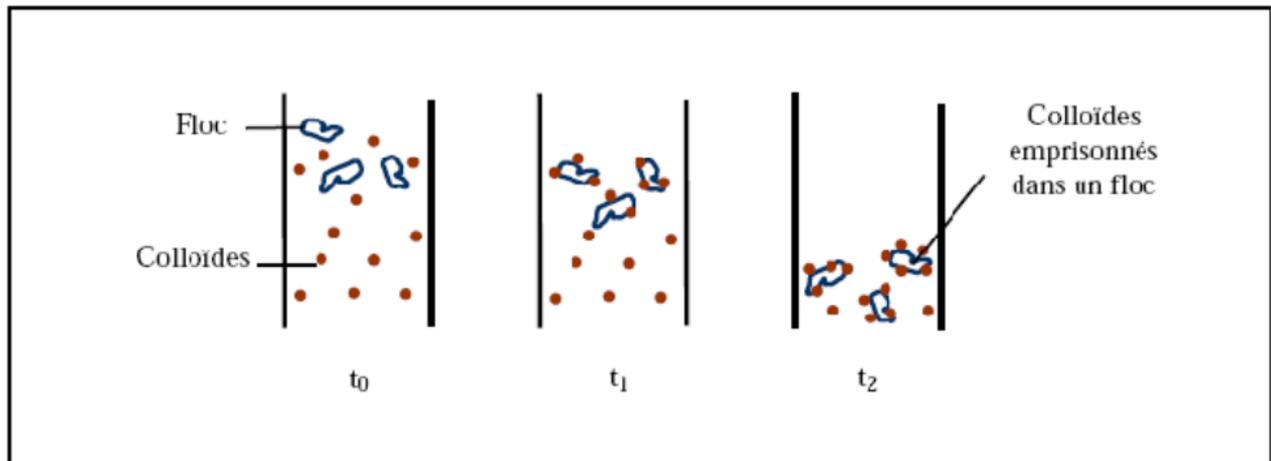


Figure III.4 : Emprisonnement des particules dans les flocs pendant la décantation [36].

### III.3.2.4. Adsorption et pontage entre les particules

Dans quelques cas, on a obtenu le traitement le plus économique en utilisant un polymère anionique lorsque les particules étaient chargées négativement. Ce phénomène, inexplicable à l'aide de la théorie électrique, peut toutefois être expliqué par le "pontage". Les molécules de polymère, très longue contiennent des groupes chimique qui peuvent adsorber des particules colloïdale à une de ses extrémité, alors que d'autres sites sont libre pour adsorber d'autre particules. On dit alors que les molécules polymères forment des "ponts" entre les particules colloïdal. Il peut y avoir restabilisation de la suspension, imputable à une concentration excessive de polymères de polymères s'accrochent à une même particules

colloïdale .Cet ensemble particule –molécule de polymères ne peut plus par la suite absorber d'autres particules colloïdal , ce qui est encore contraire au but recherché [45].

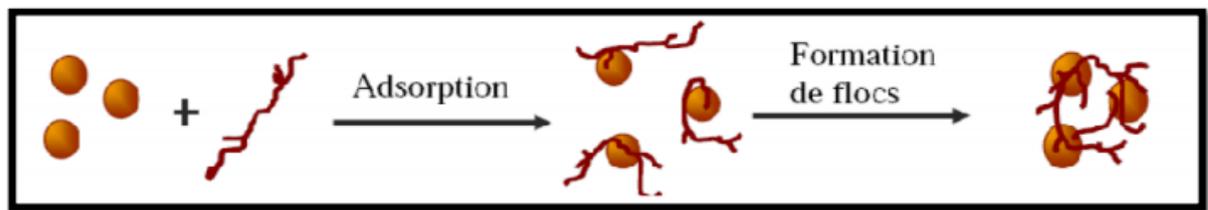


Figure III.5 : Adsorption et pontage à l'aide d'un polymère [6].

### III.3.3.Les coagulants utilisés

L'efficacité de la clarification dépend d'abord du coagulant utilisé. Les plus efficaces sont des sels de métaux, à base d'aluminium ou de fer. Ils sont cités dans le tableau suivant [6] :

Tableau III.1: Dérivés des sels d'aluminium et de fer [46].

Sels d'aluminium	Formule chimique	Sels de fer	Formule chimique
Sulfate d'aluminium	$Al_2(SO_4)_3$	Sulfate ferrique	$Fe_2(SO_4)_3$
Chlorure d'aluminium	$AlCl_3$	Chlorure ferrique	$Fe_2Cl_3$
Aluminate de sodium	$NaAlO_2$	Sulfate ferreux	$FeSO_4$

### III.3.4.Les facteurs influençant la coagulation

Afin d'optimiser la coagulation, il faut tenir compte de plusieurs variables en interrelations, comme le ph, les sels dissous, la température de l'eau, le coagulant utilisé, les conditions de mélange, la turbidité et la couleur. Ces interrelations complexes interdisent actuellement toute approche théorique permettant de prédire quelles sont les concentrations optimales de coagulants [41].

➤ **L'influence du pH**

Le pH est considéré comme un des facteurs les plus importants à prendre en considération au moment de la réalisation de l'opération de coagulation-floculation [47].

Le pH a une influence primordiale sur la coagulation. Selon les caractéristiques d'une eau, il existe un pH optimal permettant la meilleure coagulation, elle est fonction du coagulant utilisé, de la concentration et de la composition de l'eau à traiter [36].

➤ **L'influence de la turbidité**

La turbidité est ,elle aussi ,un paramètre influant sur le bon fonctionnement du procédé de coagulation [48]. Dans une certaine plage de turbidité , l'augmentation de la concentration en particules doit être suivie d'une augmentation de la dose de coagulant [49].

➤ **L'influence des sels dissous**

Dans la coagulation et la floculation, les sels dissous dans une eau modifient la plage de pH optimale, le temps requis pour la floculation, la quantité de coagulant requis et la quantité résiduelle de coagulant dans l'effluent [46].

➤ **Influence de la concentration du coagulant**

La détermination de la concentration du coagulant est un paramètre essentiel pour la déstabilisation des colloïdes. Une dose de coagulant excessive entraîne une ré-stabilisation des particules colloïdales qui sont susceptibles de la charge de surface et augmentation du coût d'exploitation, tandis qu'un dosage insuffisant conduit à une qualité de l'eau traitée insuffisante [50].

➤ **L'influence de la température**

La température joue un rôle important. En effet, une température basse, entraînant une augmentation de la viscosité de l'eau, crée une série de difficultés dans le déroulement du processus : la coagulation et la décantation du floc sont ralenties et la plage du pH optimal diminue. Pour éviter ces difficultés, une solution consiste à changer de coagulant en fonction des saisons [51].

## **III.4. Floculation**

### **III.4.1. Le principe de floculation**

Après avoir été déstabilisées, les particules colloïdales ont tendance à s'agglomérer lorsqu'elles entrent en contact les unes avec les autres, pour former des micro-flocs puis des flocs plus volumineux et décantables. Le taux d'agglomération des particules dépend de la probabilité des contacts et de l'efficacité de ces derniers. La floculation a justement pour but d'augmenter la probabilité des contacts entre les particules, lesquels sont provoqués par la différence de vitesse entre ces particules [42].

### **III.4.2. Les flocculants utilisés**

Pour une meilleure efficacité du procédé de CF, on utilise des flocculants. On appelle flocculant, des produits utilisés en quantités plus faibles que les réactifs coagulants permettant d'agglomérer les MES afin d'obtenir une taille plus grande et par conséquent des vitesses de séparation solide liquide plus élevée. Le but étant de former un précipité ou floc qui soit visible et insoluble. On distingue des flocculants minérale , organique et synthétiques.

#### **a. Les flocculants minéraux**

Ce sont des produits chimiques qui agissent par adsorption ou par neutralisation sur une eau brute qui ne contient pas assez de matières en suspension . Les flocculants connus sont la silice activée, certaines argiles colloïdales comme la bentonite ou le charbon actif en poudre, certaines hydroxydes à structure polymère comme l'alumine ou l'hydroxyde ferrique et le sable fin (micro sable).

#### **b. Les flocculants organiques**

Les flocculants organiques sont hydrosolubles et peuvent avoir une charge anionique, cationique ou neutre. On peut citer comme exemple l'amidon, les alginates ou les polysaccharides.

### **c. Les flocculants de synthèse**

Sont des produits fabriqués à partir de monomères à très haute masse moléculaire (entre 10<sup>5</sup> et 10<sup>7</sup>). Ces polymères ont un rendement supérieur aux polymères naturels. Ils sont classés suivant leur ionicité: anionique, neutre(ou non ionique), cationique [52].

### **III.5.Conclusion**

Les méthodes de coagulation et de floculation sont généralement utilisées pour séparer les matières en suspensions ainsi que les matières colloïdales de l'eau. Cette méthode implique des procédés séquentiels physico-chimiques. Dans les procédés de coagulation, en utilisant des coagulants cationiques, les colloïdes chargés négativement dans l'eau sont déstabilisés par neutralisation des forces qui les relient.

# **Partie II**

## **Etude expérimentale**

# *Chapitre IV*

## *Matériels et méthodes*

## **IV.1.Introduction**

Dans ce chapitre, nous avons présenté la méthode de coagulation-floculation basée sur les essais de Jar-Test. Nous décrivons en suite la préparation des réactifs et les différents procédés analytiques nécessaires à nos essais.

## **IV.2. Objectif du travail**

Les objectifs de notre travail basé sur :

- ✓ L'étude de l'influence de la concentration du coagulant et floculant et pH sur la réduction de la turbidité de l'eau de la soitex sebdou.
  
- ✓ L'étude de l'influence de la vitesse et de la durée d'agitation sur la coagulation floculation.
  
- ✓ L'étude de l'influence de la décantation sur la coagulation-floculation.

Pour réaliser ces objectifs, il faut suivre les étapes suivantes :

- ✓ Trouver la dose optimale du coagulant et/ ou floculant
- ✓ Optimisation de la vitesse et le temps d'agitation.

Les essais ont été réalisés au laboratoire de traitement et d'épuration des eaux du département d'Hydraulique à l'Université de Tlemcen.

## **IV.3.Description des bancs d'essais et les appareillages de mesure**

### **1) Description d'appareil du « Jar- Test »**

Depuis plus de 50 ans, le Jar Test est la technique standard utilisée pour optimiser l'addition de coagulants et de floculant dans le domaine du traitement de l'eau [53].

Le Jar-test est un appareil qui permet de déterminer la concentration optimale du coagulant pour le processus de coagulation floculation. Toutes les doses sont exprimées en poids de produits commerciaux (solution ou poudre) [54].Le jar-test que nous avons utilisé de marque

floculateur 11197 comporte 4 agitateurs dont la vitesse de rotation peut varier entre 0 et 200 tr/min. Les pales sont de type à hélices et le volume des béchers est de 1 litre.

Il consiste en une rangée de béchers alignés sous un appareillage permettant de tous les agitateurs à la même vitesse. Les différents béchers ont reçu une dose différente des réactifs et à la fin de l'expérience, on détermine quels sont les couples quantitatifs vitesse et temps d'agitation qui permettent d'obtenir l'eau de bonne qualité.



**Figure IV.1 : Jar-Test (floculateur 11197).**

## **2) Détermination de la turbidité**

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, grains de silice, matières organiques, etc. L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace.

### **a-Principe**

La méthode est basée sur l'utilisation d'un turbidimètre.

### **b-Mode opératoire**

La mesure de la turbidité est effectuée selon les étapes suivantes.

1-Calibrer le turbidimètre.

- 2-Vérifier la fiabilité d'étalonnage avec la mesure de la turbidité de l'un des solutions d'étalons.
- 3-Agiter doucement le flacon qui contient l'eau à analyser.
- 4- Rincer la cuvette avec l'eau de robinier et la remplir avec de l'eau à analyser.
- 5 - Nettoyer la cuvette et s'assurer que la surface de la cuvette est sèche et qu'elle ne contient aucune tâche.
- 6 - Placer la cuvette dans le turbidimètre et appuyer sur READ.
- 7 - La mesure est affichée sur l'écran en NTU de l'instrument.
- 8- Rincer la cuvette.



**Figure IV.2 : Turbidimètre.**

### **3) Détermination du potentiel d'hydrogène**

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 [55].

**a- Principe**

La méthode est basée sur l'utilisation d'un pH-mètre. Le pH-mètre est un voltmètre un peu particulier se caractérise par une très grande impédance d'entrée en raison de la forte résistance présentée par l'électrode de mesure.

**b- Mode opératoire**

- Vérifier les diverses connexion
- Dégager l'électrode de son support
- Rincer le vase, le barreau magnétique, l'électrode, avec de l'eau distillée puis avec l'échantillon.
- Remplir la vase de mesure avec l'échantillon.
- Faire la correction de température
- Immerger l'électrode avec les précautions habituelles et agiter
- Lire directement le pH lorsque la valeur s'est stabilisée .

