



وزارة البحث العلمي والتعليم العالي  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPEREUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم  
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem  
كلية العلوم و التكنولوجيا  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCÉDES



N° d'ordre : M2...../GPE/2020

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADIMIQUE

Filière : Génie des procédés

Option : Génie des procédés de l'environnement

### Thème

**Etude comparative entre deux coagulants : Chlorure  
ferrique et Sulfate d'alumine**

Présenté par

1- M<sup>elle</sup> LARADJI Zohra Rafika

2- M<sup>elle</sup> BORDJI Hanane

Soutenu le 25/06/2020 devant le jury composé de :

Président : M <sup>F</sup>	MEKHATRIA Djilali	Grade : MCB	Université de Mostaganem
Examineur : M <sup>elle</sup>	DELALI Halima	Grade : MAA	Université de Mostaganem
Rapporteur : M <sup>me</sup>	BOUBEGRA Naima	Grade : MCA	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2019/2020

## **Remerciements**

*D'abord et après le nom de Dieu, le Plus Gracieux, le Plus Miséricordieux, nous remercions Allah Tout-Puissant, qui nous a facilité ce travail et nous a incités à être patients à l'accomplir après des efforts continus.*

*Puis, nous tenons à remercier notre Encadreur **Mme BOUBEGRA** pour nous avoir guidés et accorder son temps précieux.*

*Nous espérons que ce travail témoigne de notre gratitude pour cela.*

*Un merci spécial aux membres du jury **Mr. MEKHATRIA** et **Mlle DELALI** pour leur présence, à nous écouter et à nous guider avec leurs précieux conseils.*

*Nous remercions également le chef de centre **Monsieur MEDJAHDI Rafic** de nous avoir acceptés pour faire ce stage au sein de cette station.*

*Ainsi, qu'au chef de service de production **Hamza LAMIDI** et*

***YAKKACHE Hamou**, aussi à ceux du laboratoire **Mr KHOUSSA Abdellah**,*

***Mme CHEMOUMA Nafissa**, **Mme Faiza** et **Mlle Bochra**, nous les remercions tout particulièrement pour leur soutien et pour avoir passé la plupart de leur temps à nous fournir et présenter des informations dans le cadre de nos recherches.*

*Nos remerciements vont aussi à tous les enseignants du département de Génie des procédés de la faculté des sciences et de la technologie de l'université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.*

## **Dédicace**

*A ma très chère **mère***

*Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré de mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que tu as consenti pour mon instruction et mon bien être. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études. Qu'ALLAH te protège et te donne la santé, le bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.*

*A ma très chère **grand-mère***

*Qui m'a accompagné par ses prières, sa douceur, puisse Dieu lui prêter longue vie et beaucoup de santé et de bonheur.*

*A ma tante **Sabria Khaldia** que j'aime tant, pour son soutien et son encouragement, tu es pour moi comme une grande sœur que Dieu te garde, te procure santé, joie et bonheur.*

*A **mes oncles** pour leur support lors des moments difficiles  
Je vous dédie ce travail en témoignage de l'affection que je porte pour vous.*

*A mes très chères **cousines et mon cousin**, je vous souhaite tous le bonheur du monde.*

*A **Amina** une personne qui a une place spéciale dans mon cœur,  
une grande sœur, une amie Qui a été à mes côtés tous au long  
de ces années qui a partagé avec moi beaucoup de choses  
que dieu te protège et te garde pour moi.*

*A mon binôme **Hanane** pour tous les souvenirs pendant les années  
d'études ensemble surtout les deux dernières années tu as une place  
très spéciale dans mon cœur, Je te souhaite une vie pleine  
de bonheur, santé et succès.*

**Rafika**

## ***Dédicace***

*À mon très cher père*

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu le garde dans son vaste paradis.*

*À maman que j'adore*

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur.*

*À mon très cher frère*

*Tu as toujours été à mes coté pour me soutenir et m'encourager.  
Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.*

*À mon petite sœur Imane*

*Une sœur comme on ne peut trouver nulle part ailleurs, puisse qu'Allah protège, garde et renforce notre fraternité. Je lui souhaite tout le bonheur du monde.*

*À tous les membres de ma famille, petits et grands*

*Veillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection.*

*À mon binôme Rafika*

*Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour t'exprimer mon affection et mes pensées, tu es pour moi la meilleure amie sur qui je peux compter et je te souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.*

***Hanane***

## ملخص:

ركز هذا العمل على الدراسة المقارنة بين اثنين من مواد التخثر: كلوريد الحديدي وكبريتات الألومينا، من خلال عملية (التخثر -التلبد) التي يتم إجراؤها من خلال ما يسمى اختبار الجرة. يتكون من صف من ستة أكواب محاطة تحت جهاز يسمح لهم بالتحريك بنفس السرعة. تلقت الأكواب المختلفة جرعة مختلفة من الكواشف (كبريتات الألومينا / كلوريد الحديدي) وفي نهاية التجربة، يتم تحديد الكميات المتزامنة من الكواشف بسرعة ووقت التحريك مما يجعل من الممكن الحصول على I أوضح مياه، أكبر وأفضل الكتل المستقرة. وفقا للنتائج التي تم العثور عليها، فإن أكثر أنواع التخثر المستخدمة هو كبريتات الألومينا بسبب فعاليته وانخفاض تكلفته.

**الكلمات الرئيسية:** التخثر -التلبد، اختبار الجرة، مصبوب، كتل، تجلط

## Résumé :

Ce travail a porté sur l'étude comparative entre deux coagulants : le chlorure ferrique et le sulfate d'alumine, à travers le processus de coagulation- floculation réalisée par ce qu'on appelle le jar-test. Il consiste en une rangée de six béchers alignés sous un appareillage permettant de tous les agiter à la même vitesse. Les différents béchers ont reçu une dose différente de réactifs (sulfate d'alumine /chlorure ferrique) et à la fin de l'expérimentation, on détermine quels sont les couples quantités de réactifs avec vitesse et temps d'agitation qui permettent d'obtenir l'eau la plus limpide, les floccs les plus gros et les mieux décantés.

D'après les résultats qu'on a trouvés, le coagulant le plus utilisé est le sulfate d'alumine à cause de son efficacité et son faible coût.

**Mot-clé :** coagulation-floculation, jar-test, décanté, floccs, coagulant

## Abstract :

This work focused on the comparative study between two coagulants : ferric chloride and alumina sulfate, through the coagulation-flocculation process carried out by what is called the jar-test. It consists of a row of six beakers aligned under an apparatus allowing them to be stirred at the same speed.

The different beakers received a different dose of reagents (alumina sulfate / ferric chloride) and at the end of the experiment, it is determined which are the couples quantities of reagents with speed and stirring time which make it possible to obtain a clearest water, the largest and best settled floccs.

The results obtained show that the most used coagulant is alumina sulfate because of its efficiency and low cost.

**Keywords :** coagulation-flocculation, jar-test, settled, floccs, coagulant

## Liste des Tableaux

### Chapitre III

<b>Tableau.III.1</b> : Résultats de chlore injecté sur le chlore libre résiduel.....	25
--	----

### Chapitre IV

<b>Tableau IV.1</b> : Paramètres physico-chimique pour une eau de différentes turbidités.....	28
<b>Tableau IV.2</b> : Essai N <sup>0</sup> 01-01 (FT) de Jar test (S.A) le 24/02/2020.....	28
<b>Tableau IV.3</b> : Essai N <sup>0</sup> 02-01 (MT) de Jar test (SA) le 27/02/2020.....	28
<b>Tableau IV.4</b> : Essai N <sup>0</sup> 03-01 (fT) de Jar test (SA) le 01/03/2020.....	29
<b>Tableau IV.5</b> : Essai N <sup>0</sup> 1-2 (FT) de Jar test (polymère) le 24/02/2020.....	29
<b>Tableau IV.6</b> : Essai N <sup>0</sup> 2-2 (MT) de Jar test (Polymère) le 27/02/2020.....	29
<b>Tableau IV.7</b> : Essai N <sup>0</sup> 03-02 (fT) de Jar test (polymère) le 01/03/2020.....	30
<b>Tableau IV.8</b> : Essai N <sup>0</sup> 04-01 (FT) de Jar test (FeCl <sub>3</sub> ) le 25/02/2020.....	31
<b>Tableau IV.9</b> : Essai N <sup>0</sup> 05-01 (MT) de Jar test (FeCl <sub>3</sub> ) le 27/02/2020.....	31
<b>Tableau IV.10</b> : Essai N <sup>0</sup> 06-01 (fT) de Jar test (FeCl <sub>3</sub> ) le 01/03/2020.....	32
<b>Tableau IV.11</b> : Essai N <sup>0</sup> 04-2 (FT) de Jar test (Polymère) le 26/02/2020.....	32
<b>Tableau IV.12</b> : Essai N <sup>0</sup> 05-2 (MT) de Jar test (Polymère) 27/02/2020.....	32
<b>Tableau IV.13</b> : Essai N <sup>0</sup> 06-2 (fT) de Jar test (Polymère) 01/03/2020.....	33

# Liste des Figures

## Chapitre I

<b>Figure. I.1</b> : Société de SEOR .....	5
<b>Figure. I.2</b> : Carte du couloir d'adduction « M.A.O » .....	6
<b>Figure. I.3</b> : Schéma du transfert .....	6

## Chapitre II

<b>Figure. II.1</b> : Débourbeur .....	7
<b>Figure. II.2</b> : Cascade d'aération .....	8
<b>Figure. II.3</b> : Densadeg.....	8
<b>Figure. II.4</b> : Agitateur rapide (coagulation) .....	9
<b>Figure. II.5</b> : Agitateur lent (floculation) .....	11
<b>Figure. II.6</b> : Déversoir .....	12
<b>Figure. II.7</b> : Filtre .....	13
<b>Figure. II.8</b> : Lavage d'un filtre .....	13
<b>Figure. II.9</b> : Réservoir de stockage (A/B) .....	14
<b>Figure. II.10</b> : Epaisseur de boue .....	14
<b>Figure. II.11</b> : Salle de contrôle .....	15

## Chapitre III

<b>Figure. III.1</b> : Robinets d'échantillonnages .....	16
<b>Figure. III.2</b> : Changement de couleur de l'échantillon lors d'essai .....	17
<b>Figure. III.3</b> : Résultat de titrage ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ (N/25)) .....	18
<b>Figure. III.4</b> : Résultat de Titrage d'EDTA .....	18
<b>Figure. III.5</b> : Résultats de titrage EDTA pour $\text{Ca}^{2+}$ .....	19
<b>Figure. III.6</b> : Titrage d' $\text{AgNO}_3$ .....	20
<b>Figure. III.7</b> : Couleur de présence des $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ .....	21
<b>Figure. III.8</b> : Résultats du test d'Ammonium .....	21
<b>Figure. III.9</b> : Volume titré ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) .....	22
<b>Figure. III.10</b> : Echantillon Test d' $\text{Al}^{3+}$ .....	22
<b>Figure. III.11</b> : Flacons de verre avec l'eau à étudier .....	24
<b>Figure. III.12</b> : Influence du Chlore injecté sur le Chlore résiduel .....	25

