

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

*Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj*

*Faculté des Sciences et de la technologie*

*Département : Génie de l'environnement*

# **Mémoire**

*Présenté pour obtenir*

**LE DIPLOME DE MASTER**

FILIERE : Génie des procédés.

**Spécialité : Gestion des changements environnementaux en méditerranée**

Par

➤ **ARAB ZAHIRA .**

*Intitulé*

***ETUDE PROCESSUS DE TRAITEMENT PAR COAGULATION DE  
STATION D'AIN ZADA***

*Soutenu le :19/09/2022*

*Devant le Jury composé de :*

<b><i>Nom &amp; Prénom</i></b>	<b><i>Grade</i></b>	<b><i>Qualité</i></b>	<b><i>Etablissement</i></b>
<b><i>M. Maghraoui Nadjah</i></b>	<b><i>M.C.B</i></b>	<b><i>Président</i></b>	<b><i>Univ-BBA</i></b>
<b><i>Dr .RIAD AYECHÉ</i></b>	<b><i>M.A.A</i></b>	<b><i>Encadreur</i></b>	<b><i>Univ-BBA</i></b>
<b><i>M.Muzouar Rabie</i></b>	<b><i>M.C.B</i></b>	<b><i>Examineur</i></b>	<b><i>Univ-BBA</i></b>

*Année Universitaire 2021/2022*

## *Remerciement*

*Avant de commencer la présentation de ce mémoire, je profite l'occasion pour remercier du fond du cœur toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail*

*Je veux tout d'abord à exprimer notre ma profonde reconnaissance à Mr. Riad. AyEche mon professeur encadrant qui m'a insisté de faire ce choix de recherche, , il m'a guidé, critiqué, fait des suggestions. Son encouragement permanent et son dynamisme organisateur m'ont énormément facilité la tâche. Je lui remercie vivement pour tout.*

*Je tien à remercier mon encadreur de stage Mr. Imad-eddine Lamache, m'a guidé, conseillé tout au cours de mon stage, il m'a relu et critiqué mon manuscrit, son dynamisme organisateur m'ont énormément facilité la tâche pour son soutien et pour son aide.*

*Enfin, j'aimerais adresser mes remerciements à mes amis et plus particulièrement ma famille pour leur soutien moral et financier.*

# DÉDICACE

*À ma chère mère :*

*mon adouable mere Vous avez su porter pour nous les soins et consentir les efforts pour notre éducation. Aucune dédicace ne saurait exprimer tout le respect et l'amour que nous vous portons, vous nous avez toujours fait confiance. Veuillez trouver en ce travail la consolation et le témoin de la patience.*

*À mon cher père :*

*mon précieux offre de dieu , Malgré les grandes responsabilités que vous assumez dans vos travaux autant que père de famille, vous avez toujours été près de nous, pour nous écouter nous soutenir, nous suivre et nous encourager. Puisse ce travail diminuer souffrances et vous porter bonheur.*

*À mes chers frères et sœurs :*

*qui n'ont pas cessé de me conseiller , encourager et soutenir tout au long de mes études . que dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur, à mon adouable petit frère marouane qui sait toujours comment procurer la joie et bonheur pour toute la famille*

*À mes chers amies*

*à mes amies bendifallah tinhinane et manel achacha et yousra zemmite qui n'ont jamais cessé de me soutenir.*

*À tous ceux qui ont eu et qui ont confiance en moi*

*À ma famille*

*À mes oncles et mes tantes mes voisins à tous les membres de ma famille et toute personne qui porte le nom ARAB , je dédie ce travail à toute personne qui occupe une place dans mon cœur.*

# **sommaire**

## Sommaire :

TITRE	PAGE
Remerciements	
Dédicace	
Liste d'abréviations	
Liste de figures	
Liste des tableaux	
I .1.Introduction générale	01
<b>Chapitre I : Généralité sur l'eau et description de la station de Traitement AIN ZADA</b>	
I.1 Introduction	03
I .2. L'intérêt de l'eau	03
• Importance de l'eau pour notre corps	03
• Importance de l'eau sur la terre	03
<b>I.3. La pollution de l'eau</b>	03
<b>I.3.1. Définition</b>	04
I.4.origine de la pollution	04
I.4 .1.Origine domestique	04
I .4.2.Origine industrielle	04
I.4.3. Origine agricole	04
I .4.4.Origine accidentelle	05
<b>I.5. Type de polluant</b>	05
I. 5.1. Polluantes biologiques	05
I.5.2.polluantes chimiques	05
I. 5.3. Polluantes physiques	05
<b>I.6. La potabilité d'une eau</b>	06
I .6.1.Définition de l'eau potable	06
I .6.2.Les caractéristiques d'une eau potable	06
I.7. La norme de l'eau potable	06
Norme Algérienne de potabilité des eaux de consommation	07
1 <sup>ère</sup> édition 1992 -08 -20, Normes Algérienne NA 6360, journal officiel	07
I.8. Les différents paramètres d'une eau de consommation	09
<b>I.8.1. Paramètres organoleptiques</b>	09
I .8.2.Paramètres physico-chimiques	09
I .8.3.Paramètres toxiques	10
I .8.4.Paramètres indésirables	10
I .8.5.Paramètres de pollution	10
I .8.5.Paramètres microbiologiques	10
I .8.6.POLLUTION DES BARRAGES	10
I .9.CONSEQUENCES DE LA POLLUTION DES BARRAGES	11
<b>Présentation de la zone d'étude</b>	12
I.10.Présentation de la station de traitement AIN ZADA	12
I.11.La caractéristique du barrage	12
I .12 .Les procédés de traitement suivis au niveau de la station d'épuration de la wilaya de Sétif	14
▪ pré chloration	14
▪ coagulation/floculation	14
▪ décantation	14
▪ Filtration	14

# Sommaire

---

▪ Post chloration	14
▪ Le pompage	14
Conclusion	14

## Chapitre II : Coagulation –floculation

II.1.Introduction	15
II .2.coagulation-floculation	15
II .3.LES PARTICULES EN SUSPENSION	16
II .4.LES PARTICULES MISE EN JEU ; COLLOÏDES	17
II .4.1.Les types de colloïdes	17
II .4.1.1.Les colloïdes hydrophiles	17
II .4.1.2.Les colloïdes hydrophobes	17
II .4.2.La théorie de la double couche	17
II.4.3 .COAGULATION	19
II.4.3.1. Phénomène de coagulation	19
II.4.5.Floculation	19
II.4.5.1.1Princip de la floculation	19
<b>II.4.5.2.Types de floculations</b>	21
<b>II.4.5.2.1. Floculation physique</b>	21
<b>A. Floculation péri cinétique</b>	21
<b>B. Floculation ortho cinétique</b>	21
II.4 .5.2.2. Floculation chimique	21
<b>II.4.5.2.3. Flocculant utilisés</b>	21
• Flocculant minéraux	22
• Flocculant organique	22
• Flocculant de synthèse	22
II .5. Les avantages et les inconvénients de la coagulation- floculation	22
Conclusion	23

## Chapitre III : Partie expérimentale

Caractérisation de l'eau brute :	24
Produits chimiques utilisée :	24
Sulfate d'aluminium :	24
Calcium carbonate :	25
DISPOSITIF EXPERIMENTAL :	25
Jar-test :	25
PROCEDURE EXPERIMENTAL DE LA COAGULATION-FLOCCULATION :	26
Méthode générale de dénombrement en milieu liquide par détermination du nombre le plus probable (NPP)	35
Principe	35
Conclusion	39
Références Bibliographiques	41
ANNEX	/

## Liste d'abréviations :

---

### Liste d'abréviations :

<b>N et N<sub>0</sub> :</b>	nombre de particules colloïdales libres à l'instant et t et t <sub>0</sub> .
<b><math>\alpha</math> :</b>	facteur de fréquence de collision efficace.
<b><math>\Omega</math> :</b>	volume de particules par volume de suspension.
<b>G :</b>	gradient de vitesse.
<b>t :</b>	temps de contact.
<b>°f :</b>	Degré français.
<b><math>\mu\text{S/cm}</math> :</b>	Micro siemens par centimètre.
<b>NTU:</b>	Néphélometric turbidity unit.
<b>MES:</b>	Matière en suspension.
<b>TA:</b>	Titre alcalimétrique.
<b>TAC:</b>	Titre alcalimétrique complet.
<b>DPD:</b>	D'éthyle-p-phénylènediamine.
<b>EDTA:</b>	Ethylènediaminetétraacétate
<b>PH :</b>	Potentiel d'hydrogène
<b>mg/l :</b>	Milligramme par litre.