Avant chaque mesure l'appareil doit être régulièrement étalonné pour que ces mesures soient justes.



**Figure IV.3 : Différents types de pH-mètre utilisé.**

#### 4) Verreries

- Pipette de 10mL
- Béchers de 100 ,500 et 1000 mL
- Erlenmeyer



Figure IV.4 : Pipettes utilisé.

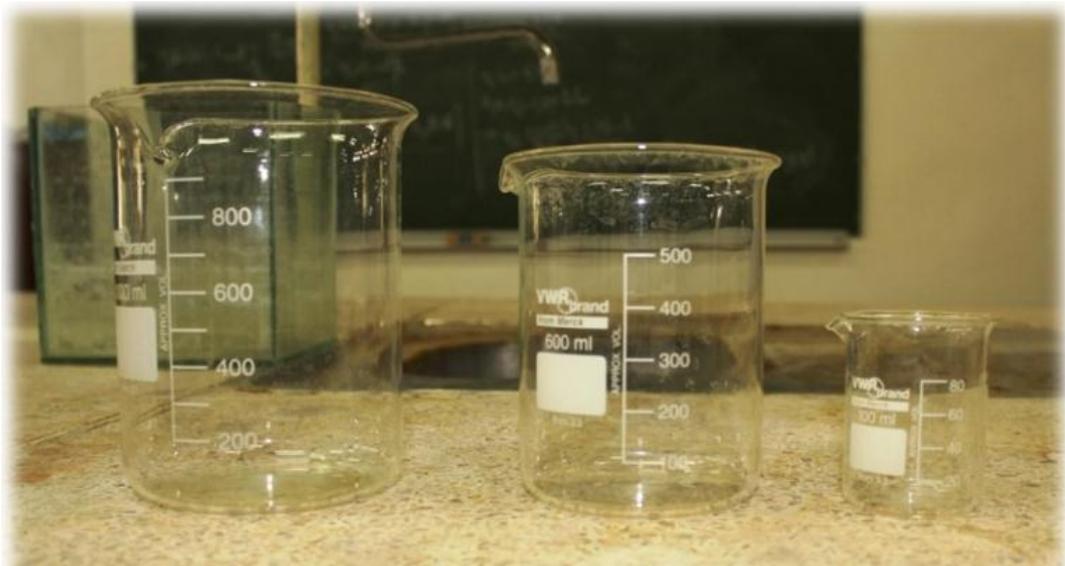


Figure IV.5 : Différents béchers utilisé.



Figure IV. 6 : Différents Erlenmeyers pour la préparation des solutions.



Figure IV. 7 : Eprouvette

### 5) D'autres matériaux



Figure IV. 8 : Balance électronique utilisé.

## IV.4. Les réactifs utilisés

### 1) Les réactifs coagulants

Les réactifs chimiques utilisés dans cette étude sont le sulfate d'aluminium  $Al_2SO_4$  et le chlorure ferrique  $FeCl_3$ . Le choix de ces coagulants est justifié par leurs disponibilités au niveau de laboratoire, et son utilisation à grande échelle dans les stations de traitement des eaux.

La solution mère de 1g/L des coagulants utilisés est préparée quotidiennement avec de l'eau distillée. Cette solution permet un ajout de faibles quantités pour les doses voulues de coagulant. La figure(IV.9) montre les étapes à suivre pour la préparation d'une solution.

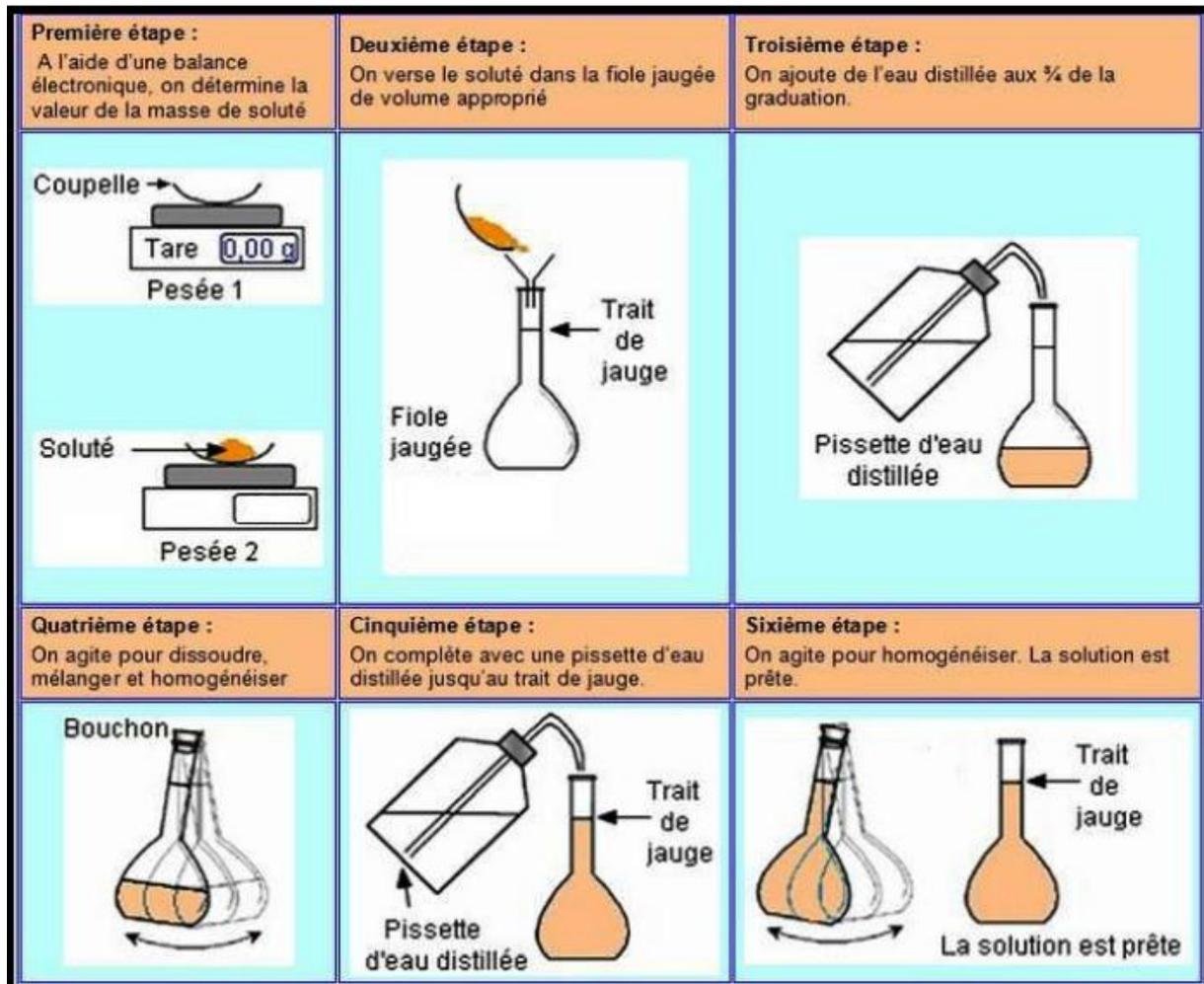


Figure IV. 9 : Préparation d'une solution

## 2) Les réactifs floculants

Les réactifs floculants que nous avons utilisés dans notre travail sont le polyamide, le kaolin et la bentonite.

### a-Préparation de la solution polyamide

On pèse 1g de polyamide que nous introduisons dans une fiole de 1L et on ajoute 500 mL de l'eau ; le mélange est agité à l'aide d'un agitateur magnétique jusqu'à dissolution totale du floculant, enfin on complète par addition de l'eau jusqu'à un volume total de 1 litre.

**b-Préparation de solution Kaolin**

A l'aide d'une balance électrique on détermine la valeur de flocculant kaolin 1g. On verse le soluté dans la fiole jaugée de 1000 mL. On ajoute de l'eau distillée aux 2/1 de la graduation, la mixture est agitée pour dissoudre le kaolin avec un agitateur magnétique et pour l'homogénéiser la solution. On complète avec une pissette d'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

A l'aide d'une pipette gradué on prend 10 mL de solution kaolin dans une fiole de 100 mL et on ajoute de l'eau jusqu'à le volume total. Nous avons travaillé avec une concentration mère de 0.1 g/L.

-On a fait une dilution pour passer à la deuxième gamme

Nous avons dilué 10 fois la solution mère du flocculant, c'est-à-dire dans une fiole jaugé de 200 mL nous avons introduit 20 mL de kaolin et nous avons ajouté 180 mL d'eau distillé.

**c-Préparation de solution bentonite**

On pose la capsule sur le tableau de balance de précision. On tare la balance pour qu'elle affiche 0. Grace à la spatule, on place la masse souhaitée de bentonite 1g. Après on verse cette quantité dans un bécher posé sur un agitateur magnétique.

On verse le contenu du bécher dans une fiole jaugée de 1000 mL. On complète le volume avec une pissette d'eau distillée jusqu'au trait de jauge. On laisse reposer, on pose une étiquette d'identification.

**3) Autres produits chimiques****• Hydroxyde de sodium( NaOH)**

On pèse 2g de NaOH que nous introduisons dans un bécher rempli de 200 mL d'eau ; le mélange est agité à l'aide d'un agitateur magnétique jusqu'à dissolution totale du NaOH, enfin on complète par addition de l'eau jusqu'à un volume total de 400 mL.

# *Chapitre V*

## *Résultats expérimentaux et interprétation*

## Résultats expérimentaux et interprétations

### V.1. Introduction:

L'étude expérimentale de la coagulation-floculation a pour but de déterminer les conditions optimales nécessaires pour une réduction maximale de la turbidité de l'eau à traiter.

La turbidité de l'eau usée de la soitex de Sebdo est 538 NTU.

### V.2. Détermination de la dose optimale de sulfate d'alumine au cours de la coagulation –floculation

Pour déterminer la dose optimale de coagulant, nous avons réalisé l'essai de « Jar- Test » sur l'eau usée de la soitex avec des doses croissantes de sulfate d'alumine.

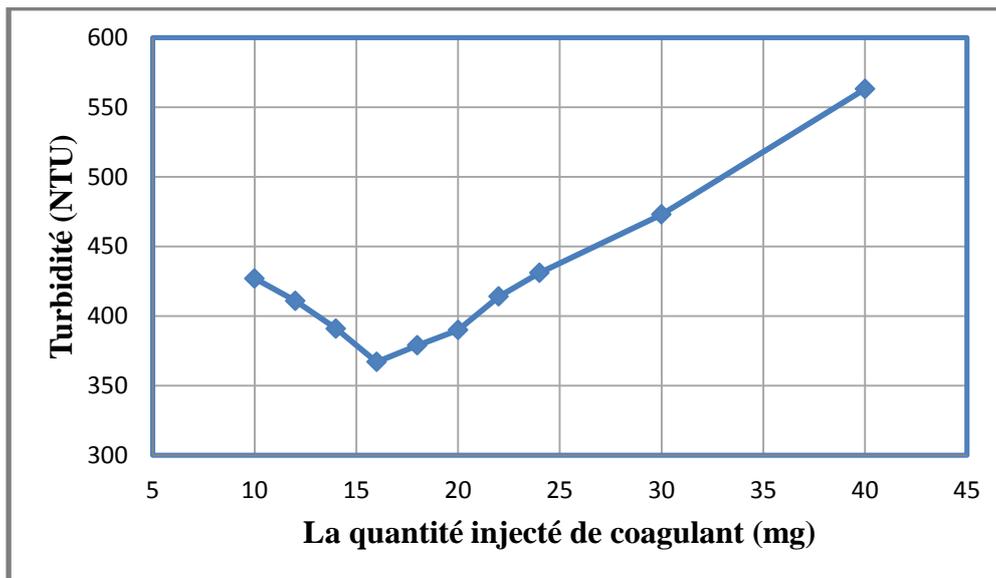
La dose injectée de  $Al_2(SO_4)_3$  a été préparé à partir d'une solution de  $Al_2(SO_4)_3$  (1 g/L) c'est-à-dire 1 mL de cette solution correspond à 1 mg de  $Al_2(SO_4)_3$

**Tableau V.1 : Effet de la concentration du coagulant sur la turbidité de l'eau usée de la soitex de sebdou.**

<b>Gamme 1</b>				
La quantité injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg) dans 500 mL	10	20	30	40
Turbidité (NTU)	426	392	473	563

<b>Gamme 2</b>				
La quantité injectée de $Al_2(SO_4)_3$ . (mg) dans 500 mL	10	12	14	16
Turbidité (NTU)	427	411	391	367

<b>Gamme 3</b>				
La quantité injectée de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . (mg) dans 500 mL	18	20	22	24
Turbidité (NTU)	379	390	414	431



**Figure V.1 : L'influence de la dose de sulfate d'alumine sur la turbidité de l'eau usée.**

Après ses mesures nous avons constaté que les mesures réalisées ne sont pas correctes, car le prétraitement est mal fait et que notre solution contient d'autres solvants. Pour cela nous avons fait une décantation et nous avons fait le déshuilage ;

La turbidité des eaux usées après ce premier prétraitement est devenue 365 NTU.