## Chapitre IV

<b>Figure IV.1</b> : Classement des floes .....	27
<b>Figure IV.2</b> : Formation des floes Essai N <sup>0</sup> 01-2, N <sup>0</sup> 02-2 et N <sup>0</sup> 03-2 bécher N <sup>0</sup> 06 .....	30
<b>Figure IV.3</b> : Essai N <sup>0</sup> 04-02 (FT) Jar test lors d'agitation lente .....	33
<b>Figure IV.4</b> : Essai N <sup>0</sup> 06-02 apparition des floes .....	34
<b>Figure IV.5</b> : Essai N <sup>0</sup> 05-02 formation des floes .....	34

## Liste des abréviations

**JC** : Jésus-Christ

**ANBT** : Agence Nationale de Barrages et Transferts

**MAPA** : Marché A Procédure Adaptée

**M.A.O** : Mostaganem, Arzew et Oran

**MES** : matière en suspension

**MO** : matière organique

**TA** : titre alcalimétrique

**TAC** : taux d'alcalinité complet

**TH** : taux hydrotimétrique (la dureté)

**TDS** : taux de sels dessous

**RS** : résidu sec

**EB** : eau brute

**ET** : eau traitée

**ED** : eau distillé

**EDTA** : Éthylènediaminetétraacétique

**pH** : potentiel hydrogène

**C** : concentration

**BG** : base gamme

**HG** : haute gamme

**FT** : forte turbidité

**MT** : moyenne turbidité

**ft** : faible turbidité

**DPD** : diéthyl-p-phénylènediamine

**Clr** : chlore résiduel

**Clt** : chlore totale

## Les unités

**DA** : Dinar Algérien

**km** : kilomètre

**m** : mètre

**m<sup>2</sup>** : mètre carré

**m<sup>3</sup>** : mètre cube

**hm<sup>3</sup>** : hectomètre cube

**m<sup>3</sup>/j** : mètre cube par jour

**L** : litre

**mL** : millilitre

**L/s** : litre par seconde

**g/L** : gramme par litre

**mg/L** : milligramme par litre

**mol/L** : mole par litre

**mmol/L** : milli -mole par litre

**N** : normalité

**min** : minute

**°C** : degré Celsius

**°Cl** : degré en chlore

**°f** : degré français

**NTU** : Nephelometric Turbidity Unit

**P- Co** : Platino-Cobalt

# Sommaire

---

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Abstract	
Liste des tableaux	
Liste de figures	
Liste des abréviations	
Liste des unités	
Introduction générale .....	1

## Chapitre I : Généralités

I.1 L'historique du traitement des eaux .....	3
I.2.Origine et différents types d'eau .....	3
I.2.1 Eaux de pluie .....	4
I.2.2 Eaux de surface .....	4
I.2.3 Eaux souterraines .....	4
I.2.4 Eaux de mer et océan .....	4
I.3 Présentation de SEOR .....	4
I.4 Présentation de la station de traitement d'eau de Sidi Lahdjel .....	5

## Chapitre II : Processus de traitement de l'eau

II.1 Introduction .....	7
II.2 Débourbeur .....	7
II.3 Ouvrage d'entrée d'eau brute .....	7
II.3.1 Chambre d'arrivée .....	7
II.3.2 Cascade d'aération .....	7
II.4 Densadeg .....	8
II.4.1 Coagulation .....	8
II.4.1.1 Principe .....	8
II.4.1.2 Coagulants utilisés .....	9
II.4.2 Flocculation .....	11
II.4.3 Clarification .....	11
II.5. Filtration .....	12
II.5.1 Principe .....	12
II.5.2 Lavage des filtres .....	13
II.6 Réservoir d'eau traitée .....	13
II.7 Traitement des boues .....	14
II.8 Système de contrôle .....	15

## Chapitre III : Méthodes d'analyse de l'eau

III.1 Introduction .....	16
III.2 Echantillonnage .....	16
III.3 Appareils et matériels .....	16

III.4 Paramètre physico-chimique .....	17
III.4.1 L'indice de permanganate (matières organiques) .....	17
III.4.2 Titre alcalimétrique (TA) et titre alcalimétrique complet (TAC) .....	17
III.4.3 La dureté ou titre hydrotimétrique (TH) .....	18
III.4.4 La teneur de calcium et magnésium .....	18
III.4.5 Dosage des chlorures .....	19
III.5 Paramètre de pollution .....	20
III.5.1 Dosage des nitrates par spectrophotométrie.....	20
III.5.2 Dosage des nitrites par spectrophotométrie.....	20
III.5.3 Dosage du phosphate par spectrophotométrie .....	20
III.5.4 Détermination de l'ammonium .....	21
III.5.5 Détermination de l'aluminium .....	22
III.5.6 Détermination du fer total .....	22
III.5.7 Dosage des matières en suspension .....	23
III.5.8 Détermination du résidu sec .....	23
III.6 Demande en chlore .....	23
III.7 Essai de coagulation-floculation (Jar-Test) .....	26
III.7.1 Définition .....	26
III.7.2 Le but .....	26
III.7.3 Les réactifs .....	26
III.7.4 Protocole .....	26

## **Chapitre IV : Résultats et interprétation**

IV.1 Introduction .....	27
IV.2 Résultats expérimentaux .....	27
IV.2.1 Détermination de la dose optimale pour le coagulant sulfate d'aluminium .....	27
IV.2.2 Détermination de la dose optimale pour le coagulant chlorure ferrique .....	31
IV.3 Comparaison entre sulfate de l'aluminium et le chlorure ferrique.....	34

## **Conclusion**

## **Références Bibliographiques**

## **Annexes**

# Introduction

## Introduction générale

---

L'eau est un besoin humain fondamental. Chaque personne a besoin de 20 à 50 litres d'eau potable au moins par jour, pour boire, cuisiner et simplement se laver. L'eau polluée n'est pas seulement sale. Elle est mortellement dangereuse. Chaque année 1 800 000 personnes meurent de pathologies diarrhéiques comme le choléra. Des dizaines de milliers de personnes sont rendues sérieusement malades par une série de maladies liées à l'eau, dont un grand nombre peuvent être aisément évitées [1].

C'est aussi parmi les principaux modes d'utilisation de l'eau dans la société algérienne, on peut citer :

Alimentation en eau potable, alimentation en eau industrielle, alimentation en eau pour l'agriculture exercice de la pêche, l'exploitation de centrales hydro, électriques... Hélas, sur la terre, nous ne trouvons pas l'eau qui réponde aux exigences qualitatives exigées pour l'eau potable, c'est-à-dire que l'eau doit être claire, inodore, de saveur agréable aussi pauvre en germes microbiens que possible et en matières en suspension, ne pas renfermer de substances chimiques pouvant provoquer des maladies, ne pas contenir des substances la rendant inutilisable pour la cuisine et le blanchissage, ne pas avoir des propriétés agressives vis à vis des canalisations (métaux, ciments) [1].

Il est également important pour la santé publique, qu'elle soit utilisée pour boire ou pour la maison, pour préparer des aliments ou à des fins récréatives.

L'amélioration de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement et une meilleure gestion des ressources en eau peuvent stimuler la croissance économique des pays et contribuer de manière significative à la réduction de la pauvreté.

En 2010, l'Assemblée générale des Nations Unies a explicitement reconnu le droit de l'homme à l'eau et à l'assainissement. Chacun a le droit d'obtenir une eau suffisante, continue, sûre et acceptable, physiquement et raisonnablement disponible, que ce soit pour un usage personnel ou domestique [1].

Le type des procédés utilisés pour le traitement de l'eau dépend de la qualité de l'eau brute captée : de la simple désinfection, éventuellement couplée à une filtration rapide, pour les eaux souterraines bien protégées par leur profondeur et la nature géologique des terrains traversés, à des traitements plus poussés (prétraitement, coagulation, floculation, clarification filtration et

## Introduction générale

---

Procédés d'affinage avant désinfection) pour des eaux superficielles ou des eaux souterraines de moins bonne qualité [1].

Et c'est pourquoi nous avons mené une étude visant à sélectionner les réactifs appropriés pour les eaux superficielles dans la station de potabilisation de Sidi Lahjel, dont l'objectif est de faire une étude comparative entre deux coagulants : chlorure ferrique et le sulfate d'alumine.

Notre recherche est basée sur quatre chapitres :

Dans le premier chapitre, on parlera sur l'historique de traitement et l'origine de l'eau.

Ensuite, nous présenterons une brève présentation de SEOR et de lieu de stage (Sidi Lahdjet).

Dans le deuxième chapitre, on s'intéressera au procédés de traitement mis en œuvre afin d'assurer la production d'une eau potable et saine.

Le troisième chapitre, donne un aperçu sur le laboratoire, les analyses effectuées avec leurs principe et but.

Le quatrième chapitre, est consacrée à présenter l'étude expérimentale et à l'interprétation des résultats, ainsi que la comparaison entre les deux coagulants.

Et enfin, une conclusion est donnée pour résumer le fruit de notre travail.

# Chapitre I : Généralités

## I.1 L'historique du traitement des eaux :

Dans les écrits en grec ancien et en sanskrit (Inde) datant de 2000 avant JC, des méthodes de traitement de l'eau étaient recommandées. Les gens savaient que le chauffage de l'eau pouvait la purifier, et ils ont également été formés à la filtration, à l'ébullition et à la filtration sur sable et gravier.

Après 1500 avant JC, les Égyptiens ont découvert pour la première fois le principe de la coagulation. Ils ont appliqué l'alun chimique pour la sédimentation des particules en suspension. Des photos de cette technique de purification ont été trouvées sur le mur du tombeau d'Aménophis II et de Ramsès II [2].

Après 500 avant JC, Hippocrate a découvert les pouvoirs de guérison de l'eau. Il a inventé la pratique du tamisage de l'eau et a obtenu le premier filtre à manches, qui était appelé le «manchon hippocratique». Les Assyriens ont construit la première structure qui pouvait transporter l'eau d'un endroit à un autre au 7ème siècle avant JC.

Plus tard, les Romains ont commencé à construire bon nombre de ces structures. Ils les ont appelés aqueducs. En latin, aqua signifie «eau» et ducere signifie «diriger».

Les aqueducs romains étaient des pièces d'ingénierie très sophistiquées, entièrement alimentées par gravité et transportant l'eau sur de très grandes distances. La plupart des aqueducs étaient des structures souterraines, pour les protéger en période de péril et prévenir la pollution.

Ensemble, ils ont fourni à Rome plus d'un million de mètres cubes d'eau par jour. Aujourd'hui, des aqueducs peuvent encore être trouvés sur certains sites en France, en Allemagne, en Espagne et en Turquie .Les États-Unis ont même repris la construction d'aqueducs pour ravitailler en eau les grandes villes. De nombreuses techniques utilisées par les Romains dans leurs aqueducs peuvent être vues dans les égouts modernes et les systèmes de transport d'eau [2].

## I.2.Origine et différents types d'eau :

Sans rentrer dans les détails de l'origine des eaux et les relations entre leur composition, nous pouvons envisager selon le mode de gisement, quatre sources principales d'eau : les eaux de pluie, eaux de surface, les eaux souterraines et les eaux de mer [2].

**I.2.1 Eaux de pluie :**

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour l'alimentation humaine. Elles sont saturées d'oxygène et d'azote et ne contiennent aucun sel dissous, comme les sels de magnésium et de calcium ; elles sont donc très douces [3].