# *Liste de figures*



### Liste de figures

TITRE	PAGE
<b>Figure I .1</b> : photo par satellite de la station d'épuration de la ville de Sétif (Google Earth).	<b>13</b>
<b>Figure II .1</b> : phénomène de coagulation-floculation	<b>16</b>
<b>Figure II .2</b> : Représentation schématique de la double couche d'une particule colloïdale. (Ezziane, 2007).	<b>18</b>
<b>Figure II .3: Stabilité d'une suspension colloïdale</b>	<b>19</b>
<b>Figure II .4</b> : Adsorption et pontage a l'aide d'un polymère	<b>20</b>
<b>Figure III.1:jar test</b>	<b>25</b>
<b>Figure III.4:</b> Evolution de PH en fonction de la dose de la chaux	<b>29</b>
<b>Figure III.5: Evolution du PH en fonction de la dose d'Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub></b>	<b>29</b>
<b>Figure III.6</b> : Evolution de la turbidité en fonction de la dose de la chaux	<b>30</b>
<b>Figure III.7:</b> Evolution du la Turbidité en fonction de la dose d'Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	<b>31</b>
<b>Figure III.8</b> : Evolution de la conductivité en fonction de la dose de la chaux	<b>31</b>
<b>Figure III.9</b> : Evolution du MO en fonction de la dose de chaux	<b>32</b>
<b>Figure III.10:</b> Evolution du calcium en fonction de la dose de chaux	<b>32</b>
<b>Figure III.11:</b> Evolution du magnésium en fonction de la dose de chaux	<b>32</b>
<b>Figure III.12:</b> Evolution du TAC en fonction de la dose de chaux	<b>33</b>
<b>Figure III.13:</b> Evolution du la dureté en fonction de la dose de chaux	<b>34</b>
<b>Figure III.14</b> : Evolution du TA en fonction de la dose de chaux	<b>34</b>

# *Liste des tableaux*

# Liste des tableaux

---

## Liste des tableaux

TITRE	PAGE
Tableau I .1. Norme Algérienne de potabilité des eaux de consommation.	07
Tableau III.1:norme de qualité des eaux potable	23
Tableau III.2: caractérisation physico-chimiques de l'eau potable après traitement par sulfate d'aluminium ( $Al_2(SO_4)_3$ ).	26
Tableau III.3: caractérisation physico-chimiques de l'eau potable après traitement par la chaux ( $Ca(OH)_2$ ).	28

# **Introduction Générale**

# Introduction générale :

---

## Introduction générale :

L'eau est l'élément essentiel de la vie, elle représente un pourcentage très important dans la constitution de tous les êtres vivants. Comme elle est un enjeu capital pour la santé publique. La préservation de sa qualité et quantité indispensable pour la population est la préoccupation majeure des traiteurs et distributeurs d'eau potable. Généralement, la qualité d'eau brute d'origine souterraine ou de surface nécessite le plus souvent un traitement plus ou moins complexe pour répondre aux exigences réglementaires établie par les organismes de la santé publique. Notons qu'une eau potable n'est pas stérile ou distillée. Elle contient des éléments minéraux en solution qui sont indispensable au bon gout et participent à l'équilibre du régime alimentaire, elle peut même contenir des micro-organismes dans la mesure où ils ne représentent aucun risque à la santé de consommateur. Pour assurer le bon fonctionnement de traitement et que l'eau traitée répond aux normes, elle doit subir une chaine d'analyses physico-chimiques et bactériologiques avant, après et au cours du traitement.

Parmi ces procédés de traitement la coagulation/floculation c'est-à-dire la déstabilisation des particules colloïdales par addition d'un réactif chimique (le coagulant) ensuite l'agglomération des particules "déchargées" en micro floes, puis en flocons volumineux, ces flocons peuvent être éliminés par décantation, flottation ou filtration.

Réaliser un essai de coagulation/floculation, en utilisant deux coagulants la chaux et Aluminium  $Al^{3+}$  et un flocculant, dont le but de déterminer les doses et les conditions optimales permettant d'éliminer les particules colloïdes contenues dans une eau potable.

L'objectif de ce travail est d'évaluer les performances de la chaux et l'aluminium  $Al^{3+}$  dans l'élimination des matières en suspension et l'enlèvement des matières organique des eaux potable de la ville de Sétif.

Le mémoire est présenté en trois chapitres, les deux premiers sont théoriques et le troisième expérimental.

La partie théorique (chapitre 1) cite en bref les généralités sur l'eau et description de la station de traitement AIN ZADA. Le chapitre 2 cite la coagulation –floculation.

Pour la partie expérimentale (chapitre 3), elle est organisée en 5 étapes de la manière suivante :

- Des essais de caractéristique physique- chimique des eaux potable à l'entrée de la station d'épuration de Sétif

- Des essais de clarification des eaux potable sont effectués en présence des deux coagulants

## **Introduction générale :**

---

utilisés d'aluminium et la chaux.

- Des analyses du pH, conductivité, turbidité, TH, TH<sub>Ca</sub>, TH<sub>Mg</sub>, TA, TAC, DCO, DBO<sub>5</sub>
- Des analyses bactériologiques dont lesquelles on a dénombré les coliformes en milieu liquide.

En fin, les interprétations nécessaires des résultats obtenus sont données pour apprécier, justifier et comparer l'efficacité avec les différents traitements employés.

**Chapitre I :**  
**Généralité sur l'eau et description de la**  
**station de Traitement AIN ZADA**

### I.1. Introduction :

L'eau est un élément essentiel à la vie, nécessaire à l'homme d'abord pour ses besoins alimentaires, ensuite pour ses activités agricoles et industrielles. Il en résulte que de tout temps, l'installation des populations humaines sur la terre s'est faite en fonction des ressources en eau douces.

Les ressources en eau se raréfient et leurs traitements deviennent de plus en plus difficiles et coûteux. Les maladies, l'insalubrité et bien d'autres maux freinent la marche rigoureuse vers le développement. [1]

### I.2. L'intérêt de l'eau :

Les perspectives en matière d'eau douce ne sont pas réjouissantes puisque, de l'avis général, sa raréfaction semble inéluctable. Or un pays qui manque d'eau est un pays qui ne peut ni nourrir sa population, ni se développer d'ailleurs, la consommation en eau par habitant est désormais considérée comme un indicateur du développement économique d'un pays. Selon une étude des nations unies, l'eau pourrait même devenir, d'ici à 50ans, un bien plus précieux que le pétrole. C'est dit toute l'importance de cette ressource que d'aucuns appellent déjà « l'or bleu ».

- **Importance de l'eau pour notre corps :**

L'eau représente 60% de notre poids, soit 50 litres pour un individu de 70 kg (avec des différences liées au sexe, à l'âge et à la masse grasse). Nos 50.000 milliards de cellules contiennent les deux tiers de l'eau de notre corps. On comprend combien notre organisme en est dépendant. au même titre que l'air, l'eau est un élément primordial à la vie. L'eau est aussi le véhicule des éléments figurés du sang, ainsi que celui de certaines sécrétions (larmes, sucs digestifs). elle est nécessaire au maintien de la température (sudation) et à l'élimination des déchets solubles (urine). on ne peut s'en priver plus de cinq jours. une perte de 10 à 15 % peut entraîner la mort.

- **Importance de l'eau sur la terre :**

L'eau remplit de multiples fonctions sur terre. Liquide, elle contribue à la formation du relief. Elle a contribué à l'apparition de la vie et elle reste indispensable à son maintien. Gazeuse, elle forme écran, dans l'atmosphère et protège la biosphère du rayonnement ultraviolet solaire. De jour, la vapeur d'eau atténue l'exposition de la terre au rayonnement solaire et, de nuit, elle atténue le rayonnement infrarouge émis par la terre : elle contribue donc à la stabilité de la température de la planète. Cette vapeur d'eau enfin permet le transfert de chaleur entre les océans, l'atmosphère et les continents. [2]



## **I.4. La pollution de l'eau**

### **I.4.1. Définition**

On appelle pollution de l'eau toute modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau qui a un effet nocif sur les êtres vivants. la pollution de l'eau est une altération de sa qualité et de sa nature qui rend son utilisation dangereuse et qui perturbe l'écosystème aquatique. [3]

### **I.4.origine de la pollution**

#### **I.4.1. Origine domestique :**

Elle provient de l'utilisation de l'eau par les habitants. Elle est surtout organique (graisses, déchets organiques) ; elle peut aussi être chimique (poudres à laver, détergent, produits utilisés dans les jardins....

Aux eaux usées domestiques traditionnelles s'ajoutent les eaux de pluie et les eaux collectives de lavandes rues, des marchés, des hôpitaux.... [4]

#### **I.4.2. Origine industrielle :**

La pollution générée par ces rejets varie suivant le type d'activité industrielle .ils peuventaussi causer l'accumulation de certains éléments dans la chaine alimentaire (métaux, pesticides .....).[4]

#### **I.4.3. Origine agricole :**

La concentration des élevages peut entrainer un excédent de déjections animales par rapport à la capacité d'absorption des terres agricoles ; ces déjections, sous l'effet du ruissellement de l'eau et de l'infiltration dans le sous –sol, enrichissent les cours d'eau et les nappes souterraines en dérivés azotés et constituent aussi une source de pollution bactériologique .les engrais chimiques (nitrates et phosphates ), employés en agriculture, altèrent la qualité des cours d'eau et des nappes souterraines vers lesquels ils sont entraînés .

Les herbicides, insecticides et autres produits phytosanitaires utilisés par les agriculteurs s'accumulent dans les sols et les nappes phréatiques et polluent les cours d'eau. [4]

#### **I.4.4. Origine accidentelle :**

Leurs origines sont multiples. Certains d déversements de produits polluantes sont due à des accidents (camions citernes, bac endommagés, fuites sur canalisations ....). D'autres surviennent dans des usines, lorsque des quantités importantes de gaz ou de liquides toxiques s'en échappent et sont disséminées en peu de temps dans la nature.

Les stations d'épuration elles- mêmes peuvent tomber en panne et déverser leurs eaux usées ou leurs boues directement dans le milieu aquatique. [4]

## **I.7. Type de polluant :**

On regroupe généralement les polluants de l'eau sous trois grandes catégories :

### **I. 7.1. Polluantes biologiques :**

Regroupent les polluants tels que les microorganismes (bactéries, virus, parasites) et les matières organiques produites par les êtres vivants (excréments, sucres, graisses...).