Tableau V.2 : Effet de la concentration du coagulant sur la turbidité de l'eau usée après le prétraitement.

Gamme 1				
La quantité injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg) dans 500 mL	10	20	30	40
Turbidité (NTU)	102	125	153	188

Gamme 2				
La quantité injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg) dans 500 mL	2.5	5	7.5	10
Turbidité (NTU)	149	83	91	105

Gamme 3				
La quantité injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg) dans 500 mL	4	5	6	7
Turbidité (NTU)	103	82	74	85

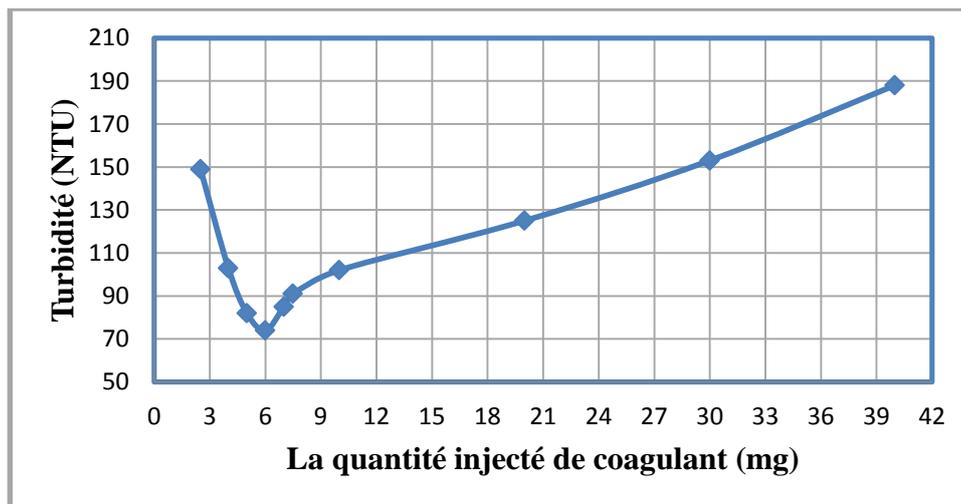


Figure V.2 : L'influence de la dose de sulfate d'alumine sur la turbidité de l'eau après le prétraitement.

Nous remarquons dans la figure(V.2) que la courbe est décroissante pour les faibles doses de coagulant jusqu'à la dose injectée de 6 mg de sulfate d'alumine dans 500 mL d'eau puis deviennent croissantes au-delà de cette valeur.

Et cela nous confirme que la dose optimale de coagulant est de 12 mg/L de  $Al_2(SO_4)_3$  car c'est le point correspondant à la plus faible valeur de la turbidité 74 NTU.

### V.3.Optimisation du mode opératoire

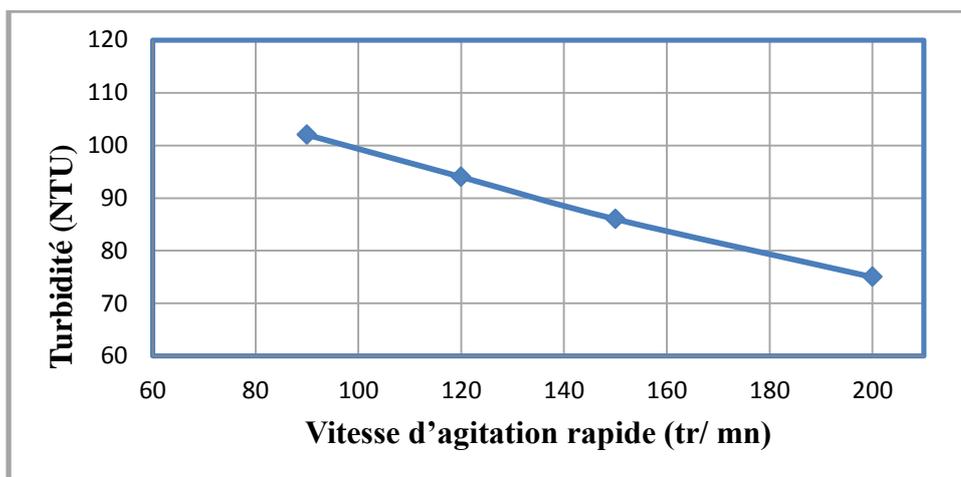
#### 1) Vitesse rapide pour la coagulation

Nous avons fait des essais sur le jar-test pour une dose optimale de sulfate d'alumine et on varie la vitesse d'agitation rapide de (90, 120,150 et 200 min), afin d'arriver à déterminer la vitesse rapide optimale à appliquer pour la coagulation.

La vitesse maximale de jar-test que nous avons l'utilisée est 200 tr/min.

**Tableau V.3 : Effet de la vitesse d'agitation rapide sur la turbidité.**

La quantité optimale injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg) dans 500 mL	6	6	6	6
Vitesse d'agitation rapide tr/ mn	90	120	150	200
Turbidité (NTU)	102	94	86	75



**Figure V.3: Courbe expérimentale de la variation de la turbidité après pour les différentes vitesses rapide durant la coagulation.**

D'après la figure précédente, il y'a une diminution de la turbidité final en augmentant de la vitesse d'agitation.

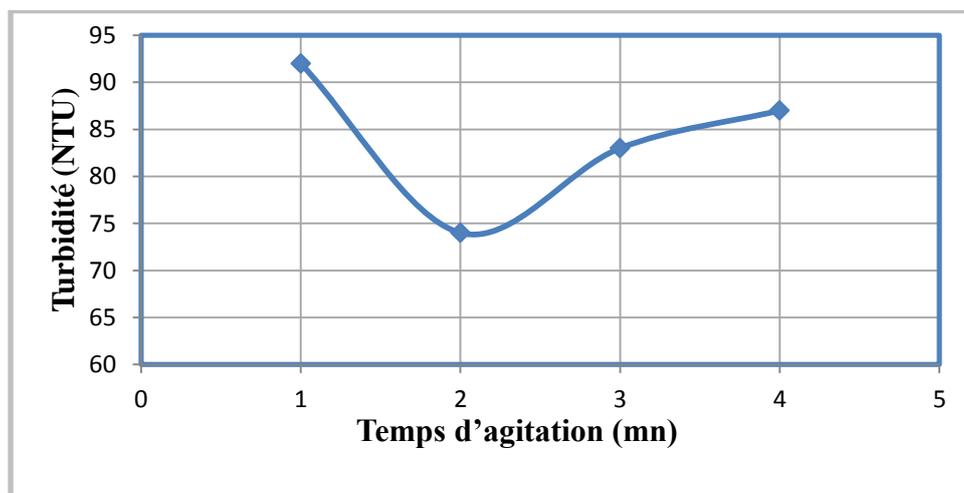
Alors, nous avons conclu que la vitesse rapide optimale est de l'ordre de 200 tr/min qui correspond la turbidité la plus faible est 75NTU.

## 2) Temps d'agitation pour la coagulation

Nous avons varié le temps d'agitation de 1 ; 2 ; 3 à 4 minutes et mesuré la turbidité avec une concentration fixée de  $Al_2(SO_4)_3$  et la vitesse de coagulation est de 200 tr/min. Le tableau (V.4) présente les résultats ainsi obtenus.

**Tableau V.4 : Effet de temps d'agitation sur la turbidité.**

La quantité injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg) dans 500 mL	6	6	6	6
Vitesse d'agitation rapide tr/ mn	200	200	200	200
Temps d'agitation (mn)	1	2	3	4
Turbidité (NTU)	92	74	83	87



**Figure V.4: Courbe expérimentale de la turbidité après coagulation en fonction du temps d'agitation rapide durant la coagulation.**

Au vu des résultats obtenus (figure V.4), nous pouvons dire qu'il existe un temps optimal de coagulation de 2 min pour la déstabilisation des colloïdes, en maintenant une agitation intense de 200 tr/min.

Le meilleur temps d'agitation rapide correspond à la plus faible turbidité est de 2 minutes.

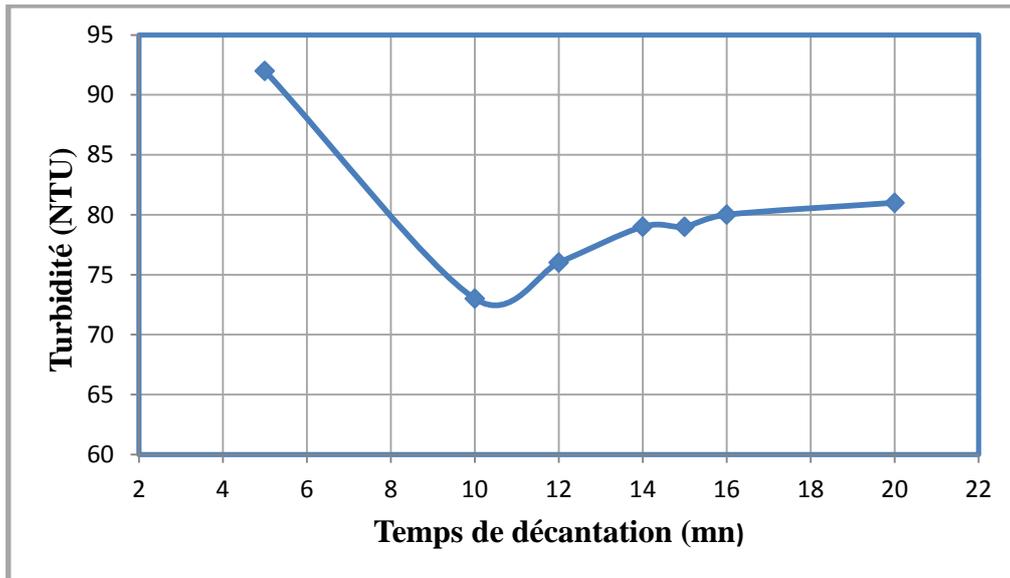
### 3) Le temps de décantation pour la coagulation

Nous avons essayé de déterminer le temps de décantation pour la coagulation. Le tableau (V.5) donne les résultats obtenus pour les mesures de turbidité à différents temps de décantation (5 ; 10 ; 15 et 20 mn),

**Tableau V.5 : Effet de temps de décantation après coagulation sur la turbidité.**

<b>Gamme 1</b>				
La quantité injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg) dans 500 mL	6	6	6	6
Vitesse d'agitation rapide tr/ mn	200	200	200	200
Temps d'agitation (mn)	2	2	2	2
Temps de décantation après coagulation (mn)	5	10	15	20
Turbidité (NTU)	92	73	79	81

<b>Gamme 2</b>				
La quantité injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg) dans 500 mL	6	6	6	6
Vitesse d'agitation rapide tr/ mn	200	200	200	200
Temps d'agitation (mn)	2	2	2	2
Temps de décantation après coagulation (mn)	10	12	14	16
Turbidité (NTU)	74	76	79	80



**Figure V.5: Courbe expérimentale de la turbidité en fonction du temps de décantation après coagulation.**

On remarque sur le graphe ci-dessus (figure V.5) que la turbidité finale décroît jusqu'à une valeur minimale correspondant au temps optimale puis l'allure d'une courbe croissante après ce dernier. Ce virage correspond au temps de décantation optimale ou le processus (coagulation-floculation) atteint son rendement maximum.

Donc le temps de décantation nécessaire pour avoir une bonne coagulation qui correspond à la turbidité minimale est de 10 minutes.