**I.2.2 Eaux de surface :**

Ce type d'eau englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents (rivières, lacs, étangs, barrages,...). Ces eaux sont le siège, dans la plupart des cas, d'un développement d'une vie microbienne à cause des déchets rejetés dedans et de l'importante surface de contact avec le milieu extérieur. C'est à cause de ça que ces eaux sont rarement potables sans aucun traitement [3].

**I.2.3 Eaux souterraines :**

Les eaux souterraines sont toutes les eaux se trouvant sous la surface du sol, dans la zone de saturation et en contact direct avec le sol ou le sous-sol et se caractérisent par une turbidité faible où leurs eaux bénéficient de filtration naturelle importante.

Comme elle se caractérise par une contamination bactérienne faible, car elle est habituellement à l'abri des sources de pollution. Par conséquent la dureté est souvent élevée, et les eaux souterraines peuvent être en contact avec des formations rocheuses contenant des métaux bivalents comme le calcium ou magnésium [3].

**I.2.4 Eaux de mer et océan :**

La salinité observée dans les différents océans ou mers du globe résulte d'un équilibre entre évaporation, pluies et apports des fleuves (salinité faible) d'une part et d'échange d'eau avec les autres mers ou océans auxquels ils sont reliés d'autre part [3].

**I.3 Présentation de SEOR :**

La Société de l'eau et de l'assainissement d'Oran « SEOR », est une société par actions dont les actionnaires sont l'Algérienne des Eaux « ADE » et l'Office National de l'Assainissement « ONA ». Mise en place le 1er avril 2008, elle fut chargée du service public de l'eau potable et de l'assainissement de la wilaya d'Oran, tout en ayant comme objectif principal l'amélioration de la qualité du service d'alimentation en eau potable et ainsi la qualité de vie des citoyens.

La SEOR a misé dès le départ sur le développement des moyens humains et matériels en introduisant de nouvelles technologies visant l'efficacité, non seulement sur le plan technique et économique, mais aussi sur le plan environnemental [4].



**Figure. I.1 Société de SEOR**

#### **I.4 Présentation de la Station de traitement d'eau de « SIDI LAHDJEL » :**

La station de traitement d'eau potable de « SIDI LAHDJEL » est un projet de grande ampleur confié par l'ANBT, maître de l'ouvrage, après soumission à un appel d'offre nationale et internationale aux sociétés (Espagne-France) et « Dégrémont » et « MAPA » (Turquie) [4].

Les travaux de réalisation de cet ouvrage ont débuté le 25 avril 2006 et ils ont été achevés en août 2008 pour une durée de 28 mois avec un budget total de « 9.291.388.693,99 DA ».

Le site de la station de traitement d'eau est situé dans la localité de « Sidi Lahdjel », à 26 km de « Mostaganem » et à 2 km de la commune « d'Oued-Kheir » elle est accessible par le chemin de wilaya N° 13.

La station de traitement d'eau assure l'approvisionnement en eau potable des villes de Mostaganem, Arzew, Oran et les régions avoisinantes, à partir de « l'oued Chélif » et le barrage de « Kerrada » [4].



Figure. I.2 Carte du couloir d’adduction « M.A.O »

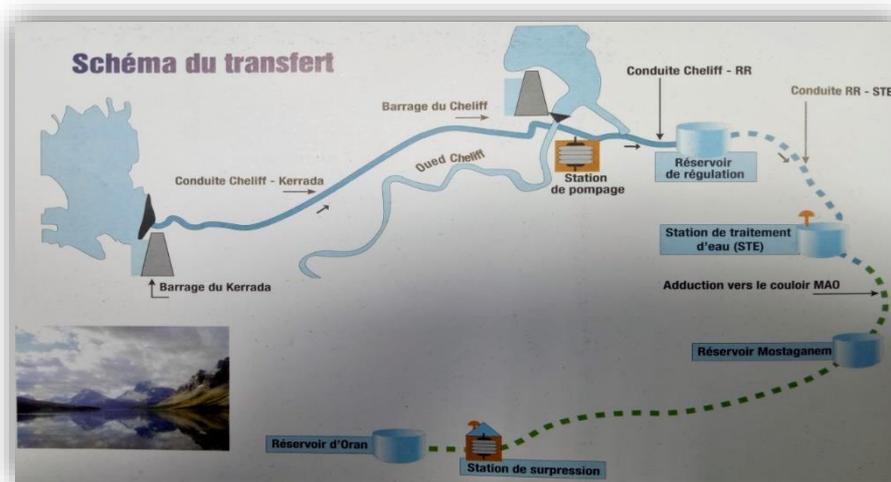


Figure. I.3 Schéma du transfert

La capacité nominale de la station de traitement est de  $561.600 \text{ m}^3/\text{j}$  ( $6500 \text{ l/s}$ ) d’eau brute débourbée.

La capacité d’eau sera supérieure à  $528.000 \text{ m}^3/\text{j}$  basé sur un taux maximal de perte de 6%. Comme il n’est pas prévu de ré-circuler les eaux de lavage des filtres, sera en moyenne d’environ 3% permettant une production de  $545.000 \text{ m}^3/\text{j}$  ( $6307,87 \text{ l/s}$ ).

Son objectif est de régulariser un volume de  $155\text{Hm}^3$  par an de l’eau de « Chélif », dont le débit résiduel annuel moyen à l’embouchure est de l’ordre de  $500\text{Hm}^3$ , d’en stoker temporairement une partie à « KERRADA » et, après traitement convenable, la transférer, en fonction de la demande, vers les centres urbains et industriels implantés le long du couloir « M.A.O » [4].

# Chapitre II :

## Processus de traitement de l'eau

## II.1 Introduction :

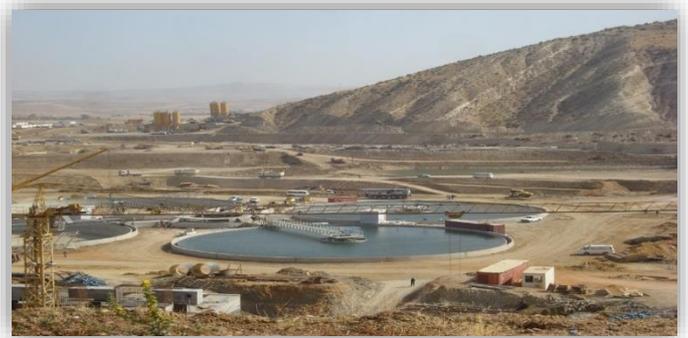
La potabilisation des eaux superficielles nécessite de faire appel à un ensemble de procédés de traitement physique, chimiques et biologique.

Les procédés de traitement de l'eau agissant comme des barrières infranchissables permettant de garantir de manière permanente la potabilité de l'eau produite et distribuée en assurant le degré adéquat de traitement de l'eau brute. Ce traitement s'effectue en plusieurs étapes.

## II.2 Débourbeur :

Les déboueurs permettent pour les eaux fortement chargées d'éliminer une bonne partie des matières en suspension (MES) les plus facilement décantables.

Généralement le débouage s'effectue après ajout d'un flocculant pour « adhésion » des grosses particules des matières en suspension (MES).



**Figure. II.1 Déboueur**

Il a été installé huit (8) déboueurs, 7 en marche et 1 à l'arrêt dont le diamètre est de 50 m et la surface unitaire est de 1962,5 m<sup>2</sup> et un volume de 8400 m<sup>3</sup> [5].

## II.3 Ouvrage d'entrée d'eau brute :

### II.3.1. Chambre d'arrivée :

La tuyauterie d'eau brute sera équipée d'un débitmètre électromagnétique DN 2000 capable de garantir une précision de 1% sur l'échelle de mesure.

### II.3.2. Cascade d'aération :

L'aération de l'eau consiste à mettre en contact de façon optimale de l'eau et de l'air, dans cette étape on a une injection du H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pour diminuer le pH et une injection de chlore gazeux pour une désinfection de l'eau. Les objectifs de l'aération sont :

- Élimination de gaz en excès
- Lutte contre les odeurs indésirables
- Introduction d'oxygène afin d'assurer l'oxydation de certains composés réducteurs, tel que le fer ou le manganèse [5].

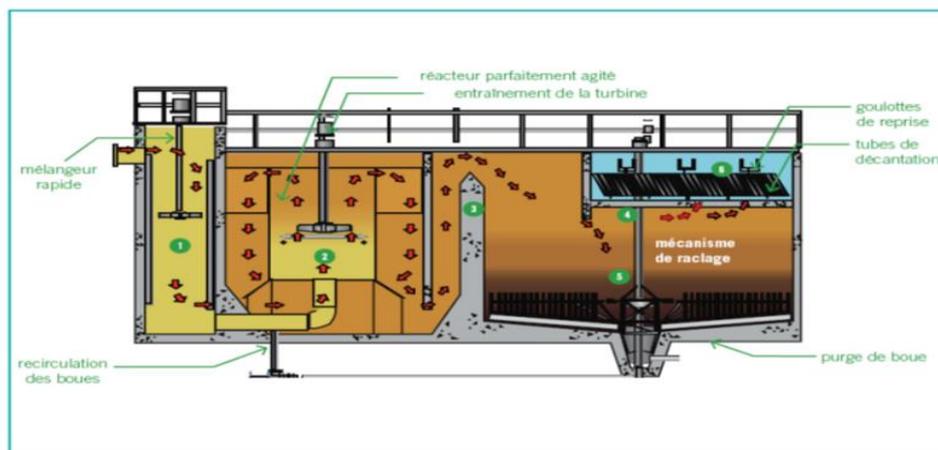


**Figure. II.2 Cascade d'aération**

#### II.4 Densadeg :

A la suite de la cascade, l'eau est conduite avec un canal de 3,00m x 3,00m jusqu'aux chambres de mélange. Le débit sera réparti suivant 06 modules identiques (Densadeg).

Le Densadeg est un système de grande capacité qui combine une coagulation, une floculation optimale, une décantation et un recyclage épauississement interne et externe des solides dans deux réacteurs consécutifs de manière à maximiser la performance du traitement [5].



**Figure. II.3 Densadeg**

#### II.4.1 Coagulation :

##### II.4.1.1 Principe :

Les colloïdes sont des particules de très faible diamètre notamment responsable de la couleur et de la turbidité de l'eau de surface. En raison de leur très faible vitesse de sédimentation la seule solution pour éliminer les colloïdes est de procéder à une coagulation-floculation.

La coagulation consiste à les déstabiliser en éliminant la charge électrostatique de manière à ensuite favoriser leur rencontre [6].

Les particules colloïdales en solution sont naturellement chargées négativement. Ainsi, elles tendent à se repousser mutuellement et restent donc en suspension. On dit qu'il y a stabilisation des particules dans la solution [7].

Pour obtenir une bonne coagulation, il faut un mélange rapide à haute énergie pour disperser correctement le coagulant et favoriser les collisions entre les particules. Un mélange excessif n'affecte pas la coagulation, mais un mélange insuffisant rendra cette étape incomplète.

Le temps de contact dans la chambre de mélange rapide est généralement de 1 à 3 minutes [8].