Ils proviennent majoritairement des eaux usées domestiques et industrielles ainsi que des élevages d'animaux (lisier, fumier). Les matières organiques sont généralement faciles à dégrader. Toutefois, lorsqu'elles sont en trop grande quantité, leur dégradation enrichit l'eau en éléments nutritifs, ce qui favorise l'eutrophisation du milieu aquatique. Chez l'humain, l'eau contaminée par des microorganismes peut provoquer des diarrhées, des vomissements et des maladies parasitaires si elle est consommée.

### **I.5.2.polluantes chimiques :**

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle. Elle génère des nuisances souvent dramatiques pour les écosystèmes à cause de leur concentration dans le milieu naturel [5]. La pollution chimique des eaux résiduaires est répartie en deux catégories :

- **Pollution organique :**

C'est la matière qui est principalement issue de la matière vivante (végétaux, animaux...etc.) et de l'industrie chimique parfois. Sa composition est structurée autour du carbone «Hydrocarbures, pesticides, détergents, phénols...etc.».

- **Pollution minérale :**

C'est la matière qui n'est pas organique c'est à dire qu'elle ne contient généralement pas de carbone. Cette matière minérale sont les sels, toutes les matières structurées autour du silicium, «métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...etc.».

### **I. 5.3. Polluantes physiques :**

Regroupent des débris insolubles et non dégradables ainsi que les eaux chaudes rejetées par les systèmes de refroidissement des centrales thermiques et nucléaires. Les déchets solides peuvent s'accumuler et former d'immenses décharges flottantes et les eaux chaudes rejetées par les systèmes de refroidissement réchauffent les écosystèmes aquatiques, ce qui réduit la concentration en oxygène de l'eau et favorise

L'eutrophisation. On qualifie parfois ce phénomène de pollution thermique de l'eau.

## **I.8. La potabilité d'une eau :**

### **I.8.1. Définition de l'eau potable :**

L'eau de consommation ou eau potable est une eau douce, chimiquement et biologiquement saine, conforme pour un usage lié à la consommation humaine pour éviter toute maladie.

L'eau potable doit être exempte de MES, micro-organismes et produits toxique. Les recommandations quant aux concentrations des minéraux varient d'un pays à l'autre avec toute fois pour la plupart des minéraux une concentration maximale afin de garantir une équilibrée et agréable à boire. [6]

### **I.8.2. Les caractéristiques d'une eau potable :**

Elle doit être :

- ✓ Limpide, incolore, inodore, fraîche .ces qualités sont facilement décelées par nos sens
- ✓ Pourvu d'une faible proportion des sels minéraux (carbonates, sulfates, chlorure) qui lui donnent une saveur faible mais agréable et une certaine valeur nutritive .l'eau ne doit contenir plus de 0,5 g /l de sels minéraux [7]
- ✓ Dépourvue de matière organique, dont la présence est un indice de souillure. Ces matières favorables au développement des microbes. ces matières en se pétrifiant donnent une odeur désagréable et des produits toxiques.
- ✓ Dépourvue de germes, des parasites, et des microbes pathogènes. l'eau potable n'est pas stérile. on tolère de 100 à 1000 bactéries non pathogènes par cm<sup>3</sup>.

## **I.9. La norme de l'eau potable:**

Un paramètre est un élément dont on va rechercher la présence et/ou la quantité, la norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser, ou une limite inférieure à respecter.

Un critère donné est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné ; un paramètre ne devient un critère qu'à partir du moment où il est choisi pour établir une norme.

**Norme Algérienne de potabilité des eaux de consommation.**

1<sup>ère</sup> édition 1992 -08 -20, Normes Algérienne NA 6360, journal officiel

Paramètres	Unité	Niveau de guide	Concentration max admissibles
Odeur	Seuil de perception à 25°C	0	4
Saveur	Seuil de perception à 25°C	0	4
Couleur	Mg/L échelle Pt		25
Turbidité	NTU		5
pH		6,5-8,5	
Conductivité	4 S/cm à 20 °C.		2800
Résidu Sec	Mg/L après séchage a 105°C		2000
Dureté Totale	Mg/L $\text{CaCO}_3$	100	500
Calcium	Mg/L	75	200
Magnésium	Mg/L		150
Sodium	Mg/L		200
Potassium	Mg/L		20
Sulfates	Mg/L	200	400
chlorures	Mg/L	200	500
Nitrates	Mg/L		50
Nitrites	Mg/L		0,1
Ammonium	Mg/L	0,05	0,5
Phosphate	Mg/L		0,5
Oxydabilité ( $\text{KMNO}_4$ ).	Mg/L		3
Oxygène dissous	Mg/L	5	8
Aluminium	mg/l		0,2

**Facteur indésirable ou toxiques**

<b>Paramètres</b>	<b>Unité</b>	<b>Guide</b>	<b>Concentration Max admissible</b>
-Argent	mg/l		0,05
-Arsenic	mg/l		0,05
-Baryum	mg /l		1
- Cadmium	mg/l		0,01
-Cyanure	mg/l		0,05
-Chrome	mg/l		0,05
-Cuivre	mg/l	0.05	1,5
-Fer	mg/l		0,3
-Fluore	mg/l	0.3	2
-Manganèse	mg/l		0,5
-Mercure	mg/l		0,001
-Plomb	mg/l		0,05
-Hydrogène sulfuré	mg /l		
-Selenium	mg/l		0,02
-Zinc	mg/l		0,01
Hydrocarburespolycycliques aromatique (H.P.C )	ug/l		0 ,2
Par substance individualisée	ug/l		0,1
Détergent	mg/l		0,2
Phénol	ug/l		2
Phénol	ug/l		20
Hydrocarburesdissous ou en émussions Huile minérale	mg/l		10

<b>Paramètre</b>	<b>Unité</b>	<b>Facteur guide</b>	<b>Concentration max.admissible</b>
Coliformes fécaux	Nbre/ml		0
Coliformes totaux	Nbre/100ml		0
Streptocoques Fécaux	Nbre/100ml		0
Clostridium Sulfitoreducteurs	Nbre /20ml		0

**I.10. Les différents paramètres d'une eau de consommation :**

L'estimation de la qualité d'une eau ne peut s'effectuer pas par la mesure d'un seul, mais d'un ensemble de paramètres de nature diverses.

**I.8.2. Paramètres organoleptiques :**

Paramètres qui permettent d'apprécier la qualité d'une eau par l'utilisation de nos sens (le gout, l'odorat, la vue). Ce sont des paramètres qui sont liés au plaisir du consommateur, mais également relié à la qualité hygiénique de l'eau. ces critères n'ont pas de valeurs sanitaires directes, une eau peut être trouble, colorée, et être parfaitement consommable d'un point de vue sanitaire.[8]

Il existe trois paramètres :

- la couleur
- gout
- l'odeur

**I.8.3. Paramètres physico-chimiques :**

Ils sont en relation avec la structure naturelle des eaux. Ceux sont des caractères que l'eau brute a pu acquérir dans son parcours naturel. Parmi ces paramètres on site :

- le potentiel d'hydrogène
- la température
- l'alcalinité
- la conductivité
- la dureté
- la turbidité
- l'oxygène dissous
- des sels dissous. [8]

#### **I.8.4. Paramètres toxiques :**

Ce sont les métaux lourds (plomb, le chrome...), les hydrocarbures et les pesticides. Les normes retenues pour ce groupe de substances fixent des limites sensibles inférieures aux seuils considérés acceptables. [9]

#### **I.8.5. Paramètres indésirables**

On trouve parmi elles des substances dont l'effet se limite à un désagrément pour l'usage (traces de rouille sur linge, dues à une concentration excessive de fer) que d'autres qui peuvent avoir une incidence sur la santé (comme l'aluminium et zinc). [9]

#### **I.8.6. Paramètres de pollution**

les paramètres de pollution peuvent avoir une relation directe avec un risque de contamination fécale du réseau ou de la nappe phréatique.[10]

On site :

- la matière organique dissoute dans l'eau
- les produits azotés (nitrates, nitrites ...)
- les produits phosphatés comme les  $\text{PO}_4^{3-}$

#### **I.8.7. Paramètres microbiologiques :**

Sont des paramètres ou des indices qui permettent de contrôler la qualité bactériologique de l'eau, qui se mesure par la présence ou par l'absence d'organismes d'origine intestinale.

C'est certainement la présence d'organismes pathogènes dans une eau qui fait courir le plus grand risque pour la santé. Paradoxalement, les paramètres microbiologiques n'ont pas une très grande importance pour le traiteur, car les procédés classiques de désinfection sont d'un quasi parfait efficacité.

Ils sont représentés par les germes suivants : Coliformes fécaux, streptocoques fécaux, clostridium sulfitoréducteurs.

### **I.11. POLLUTION DES BARRAGES :**

L'Algérie dispose de 43 barrages en exploitation. Cette quantité est destinée à l'alimentation en eau potable, industrielle et l'activité agricole. Les eaux de surfaces sont une source vulnérable, souvent agressées par les rejets d'effluents pollués qui s'y déversent soit directement, soit par l'intermédiaire des oueds qui les alimentent et qui peuvent être riches en matières organiques et composés chimiques toxiques. Ces apports peuvent accélérer le phénomène d'eutrophisation et dégradent la qualité de l'eau. Pour lutter efficacement contre ces polluants, est d'abord nécessaire de connaître et de comprendre les mécanismes qui les régissent. L'agence Nationale de Barrages a lancé en ce sens un projet d'étude relatif à la pollution des eaux de ces retenus et aux phénomènes d'eutrophisation qui les menace.