#### **V.4. Détermination de la dose optimale du flocculant Polyamide avec le sulfate d'alumine**

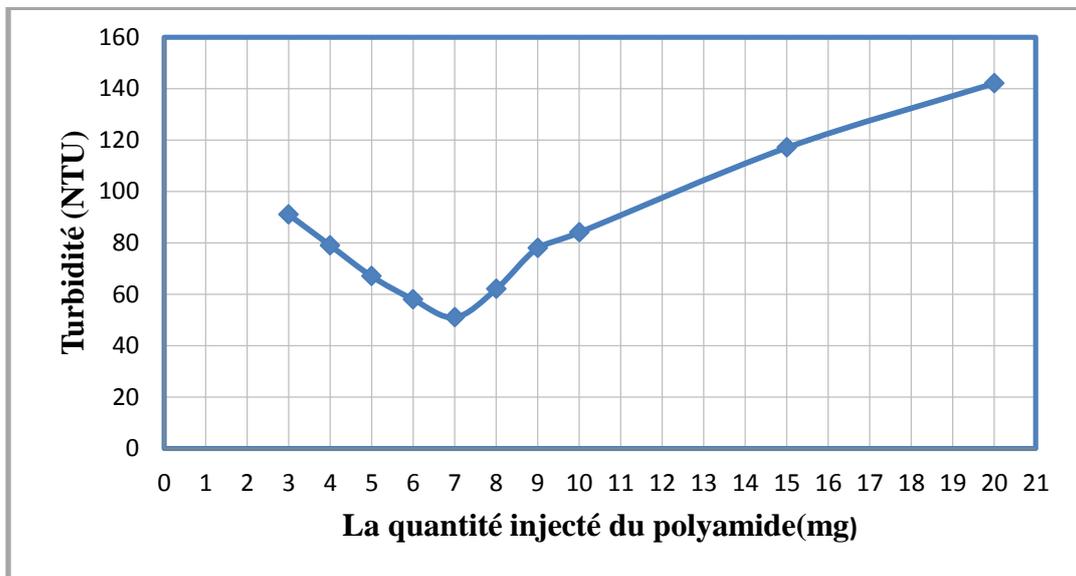
Dans cette étapes tous les paramètres sont optimisés la concentration du coagulant, la vitesse d'agitation et le temps d'agitation. Le paramètre vérifier c'est la dose du flocculant polyamide. Le tableau (V.6) regroupe les résultats obtenus pour les mesures de turbidité.

**Tableau V.6 : Influence du flocculant polyamide avec le coagulant  $Al_2(SO_4)_3$  sur la turbidité.**

<b>Gamme 1</b>				
La quantité injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg) dans 500 MI	6	6	6	6
Vitesse d'agitation rapide (tr/ mn)	200	200	200	200
Temps d'agitation (mn)	2	2	2	2
Temps de décantation après coagulation (mn)	10	10	10	10
La quantité injectée du flocculant polyamide en (mg)	5	10	15	20
Turbidité (NTU)	78	84	117	142

<b>Gamme 2</b>				
La quantité injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg) dans 500 mL	6	6	6	6
Vitesse d'agitation rapide (tr/ mn)	200	200	200	200
Temps d'agitation (mn)	2	2	2	2
Temps de décantation après coagulation (mn)	10	10	10	10
La dose injectée du flocculant polyamide (mg)	3	4	5	6
Turbidité (NTU)	91	79	67	58

<b>Gamme 3</b>				
La quantité injectée de $Al_2(SO_4)_3$ en (mg) dans 500 mL	6	6	6	6
Vitesse d'agitation rapide tr/ mn	200	200	200	200
Temps d'agitation (mn)	2	2	2	2
Temps de décantation après coagulation (mn)	10	10	10	10
La quantité injectée du flocculant polyamide en (mg)	7	8	9	10
Turbidité (NTU)	51	62	78	115



**Figure V.6: Courbe expérimentale de la variation de turbidité en fonction de la quantité injecté du polyamide (mg).**

D'après la figure (V.6), on remarque que la turbidité est diminuée à 51 NTU pour une quantité initiale en flocculant de 7mg.

On distingue alors que 7 mg représente la dose optimale du flocculant pour ce traitement.

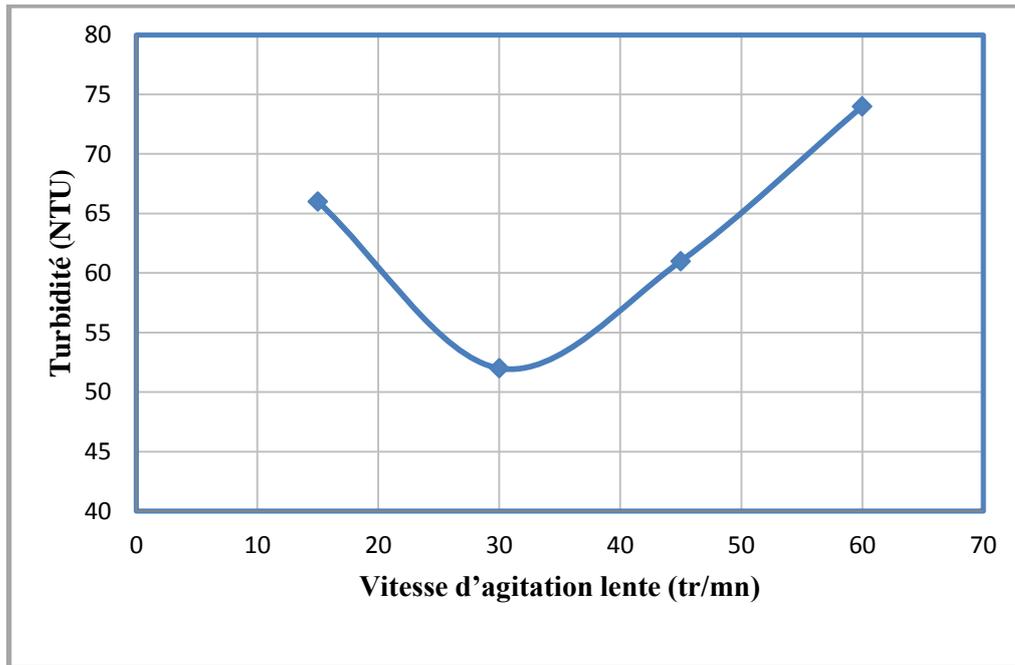
## V.5. Optimisation du temps de floculation

### 1) Vitesse d'agitation lente pour la floculation

Nous avons fait des essais sur le jar-test pour une dose optimale de sulfate d'alumine, le temps d'agitation est fixé à 20 mn et on varie la vitesse d'agitation lente de (15, 30, 45 et 60), afin d'arriver à déterminer la vitesse d'agitation lente optimale à appliquer pour avoir une bonne floculation.

**Tableau V.7 : Influence de la vitesse d'agitation lente sur la turbidité durant la floculation.**

La quantité optimale de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en (mg) dans 500 mL	6	6	6	6
Vitesse d'agitation rapide tr/ mn	200	200	200	200
Temps d'agitation (mn)	2	2	2	2
Temps de décantation après coagulation (mn)	10	10	10	10
La quantité optimale injectée du floculant polyamide en (mg)	7	7	7	7
Vitesse d'agitation lente pour la floculation (tr/ mn)	15	30	45	60
Turbidité (NTU)	66	52	61	74



**Figure V.7: Courbe expérimentale de la variation de la turbidité après pour les différentes vitesses lente durant la floculation.**

D'après les résultats obtenus, il y'a une diminution de la turbidité final à 52 NTU en augmentant de la vitesse d'agitation jusqu'à 30 tr/mn puis la turbidité augmenté après ce dernier, ceci s'explique par un bris des floccs formés suite à l'augmentation de la vitesse d'agitation.

La vitesse d'agitation à une grande influence sur la coagulation-floculation, cette vitesse de floculation doit être adéquate pour augmenter la probabilité des contacts entre les particules colloïdales, et doit pas être trop rapide pour ne pas briser les floccs formés.

Alors, nous avons conclu que la vitesse lente optimale est de l'ordre de 30 tr/min qui correspond la turbidité la plus faible.

## 2) Temps de décantation après floculation

Tableau V.8 : Effet de temps de décantation après la floculation sur la turbidité.

La quantité optimale de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en (mg) dans 500 mL	6	6	6	6
Vitesse d'agitation rapide tr/ mn	200	200	200	200
Temps d'agitation (mn)	2	2	2	2
Temps de décantation après coagulation (mn)	10	10	10	10
La quantité optimale du flocculant polyamide en (mg)	7	7	7	7
Vitesse d'agitation lente pour la floculation (tr/ mn)	30	30	30	30
Temps de décantation après floculation (mn)	20	30	40	50
Turbidité (NTU)	58	52	52	52

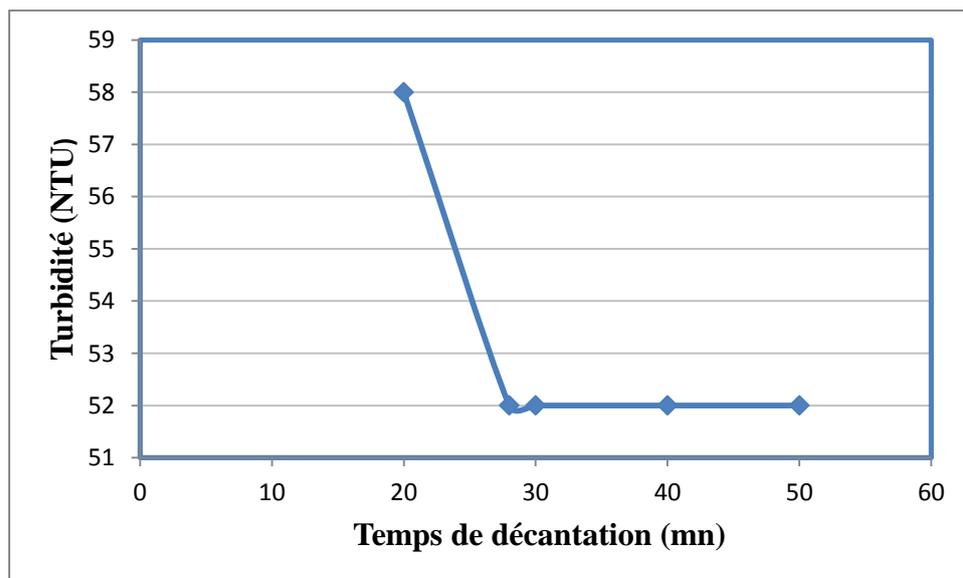


Figure V.8: Courbe expérimentale de la variation de la turbidité en fonction du temps de décantation après floculation.

Au vu des résultats obtenus (figure V.8), nous pouvons dire qu'il existe un temps optimal de décantation après floculation de 30 min qui correspond à la turbidité la plus faible.

### **Conclusion sur l'optimisation du mode opératoire**

Notre étude a été réalisée sur les eaux usées de la soitex de Sebdou qui portent une valeur de turbidité important égale à 538 NTU. On a fait une décantation de cette eau et on a obtient une turbidité égale à 365 NTU.

A partir des résultats précédents nous pouvons conclure que la coagulation-floculation avec la dose optimale de sulfate d'alumine est de 12 mg/L conduit à une réduction de la turbidité à 74 NTU.

La vitesse et le temps d'agitations rapide pour l'étape de la coagulation est un facteur important, qu'il faut prendre en compte, pour une meilleure élimination de la turbidité, en maintenant une agitation intense de 200 tr/min et un temps de 2 min puis une décantation de 10 min.

On peut conclure aussi que la détermination de la concentration du flocculant est un paramètre essentiel pour la déstabilisation des colloïdes. La dose optimale du flocculant polyamide est de 14mg/L. La vitesse lente optimale durant la floculation a été maintenue à 30 tr/min et cela durant un temps de 20 min, et le meilleur temps de décantation après floculation correspond à la plus faible turbidité est de 30tr/mn.

Nous constatons que la valeur obtenue de la turbidité après coagulation-floculation est de 52 NTU.

### **V.6. Influence du pH sur la turbidité pendant la phase de coagulation-floculation:**

Le pH est considéré comme un des facteurs les plus importants à prendre en considération au moment de la réalisation de l'opération de coagulation-floculation.

### 1) Influence du pH (partie acide) sur la coagulation

En essayant de voir l'effet du pH sur la turbidité. On a injectée des différents volumes d'acide sulfurique (2, 4,6 et 8mL), et on a ajouté une même quantité de sulfate d'alumine fixé à 6 mL dans 500 ml d'eau avec des pH allant de 5,25 à 9,19.

**Tableau V.9 : Effet du pH acide sur la coagulation.**

	<b>Gamme 1</b>				
	Eau brute	Becher 1	Becher 2	Becher 3	Becher 4
Volume d'acide sulfurique Dans 500 mL	////	2 mL	4 mL	6 mL	8 mL
Quantité optimal de coagulant $Al_2(SO_4)_3$ en (mg)	////	6	6	6	6
pH	7,89	6,85	6,43	5,83	5,25
Turbidité (NTU)	367	53	71	97	126

	<b>Gamme 2</b>				
	Eau brute	Becher 1	Becher 2	Becher 3	Becher 4
Volume d'acide sulfurique Dans 500 mL	////	1.1 mL	1.2 mL	1.3 mL	1.4 mL
Quantité optimal de coagulant $Al_2(SO_4)_3$ en (mg)	////	6	6	6	6
pH	7,89	7.41	7.37	7.31	7.25
Turbidité (NTU)	367	38	41	43	45

## 2) Influence de pH (partie la base) sur la concentration de coagulation :

Tableau V.10 : Effet du pH basique sur la coagulation.