**Figure. II.4 Agitateur rapide (coagulation)**

#### II.4.1.2 Coagulants utilisés :

Les coagulants sont des produits capables de neutraliser les charges des colloïdes présents dans l'eau. Le choix du coagulant doit tenir compte de l'innocuité de produit, de son efficacité et de son coût [6]. Les plus employés sont à base de sels d'aluminium ou de fer.

##### a) Sulfate d'aluminium :

Il est le plus utilisé en coagulation. C'est un sel basique, hydraté, commercialisé sous la forme solide  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  il se dissocie dans l'eau en ions aluminium et sulfate, conduisant à des réactions chimiques avec les ions hydroxydes de l'eau [9].



L'aluminium est un amphotère qui est soluble sous forme d'aluminate aux pH acides et sous forme d'hydroxyde aux pH basiques. Le minimum de solubilité se manifeste proche de la neutralité. (5.8-7.2 pH)

La solubilité de l'aluminium dans l'eau augmente avec :

- Le pH (évolution exponentielle) ;
- La température de l'eau (évolution proportionnelle) ;
- Le taux de coagulant (évolution proportionnelle) ;

Mais aussi avec les caractéristiques chimiques de l'eau (minéralisation, TAC, présence de fluor et de phosphates qui augmentent la solubilité de l'aluminium) [10].

Il ne peut donc être défini une zone de pH fixe pour toutes les eaux brutes, correspondant au minimum de solubilité.

Le pH optimal de coagulation floculation pouvant varier de 6 à 7,4.

#### **b) Chlorure ferrique :**

Le chlorure de fer (III) ( $\text{FeCl}_3$ ) est un sel de fer largement utilisé dans le traitement des eaux, le chlorure ferrique existe sous forme solide et liquide qui est la plus utilisée.

La forme liquide commerciale est obtenue par dissolution du fer en milieu acide chlorhydrique avec formation de chlorure ferreux. Celui-ci est ensuite oxydé par le chlore en chlorure ferrique. La solution aqueuse ainsi obtenue de coloration rouge brune contient 40% de  $\text{FeCl}_3$  (570g/L) [11].

Le chlorure ferrique est employé comme coagulant,  $\text{FeCl}_3$  agit efficacement dans une large gamme de pH comprise entre 4 et 8.5 d'où une économie de la consommation des réactifs pour ajuster le pH et des flocculants.



À l'état liquide, il présente un certain nombre d'avantages relatifs à son acheminement (pas de perte de produits et l'économie énergétique des mélangeurs).

En revanche, le chlorure ferrique est toxique et hautement corrosif. La forme anhydre est un agent déshydratant très puissant. Il doit être manipulé avec précautions [11].

### II.4.2 Flocculation :

Après avoir été déstabilisées, les particules colloïdales ont tendance à s'agglomérer lorsqu'elles entrent en contact les unes avec les autres. La flocculation a justement pour but d'augmenter la probabilité des contacts entre les particules, et former des floccs de taille plus importante [12]. On utilise pour ce faire, des flocculants qui sont généralement des polymères.

Comme pour la coagulation, il existe des paramètres à prendre en compte pour le bon fonctionnement. Le mélange doit être lent afin d'assurer le contact entre les floccs engendrés par la coagulation et éviter le risque de les briser, sa durée se situe entre 10 et 60 minutes [9].



**Figure. II.5 Agitateur lent (flocculation)**

### II.4. 3 Clarification :

Les solides flocculés entrent dans la zone de décantation en passant au-dessus d'un mur déversoir submergé, ou les matières en suspension plus denses se déposent au fond du décanteur (effet de gravité). L'eau clarifiée se sépare de la boue descendante et remonte à travers des tubes de décantation inclinés.

La boue décantée est progressivement épaissie à la base du décanteur au moyen d'un racleur équipé d'une herse, une partie de ces boues est recerclée vers le réacteur de mélange. L'eau clarifiée est uniformément recueillie dans des goulottes d'eau décantée situées au-dessus de modules tabulaires de décantation [5].



**Figure. II.6 Déversoir**

## **II.5 Filtration :**

### **II.5.1 Principe :**

La filtration est un procédé physique de séparation solides /liquide qui utilise le passage à travers un milieu poreux constitué d'un matériau granulaire (le plus courant est le sable) qui retient les particules en suspension dans l'eau prétraitée (floculée et décantée).

L'eau clarifiée est filtrée sur une batterie de 18 filtres « Aquazur V » Chaque filtre est constitué par une cuve en béton armé formé de deux compartiments de (5\* 15.14m) chacun, séparés par un canal axial surmonté d'une goulotte d'évacuation des boues de lavage.

Chaque compartiment est pourvu d'un faux plancher, formé de dalles de béton préfabriquées reposant sur des poutres et dans lesquelles sont vissées des buselures spéciales à longue queue. Le milieu filtrant est constitué par une couche de 1.2m de sable siliceux de granulométrie uniforme [5].

L'eau est distribuée au-dessus du sable par le déversoir d'entrée. Elle traverse le sable où les matières en suspension sont retenues. Les buselures équipant le plancher collectent l'eau uniformément dans une chambre située sous le plancher et qui est reliée au régulateur de niveau lorsqu'il existe. L'eau filtrée est ensuite orientée vers les étapes ultérieures du traitement. Lorsqu'il y a accumulation des impuretés, le filtre doit être lavé [5].

### II.5.2 Lavage des filtres :

Généralement pour le lavage des filtres on effectue trois phases :

- Phase 1 : jet d'air uniquement et qui sert à délasser la couche filtrante.
- Phase 2 : jet d'air plus l'eau, et ceci pour brasser le matériau filtrant et le dépourvoir des impuretés qui se sont adhérees.
- Phase 3 : jet d'eau uniquement, phase de rinçage. Les passages lors de ces trois phases contrairement à la filtration se font de bas vers le haut [5].



Figure. II.7 Filtre.

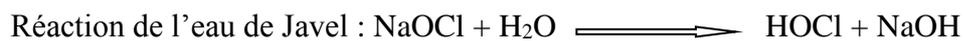


Figure. II.8 Lavage d'un filtre

### II.6 Réservoir d'eau traitée :

Chaque réservoir est formé de deux compartiments équipés de deux vannes murales d'un trop-plein, de raccords de vidanges et de transmetteurs de niveau d'eau. Le volume total du réservoir est 110.000 m<sup>3</sup>.

Il y'a une injection de la soude pour l'augmentation du pH, une injection du chlore gazeux (Cl<sub>2</sub>) pour la désinfection (cuve de contact) à l'entrée du réservoir et une autre injection de l'eau de javel (NaOCl) sur la sortie des eaux traitées pour l'effet rémanent [5].





**Figure. II.9 Réservoir de stockage (A/B)**

### **II.7 Traitement des boues :**

Les boues rejetées sont composées des matières en suspension apportées par l'eau brute et des matières résultantes de l'addition des réactifs.

Les clarificateurs comprennent une zone d'épaississement intégrée placée sous la zone de décantation lamellaire. Les boues provenant des clarificateurs ont une concentration d'environ 30 g/l qui seront acheminées par pompage vers des bassins circulaire de 18m, un système de raclage et déversoir d'effluent dont le rôle est l'augmentation de la concentration des boues par épaississement gravitaire pour pouvoir être traitées directement par les centrifugeuses (déshydratation mécanique), puis évacuées dans des camions-bennes vers une décharge située à 4km de la station de traitement [5].



**Figure. II.10 Epaississeur de boue**

**II.8 Système de contrôle :**

Un système de contrôle est réalisé au niveau de la station de traitement dont les objectifs sont les suivants :

- Acquisition des données et contrôle du process.
- Gestion des démarrages et arrêts des équipements.
- Visualisation du procès.
- Traitement des alarmes.
- Archivage des données et production des rapports d'exploitation [5].



**Figure. II.11** Salle de contrôle

# Chapitre III :

## Méthodes d'analyse de l'eau

### III.1 Introduction :

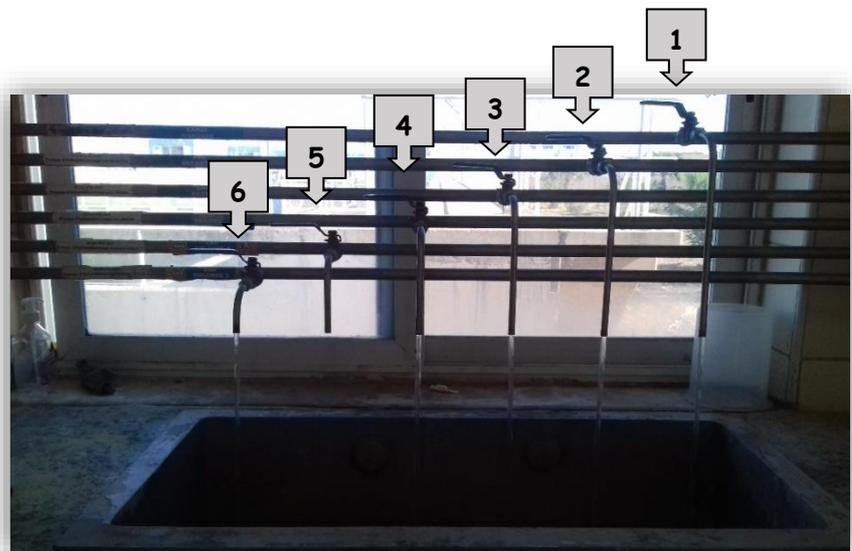
Dans le cadre de la réalisation de la station de traitement d'eau, un laboratoire, partie intégrante de l'installation a été prévu et est équipé d'un matériel aux contrôles de la qualité de l'eau brute et traitée [13].

Il s'agit en fait en premier de réaliser des analyses jugées primordiales pour la détermination des paramètres physico-chimiques de l'eau et le suivi de sa qualité. Trois types d'analyse sont réalisées dans un laboratoire d'une station de traitements : volumétrique, colorimétrique où à l'aide d'appareils spécialisés.

### III.2 Echantillonnage :

Il existe six robinets d'eau, les échantillons de ces robinets sont traités avec des appareils et des analyses pour déterminer les paramètres physiques et chimiques des eaux.

1. Eau brute (E.B).
2. Eau décantée.
3. Eau filtrée.
4. Eau traitée (E.T).
5. Réservoir A.
6. Réservoir B.



**Figure. III.1 Robinets d'échantillonnages.**

### III.3 Appareils et matériels :

- Matériel courant de laboratoire : fioles, béchers, agitateur magnétique, balance analytique, étuve, dessiccateur, bain marie etc....
- Turbidimètre : Appareil pour mesurer la turbidité, il s'agit d'un récepteur photoélectrique mesurant la lumière diffusée par le liquide.
- Conductimètre : ou un Conductivimètre, est un appareil permettant de mesurer une propriété de conductivité (Température, Salinité, TDS (taux de sels dessous)).
- Spectrophotomètre : Appareil qui permet de mesurer l'absorbance d'une solution à une longueur d'onde donnée (chlore libre et chlore résiduel total, Couleur... etc.).

### III.4 Paramètre physico-chimique :

#### III.4.1 L'indice de permanganate (matières organiques) :

##### a) Définition :

L'indice de permanganate d'une eau correspond à la quantité d'ions permanganate consommés par l'échantillon d'eau à analyser. Cet indice s'exprime en concentration d'oxygène [14].