Le but étant de permettre une lutte aussi bien curative que préventive contre ce genre de pollution. [ 1 1 ] .

**I.12. CONSEQUENCES DE LA POLLUTION DES BARRAGES :**

- Dégradation de la qualité des eaux .
- Risque d'eutrophisation.
- Risque de maladie à transmission hydrique (MTH)
- Aggravation de déficit en eau. Arrêt de l'exploitation de la retenue.
- Arrêt des activités à l'aval (station de traitement, usines irrigation ....).[11].



### **Présentation de la zone d'étude**

#### **I.11.Présentation de la station de traitement AIN ZADA :**

Le barrage d'Ain Zada est situé à la commune de Ain Taghrout à 11 km au nord de la willaya de BBA, il alimente en eau potable les villes de BBA, Bougaa et ras l'oued il est opérationnel de- puis décembre 1986. Additivement au oued Taghrout et oued Kharouaa

#### **I.12.La caractéristique du barrage**

Le barrage Ain Zada permet d'emmagasiner un volume d'eau de 121 ,400 Mm<sup>3</sup> régularisant ainsi un volume 50 Mm<sup>3</sup> par an, afin d'assurer les besoins en eau potable et industrielles des populations des villes en rapide expansion de la région notamment les villes de Sétif, B.B.A et EL-EULMA jusqu'à l'horizon 2010.

- type : EN Terre
- Hauteur :55,0m
- Longueur de la crête:680m
- Cote de retenue normal(R ,N):855,00m
- Cote plus hautes eaux (P,H,E):864,20m
- Déversoir: seuil libre:4320m<sup>3</sup>/S
- vidange de fond:25m<sup>3</sup>/S
- Année de construction :1981
- Année de mise en eau:1986



**Figure I.1:** photo par satellite de la station d'épuration de la ville de Sétif (Google Earth).

### **I .13 .Les procédés de traitement suivis au niveau de la station d'épuration de la wilaya de Sétif**

#### **▪ pré chloration**

Pour oxyder la matière organique, ammonium le fer, le manganèse et la décomposition des microorganismes. Les oxydants utilisés sont : le chlore gazeux, hypochlorite de sodium et hypochlorite de calcium.

#### **▪ coagulation/floculation**

C'est une opération qui s'effectue dans le bassin mélangeur, elle commence par l'injection de sulfate d'alumine .le dosage du coagulant s'effectue en fonction des caractéristiques de l'eau brute notamment sa turbidité et sa couleur .il est déterminé lors de l'essai de coagulation au jar test.

Ce processus vise en premier lieu à déstabiliser les petites particules colloïdes et en second lieu leur agrégation en petites amas flocons la 2eme phase de cette étape est la floculation qui complète la coagulation .c'est un processus de grossissement et d'uniformisation des flocons par addition de polymère. Parfois l'eau nécessite un traitement supplémentaire

Ex: addition du charbon actif pour éliminer les gouttes et les odeurs désagréables ou l'utilisation de la chaux pour neutraliser le pH acide .

#### **▪ décantation**

Elle vise à éliminer les flocs issus de la coagulation, floculation par séparation gravitaire.

#### **▪ Filtration**

C'est un procédé permettant la séparation solide liquide à travers une couche de sable de 1,20m d'épaisseur.

#### **▪ Post chloration**

C'est une étape qui consiste en une désinfection complémentaire à base d'hypochlorite de sodium afin d'éliminer toute vie bactérienne ou virale dans l'eau filtrée.

#### **▪ Le pompage**

C'est le refoulement de l'eau traitée vers

1. SETIF
2. BBA
3. BOUGAA

#### **Conclusion**

Au cours de ce chapitre on a décrit le barrage d'AIN ZADA et la station de potabilisation. On a constaté le bon fonctionnement des procédés de traitement.

# **Chapitre : II**

## **Coagulation –floculation**

**II.1. Introduction**

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. En général, la turbidité est causée par des particules de matière inorganique, alors que la couleur est imputable aux particules de matière organique et aux hydroxydes de métaux.

En traitement des eaux, la coagulation et la floculation sont des traitements qui visent à optimiser l'élimination des particules en suspension par les procédés de décantation et de filtration. Ces traitements favorisent l'agrégation des particules colloïdales en larges et denses agrégats. Ils se déroulent en deux étapes principales à savoir la déstabilisation des particules et la cohésion des particules déstabilisées pour former des agrégats volumineux. La déstabilisation et l'agrégation sont des phénomènes physicochimiques. La séparation par décantation et filtration met en jeu des phénomènes essentiellement physiques [12].

Dans le cas du traitement des eaux, application principale des coagulants et floculant, de gros efforts de recherche et développement sont nécessaires pour répondre à des exigences de qualités très réglementées imposées par le renforcement permanent des contraintes environnementales. Les études menées dans les laboratoires de recherche permettent d'acquérir une connaissance précise des phénomènes physico-chimiques qui gèrent la mise en œuvre des produits et d'adapter leurs caractéristiques aux évolutions de l'application

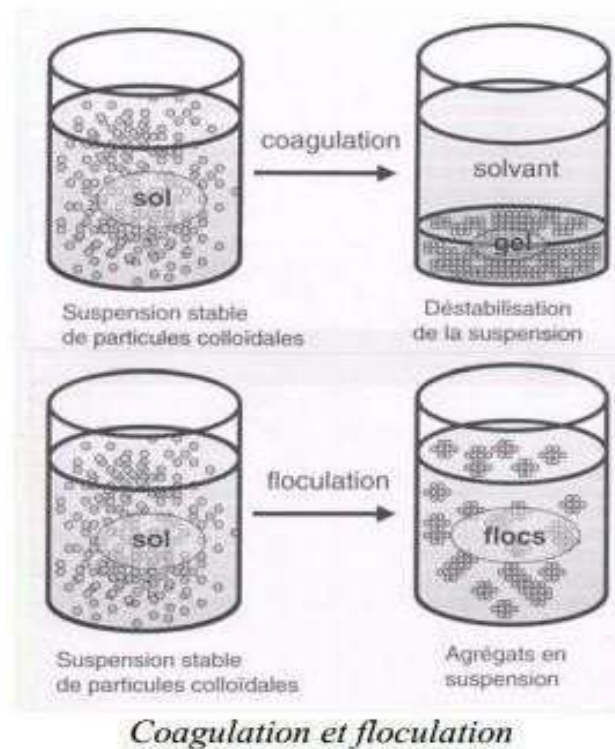
**II.2. coagulation-floculation :**

La coagulation est l'ensemble des phénomènes physico-chimiques amenant une suspension stable de particules de très petite taille en solution - les colloïdes - à se séparer en deux phases distinctes [13].

La floculation est l'ensemble des phénomènes physico-chimiques menant à l'agrégation de particules déstabilisées pour former des flocons ou «flocs ». Ce phénomène est réversible, c'est à dire que l'on peut casser ces agrégats, par exemple en agitant fortement le liquide, pour retrouver la solution de colloïdes initiale.

La coagulation-floculation facilite l'élimination des MES (Matières En Suspension) et des colloïdes en les rassemblant sous forme de flocons dont la séparation s'effectue par décantation, flottation et/ou filtration. C'est donc un traitement physique qui permet d'éliminer tous ou une partie des polluants des effluents notamment les fractions particulières inertes ou vivantes, les fractions floculables des matières organiques et de certains métaux lourds, les micropolluants associés aux MES et les macromolécules colloïdales [14].

La coagulation et la floculation sont des processus souvent indissociables. En effet, la coagulation, en diminuant les forces de répulsion entre les particules, favorise les collisions et la formation d'agrégats ; et la floculation, en permettant la croissance des agrégats accélère la séparation des phases



**Figure II.1 : phénomène de coagulation-floculation**

### **II.3. LES PARTICULES EN SUSPENSION :**

Les matières existantes dans l'eau peuvent se présenter sous les trois groupes suivants :

1. Les matières en suspension qui regroupe les plus grosses particules, ces matières sont d'origine minérale ou organique et possèdent un diamètre supérieur à  $1\mu\text{m}$ . leur temps requis pour décanter d'un mètre varie de quelques dixièmes de secondes à plusieurs jours selon leur diamètre et leur densité ;
2. Les matières colloïdales sont des MES de même origine mais de diamètre inférieur à 1 micron. Leur vitesse de décantation est pratiquement nulle. Les matières colloïdales d'origine minérale ont une densité relative de l'ordre 2,65 alors que celles d'origine organique ont une densité relative beaucoup plus faible, soit de l'ordre de 1,1. Les particules colloïdales de faible densité peuvent nécessiter théoriquement jusqu'à 66600 années pour décanter de un mètre ;
3. Les matières dissoutes, sont généralement des cations ou anions de quelques nano mètres de diamètre[15].

**II.4.LES PARTICULES MISE EN JEU ; COLLOÏDES :**

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 [16].

L'origine des colloïdes est très diverse. On peut citer l'érosion des sols, la dissolution des substances minérales, la décomposition des matières organiques, le déversement des eaux résiduaires urbaines et industrielles ainsi que les déchets agricoles [16].

**II.4.1. Les types de colloïdes :**

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

**II.4.1.1. 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 [16].

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.

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

Les colloïdes hydrophiles sont plus difficiles à déstabiliser que les solutions hydrophobes. En effet, il faut agir d'abord sur les molécules d'eau qui les entourent pour permettre leur agglomération [16].

**II.4.1.2. Les colloïdes hydrophobes :**

Les hydrophobes sont des micelles ou agrégats de molécules simples, dissoutes et qui comprennent la plupart des corps de la chimie minérale [16].