	<b>Gamme 1</b>				
	Eau brute	Becher1	Becher2	Becher 3	Becher4
Volume NaOH Dans 500mL	////	2 mL	4 mL	6 mL	8 mL
Quantité optimal de coagulant $Al_2(SO_4)_3$ en (mg)	////	6	6	6	6
pH	7,89	8,19	8,76	8,99	9,16
Turbidité (NTU)	367	62	73	96	125

	<b>Gamme 2</b>				
	Eau brute	Becher 1	Becher 2	Becher 3	Becher 4
Volume injecté de NaOH dans 500mL	////	0.5 mL	1 mL	1.5 mL	2 mL
Quantité optimal de coagulant $Al_2(SO_4)_3$ en (mg)	////	6	6	6	6
pH	7,89	7.97	8.05	8.14	8.22
Turbidité (NTU)	367	54	56	59	61

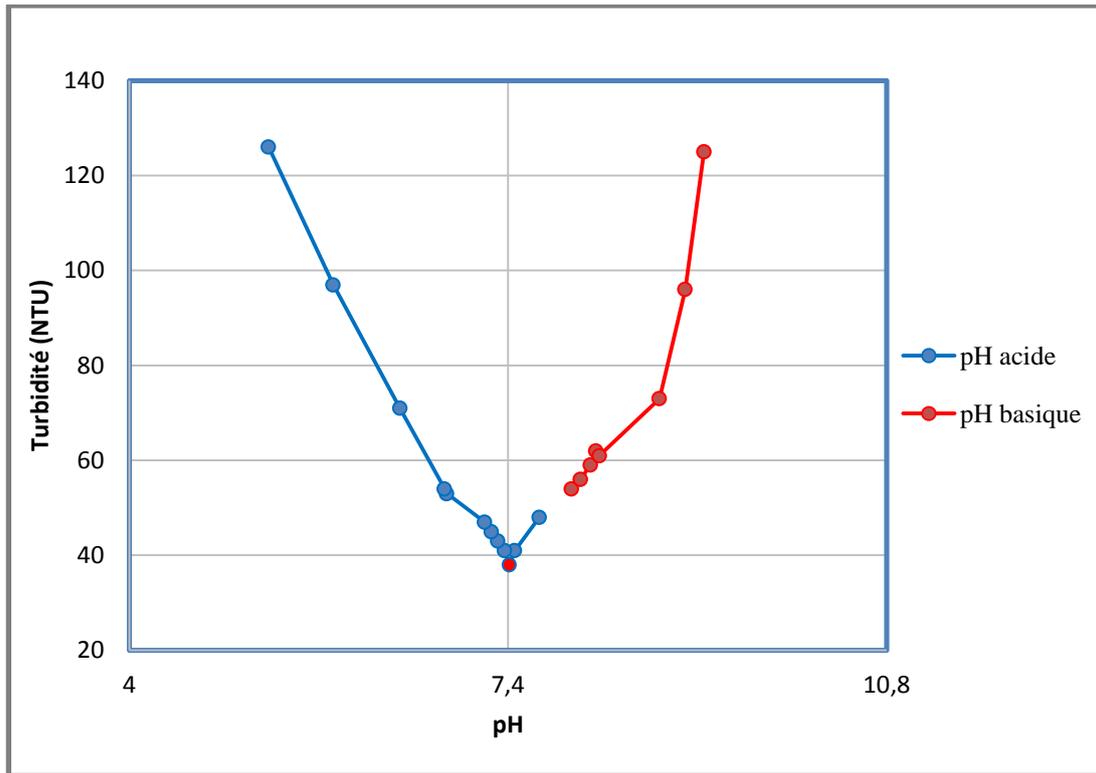


Figure V.9: Courbe expérimentale de la variation de la turbidité en fonction du pH.

A partir des expériences du jar test, on a remarqué que la courbe de variation de la turbidité en fonction du pH est sous forme de cloche, c'est-à-dire que la turbidité finale décroît jusqu'à une valeur minimale 38 NTU correspondant au pH optimale puis l'allure d'une courbe croissante après ce dernier. Ce virage correspond au pH optimal ou le processus (coagulation-floculation) atteint son rendement maximum.

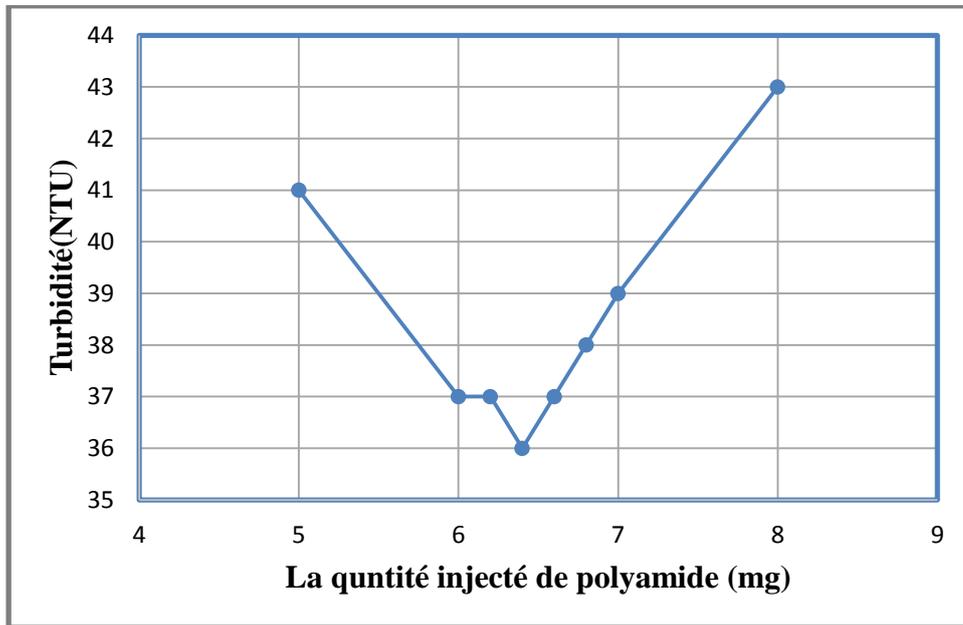
On peut conclure que cas le pH optimal pour le sulfate d'alumine est de l'ordre de 7,41.

## 3) Influence de la dose de polyamide sur la turbidité à pH constant

Tableau V.11 : Influence du flocculant polyamide sur la turbidité à pH constant.

	Gamme 1				
	Eau brute	Becher1	Becher2	Becher 3	Becher4
Volume d'acide sulfurique dans 500mL	////	1,1mL	1,1mL	1,1mL	1,1mL
Quantité optimal de coagulant $Al_2(SO_4)_3$ en (mg)	////	6	6	6	6
Quantité de flocculant polyamide en (mg)		5	6	7	8
pH	7,89	7,41	7,41	7,41	7,41
Turbidité (NTU)	367	41	37	39	43

	Gamme 2				
	Eau brute	Becher1	Becher2	Becher 3	Becher4
Volume d'acide sulfurique dans 500 mL	////	1,1 mL	1,1 mL	1,1 mL	1,1 mL
Quantité optimal de coagulant $Al_2(SO_4)_3$ (mg)	////	6	6	6	6
Quantité de flocculant polyamide en (mg)		6,2	6,4	6,6	6,8
pH	7,89	7.41	7,41	7,41	7,41
Turbidité (NTU)	367	37	36	37	38



**Figure V.10: Courbe expérimentale de la variation de la turbidité en fonction des différentes concentrations de polyamide à pH constant.**

Nous remarquons dans la figure (V.10) que la courbe est décroissante jusqu'à la valeur injectée 6,4 mL de polyamide puis deviennent croissantes au-delà de cette dose.

Alors, nous avons conclu que la dose optimale de polyamide est de 6,4 mL qui correspond la turbidité la plus faible dans 500 mL.

## **V.7. Influence d'autre flocculant sur la variation de la turbidité**

### **1) Détermination de la dose optimale de kaolin avec une concentration optimale de coagulant (sulfate d'aluminium)**

Pour définir la dose optimale de kaolin, nous allons injecter dans une série d'échantillon, une même dose de coagulant qui est le meilleur résultat ayant été obtenu pour la dose de 0,1 g/L de kaolin.

**Tableau V.12 : Influence de la dose du flocculant kaolin avec le coagulant  $Al_2(SO_4)$  sur la coagulation floculation.**

	<b>Gamme 1</b>				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
La quantité optimale de coagulant $Al_2SO_4$ en (mg) dans 500 mL		6	6	6	6
La quantité de flocculant kaolin en (mg) [0,1g/L]	////	2mL	4mL	6mL	8mL
Turbidité (NTU)	367	39	47	53	61

	<b>Gamme 2</b>				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
La quantité optimale de $Al_2SO_4$ en (mg) dans 500 mL	////	6	6	6	6
La quantité de flocculant kaolin en (mg) [0,1g /L]	////	0.4 mL	0.8 mL	1.2 mL	1.6 mL
Turbidité(NTU)	367	40	35	37	38

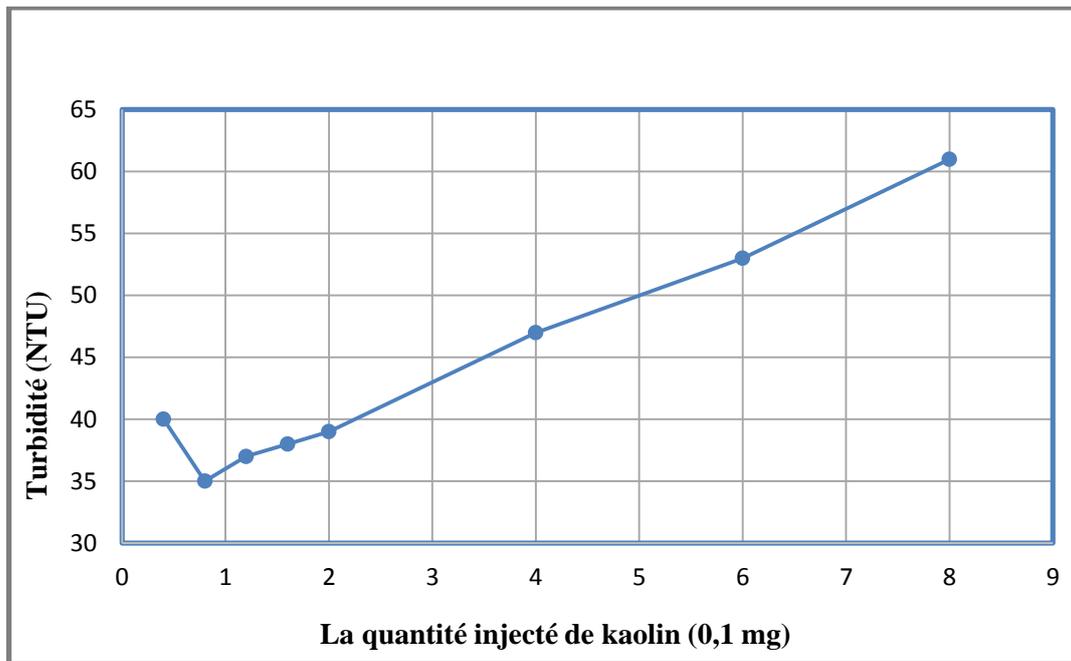


Figure V.11: Courbe expérimentale de la variation de la turbidité en fonction des différentes doses de kaolin [0,1g/l].

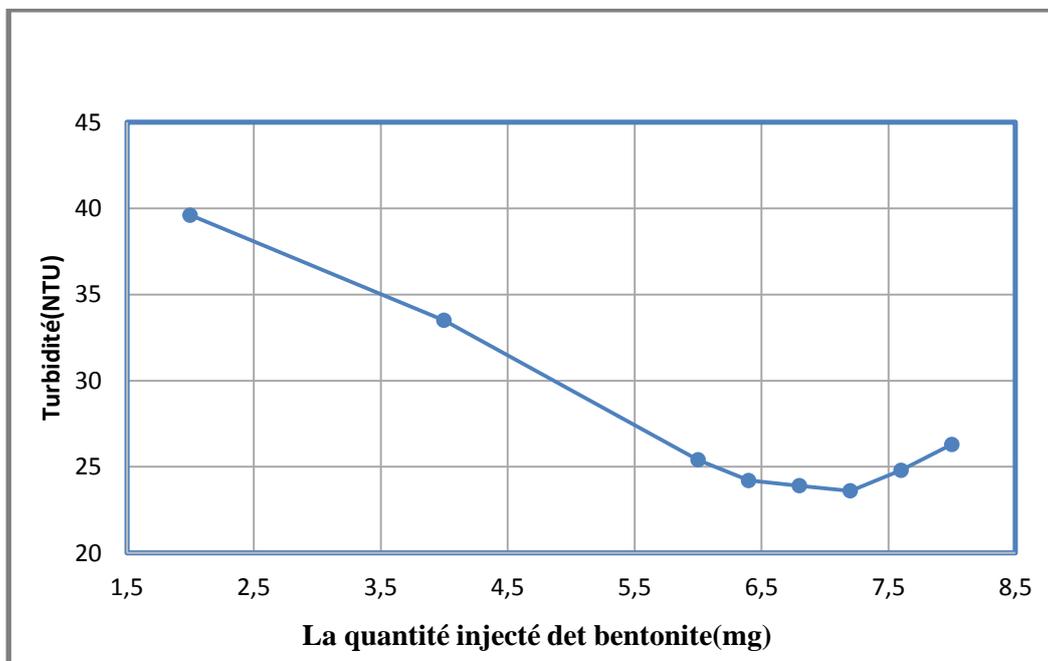
La courbe ci-dessus montre que la dose optimale de flocculant kaolin est de 0,8 mL car c'est le point correspondant à la plus faible valeur de la turbidité est devenue 35 NTU.