##### b) Mode opératoire :

- On prend 25 mL d'un échantillon (EB, ET), on ajoute 5 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (2 mol/L, on) chauffe au bain-marie 10 min à 90°C.
- On ajoute 5 mL de (KMnO<sub>4</sub> (2 mmol/L)), chauffée 10min à 90°C (couleur rose foncée). Puis ajouter 5 mL «sel de Mohr » (couleur transparente), et titrer par le (KMnO<sub>4</sub>) jusqu'à obtenir la couleur rose pâle.
- Calculer l'indice de permanganate qui est exprimé en milligrammes d'oxygène par litre, à l'aide de l'expression :  $MO = \frac{V_1 - V_0}{V_2} * 16$  avec (V<sub>0</sub> pour dosage blanc, V<sub>1</sub> pour prise d'essai, V<sub>2</sub> pour l'étalonnage) [13].



Figure. III.2. changement de couleur de l'échantillon lors d'essai.

#### III.4.2 Titre alcalimétrique (TA) et titre alcalimétrique complet (TAC) :

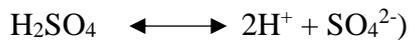
a) **Définition** : l'alcalinité caractérise la teneur en ions bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), carbonates (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) et hydroxydes (OH<sup>-</sup>) [15].

##### b) Mode opératoire :

- On prend 100 mL d'un échantillon (EB, ET), on ajoute quelques gouttes de « méthyle orange » (couleur orange).
- On titre avec H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (N/25) jusqu'à ce qu'on obtient une couleur jaune orange.
- Le TA et TAC sont exprimés en °f et calculés par les expressions :

$TA = 0^{\text{of}}$  (car pH de l'eau est inférieur à 8,5)

$TAC = V_{H_2SO_4} * 2$  (Avec 2 est le nombre d'équilibre :



$[HCO_3^-] = [TAC] * 12,2$  Avec 12,2 est un facteur de conversion du degré français au mg/L en  $HCO_3^-$  ( $1^{\text{of}} = 4,008 \text{ mg/L en } HCO_3^-$ ) [13].



**Figure. III.3 Résultat de Titrage ( $H_2SO_4$  (N/25)).**

### III.4.3 La dureté ou titre hydrotimétrique (TH) :

a) **Définition** : la dureté d'une eau est sa concentration en ions calcium ( $Ca^{2+}$ ) et magnésium ( $Mg^{2+}$ ). Plus ce titre hydrotimétrique est élevé, plus une eau est dure [16].

b) **Mode opératoire** :

- On prend 100mL d'un échantillon (EB, ET), on ajoute 10mL d'une « solution tampon pH=10 » plus deux gouttes de NET comme indicateur coloré (couleur rose).
- Titrer par (EDTA) jusqu'à ce qu'on obtient la couleur bleu, et on calcule d'après la formule suivante :  $TH = V_{EDTA}$ .



**Figure. III.4 Résultat de Titrage d'EDTA.**

### III.4.4 La teneur ce calcium et magnésium :

a) **Mode opératoire** :

- On prend 100mL d'un échantillon (EB, ET), on ajoute 1mL NaOH et quelques milligrammes de « Murexide » comme indicateur coloré (couleur rose).
- Titrer avec l'EDTA jusqu'à obtenir la couleur violette.



**Figure. III.5 Résultats de titrage EDTA pour  $\text{Ca}^{2+}$ .**

**b) Calcule et expressions des résultats :**

**La teneur en calcium :** Elle est exprimée en mg/L, et donnée par la formule suivante :

$\text{Ca}^{2+} = V_{\text{EDTA}} * 4,008$  (Avec 4,008 est un facteur de conversion du  $^{\circ}\text{f}$  au mg/L en calcium)

**La teneur en magnésium :** Elle est exprimée en mg/L, et donnée par les formules suivantes :

$[\text{Mg}^{++}] = [\text{T Mg}^{++}] * 2,431$  .... (1) (2,431 : Facteur de conversion du  $^{\circ}\text{f}$  au mg/L en  $\text{Mg}^{2+}$ )

$\text{TH} = [\text{T Ca}^{++}] + [\text{T Mg}^{++}]$  .... (2)

De (1) et (2) on obtient :  $[\text{Mg}^{++}] = ([\text{TH}] - [\text{T Ca}^{++}]) * 2,431$

Avec :  $[\text{Mg}^{++}]$  et  $[\text{Ca}^{++}]$  : les teneurs en magnésium et calcium en mg/L et  $[\text{T Ca}^{++}]$  et

$[\text{T Mg}^{++}]$  : les duretés calcique et magnésienne en  $^{\circ}\text{f}$ .

**III.4.5 Dosage des chlorures :**

**a) Définition :** Dans le domaine de la qualité de l'eau, le terme chlorure désigne l'ion chlorure ( $\text{Cl}^-$ ).

**b) Mode opératoire :**

- On prend 100mL d'un échantillon (EB, ET), plus quelques gouttes de « Dichromate de potassium » ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) (Couleur Jaune).
- Titrer par le Nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$  (1/80N)) jusqu'à obtenir une couleur rouge brique.

- La concentration en chlorure  $C_{Cl}$  est exprimée en mg/L, et donnée par la formule :

$C_{Cl} = V_{\text{titré}} * 35,2$  (avec 35,2 : Masse molaire du chlore).

- La réaction des ions chlorure avec des ions argent est la suivante :



$2 Ag^+ + CrO_4^{2-} \rightleftharpoons Ag_2CrO_4$  (précipité rouge brique) [13].



Figure. III.6 Titrage d'AgNO<sub>3</sub>

### III.5 Paramètre de pollution :

#### III.5.1 Dosage des nitrates par spectrophotométrie :

a) **Définition :** Les nitrates sont les sels de l'acide nitrique. La forme de l'ion nitrate est  $NO_3^-$  (couleur de leur présence est jaune) [13].

b) **Mode opératoire :**

- On prend 10mL d'un échantillon (EB, ET), ajouter réactif HRNITRATE puis agiter pendant une minute, laisser reposer pendant 5 min (temps de réaction).
- Mettre le programme enregistré : 355.N.Nitrate HRPP et régler le zéro dans l'appareil avec l'échantillon (eau brute.), insérer le flacon puis lire le résultat (mg/L) indiqué par le spectrophotomètre.

#### III.5.2 Dosage des nitrites par spectrophotométrie :

a) **Définition :** Les nitrites sont les sels de l'acide nitreux. La formule de l'ion nitrate est  $NO_2^-$  et la couleur de leur présence est bleu [13].

b) **Mode opératoire :**

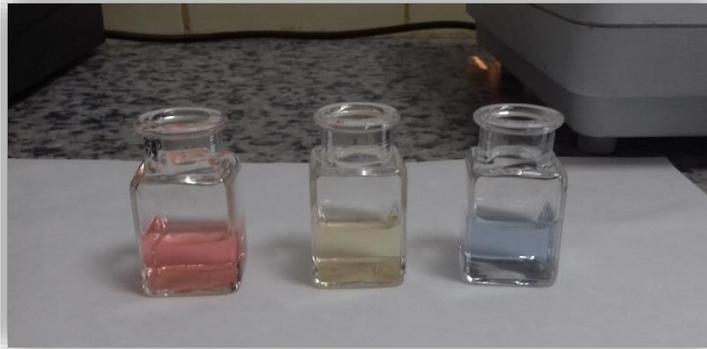
- On prend 10mL d'un échantillon (EB, ET), ajouter réactif nitrite LR puis agiter, laisser reposer pendant 20 min (temps de réaction).
- Mettre le programme enregistré : 371.N.Nitrite LR PP et régler le zéro dans l'appareil avec l'échantillon (eau brute.), insérer le flacon puis lire le résultat (mg/L) indiqué par le spectrophotomètre.

#### III.5.3 Dosage du phosphate par spectrophotométrie :

a) **Définition :** La formule du phosphate  $PO_4^{3-}$  et la couleur de sa présence est rose.

**b) Mode opératoire :**

- On prend 10mL d'un échantillon (EB, ET), ajouter réactif phosphate ver.3 puis agiter, laisser reposer pendant 2 min (temps de réaction).
- Mettre le programme enregistré : 490.P.React.PV et régler le zéro dans l'appareil avec l'échantillon (eau brute), insérer le flacon puis lire le résultat (mg/l) indiqué par le spectrophotomètre.



**Figure. III.7 Couleur de présence des  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$**

**III.5.4 Détermination de l'ammonium :****Mode opératoire :**

- On prend 40mL d'un échantillon (eau brute, eau traitée et eau distillée).
- Ajouter 4mL du réactif coloré, 4mL du réactif dichloroisocyanurate de sodium et 2mL d'eau distillé pour juste les deux échantillons (eau brute, eau traitée).
- Mettre dans un bain-marie pendant une heure.
- Mettre le programme utilisateur : ammonium BG/HG et régler le zéro dans l'appareil avec l'échantillon eau distillée préparer, insérer le flacon puis lire le résultat (mg/L).



**Figure. III.8 Résultats du test d'Ammonium.**

**III.5.5 Détermination de l'aluminium ( $Al^{3+}$ ) :****Mode opératoire :**

- Prendre 25 mL de l'échantillon (eau brute, eau traitée), ajoutez trois à quatre gouttes de Purpure de Bronocresol et titrer avec l'acide sulfurique 0,02N (couleur passe du violet au jaune) et enregistrer le volume titré puis jeter l'échantillon.
- Prendre 25mL d'échantillon, ajouter le volume d'acide sulfurique enregistré au paravent plus 1mL en excès et mélanger
- Ajouter 1mL d'acide ascorbique (1%) ,10mL de la solution tampon, 5mL de solution de travail puis jauger jusqu'à 50mL avec l'eau distillée.
- Attendre 5 à 6 minutes (pour que la couleur se stabilise), mettre le programme utilisateur : 966 AL 17, insérer le flacon préparé et lire le résultat (mg/L).
- Toujours faire un essai blanc (25mL d'eau distillée à laquelle on ajoute les mêmes réactifs que l'échantillon) pour régler le zéro dans l'appareil.

**Figure. III.9 Volume titré ( $H_2SO_4$ ).****Figure. III.10 Echantillon Test d' $Al^{3+}$ .****III.5.6 Détermination du Fer total :****Mode opératoire :**

- Prendre 50 mL de l'échantillon (EB, ET), ajouter 1mL du réactif I (solution de chlorhydrate d'hydroxylamine), 2mL réactif II (solution Tampon acétate) et 2mL du réactif III (solution de phénantroline-1,10).
- Préparer 50mL d'eau distillée et rajouter les mêmes quantités des réactifs.
- Mettre dans l'étuve pendant 15 min.
- Mettre le programme utilisateur et régler le zéro dans l'appareil avec l'échantillon d'eau distillée préparé, insérer le flacon puis lire le résultat (mg/L) indiqué par le spectrophotomètre.