Les particules hydrophobes ne sont pas entourées de molécules d'eau, leur dispersion dans l'eau n'étant pas spontanée. On doit la faciliter à l'aide de moyens chimiques ou physiques. Ce sont en général des particules minérales telles que la silice et les argiles. [17].

**II.4.2. La théorie de la double couche :**

Les colloïdes sont généralement chargés négativement. Afin de neutraliser cette charge négative de surface, des ions positifs présents dans l'eau brute ou ajoutés sont attirés et forment une couche autour du colloïde. Diverses théories expliquent ce phénomène [18].

Théorie de Helmholtz ;

1. Théorie de Gouy- Chapman ;

2. Théorie de Stern.

1- théorie de Helmholtz : une couche d'ions positifs recouvre intégralement la surface du colloïde et assure la neutralité de l'ensemble (couche fixée) ;

2- théorie de Gouy-Chapman : la couche d'ions positifs est inégalement répartie autour du colloïde ; la neutralité est obtenue à une plus grande distance (couche diffuse) ;

3- La théorie de Stern : est un compromis des deux précédentes. Elle considère la formation de la double couche. La première adhère à la particule et le potentiel décroît rapidement. La seconde est plus diffuse et le potentiel décroît plus lentement.

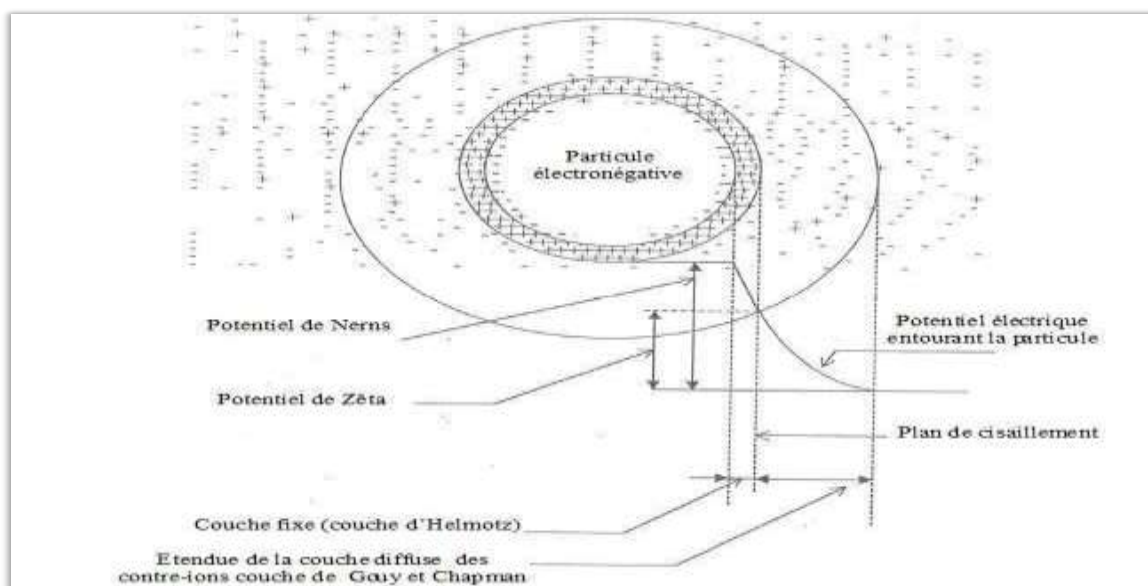
Un colloïde est caractérisé par 2 potentiels :

➤ Potentiel thermodynamique : appelé potentiel de Nernst présent à la surface même du colloïde.

➤ Et potentiel électrocinétique : Ce potentiel mesuré au plan de cisaillement et appelée le potentiel Zêta.

Le plan de cisaillement est la limite entre la partie de la solution qui se déplace avec la particule et la partie de la solution qui se déplace indépendamment de la particule.

Pour une particule hydrophobe, ce plan est situé à la limite de la couche liée, alors que pour une particule hydrophile, il est situé à la limite extérieure de la couche d'eau liée à la particule [17].

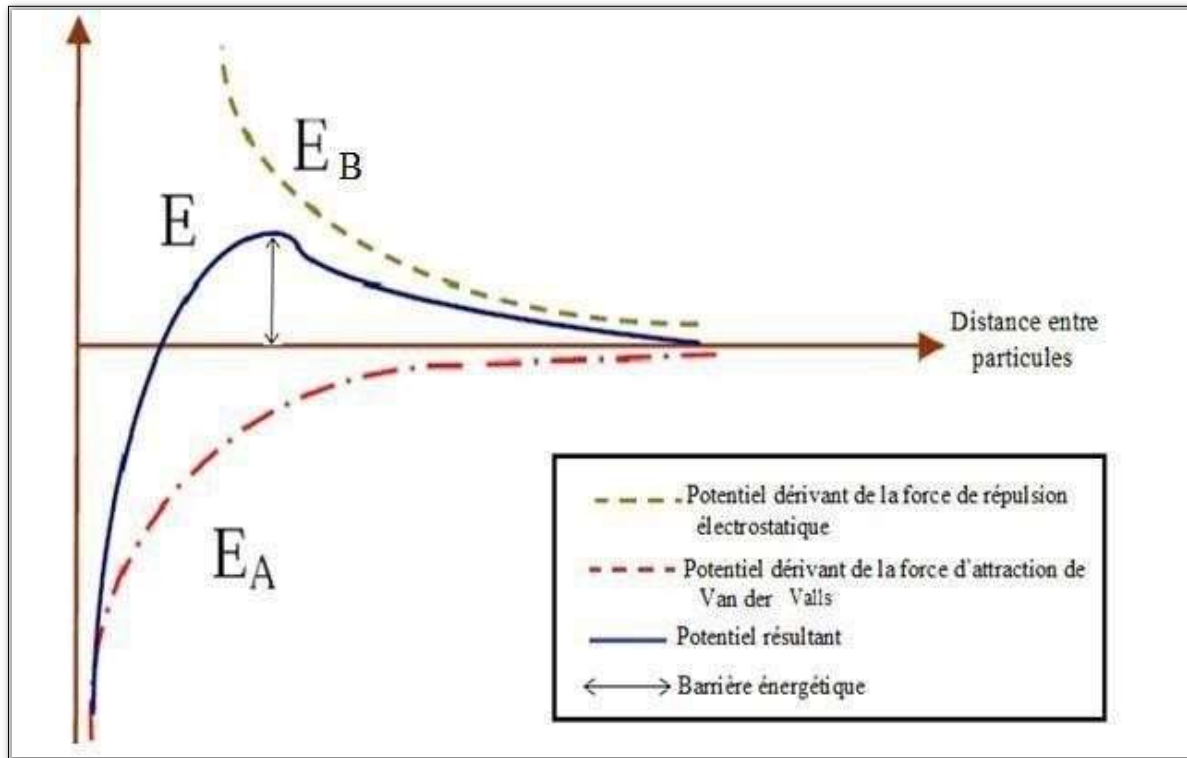


**Figure II.2** : Représentation schématique de la double couche d'une particule colloïdale.

Lorsque deux particules sont sur le point d'entrer en contact, elles sont essentiellement soumises à deux forces : la force d'attraction de van der Waals, et la force de répulsion électrostatique. Le



potentiel de répulsion est défini par  $E_B$ , et le potentiel d'attraction est défini par  $E_A$ . La résultante des deux potentiels,  $E$ , traduit l'interaction énergétique nette qui existe entre les deux particules :  $E = E_A + E_B$ .



**Figure II .3: Stabilité d'une suspension colloïdale**

### II.4.3 .COAGULATION :

#### II.4.3.1. Phénomène de coagulation :

La charge électrique et la couche d'eau qui entourent les particules hydrophiles tendent à éloigner les particules les une des autres et, par conséquent, à les stabiliser dans la solution. Le but principale de la coagulation est de déstabiliser ces particules pour favoriser leur agglomération .On peut obtenir cette déstabilisation par:

- compression de la double couche ;
- adsorption et neutralisation des charges ;
- emprisonnement des particules dans un précipité ;
- adsorption et pontage.

### II.4.5.Floculation

#### II.4.5.1.Princip de la floculation

Après avoir été déstabilisées, les particules colloïdales ont tendance à s'agglomérer lorsqu' elles entrent en contact les unes des autres. Le taux d'agglomération des particules dépend de la

probabilité des contacts et de l'efficacité du coagulant.

La floculation a justement pour but d'augmenter la probabilité des contacts entre les particules, lesquelles sont provoquées par la différence de vitesse entre ces particules[18].

Ce phénomène a pour but la formation de floccs de taille plus importante. On utilise, pour ce faire des flocculant. Comme pour la coagulation, il existe un certain nombre de paramètres à prendre en compte pour le bon fonctionnement de ce procédé. Le mélange doit être suffisamment lent afin d'assurer le contact entre les floccs engendré par la coagulation. En effet, si l'intensité du mélange dépasse une certaine limite, les floccs risquent de se briser. Il faut également un temps de séjour minimal pour que la floculation ait lieu. La durée du mélange se situe entre 10 et 60 minutes. [18].