**2) Détermination de la dose optimale de bentonite avec une concentration optimale de coagulant (sulfate d'aluminium) :**

Tableau V.13 : Influence de la dose du flocculant bentonite sur la coagulation floculation.

	Gamme 1				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
La quantité optimale de $Al_2SO_4$ en (mg) dans 500 mL	/////	6 mL	6 mL	6 mL	6 mL
La quantité de flocculant bentonite en (mg)	/////	2 mL	4 mL	6 mL	8 mL
Turbidité (NTU)	367	39,6	33,5	25,4	26,3

	Gamme 2				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
La quantité optimale de $Al_2SO_4$ en (mg) dans 500 mL	/////	6 mL	6 mL	6 mL	6 mL
La quantité de flocculant de bentonite en (mg)	/////	6.4 mL	6.8 mL	7.2 mL	7.6 mL
Turbidité (NTU)	367	24.2	23.9	23.6	24.8



**Figure V.12: Courbe expérimentale de la variation de la turbidité en fonction des différentes quantités de bentonite (mg).**

La figure (V.12) présente la variation de la turbidité en fonction des différentes quantités de la bentonite. La turbidité diminue avec l'augmentation de la quantité injectée de flocculant. Le traitement à choisir dans ce cas est 12 g/L pour le sulfate d'alumine et 14.4 mg/L pour le flocculant bentonite.

**A-Influence de pH sur la dose optimal de coagulant( $Al_2SO_4$ ) et floculant (bentonite) (milieu basique)**

**Tableau V.14 : Influence du pH basique sur la turbidité pendant la phase de coagulation-floculation.**

	Gamme 1				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
Volume de NaOH dans 500 mL	/////	2 mL	4 mL	6 mL	8 mL
La quantité optimale de $Al_2SO_4$ en (mg) dans 500 mL	/////	6 mL	6 mL	6 mL	6 mL
La quantité optimale de floculant bentonite en (mg)	/////	7.2 mL	7.2 mL	7.2 mL	7.2 mL
pH	7.89	8.64	8.98	9.31	9.76
Turbidité (NTU)	367	31.4	38.5	43.4	51.2

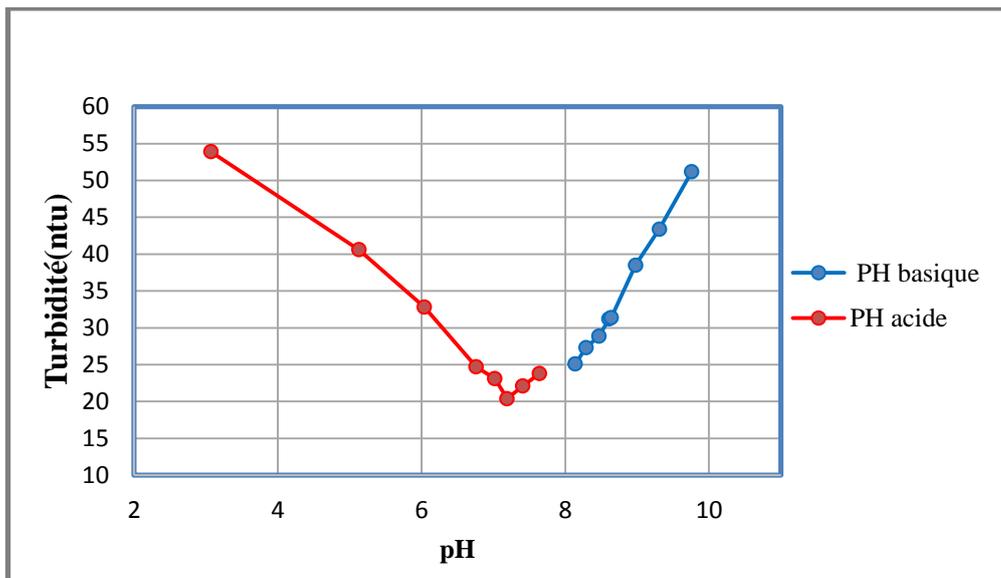
	Gamme 2				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
Volume de NaOH dans 500 mL	/////	0.5 mL	1 mL	1.5 mL	2 mL
La quantité optimale de $tAl_2SO_4$ en (mg) dans 500 mL	/////	6 mL	6 mL	6 mL	6 mL
La quantité optimale de floculant bentonite en (mg)	/////	7.2 mL	7.2 mL	7.2 mL	7.2 mL
pH	7.89	8.14	8.29	8.47	8.61
Turbidité (NTU)	367	25.1	27.3	28.9	31.2

**B-Influence de pH sur la dose optimal de coagulant( $Al_2SO_4$ ) et flocculant (bentonite) (milieu acide)**

**Tableau V.15 : Influence du pH acide sur la turbidité pendant la phase de coagulation-floculation.**

	Gamme 1				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
Volume de $H_2SO_4$ dans 500 mL	/////	2 mL	4 mL	6 mL	8 mL
La quantité optimale de coagulant $Al_2SO_4$ en (mL) dans 500mL	/////	6 mL	6 mL	6 mL	6 mL
La quantité optimale de flocculant bentonite en (mg)	/////	7.2 mL	7.2 mL	7.2 mL	7.2 mL
pH	7,89	6,76	6,04	5,13	3,07
Turbidité (NTU)	367	24.7	32.8	40.6	53.9

	Gamme 2				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
Volume de $H_2SO_4$ dans 500 mL	/////	0.4 mL	0.8 mL	1.2 mL	1.6 mL
La quantité optimale de coagulant $Al_2SO_4$ en (mg) dans 500 mL	/////	6 mL	6 mL	6 mL	6 mL
La quantité optimal de flocculant bentonite en (mg)	/////	7.2 mL	7.2 mL	7.2 mL	7.2 mL
pH	7,89	7.64	7.41	7.19	7.02
Turbidité (NTU)	367	23.8	22.1	20.4	23.1



**Figure V.13: Courbe expérimentale influence de pH sur la dose optimal de coagulant ( $Al_2SO_4$ ) et floculant (bentonite).**

A partir des résultats on remarque que la turbidité décroissant avec l'augmentation de pH jusqu'à 7.19 puis deviennent croissantes au-delà de cette dose.

Donc, pour une meilleure réduction de la turbidité, le pH optimal durant la coagulation-floculation est de l'ordre 7.19.

### **Nous avons travaillé avec le même mode opératoire**

#### **Conclusion sur l'optimisation du mode opératoire**

Notre étude pratique sur l'application de coagulation-floculation pour le traitement de l'eau turbide de la soïtex de Sebdou, nous a permis de faire les conclusions suivantes :

- ✓ La vitesse rapide égale à 200 tr/min et la durée d'agitations rapide est de 2 mn pour l'étape de la coagulation ;
- ✓ Le temps de décantation égale à 10 mn ;
- ✓ La vitesse lente égale à 30tr/mn pendant 20 min pour l'étape de la floculation;
- ✓ Le temps de décantation 30 mn ;

La turbidité de l'eau avant est 365 NTU.

**V.8.Détermination de la dose optimale de coagulant chlorure ferrique au cours de la coagulation –floculation**

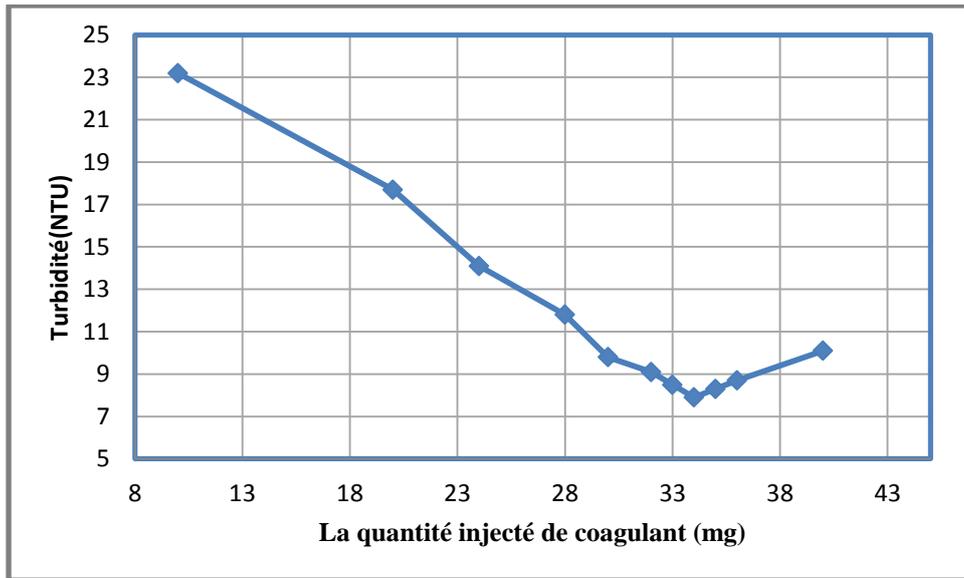
Au cours de nos essais, nous avons utilisé comme réactif coagulant le chlorure ferrique, Une solution mère de 1 g/L. Le tableau (V.16) représente les résultats des essais pour différents quantités de coagulant FeCl<sub>3</sub> afin de déterminer la dose optimale du coagulant correspondant à la meilleure limpidité.

**Tableau V.16: Effet de la dose du coagulant FeCl<sub>3</sub>sur la turbidité de l'eau.**

	<b>Gamme 1</b>				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
Quantité de coagulant FeCl <sub>3</sub> en (ml) dans 500mL	/////	10 mL	20 mL	30 mL	40 mL
Turbidité (NTU)	365	23.2	17.7	9.8	10.1

	<b>Gamme 2</b>				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
Quantité de coagulant FeCl <sub>3</sub> en (ml) dans 500mL	/////	24 mL	28 mL	32 mL	36 mL
Turbidité(NTU)	365	14.1	11.8	9.2	8.7

	<b>Gamme 3</b>				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
Quantité de coagulant FeCl <sub>3</sub> en (ml) dans 500mL	/////	32 mL	33 mL	34 mL	35 mL
Turbidité(NTU)	365	9.1	8.5	7.9	8.3



**Figure V.14 :L'influence de la quantité de chlorure ferrique sur la turbidité.**

D'après la figure ci-dessus nous remarquons que la courbe est décroissante pour les fortes doses de coagulant jusqu'à la quantité injectée de 34 mg de chlorure ferrique ( $\text{FeCl}_3$ ) dans 500 mL d'eau puis deviennent croissantes au-delà de cette valeur.

On conclue donc que le processus de coagulation-floculation est dépendant de la concentration de coagulant et qu'il exige une valeur adéquate de ce paramètre pour un bon rendement et une bonne efficacité. On distingue alors que 68 mg/L représenté la dose optimale du coagulant pour ce traitement.

#### **A) Influence de pH sur la coagulation (milieu basique)**

En essayant de voir l'effet du pH sur la turbidité de l'eau, nous avons ajusté le pH des solutions grâce à des solutions de Hydroxyde de sodium (NaOH). Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau(V.17).

Tableau.17 : Les différentes valeurs de turbidité mesurées en fonction du pH basique.

	Gamme 1				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
Le volume de Na OH	/////	2 mL	4 mL	6 mL	8 mL
Quantité optimal deFeCl <sub>3</sub> en (mg) dans 500 mL	/////	34 mL	34 mL	34 mL	34 mL
pH	7,89	8,36	8.82	9,11	9,34
Turbidité (NTU)	367	9.8	12.4	16.3	24.7

	Gamme 2				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
Le volume de Na OH	/////	0.5 mL	1 mL	1.5 mL	2 mL
Quantité optimal deFeCl <sub>3</sub> en (mg) dans 500 mL	/////	34 mL	34 mL	34 mL	34 mL
pH	7,89	8,08	8,17	8,28	8,37
Turbidité(NTU)	367	8.7	9.1	9.6	9.9

	Gamme 3				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
La dose de Na OH	/////	0.1 mL	0.2 mL	0.3 mL	0.4 mL
Quantité optimal deFeCl <sub>3</sub> en (mg) dans 500 mL	/////	34 mL	34 mL	34 mL	34 mL
pH	7,89	7.93	7.98	8.02	8.06
Turbidité (NTU)	367	8.1	8.3	8.4	8.6

**B) Influence de pH sur la coagulation (milieu acide)**

Nous avons ajusté le pH des solutions grâce à des solutions d'Acide sulfurique pour voir l'influence de pH sur la coagulation. Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau V.18.