**III.5.7 Dosage des matières en suspension par filtration :****Mode opératoire :**

- Prendre les membranes à l'aide d'une pince, et les mettre dans l'étuve à 105<sup>0</sup>C pendant 15 min puis les refroidir dans le dessiccateur pendant 5-10min afin d'enlever l'humidité,
- Peser sur une balance analytique et enregistrer le poids (P<sub>0</sub>) en mg,
- Placer les membranes dans l'équipement de filtration et mettre le dispositif en marche,
- Prendre 100ml d'un échantillon (EB, ET), y verser dans l'appareil et laisser filtrer,
- Enlever les membranes filtrées et les place dans l'étuve pour 24 heures ; peser et enregistrer le poids (P<sub>1</sub>) en mg, et calculer MES (mg/L) d'après l'expression suivant [13] :

$$\text{MES} = \frac{P_1 - P_0}{V_{\text{échan}}} * 1000$$

**III.5.8 Détermination du résidu sec :**

a) **Définition :** Le résidu sec définit la quantité de sels minéraux dissous dans un échantillon d'eau évaporée.

**b) Mode opératoire :**

- Mettre deux béchers dans l'étuve à 105<sup>0</sup>C pendant 15 min, puis refroidir les béchers dans le dessiccateur pour enlever toute trace d'humidité,
- On pèse la masse de deux béchers à vide (M<sub>0</sub>),
- Verser 100mL d'un échantillon (eau brute, eau traitée) dans chaque bécher et les sécher par l'étuve pendant 24 heures, pesage des deux masses après le séchage (M<sub>1</sub>).
- Calculer résidu sec (RS) en mg/L par l'expression suivante [13] :

$$\text{RS} = \frac{M_1 - M_0}{V_{\text{échan}}} * 1000$$

**III.6 Demande en chlore :****a) Définition :**

- **Chloramines :** Le chlore se dissous dans l'eau et forme de l'acide hypochloreux (HOCL) qui s'ionise pour donner :



Le chlore réagit très rapidement, entre autre avec l'ammoniac, pour former des composés appelés chloramines [17] :



- **Seuil** : Point au-delà duquel commence la formation des trichloramines ou maximum de formation de monochloramine (en présence de  $\text{NH}_4^+$ ).
- **Break-point** : C'est le point de rupture, ou point critique : point au-delà duquel l'ion  $\text{NH}_4^+$  est complètement oxydé par le chlore. Le chlore introduit se trouve alors sous forme de chlore libre [17].

**c) Rôle de la demande en chlore :**

C'est de connaître la valeur du chlore qu'il faut injecter après chloration. La consommation en oxydant lors de cette étape, appelée demande en chlore correspond à la dose nécessaire pour obtenir la teneur résiduelle recommandée. Elle est déterminée par la méthode de break-point.

**d) Protocole expérimentale :**

- On calcule la concentration d'eau de javel commerciale, à l'aide d'une micropipette, on prélève 0,2mL d'eau de javel puis mettre dans une fiole de 10mL et compléter avec l'eau distillée.
- Prendre dans une cellule 10mL de l'échantillon préparé et rajouter Acidifying Gb et réactif chlore HR (KI), la couleur change de transparent à l'orange, agiter la cellule puis la mettre dans l'appareil chloro-set-complet et lire la valeur et la convertir à l'aide de la formule suivante :  $1^\circ\text{Chlo} \longrightarrow 3,17 \text{ g de Chlore actif}$   
Exemple :  $[\text{javel}] = 0^\circ\text{Cl} * 3,17 = 47,6 * 3,17$  donc  $[\text{Javel}] = 150,9 \text{ g/L}$
- Pour notre essai, on besoin de 1g/L pour 100mL, à l'aide de la formule de dilution on calcule le volume à prendre de la solution mère :  $C_1V_1 = C_2V_2$

Application numérique :  $V_1 = \frac{1(\text{g/L}) * 100(\text{mL})}{150\text{g/L}} = 0,66\text{mL}$

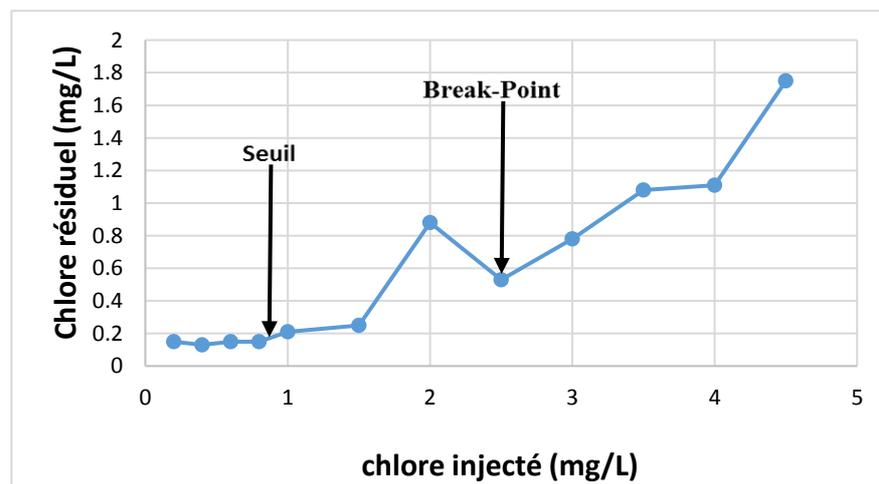


**Figure. III.11 Flacons de verre avec l'eau à étudier.**

- Prélever le volume calculé de la solution mère de l'eau de javel (0,66mL) et on compléter avec de l'eau distillée jusqu'à 100mL (solution 2), remplir 12 flacons de verre avec précisément 1L d'échantillon (eau brute) et injecter une petite quantité de chlore (solution 2) dans ces flacons, et augmenter à chaque fois jusqu'à terminer tous les flacons.
- Agiter et Placer les flacons à l'obscurité pendant 2 heures.
- Après 2 heures, on calcule le (Clr, Clt) sur le spectrophotomètre avec l'ajout du (DPD1) pour le chlore résiduel et le (DPD1+DPD3) pour le chlore total.
- Pour déterminer la quantité de l'eau de javel qu'il faut injecter pour avoir une bonne pré-chloration on fait une demande en chlore par la méthode du Break-Point.
- Mettre les résultats obtenus sur un tableau et tracer le graphe de chlore résiduel (libre) en fonction du chlore injecté.

**Tableau.III.1. Résultats de chlore injecté sur le chlore libre résiduel.**

N <sup>o</sup> bécher	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Chlore injecté (mg/L)	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
Chlore résiduel (mg/L)	0,13	0,13	0,15	0,15	0,21	0,25	0,88	0,53	0,78	1,08	1,11	1,75



**Figure. III.12 Influence du Chlore injecté sur le Chlore résiduel.**

### III.7 Essai de coagulation- floculation (Jar-Test) :

#### III.7.1 Définition :

La coagulation-floculation est un procédé de traitement physico-chimique, utilisée pour le traitement de potabilisation. Son principe repose sur la difficulté qu'ont certaines particules à se décantent naturellement (les colloïdes) [13].

#### III.7.2 Le but :

Le but est de déterminer la quantité optimale des réactifs (sulfate d'alumine, chlorure ferrique) qu'il faut injecter à l'eau brute pour avoir une bonne coagulation floculation.

#### III.7.3 les Réactifs :

Sulfate d'alumine  $Al_2(SO_4)_3$  (10g/L) : obtenu par une dilution d'une solution mère de concentration de 60g/L.

Chlorure ferrique  $FeCl_3$  (10g/L) : on le prépare de la solution mère de concentration de 596 g/L.

Polymère (0,1g/L) : prendre 0,01g dans 100 mL.

#### III.7.4 Protocole :

##### a) Coagulation :

- On prend six béchers dans lesquels on introduit 1L d'eau brute ou eau turbide (l'eau + la boue), on fait agiter à vitesse rapide ( $V=160$ tour/min pendant 3min) puis on ajoute des doses croissantes de coagulant « [Sulfate d'alumine]=10g/L ou [Chlorure ferrique]=10g/L ».
- Après 3min, on passe à une agitation lente ( $V=40$ tour/min), après 17min arrête le flocculateur, on laisse décanter 15min.
- On effectue la mesure de turbidité, prendre la dose du coagulant de faible turbidité [18].

##### b) Floculation :

- On prend six béchers dans lesquels on introduit 1 litre d'eau brute,
- On fait agiter à vitesse rapide ( $V=160$ tour/min pendant 3min) puis on ajoute la dose de la première partie de coagulant « sulfate d'alumine ou chlorure ferrique » (de faible turbidité).
- Après 3min, on passe à une agitation lente ( $V=40$ tour/min) puis on ajoute des doses croissantes de flocculant « [Polymère] = 0,1 g / L »,
- Après 17min on arrête le flocculateur, on laisse décanter 15min.  
On effectue la mesure la turbidité, la couleur et la conductivité [18].

# Chapitre IV :

## Résultats et

## interprétation

**IV. 1 Introduction :**

Dans cette partie, nous avons réalisé une étude comparative entre deux coagulants, à savoir le sulfate d'aluminium et le chlorure ferrique sur une eau préparée au niveau du laboratoire, de différentes turbidités.

Afin de satisfaire cet objectif, on a choisi le jar-test comme technique expérimental que nous avons décrit précédemment. Cette technique a pour but de déterminer le choix d'un réactif et les concentrations optimales nécessaires à une réduction maximale de la turbidité de l'eau après une simple décantation. Le contrôle des paramètres physico-chimiques influençant le choix du meilleur coagulant a été effectué au niveau des meilleurs béchers. Les résultats des essais sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

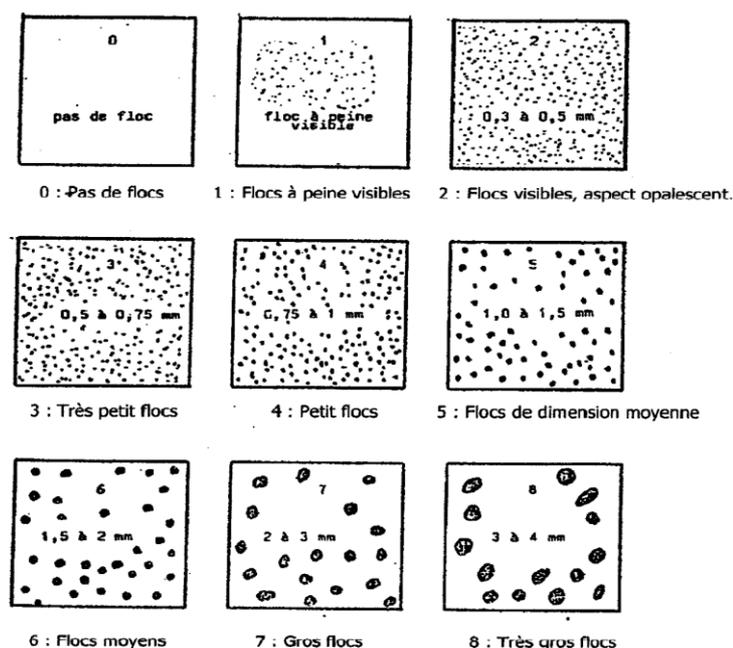
**IV. 2 Résultats expérimentaux :**

**IV.2.1 Détermination de la dose optimale pour le coagulant Sulfate d'Aluminium :**

Les expériences ont été réalisées sur le Jar-test pour une concentration de 10g/L de sulfate d'aluminium et 0,1g/L de polymère pour une eau brute de différentes turbidités.