L'expression de **Smoluchowsky** donnée par permet de comprendre ce phénomène. La formulation est la suivante :

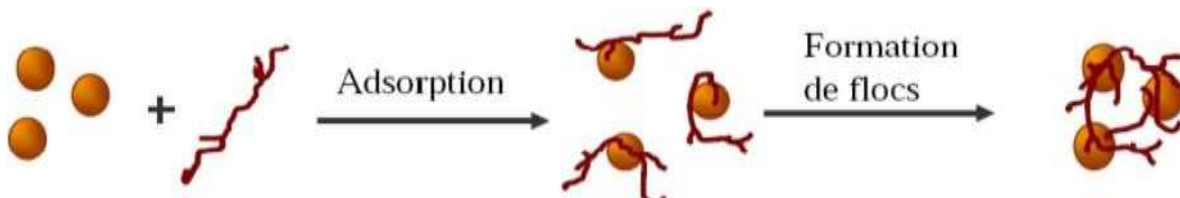
$$\ln \frac{N}{N_0} = - \frac{4}{\pi} \alpha \Omega G t$$

Avec :

N et N<sub>0</sub> : nombre de particules colloïdales libres à l'instant t et t<sub>0</sub>. α : facteur de fréquence de collision efficace.

Ω : volume de particules par volume de suspension.

G : gradient de vitesse. t : temps de contact.



**Figure II.4 :** Adsorption et pontage a l'aide d'un polymère

**II.4.5.3. Types de floculations**

Pour arriver à la décantation des particules colloïdales coagulées, il est nécessaire de les passer par une opération de floculation. Cette floculation peut être à l'aide d'une de ces deux méthodes suivantes :

- La floculation physique.
- La floculation chimique.

**II.4.5.3.1. Floculation physique**

Elle consiste à augmenter par la création d'une différence de vitesse entre les particules colloïdales déstabilisées, la probabilité du contact entre ces particules afin de les agglomérer en floes denses ensuite de les décanter.. Deux mécanismes assurent la mobilité des particules : le mouvement brownien (floculation pré cinétique), et le brassage mécanique (floculation ortho cinétique) [19].

**C. Floculation péri cinétique**

Durant ce type de floculation, le contact entre les particules est causé par le mouvement brownien qui est en fonction de la température de l'eau [19].

**D. Floculation ortho cinétique**

Ce type de floculation est fonction de l'énergie dissipée dans le fluide. Elle est donc causée par le brassage de l'eau qui permet d'augmenter les chances de contacts entre les particules. La vitesse du fluide varie dans l'espace et dans le temps et est caractérisée par le gradient de vitesse  $G$ . [19].

**II.4 .5.2.2. Floculation chimique**

C'est la floculation qui est provoquée par l'agitation de l'eau. Cette agitation facilite l'agrégation des particules par augmentation de la probabilité de collisions entre ces particules.

Elle consiste en une agglomération par pontage des particules colloïdales déchargées à l'aide de certains produits chimiques appelés flocculant.

Lorsque la turbidité de l'eau est très élevée, la floculation peut être réalisée aussi par recirculation des boues déjà formées par le traitement antérieur pour que les particules colloïdales déstabilisées puissent s'accrocher avec ces boues et par conséquent puissent décanter. La floculation dans ce cas est dite par voile de boue. [20].

**II.4.5.2.4. Flocculant utilisés**

Les flocculant ou adjuvants de floculation sont dans leur grande majorité des polymères de poids moléculaire très élevé. [18].

Ces polymères emprisonnent les matières colloïdales agglomérées et forme ainsi des flocons volumineux qui se déposent par gravité. Ils sont ajoutés après la coagulation pour augmenter d'avantage la taille et la cohésion des floes [11].

Les floculations peuvent être de trois natures différentes :

- ✓ Les flocculant minéraux.
- ✓ Les flocculant organique.
- ✓ Les flocculant de synthèse.

- **Flocculant 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 flocculant 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 la sablefin (micro- sable) [16].

- **Flocculant organique**

Ils sont hydrosolubles et qui peuvent voir une charge anionique, cationique ou neutre. On peut citer exemple l'amidon, les alginates ou les polysaccharides.

- **Flocculant de synthèse**

Ce sont des produits fabriqués à partir de monomères à très haute masse moléculaire (entre 105 et 107 kda). Ces polymères ont un rendement supérieur aux polymères naturels. Ils sont classés suivant leur iconicité :

- Anionique : conçu à partir de l'acide acrylique.
- Neutre : conçu à partir de polyacrylamides.
- Cationique : conçu à partir d'arylamine et de méthacrylate de diméthyl amino-éthyle ou d'acrylate de diméthylaminoéthyle. [16].

### II.5. Les avantages et les inconvénients de la coagulation- floculation :

#### II.5.1. Avantages

- ✓ L'utilisation de ce procédé chimique est très répandue, il y a donc beaucoup d'équipement déjà existant et une multitude d'agents chimiques disponibles.
- ✓ Les systèmes de coagulation-floculation chimique sont généralement automatisés et demandent donc peu de surveillance et d'entretien. Une main-d'œuvre hautement qualifiée n'est souvent pas nécessaire.
- ✓ Contrairement aux systèmes biologiques, ce système requiert moins d'espace et les coûts d'installation sont moins importants.
- ✓ Une réduction significative est obtenue en termes de micropolluants, de métaux lourds, de bactéries et de virus.
- ✓ Les systèmes chimiques de coagulation-floculation peuvent être conçus afin d'obtenir un produit à valeur ajoutée. [11].

#### II.5.2 Inconvénients

- ✓ Puisqu'il y a plusieurs réactions en compétition dans ce type de système chimique et plusieurs degrés d'alcalinité en plus des autres facteurs influençant le procédé, il est particulièrement difficile d'établir les bons dosages. Beaucoup d'essais à l'échelle laboratoire sont donc nécessaires

pour trouver une dose optimale. Une surdose de coagulant chimique peut diminuer l'efficacité du système.

✓ Les coagulants utilisés sont souvent corrosifs, des normes de sécurité doivent être respectées afin que les travailleurs manipulent ces substances avec précaution.

✓ La présence d'aluminium résiduel peut entraîner des problèmes importants pour la santé comme L'Alzheimer et autres pathologies de ce genre. Il est donc toxique pour les écosystèmes. Le fer aussi est toxique pour la faune, cette toxicité génère plusieurs inquiétudes au niveau du grand public.

✓ En eau froide le processus est peu efficace.

✓ Pour les pays en voie de développement, les coagulants chimiques peuvent être trop coûteux [11].

### Conclusion

Il est important que les procédés de coagulation et de floculation soient utilisés correctement. En effet, la production d'un floc trop petit ou très léger entraîne une décantation insuffisante lorsque les eaux arrivent sur les filtres, elle contient une grande quantité de particules de floc, qui entrassent rapidement ces filtres, ce qui nécessite des lavages fréquents. Par ailleurs, lorsque le floc est fragile, il se brise en petites particules qui peuvent traverser le filtre et Altérer la qualité de l'eau produite.

# **Chapitre III :**

## **Partie expérimentale**

**Caractérisation de l'eau brute :**

Tableau III.1 : norme de qualité des eaux potable

Paramètre	unité	Réglementation concernant la qualité de l'eau destinée à la consommation	
		OMS	ALGERIE
PH	-	6,5 - 9	6,5 - 9,5
Conductivité	$\mu\text{s/cm}$ à 20°	-	<2700
oxydabilité	mg d'O <sub>2</sub> /l	5	<2
Dureté total	°F	50	10- 30
Calcium	mg/l	-	<100
Magnésium	mg/l	-	<100
Alcalinité	°F	50	<50
Chlorures	mg/l	250	<750
Sulfates	mg/l	400	<250
Nitrates	mg/l	40	<50
Nitrites		3	<0,1
Fer	mg/l	0,3	<0,3
Ammonium	mg/l	1,5	<0,5
Silice	mg/l	-	<10

**Produits chimiques utilisée :****Sulfate d'aluminium :**

Le sulfate d'aluminium est formé par la combinaison de deux cations aluminium ( $\text{Al}^{3+}$ ) et les de trois anions sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). Il a donc pour formule :  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  il est utilisé actuellement dans le traitement des eaux.

a) **les propriétés chimiques :** la formule brute est  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  (anhydre),  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$  (octadécahydrate) avec une masse molaire 666,429 g/mol.

**b) Les propriétés physiques :** la masse volumique est  $1,69 \text{ g/cm}^3$ , il est soluble dans l'eau, leur température de fusion est  $87^\circ\text{C}$ , de PH (6- 7,4) [21].

**La chaux :**

Di- hydroxyde de calcium  $\text{Ca(OH)}_2$  est formé par une réaction exothermique avec l'eau.

**a) les propriétés chimiques :** la formule brute est  $\text{Ca(OH)}_2$  avec une masse molaire  $74\text{g/mol}$ .

**b) propriétés physiques :** la masse volumiques apparente est  $2000 \text{ à } 800 \text{ kg/m}^3$ , elle est soluble dans l'eau à  $1650\text{mg/l}$  à  $20^\circ\text{C}$ , de PH 12,4 en solution saturée à  $25^\circ\text{C}$  [22].

**Calcium carbonate :**

Le calcaire est une roche sédimentaire Facilement soluble dans l'eau et qui se compose principalement de calcite ou carbonate de calcium ( $\text{Ca CO}_3$ ) (au moins  $50\%$ ) est de carbonate de magnésium ( $\text{Mg CO}_3$ ) [23].

**DISPOSITIF EXPERIMENTAL :**

**Jar-test :**

Le test jar est l'équipement utilisé pour déterminer la dose d'anticoagulant et le pH pour l'étape de coagulation et floculation.