**Tableau V.18 : Les différentes valeurs de turbidité mesurées en fonction du pH acide.**

	Gamme 1				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
Le volume de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	/////	2 mL	4 mL	6 mL	8 mL
Quantité optimal de FeCl <sub>3</sub> en (mg) dans 500 mL	/////	34 mL	34 mL	34 mL	34 mL
pH	7,89	6,64	6,05	5,13	2,70
Turbidité(NTU)	367	10.1	13.2	16,1	21.7

	Gamme 2				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
Le volume de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	/////	0.4 mL	0.8 mL	1.2 mL	1.6 mL
Quantité optimal de FeCl <sub>3</sub> en (mg) dans 500mL	/////	34 mL	34 mL	34 mL	34 mL
pH	7,89	7.31	7.20	7.06	6.91
Turbidité(NTU)	367	8.2	8.7	9,1	9.7

	Gamme 3				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
Le volume de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	/////	0.1 mL	0.2 mL	0.3 mL	0.4 mL
Quantité optimal de FeCl <sub>3</sub> en (mg) dans 500 mL	/////	34 mL	34 mL	34 mL	34 mL
pH	7,89	7.44	7.41	7.37	7.31
Turbidité(NTU)	367	7,6	7.1	7.7	8.2

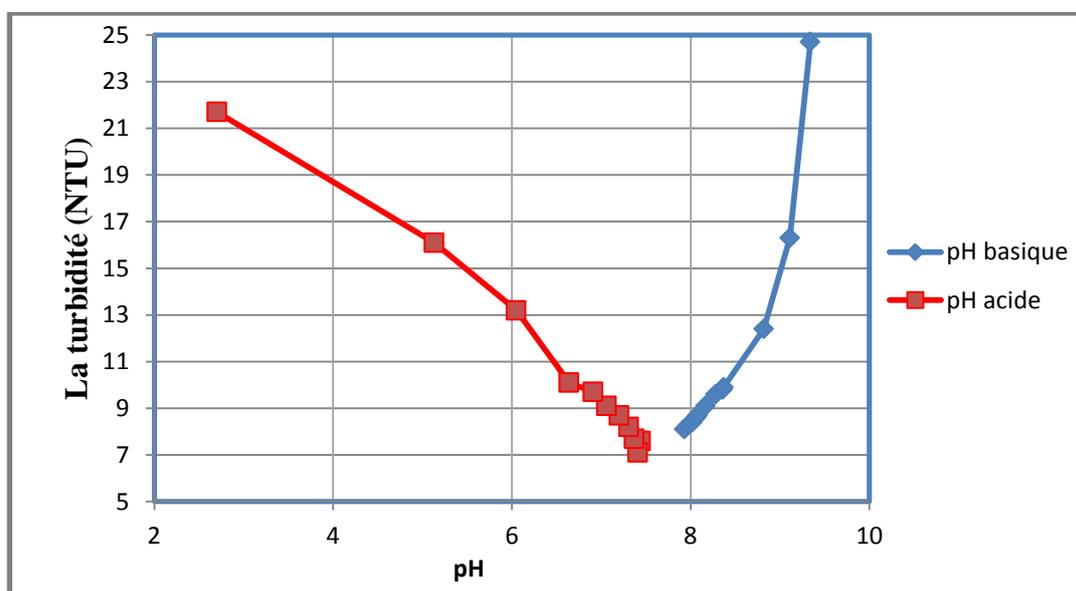


Figure V.15: Courbe expérimentale de la variation de la turbidité en fonction du pH.

La Figure V.15 représente l'effet de pH sur la coagulation, on observe deux courbes opposées : d'une part, une diminution de la turbidité à 7.1 NTU pour le pH acide, et d'autre part une augmentation de sa valeur pour le pH basique.

Nous distinguons non pas une valeur unique du pH optimale mais une plage optimale qui change en fonction de la nature des particules solides à éliminer. Elle est située entre 7.30 et 7.44.

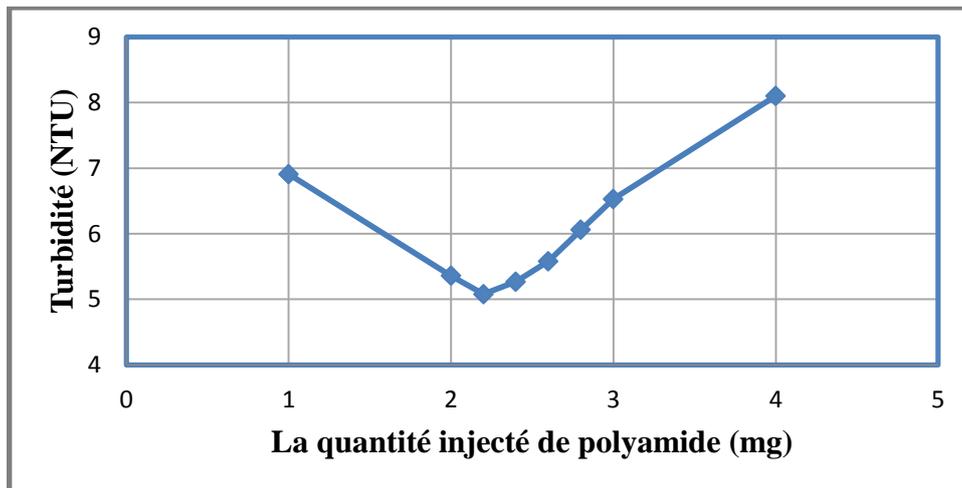
### V.9. Détermination de la dose optimale de floculant polyamide avec le coagulant chlorure ferrique

Nous avons fait des essais pour une dose optimale de chlorure ferrique est de 34 mg dans 500 mL d'eau, et on varie la quantité injecté de floculant en (mg). Le tableau (V.19) présente les résultats ainsi obtenus.

**Tableau V.19 : Influence du floculant polyamide avec le coagulant chlorure ferrique sur la coagulation floculation.**

	Gamme 1				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
Le volume optimal de FeCl <sub>3</sub> en (mL) dans 500mL	/////	34 mL	34 mL	34 mL	34 mL
Quantité injecté de polyamide en (mg)	////	1 mL	2 mL	3 mL	4 mL
Turbidité (NTU)	367	6.91	5.36	6,53	8,1

	Gamme 2				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
Le volume optimal de FeCl <sub>3</sub> en (mL) dans 500mL	/////	34 mL	34 mL	34 mL	34 mL
Quantité injecté de polyamide en (mg)	////	2.2 mL	2,4 mL	2,6 mL	2.8 mL
Turbidité (NTU)	367	5.08	5.27	5.58	6.06



**Figure V.16: Courbe expérimentale de la variation de turbidité en fonction des différentes quantités du polyamide (mg).**

On peut remarquer que le meilleur résultat est obtenu pour le premier béccher (Gamme 2) car c'est le point correspondant à la plus faible valeur de la turbidité est devenue 5,08 NTU.

### V.10. Détermination de la dose optimale de flocculant kaolin avec le coagulant chlorure ferrique

L'essai consiste à varier les doses du flocculant kaolin avec le maintien de la dose optimale de chlorure ferrique est de 34 mg dans 500 mL d'eau.

**Tableau V.20 : Influence de la dose du flocculant kaolin avec le coagulant chlorure ferrique sur la coagulation flocculation.**

	Gamme 1				
	Eau brute	Béccher 1	Béccher 2	Béccher 3	Béccher 4
Le volume optimal de coagulant $\text{FeCl}_3$ en (mL) dans 500mL	/////	34 mL	34 mL	34 mL	34 mL
Quantité injecté de flocculant kaolin en (mg)	/////	1 mL	2 mL	3 mL	4 mL
Turbidité (NTU)	367	6.32	5.56	4.78	4.21

	Gamme 2				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
Le volume optimal de FeCl <sub>3</sub> en (mL) dans 500mL	/////	34 mL	34 mL	34 mL	34 mL
Quantité injecté de kaolin en (mg)	/////	5 mL	6 mL	7 mL	8 mL
Turbidité (NTU)	367	4.47	5.24	6.62	8.34

	Gamme 3				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
Le volume optimal de FeCl <sub>3</sub> en (mL) dans 500mL	/////	34 mL	34 mL	34 mL	34 mL
Quantité injecté de kaolin en (mg)	/////	4.2 mL	4.4 mL	4.6 mL	4.8 mL
Turbidité (NTU)	367	4.05	3.89	4.07	4.35

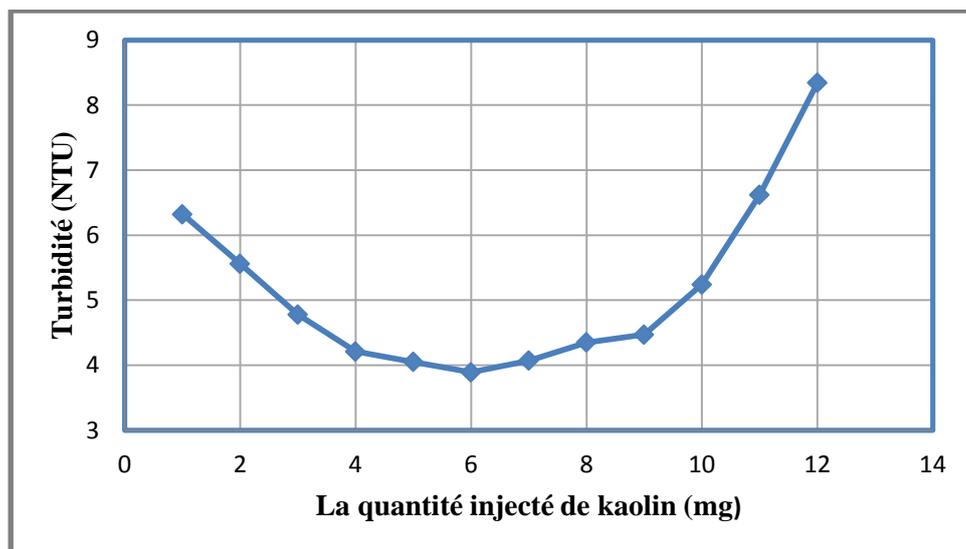


Figure V.17: Courbe expérimentale de la variation de la turbidité en fonction des différentes quantités de kaolin [0,1g/l].

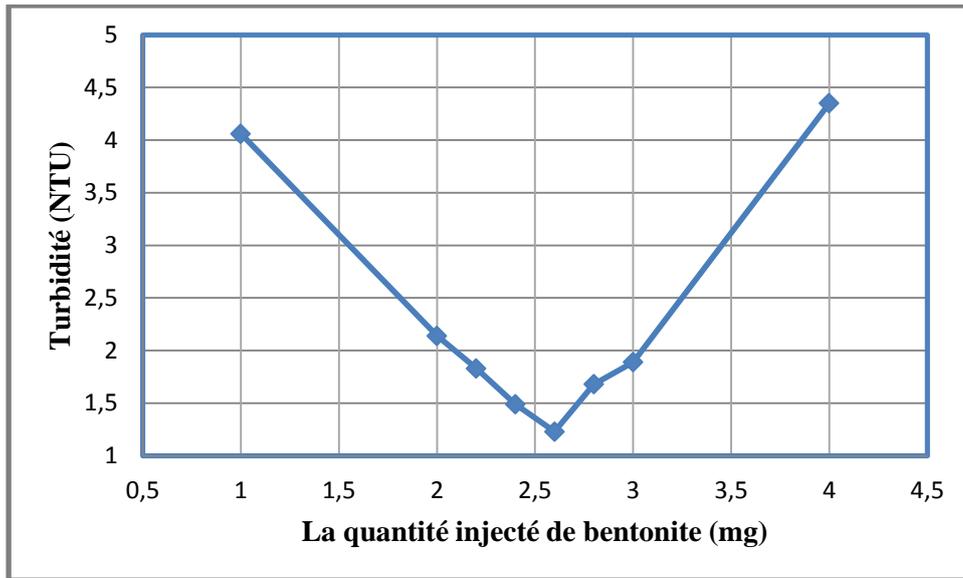
Les résultats montrent que la diminution de la turbidité dans l'eau traitée est meilleure pour une dose de kaolin entre 4.2 et 4.6 mg.