Le choix de la concentration optimale repose sur les caractéristiques suivantes :

Turbidité de l'eau décantée < 2 NTU, aluminium < 0,2 mg/L, la dose du coagulant (la plus petite quantité), la couleur < 15 P-Co et la taille des floccs  $\geq 4$ , d'après la figure ci-dessous :



**Figure IV.1 Classement des floccs.**

Avant d'entreprendre chaque essai de Jar-test, on doit d'abord faire des analyses physico-chimiques de l'eau brute. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.1 Paramètre physico-chimique pour une eau de différente turbidité.**

Paramètres	Turbidi-té (NTU)	Couleur (P-Co)	M.O (mg/L)	MES (mg/L)	TAC (°f)	Conduc-tivité (µs/cm)	Temp-érature (°C)	Al <sup>+3</sup> (mg/L)	Fer (mg/L)
Eau brute(1)	136	608	1,6	170	24	2400	17,9	0,216	3,91
Eau brute(2)	54,7	165	1,6	95	16,4	2270	16,5	0,192	1,04
Eau brute(3)	11,3	18	0,96	31	16,8	2290	16,4	0,075	0,20

**Essai N° 01-01 : Tableau IV.2 Essai N°01-01(FT) de Jar test (S.A) le 24/02/2020**

N° des béchers	01	02	03	04	05	06
sulfate d'Alumine (ppm)	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0
Turbidité (NTU)	3,35	3,32	2,73	2,50	2,52	1,78
Taille des floes après 4 min	02	02	02	02	02	03
Taille des floes après 8 min	02	02	02	02	03	03
Taille des floes après 15 min	02	02	02	02	03	03

**Essai N° 02-01 : Tableau IV.3 Essai N°02-01(MT) de Jar test (SA) le 27/02/2020**

N° des béchers	01	02	03	04	05	06
sulfate d'Alumine (ppm)	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0
Turbidité (NTU)	9,42	6,78	6,15	2,86	2,40	1,17
Taille des floes après 4 min	01	01	01	01	01	01-02
Taille des floes après 8 min	01	01	01	01	01-02	02

**Essai N° 03-01 : Tableau IV.4 Essai N°03-01 (fT) de Jar test (SA) le 01/03/2020**

N° des béchers	01	02	03	04	05	06
sulfate d'Alumine (ppm)	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0
Turbidité (NTU)	9,10	8,65	6,95	4,65	2,84	1,53
Taille des floccs après 4 min	00	00	00	00	00	00
Taille des floccs après 8 min	00	00	00	00-01	01	01
Taille des floccs après 15 min	00	00	00-01	01	01	01-02

**Observation :**

D'après les critères de choix du meilleur bécher, le bécher numéro 06 pour l'essai N°01-01, N°02-01 et N°03-01 répondent aux critères (taille des floccs et turbidité). Donc on fixe la concentration de ce dernier (30mg/L) et on varie celle du polymère. Puis refaire le jar test.

**Essai N0 01-02 : Tableau IV.5 Essai N°1-2(FT) de Jar test (polymère) le 24/02/2020**

N° des béchers	01	02	03	04	05	06
sulfate d'Alumine (ppm)	30	30	30	30	30	30
polymère (ppm)	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
Turbidité (NTU)	1,25	1,74	2,10	2,38	1,86	0,85
Couleur (P-Co)	03	04	04	04	03	03
Conductivité ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	2410	2410	2410	2410	2400	2390
$\text{Al}^{+3}$ (mg/L) sans filtration	/	/	/	/	/	0,39
$\text{Al}^{+3}$ (mg/L) avec filtration	/	/	/	/	/	0,072
Taille des floccs après 4 min	02	02	02	02	03	03
Taille des floccs après 8 min	02	02	02	02	03	03
Taille des floccs après 15 min	02	02	03	03	04	04

**Essai N° 02-02 : Tableau IV.6 Essai N°2-2(MT) de Jar test (Polymère) le 27/02/2020**

N° des béchers	01	02	03	04	05	06
sulfate d'Alumine (ppm)	30	30	30	30	30	30
polymère (ppm)	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30

Turbidité(NTU)	2,36	2,30	2,24	2,52	2,46	2,19
Couleur (P-Co)	06	06	07	07	07	06
Conductivité (µs/cm)	2310	2310	2310	2310	2310	2310
Al <sup>3+</sup> (mg/L) sans filtration	/	/	/	/	/	0,185820
Al <sup>3+</sup> (mg/L) avec filtration	/	/	/	/	/	0,037449
Taille des floes après 4 min	02	02	02	02	02	02
Taille des floes après 8 min	012	03	03	03-04	04	04
Taille des floes après 15 min	03	03-04	04	04	05	06

**Essai N° 03-02 :** Tableau IV.7 Essai N°03-02(ft) de Jar test (polymère) le 01/03/2020

N° des béchers	01	02	03	04	05	06
sulfate d'Alumine (ppm)	30	30	30	30	30	30
polymère (ppm)	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
Turbidité (NTU)	2,64	2,48	2,32	2,36	1,77	1,14
Couleur (P-Co)	08	07	06	07	07	06
Conductivité (µs/cm)	2390	2380	2370	2370	2360	2360
Al <sup>3+</sup> (mg/L) sans filtration	/	/	/	/	/	0,37074
Al <sup>3+</sup> (mg/L) avec filtration	/	/	/	/	/	0,087054
Taille des floes après 4 min	01	01	01	01	01	01
Taille des floes après 8 min	01	01	01-02	01-02	02	02
Taille des floes après 15 min	02	03	04	04	05	05



Figure IV.2 Formation des floes Essai N°01-2, N°02-2 et N°03-2 bécher N°06.

**Commentaire :**

La turbidité est un paramètre influant sur le bon fonctionnement du procédé coagulation, de ce fait en remarque d'après les résultats obtenus dans les tableaux que plus la dose du sulfate d'aluminium est élevée plus on a une diminution de turbidité (de 136 à 1.78 NTU pour l'essai N<sup>0</sup>01-01), par contre la turbidité reste élevée pour les premiers béchers dans les essais N<sup>0</sup>02-01 et N<sup>0</sup>03-01. Cela est dû à la présence des particules en suspension dans la partie surnagée du bécher.

Pour les essais N<sup>0</sup>01-02, N<sup>0</sup>02-02 et N<sup>0</sup>03-02 les observations obtenues sont :

- La taille des floes formés est plus grosse lorsque l'eau est moins trouble.
- Diminution de la couleur et augmentations de la conductivité.

**IV.2.2 Détermination de la dose optimale pour le coagulant Chlorure Ferrique :**

On refait les mêmes expériences sur le Jar-test on utilisant le chlorure ferrique de concentration de 10g/L et un polymère 0.1g/L sur une eau brute de trois différentes turbidités de paramètres physico-chimique déjà cités (**Tableau IV.1**).

Le choix de la concentration optimale repose sur les caractéristiques citées auparavant.

**Essai N<sup>0</sup> 04-01 : Tableau IV.8 Essai N<sup>0</sup>04-01(FT) de Jar test (FeCl<sub>3</sub>) le 25/02/2020**

N <sup>0</sup> des béchers	01	02	03	04	05	06
chlorure ferrique (ppm)	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0
Turbidité (NTU)	10,7	9,98	6,68	6,72	4 ,92	1,07
Taille des floes après 4min	02	02	02	02	02	02
Taille des floes après 08 min	02	02	02	02	02	03
Taille des floes après 15 min	02	02	02	02	03	03

**Essai N<sup>0</sup> 05-01 : Tableau IV.9 Essai N<sup>0</sup>05-01(MT) de Jar test (FeCl<sub>3</sub>) le 27/02/2020**

N <sup>0</sup> des béchers	01	02	03	04	05	06
chlorure ferrique (ppm)	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0
Turbidité (NTU)	10,1	7,58	5,64	3,53	4,56	3,46
Taille des floes après 4min	01	01	01-02	02	02	02
Taille des floes après 08 min	01	02	02	02	02	02
Taille des floes après 15 min	01	02	02	02	02	02

**Essai N° 06-01 : Tableau IV.10 Essai N°06-01(FT) de Jar test (FeCl<sub>3</sub>) le 01/03/2020**

N° des béchers	01	02	03	04	05	06
chlorure ferrique (ppm)	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0
Turbidité (NTU)	14,5	12,5	8,18	9,04	4,21	1,64
Taille des floes après 4min	01	01	01-02	02	02	02
Taille des floes après 08 min	01	02	02	02	02	02
Taille des floes après 15 min	01	02	02	02	02	02

**Observation :**

D'après les critères de choix du meilleur bécher, le bécher qui a donné la plus petite valeur de turbidité et la taille des floes la plus grosse (d'après la **Figure V.1**) pour l'essai N°04-01, N°05-01 et N°06-01, est le dernier bécher.

On fixe la concentration du coagulant et on varie celle du polymère. Puis refaire le jar test.

**Essai N° 04-02 : Tableau IV.11 Essai N°04-2(FT) de Jar test (Polymère) le 26/02/2020**

N° des béchers	01	02	03	04	05	06
chlorure ferrique (ppm)	30	30	30	30	30	30
polymère (ppm)	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
Turbidité(NTU)	3,16	4,85	3,43	4,18	2,21	1,35
Couleur (P-Co)	12	18	13	15	10	07
Conductivité (µs/cm)	2430	2420	2430	2420	2410	2410
fer (mg/L) sans filtration	/	/	/	/	/	0,21
Fer (mg/L) avec filtration	/	/	/	/	/	0,15
Taille des floes après 4 min	02	02	02	02	02	03
Taille des floes après 8 min	02	02	03	03	03	03-04
Taille des floes après 15 min	02	03	03	03-04	04	04

**Essai N° 05-02 : Tableau IV.12 Essai N°05-2(MT) de Jar test (Polymère) 27/02/2020**

N° des béchers	01	02	03	04	05	06
chlorure ferrique (ppm)	30	30	30	30	30	30
polymère (ppm)	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
Turbidité(NTU)	5,34	5,52	4,43	3,65	2,96	2,06

Couleur (P-Co)	29	28	20	18	15	12
Conductivité (µs/cm)	2310	2290	2300	2300	2290	2290
fer (mg/L) sans filtration	/	/	/	/	/	0,20
Fer (mg/L) avec filtration	/	/	/	/	/	0,14
Taille des floes après 4 min	01-02	02	02	02	02	02
Taille des floes après 8 min	02	02-03	03	03	04	04
Taille des floes après 15 min	02	03	03	03-04	04-05	05

**Essai N° 06-02 : Tableau IV.13 Essai N°06-2(fT) de Jar test (Polymère) 01/03/2020**

N° des béchers	01	02	03	04	05	06
chlorure ferrique (ppm)	30	30	30	30	30	30
polymère (ppm)	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
Turbidité(NTU)	3,27	3,68	3,18	2,39	1,19	1,28
Couleur (P-Co)	17	18	16	13	08	09
Conductivité (µs/cm)	2440	2430	2430	2420	2420	2420
fer (mg/L) sans filtration	/	/	/	/	0,15	/
Fer (mg/L) avec filtration	/	/	/	/	0,14	/
Taille des floes après 4 min	02	02	02	02-03	03	03
Taille des floes après 8 min	03	03	04	04-05	05	05
Taille des floes après 15 min	02-03	03	04	04-05	05	05-06



**Figure IV.3 Essai N°04-02 (FT) Jar test lors d'agitation lente.**



**Figure IV.4 Essai N<sup>0</sup>06-02 apparition des flocs.**



**Figure IV.5 Essai N<sup>0</sup>05-02**

### **Formation des flocs.**

#### **Commentaire :**

Les résultats obtenus pour le chlorure ferrique montrent que plus la dose du coagulant augmente plus on a une diminution de turbidité, par contre la turbidité reste élevée pour les premiers béchers dans les essais N<sup>0</sup>04-01, N<sup>0</sup>05-01 et N<sup>0</sup>06-01 qui est due à la présence des particules en suspension dans la partie surnagée.