Il est constitué de 6 béchers destinés à contenir l'échantillon avec des doses croissantes de coagulants et à différents pH et à vitesses variées.



a)



b)



c)

**Figure III.1: jar test (a, b, c)**



**PROCEDURE EXPERIMENTAL DE LA COAGULATION-FLOCCULATION :**

Remplir les béchers gradués avec de l'eau brute à traiter

- Détermination de la dose de coagulant –essayer doses croissantes jusqu'à optimum
- Détermination du pH optimum-refaire essais en imposant la dose de coagulant pour différent Ph.
- Détermination de la dose flocculant-refaire essais en imposant les 2 paramètres ci-dessus et en ajoutant des doses croissantes de polymère

Séquence :

Les temps et l'agitation doivent refléter les paramètres de l'installation réelle

1. Ajouter coagulant : agitez pendant 3minutes à  $\pm 120$  tours/min
2. Corriger le Ph
3. Ajouter flocculant : puis agiter pendant 15minutes à  $\pm 38$  tours/min
4. Laissez décanter pendant  $\frac{1}{4}$  d'heure

**Tableau III.2: caractérisation physico-chimiques de l'eau potable après traitement par sulfaté d'aluminium ( $Al_2(SO_4)_3$ ).**

Jar test :

DATE:23/MAI/2022

L'eau brute

T°C: 18,1

PH: 7,70

Turbidité:16 ,1 NTU

	1	2	3	4	5
Chloration (mg/l)	10	10	10	10	10
Sulfate (mg/l)	15	20	25	30	35
floculation	Bonne	Bonne	Très bonne	Très bonne	Très bonne
décantation	faible	Bonne	Bonne	Très bonne	Très bonne
Turbidité (NTU)	10,8	9,25	7,24	7,00	5,10
pH	7,81	7,74	7,68	7,64	7,60

**Dosage optimale de sulfate d'Al:25 mg/l**

**Chapitre III :****Partie expérimentale**

	1	2	3	4
Chloration (mg/l)	10	10	10	10
Sulfate (mg/l)	25	25	25	25
Polymère (mg/l)		0,05	0,1	0,15
Floculation	Bonne	Bonne	Très bonne	Très bonne
Décantation	Bonne	Bonne	Très bonne	Très bonne
Turbidité (NTU)	11,8	11,6	11,5	11,5
PH	7,66	7,63	7,61	7,49

**Dosage optimale de polymère :0,05 mg**

**Tableau III.3:** caractérisation physico-chimiques de l'eau potable après traitement par lachaux (Ca(OH)<sub>2</sub>).

N° de bécher	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dose du coagulant (mg/l)	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
CaCO <sub>3</sub> (g)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
PH	7,64	7,89	8,18	8,51	9,5	10,2	10,58	10,76	10,79	11,28
Turbidité (NTU)	21,7	20	20,5	14,31	15,4	8,99	8,87	4,70	4,06	4,02
Conductivité (µs/cm)	1887	1739	1733	1694	1687	1703	1885	1830	1933	2197
Calcium (Mg/l)	96	73,6	64	48	51,2	57,6	80	113,6	129,6	150,4
MAGNZUIM (Mg/l)	52,8	61,44	67,6	54,72	46,08	42,24	28,8	8,64	4,8	0
MO (MgO <sub>2</sub> /l)	5,6	3,2	2,8	2,8	2,8	2,4	1,04	2,16	2	1,84
DURTE (°F)	44,8	44	40	34,8	32	32	32	32	34,4	36,4
TAC (°F)	8	6	4,8	3	2,8	2,8	1,8	2,4	3,4	4,8
TA (Mg/l)	0	0	0	0	29	44	42	44	50	89
	DBO <sub>5</sub>						DCO (mgO <sub>2</sub> )			
L'eau brute	190						78.72			
L'eau traitée	20						20.16			
L'eau d'chaux	40						39.36			

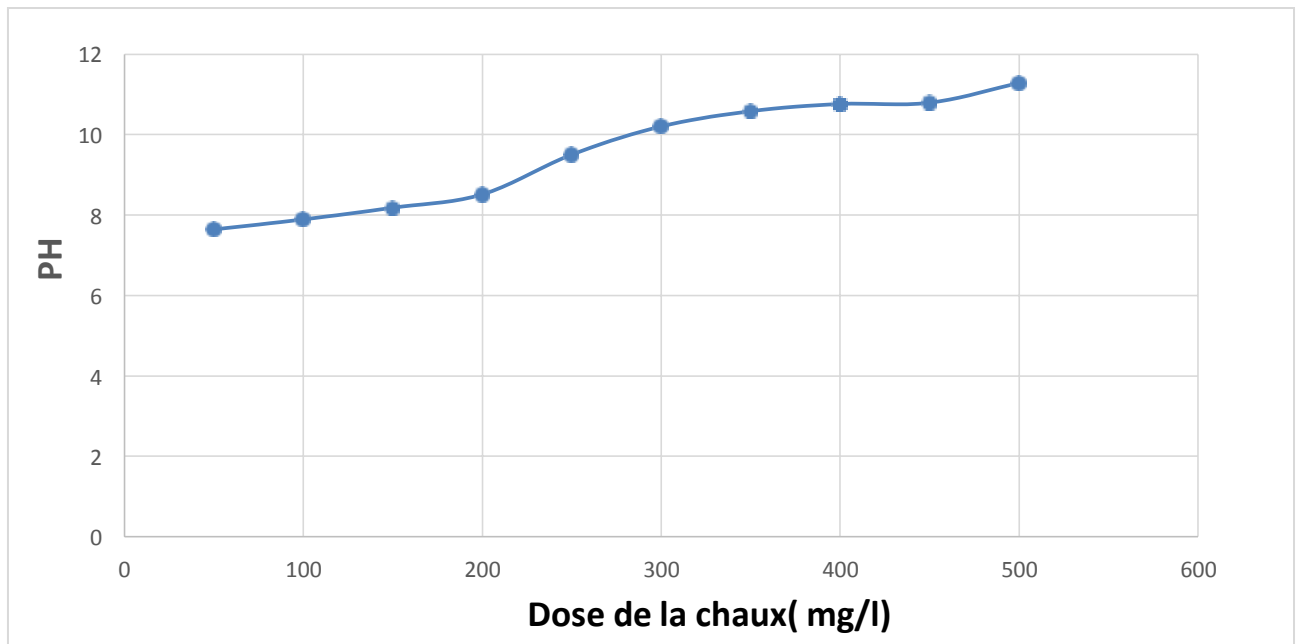


Figure III.4: Evolution de PH en fonction de la dose de la chaux

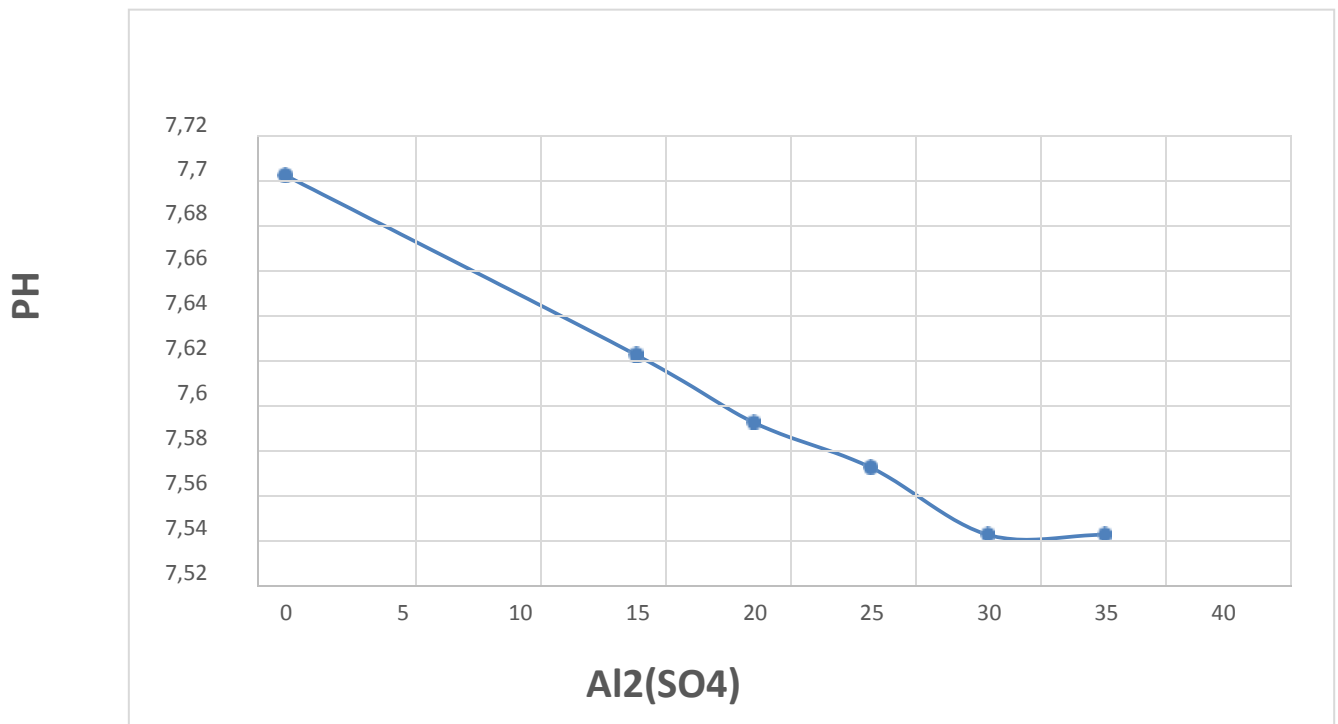


Figure III.5: Evolution du PH en fonction de la dose d'Al2 (SO4)3

Dans le graph ce dessus en remarque un chute dans la valeur de pH pour le coagulent .cette valeur et diminué à partir de 7,7 jusqu'à 7,62 et 7,54 avec une concentration de 15 mg/l de sulfate d'aluminium par ordre.