**V.11.Détermination de la dose optimale de flocculant bentonite avec le coagulant chlorure ferrique**

**Tableau V.21 : Influence de la dose du flocculant bentonite sur la coagulation floculation.**

	Gamme 1				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
Le volume optimal de coagulant FeCl <sub>3</sub> en (mL) dans 500 mL	/////	34 mL	34 mL	34 mL	34 mL
Quantité injecté de flocculant bentonite en (mg)	/////	1 mL	2 mL	3 mL	4 mL
Turbidité (NTU)	367	4.06	2.14	1.89	4,35

	Gamme 2				
	Eau brute	Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3	Bécher 4
Le volume optimal de coagulant FeCl <sub>3</sub> en (mL) dans 500 mL	/////	34 mL	34 mL	34 mL	34 mL
Quantité injecté de flocculant bentonite en (mg)	/////	2.2 mL	2.4 mL	2.6 mL	2.8 mL
Turbidité (NTU)	367	1.83	1.49	1.23	1.68



**Figure V.18: Courbe expérimentale de la variation de la turbidité en fonction des différentes quantités de bentonite (mg).**

La Figure V.18 représente la variation de la turbidité en fonction des différentes quantités de bentonite, on observe que la turbidité est décroissante (1.23NTU) jusqu'à le volume injectée 2.6 mL de flocculant puis deviennent croissantes au-delà de cette valeur.

Alors, nous avons conclu que la dose optimale de bentonite à choisir dans ce cas est 5.2 g/L.

# *Conclusion générale*

## *Conclusion générale*

---

Ce travail avait pour objectif, l'étude de l'élimination de la turbidité présente dans les effluents d'industrie de la soïtex de sebdou par le procédé de coagulation-floculation, au niveau de laboratoire de traitement des eaux du Département d'Hydraulique à l'Université de Tlemcen, sur Jar-Test et l'utilisation de la turbidité comme critère de performance du processus, ce qui nous a permis de faire les conclusions suivantes :

- ✓ La détermination de la dose optimale du coagulant est un paramètre essentiel pour la déstabilisation des colloïdes.
- ✓ La vitesse d'agitation pour la coagulation doit être rapide en un temps très court (200 tr/mn pendant 2 minutes)
- ✓ La vitesse d'agitation pour la floculation doit être lente en un temps long (30 tr/mn pendant 20 minutes)
- ✓ L'influence de la dose de floculant sur la coagulation floculation s'avère très importante pour le jugement sur l'efficacité de l'abattement de la turbidité.
- ✓ La coagulation-floculation avec le chlorure ferrique comme coagulant et la bentonite comme floculant rabaisse bien la turbidité (367 NTU à 1.23 NTU).
- ✓ Le pH est l'un des paramètres les plus importants qu'il faut noter, du fait qu'il joue un rôle déterminant dans la coagulation ; la valeur optimum du pH qui donne une bonne qualité d'eau traitée est 7,40.

Dans notre travail et après avoir utilisé 2 coagulants « le sulfate d'alumine et le chlorure ferrique et 3 floculants polyamide, kaolin, et le bentonite.

Le meilleur résultat obtenu pour une bonne coagulation-floculation est le chlorure ferrique comme coagulant et le bentonite comme floculant.

## *Conclusion générale*

---

La coagulation floculation comme montre les résultats de l'étude est donc l'un des procédés fondamentaux de clarification pour le traitement des eaux, et c'est un processus de dépollution qui participe à protéger notre environnement.

*Référence*

*Bibliographique*

## *Référence bibliographique*

---

- [1] **Zeghoud Mohamed S** ; 2014 ; Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra ; Mémoire fin d'études de master ; Université des Sciences et de la Technologie d'El -Oued.
- [2] **H. Zoughuir, H. Khalef, O. Bouras, N. Chenouf, D. Belkaiss**, «Traitement des eaux résiduares colorées de l'unité de SOITEX de Boufarik par adsorption sur argiles modifiées».Proceeding de la 3<sup>ème</sup> conférence Maghrébine de Génie des Procédés, Tome 3, 1998, 296-299.
- [3] **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.
- [4] **M. Elkassimi, D. Meziane, S. Abouarnadasse, H. Azizi**, «Elimination des colorants de l'industrie de textile par le charbon de bois». Proceeding de la 2<sup>ème</sup> conférence Maghrébine de Génie des Procédés, 1998, 555-558.
- [5] **Čedo Maksimovič, José Alberto Tejada-Guibert, pierre-Alain Roche** (2001) : Les nouvelles frontières de la gestion urbaine de l'eau.
- [6] **Lakhdari B.** ,2011 : Effet de la coagulation floculation sur la qualité des eaux épurées de la STEP de Ain El Houtz. Mémoire de magister en Chimie Inorganique et Environnement ; Département de Chimie ; Faculté des Sciences, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, Décembre 2011.
- [7] **Bensadok K.** 2005 : Procédé de traitement d'émulsion huile/eau et eau/huile cas particulière d'émulsion d'huile de coupe. Thèse de doctorat d'état. Faculté des sciences et de technologie ; Université Haouari Boumediene.
- [8] **BERNARD M.** (2005) : « Cours de chimie minérale » ,2<sup>ème</sup> édition Dunod.
- [9] **BERNARD C.** (2007) : « Introduction à l'étude de la médecine expérimentale », édition BiblioBazaar.
- [10] **NAUDIN N, GRUMBACH N.** (2002) : Italie édition Larousse.

## *Référence bibliographique*

---

- [11] **Madjouri H, Amouria H.** (2007). Contribution au traitement des eaux usées en vue de leurs réutilisations en irrigation Étude site- S.T.E.P de Touggourt. Mém. D.E.A. Traitement des eaux et des fluides. Univ. D'Ouargla.85p.
- [12] **Développement durable sur VeDu** : [http://www.vedura.fr/environnement/eau/eaux usées](http://www.vedura.fr/environnement/eau/eaux_usées).
- [13] **FAIZA MEKHALIF** ; 2009 ; Mémoire de magister « Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement ».
- [14] **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.
- [15] **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;
- [16] **G .Abdelkader**, (1984), Tom1 « épuration biologique des eaux usées ».
- [17] **Rodier J et al.** (1996) « L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer ». 8<sup>ème</sup> édition. DUNOD. PARIS.
- [18] **Gaid A**, (1984), « Épuration biologique des eaux usées urbaines tome I », édition OPU, Alger.
- [19] **Rejesk, F**, (2005), « Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques » ; centre régional de documentaires techniques pédagogique d'aquitaine ;
- [20] **Mechati. F**, (2006), Etude des paramètres physico-chimique avant et après traitements des rejets liquides de la raffinerie de SKIKA. Mémoire de magister.
- [21] **C. GOMELLA et H. GERREE** « les eaux usées dans l'agglomération ».
- [22] **Xanthoulis D.** (1993)., Valorisation agronomique des eaux usées des industries agro-alimentaires.

## *Référence bibliographique*

---

[23] **Albert AMSELEM**, Le 26 Avril 2013 « étude des effets de la minimalisation des boues sur la méthanisation par digestion anaérobique », mémoire présenté à l'école de technologie supérieure, université du Québec.

[24] **DJAB Mohamed**, 2012 : Modification de la bentonite par des sels de Bis imidazolium – Applications à l'adsorption d'un colorant textile (Orange Téton). Mémoire de master en chimie ; Département de Chimie ; Faculté des Sciences, Université de Tlemcen.

[25] **S.Hammami**; 2008;Etude de dégradation des colorants de textile par les procédés d'oxydation avancée. Application à la dépollution des rejets industriels; Université de Marne la Vallée –France;

[26] **M. Stolte, M. Vieth**, Acta Endosc. 31 (2) (2001) 125–130

[27] **S. Moncada, R.M. Palmer, E.A. Higgs**, Pharmacol. Rev. 43(1991) ; 109–142.

[28] **A. Colin**. Chimie organique. Tome 2 éditions paris. (1970).

[29] **Lamri N**, 2010 : Elimination du colorant orange II en solution aqueuse, par voie photochimique et par adsorption. Mémoire de magister en Chimie analytique, physique et environnement ; Département de Chimie ; Faculté des Sciences exactes, Université Mentouri de Constantine, Décembre 2011.

[30] **Greene J.C., Baughman G.L.**, Effects of 46 dyes on population growth of freshwater green alga *Selenastrum capricornutum*, Text. Chem. Color. 28 23-30, 1996.

[31] **Servais P** ; Octobre 1999 ; La matière organique dans les milieux naturels. Presse de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées français, p 49.

[32] **SEFRAOUI MALIKA.**, (2013), « Etude comparative sur le prétraitement des eaux de mer par ultrafiltration et coagulation-floculation », Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique Université de Tlemcen.

[33] **BOURSALI.I**, (2011), « Etude expérimentale de la coagulation-floculation par le sulfate ferrique et le chlorure ferrique des matières en suspension » Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Géologie Université de Tlemcen.

## *Référence bibliographique*

---

- [34] **DELTALAB** : Bultin Technique du pilote de coagulation-floculation et décantation.
- [35] **KABLI et KAZOUZ**, (2004), « Etude expérimentale sur la coagulation-floculation et décantation » Mémoire DEUA en Hydraulique Université de Tlemcen.
- [36] **EZZIANE.S**, (2007), « Traitement des eaux de rejets de l'unité de TENES » mémoire de Magister Université de Chlef.
- [37] **Kettab A**, 1992, Traitement des eaux « Les eaux potable », édition O.P.U, Alger.
- [38] **DJELLOULI .R et BELARB.O**, (2008), « Etude sur la coagulation floculation et décantation sur les eaux épurées de la STEP de Ain ELHOUTZ » Mémoire DEUA en Hydraulique Université de Tlemcen.
- [39] **Claude Cardot** ; « les traitements de l'eau», Procèdes physico–chimiques et biologique - cours et problèmes résolus – Edition Marketing.S.A.1999.
- [40] **Degremont**, 1989, Mémento technique de l'eau, tome 1, édition Technique et documentation.
- [41] **KHERIFI W**, 2009, « Etude de la cinétique de sédimentation des matières en suspension dans le calcul des décanteurs » Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique Université de Annaba.
- [42] **BESSEDIK .M**, (2014), charge de coure Technologie de traitement des eaux.
- [43] **LENNTECH**, Water Treatment & Purification Holding B.V.Solutions de traitement de l'eau pour tous types d'applications, équipements domestiques  
[hpp://www.lenntech.fr/colloide.htm](http://www.lenntech.fr/colloide.htm) consulté le (22/03/2017).
- [44] **SELKA MUSTAFA K**, (2013), « L'influence des particules argileuses sur la coagulation-floculation », Mémoire de Master en Hydraulique Université de Tlemcen.
- [45] **Desjardins R**, 1997 : Traitement des eaux ; Edition de l'école polytechnique de Montréal, 2<sup>ème</sup> édition revue et améliorée.
- [46] **MEKHALIF. F**, (2009), « Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement », Mémoire de Magister Université du SKIKDA.

## *Référence bibliographique*

---

- [47] **Belarbi Fadila**, 2000, « Etude comparative de l'effet des caractéristiques physico-chimique des particules solides sur la coagulation-floculation » Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Génie Rural Université de Blida.
- [48] **Cardot G**, 2005 Génie de l'environnement ; Les traitements de l'eau procédés physico-chimiques et biologiques cours et problèmes résolus, Edition Ellipse, février 2005.
- [49] **Meghzili B, Boussaa M, Medjram M**, 2012, « Aluminium résiduel et optimisation des étapes de la clarification dans les stations de traitement des eaux », Publié le : 2012-01-03.
- [50] **H. Gallard, U.V.Gunten**, Chlorination of natural organic matter: kinetics of chlorination and of THM formation, Water Res. 36 (2002) 65–74.
- [51] **Hector Ricardo Hernández De León** ; « Supervision et diagnostic des procédés de production d'eau potable», Thèse de doctorat à l'institut nationale des sciences appliquées de Toulouse, Année 2006.
- [52] **BOUMEDIOU.S et DJALALI.I**, (2005), « Les essais des coagulations sur les eaux résiduaire industrielles de complexe SOITEX SEBDOU », Mémoire DEUA en Hydraulique Université de Tlemcen.
- [53] **Hubert Cabana** ; 2011, La coagulation, La floculation et l'agitation, cour chapitre 3, <http://www.civil.usherbooke.ca/cours/gci720/Chapitre%203%20-Coagulation%20-20%Floculation.pdf>.
- [54] **S. ACHOUR, N. GUESBAYA**.coagulation-floculation par le sulfate d'aluminium de composés organiques phénoliques et de substances humiques .larhyss journal, Issn juin (2005) 153-168.
- [55] **BENELMOUAZ ALI** ; 2015, « Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia », Mémoire de Master en Hydraulique Université de Tlemcen.