Après l'ajout du polymère, on remarque que la conductivité augmente et que les flocs grossissent mais la couleur (jaune) est élevée par apport au sulfate d'aluminium.

### **IV.3 Comparaison entre sulfate de l'Aluminium et le Chlorure Ferrique :**

D'après les tableaux et les résultats obtenus on remarque que :

- La turbidité de l'eau a diminué par augmentation de la dose des deux coagulants.
- La taille des flocs obtenue lors des essais sur le sulfate d'alumine et de chlorure ferrique montre qu'ils ont presque la même grosseur après l'ajout du flocculant.
- La conductivité augmente pour les deux coagulants mais reste dans les normes, en revanche la couleur de l'eau pour les expériences de chlorure ferrique est plus intense que la couleur de l'eau avec le sulfate d'alumine, et ceci à cause de résidu de fer qui donne une coloration jaune ou marron qui peut constituer un risque sanitaire.
- Les valeurs de l'aluminium et du fer dissous après filtration sont acceptables et ne dépassent pas les limites de la norme.

- Coté économique, le sulfate d'aluminium  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  est plus répandu sur le marché, et relativement peu coûteux et on peut s'en procurer facilement. Par contre le chlorure ferrique étant plus chère et possédant un caractère corrosif, peut causer un problème notamment aux équipements de l'installation, pour la faune et l'homme à cause de sa toxicité.

Donc, on conclut que le sulfate d'aluminium est le coagulant le plus adapté pour le procédé de coagulation-floculation.

**Conclusion**

## Conclusion générale

---

Notre stage qui a été effectué à la station de traitement d'eau potable « Sidi Lahdjel » nous a permis d'une part d'exploiter les notions scientifiques que nous avons acquises durant notre formation universitaire, et d'autre part de nous familiariser avec le monde professionnel.

En effet, le thème que nous avons traité dans ce mémoire est une étude comparative entre deux coagulants : chlorure ferrique et le sulfate d'alumine, du fait le procédé coagulation-floculation a été bien explicité vu l'intérêt qu'elle représente dans ce dernier.

Afin de déterminer le meilleur coagulant et sa dose optimale à injecter dans l'eau brute et les bonnes conditions du milieu, nous avons effectué deux essais avec les deux coagulants dans l'eau et travaillé aussi sur la détermination de la dose optimale de ces deux réactifs, qui nous aidera également à déterminer le meilleur coagulant.

Le suivi de cette étape a révélé que l'utilisation du sulfate d'aluminium peut nous faire gagner en quantité de coagulant utilisée, qui est bénéfique au niveau financier, et aussi au niveau santé, vue que l'utilisation du chlorure ferrique dans notre cas, à dose élevée induit souvent une coloration rouille (jaune ou marron) de l'eau traitée due au résidu de fer et cela peut constituer un risque potentiel pour la santé humaine.

L'étude a aussi révélé que les doses du coagulant déduites à partir de la méthode du Jar-test donnent une fois utilisées de bons résultats étant donné que l'eau traitée est dans les normes de potabilisation.

# Références Bibliographiques

- [1] **KETTAB.A** : Alimentation en eau potable de la ville de Médéa, Compagnie Européenne de traitement des eaux.
- [2] **ANONYME** : Le livre de l'eau, volume IV, 2ème édition. Edition CEBEDOC.
- [3] **BELARIBI, 2018** : Traitement Des Eaux Destinées A La Consommation Humaine « Station de SIDI LAHDJEL-MOSTAGANEM », Mémoire en Master, Département Gestion et Economie de l'Eau, INSTITUT NATIONAL SPESIALISE DE FORMATION PROFESSIONNELS, ORAN.
- [4] **BOUGHAZI Safaa, 2018** : Gestion de la ressource en eau du système hydraulique MAO – MACTA, mémoire en Master Hydraulique, Département d'hydraulique urbaine, Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique- Arbaoui Abdellah, Oran.
- [5] **Manuel**, Le Processus de la Station de traitement d'eau de Sidi Lahdjel pour l'alimentation en eau potable du couloir Mostaganem-Arzew-Oran.
- [6] **LENNTECH, Water treatment & Purification Holding B.V.** Solutions de traitement de l'eau pour tous types d'applications, équipements domestiques
- [7] **Valiron F, 1989**, Gestion des Eaux : alimentation en eau-assainissement, édition Presses de l'école Nationale des ponts et chaussées, Paris.
- [8] **Coagulation and Flocculation Process Fundamentals 6 Chapter 12**
- [9] **Ezziane S, 2007**, Traitement des eaux de rejets de l'unité CERAMIT « TENES », Mémoire de Magister, Département de génie des procédés, Faculté des sciences et sciences de l'ingénieur ; Université Hassiba Ben Bouali, Chlef.
- [10] **Ahmed Ammar Y. et Benhaddou M, 2010** : étude expérimentale de la coagulation-floculation par le sulfate d'alumine des matières en suspension. Mémoire d'ingénieur d'état en hydrogéologie ; Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers. Département des sciences de la terre et de l'univers. Université Abou Bekr Belkaid. Tlemcen.
- [11] **Benhaddou I. et Bouamama M, 2007** : étude comparative entre trois coagulants utilisés dans le traitement des eaux le sulfate d'alumine, le chlorure ferrique et le polychlorosulfate basique d'aluminium. Mémoire de Magister, Département de chimie, Faculté des sciences et technique ; Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Maroc.
- [12] **Desjardins R, 1997** : Traitement des eaux ; Edition de l'école polytechnique de Montréal, 2ème édition revue et améliorée.
- [13] **H.Kabouya, 2009** : Méthodes d'analyses physico-chimiques, Formation/laboratoire, Station de traitement des eaux à partir u barrage de Tichy Haf.

## Références Bibliographiques

---

[14] **MO.DT.LabC.27, 2009** : Détermination de l'indice de Permanganate.

[15] **MO.DT.LabC.18, 2009** : Détermination de l'alcalinité ; Titre alcalimétrique (TA) et Titre alcalimétrique complet (TAC).

[16] **MO.DT.LabC.14, 2009** : Dosage de la somme du calcium et magnésium par la méthode titrimétrique à l'EDTA.

[17] **MO.DT.LabB.61, 2009** : Détermination de la demande en chlore.

[18] **MO.DP.LabB.57, 2009** : Essai de traitabilité par coagulation floculation (Jar Test).

# Annexes

## PARAMETRES DE QUALITE DE L'EAU DE CONSOMMATION HUMAINE

Tableau 1 : PARAMETRES AVEC VALEURS LIMITEES

	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITEES
<b>1</b>	Aluminium	mg/L	<b>0,2</b>
<b>2</b>	Ammonium	mg/L	<b>0,5</b>
<b>3</b>	Baryum	mg/L	<b>0,7</b>
<b>4</b>	Bore	mg/L	<b>1</b>
<b>5</b>	Fer total	mg/L	<b>0,3</b>
<b>6</b>	Fluorures	mg/L	<b>1,5</b>
<b>7</b>	Manganèse	µg/L	<b>50</b>
<b>8</b>	Nitrates	mg/L	<b>50</b>
<b>9</b>	Nitrites	mg/L	<b>0,2</b>
<b>10</b>	Oxydabilité	mg/L O <sub>2</sub>	<b>5</b>
<b>11</b>	Phosphore	mg/L	<b>5</b>
<b>12</b>	Acrylamide	µg/L	<b>0,5</b>
<b>13</b>	Antimoine	µg/L	<b>20</b>
<b>14</b>	Argent	µg/L	<b>100</b>
<b>15</b>	Arsenic	µg/L	<b>10</b>
<b>16</b>	Cadmium	µg/L	<b>3</b>
<b>17</b>	Chrome total	µg/L	<b>50</b>
<b>18</b>	Cuivre	mg/L	<b>2</b>
<b>19</b>	Cyanure	µg/L	<b>70</b>
<b>20</b>	Mercure	µg/L	<b>6</b>
<b>21</b>	Nickel	µg/L	<b>70</b>
<b>22</b>	Plomb	µg/L	<b>10</b>
<b>23</b>	Sélénium	µg/L	<b>10</b>
<b>24</b>	Zinc	mg/L	<b>5</b>

Tableau 2 : PARAMETRES AVEC VALEURS INDICATIVES

GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS INDICATIVES
Paramètres organoleptiques	Couleur	mg/l Platine	<b>15</b>
	Turbidité	NTU	<b>5</b>
	Odeur à 12°C	Taux dilution	<b>4</b>
	Saveur à 25°C	Taux dilution	<b>4</b>
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Alcalinité	mg/L en CaCO <sub>3</sub>	<b>500</b>
	Calcium	mg/L en CaCO <sub>3</sub>	<b>200</b>
	Chlorures	mg/L	<b>500</b>
	Concentration en ions Hydrogène	Unité pH	<b>≥ 6,5 et ≤ 9</b>
	Conductivité à 20°C	µS/cm	<b>2800</b>
	Dureté	mg/L en CaCO <sub>3</sub>	<b>200</b>
	Potassium	mg/L	<b>12</b>
	Résidu sec	mg/L	<b>1500</b>
	Sodium	mg/L	<b>200</b>
	Sulfates	mg/L	<b>400</b>
	Température	°C	<b>25</b>

Tableau 3 : PREPARATION DES REACTIFS :

Les réactifs	Quantité	Quantité de produit	Les doses
$K_2Cr_2O_7$	50 mL	5 g + ED	10%
Méthyle orange $C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$	50 mL	0,25 g+ ED	0,5%
NET	50mL	0,2 g NET + 50 ML éthanol	0,4%
EDTA	1000 mL	3,7EDTA+0.4NaOH	0,04N
$AgNO_3$	500 mL	8,5 g $AgNO_3$	1/10N
$H_2SO_4$	500 mL	14 ml $H_2SO_4$	1N
Sel de mohr	500 mL	2,5g Sel de mohr +10mL $H_2SO_4$	N/80
Murixide	/	poudre	/
Solution tampon	500 mL	175mL $NH_4OH$ +12,5mL $NH_4Cl$	pH = 10
Réactif tampon	1000 mL	82g acétate de sodium+ 10mL acide acétique	1N
Solution acide ascorbique	100mL	1g + ED	1%
Purpure de Bronocresol	100mL	0,1g + ED	/
Acide acétique	1000mL	57mL + ED	1N
Solution de réserve	100mL	0,6g d'eriocromcyanine + ED	pH=2,9
Solution de travail	/	Dilution de 10 fois de solution de réserve	/