Le pH reste diminué avec l'augmentation de pH mais ces valeurs il est dans les normes et le pH de l'eau est neutre. Par contre l'augmentation de la dose de la chaux provoque une augmentation immédiate du pH

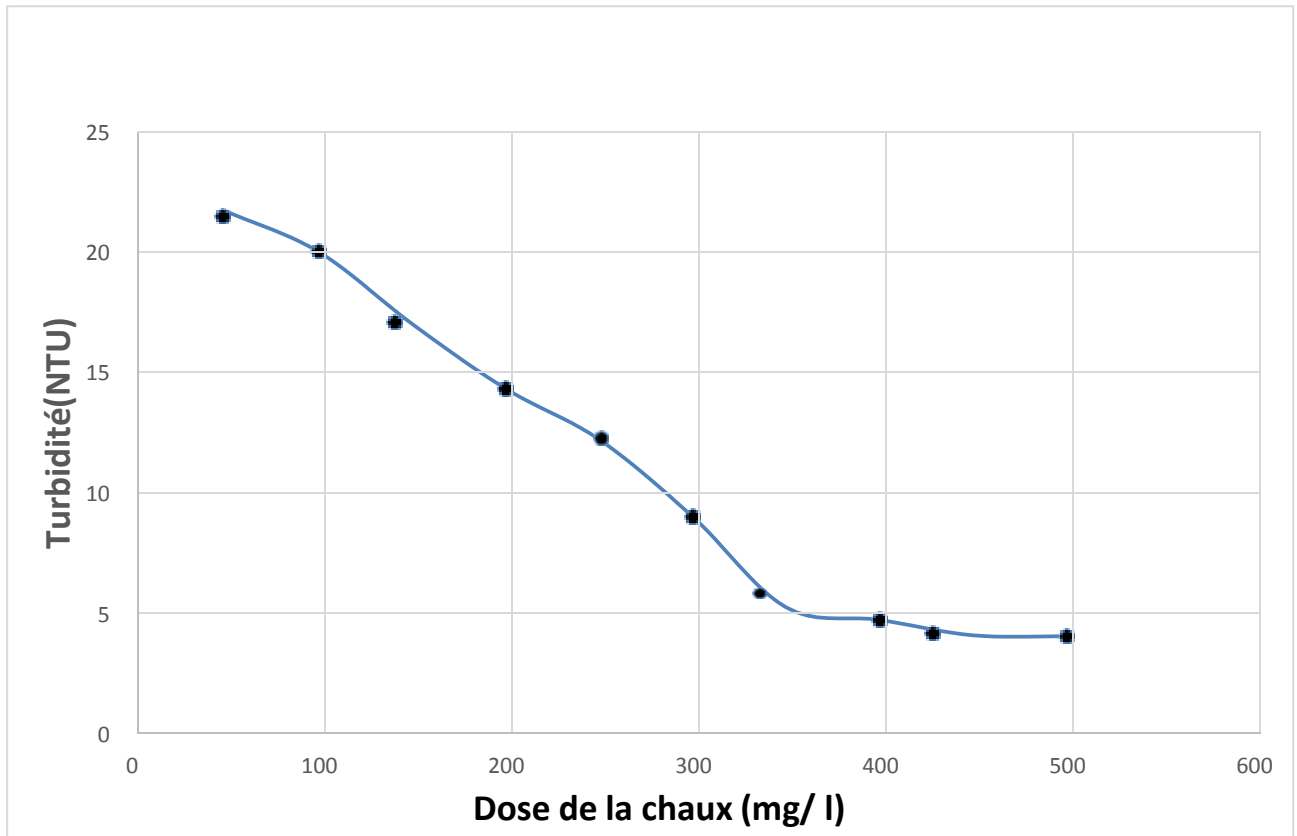


Figure III.6 : Evolution de la turbidité en fonction de la dose de la chaux

Aux faible dose l'enlèvement des matière organique se fait nul , cette zone correspond aux plages de concentration ou une mauvaise formation de floc et remontes

Pour ce dose de 350 mg/l de la chaux , soit une turbidité résiduelle de 6 NTU une dose au delà de la dose optimale se traduit par une forte remonté des turbidités usuelles.

Pour les concentration de  $Al_2(SO_4)_3$  allant de 0 à 350 mg/l il y a une baisse de turbidité pour la dose de 25 mg/l, au delà de cette concentration elle devienne presque constante.

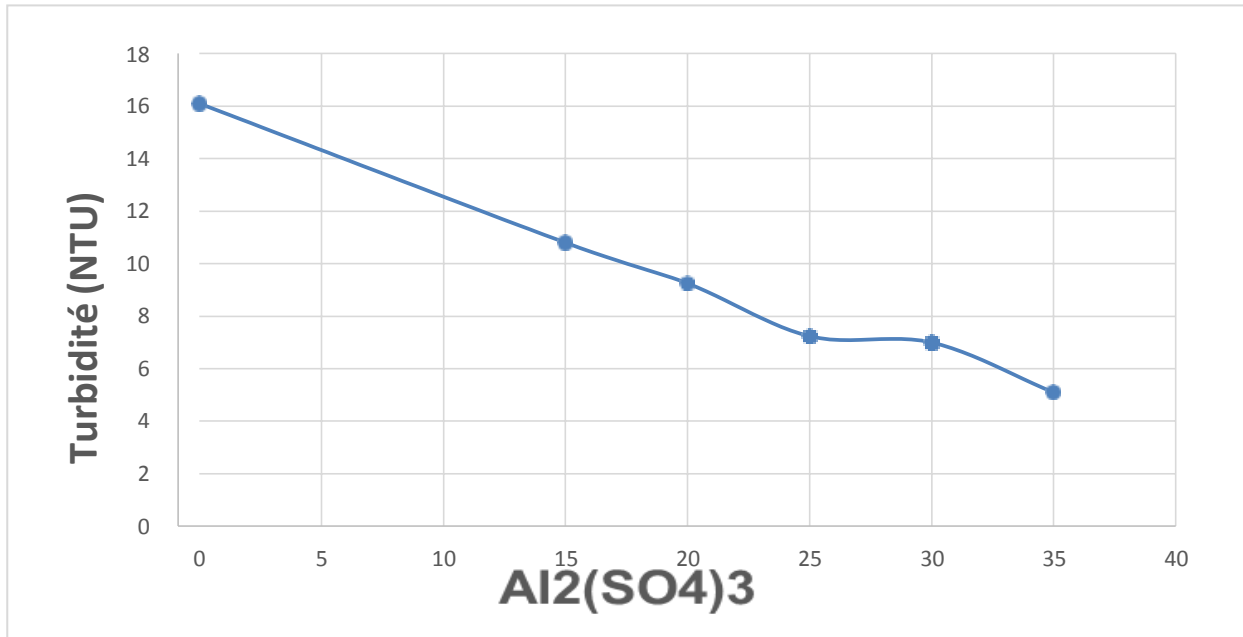


Figure III.7: Evolution de la Turbidité en fonction de la dose d' $Al_2(SO_4)_3$

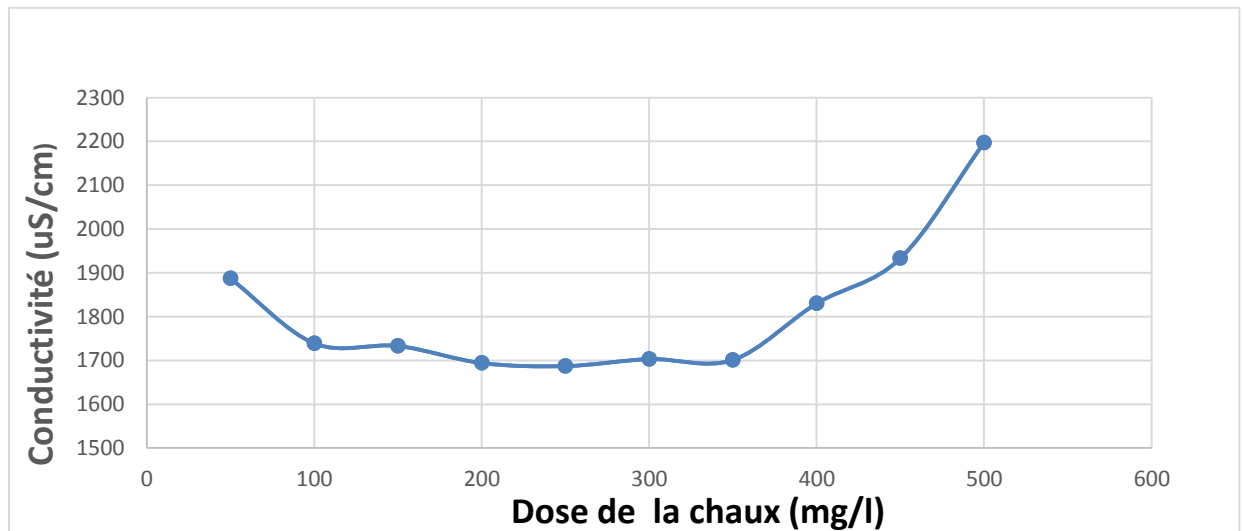


Figure III.8 : Evolution de la conductivité en fonction de la dose de la chaux

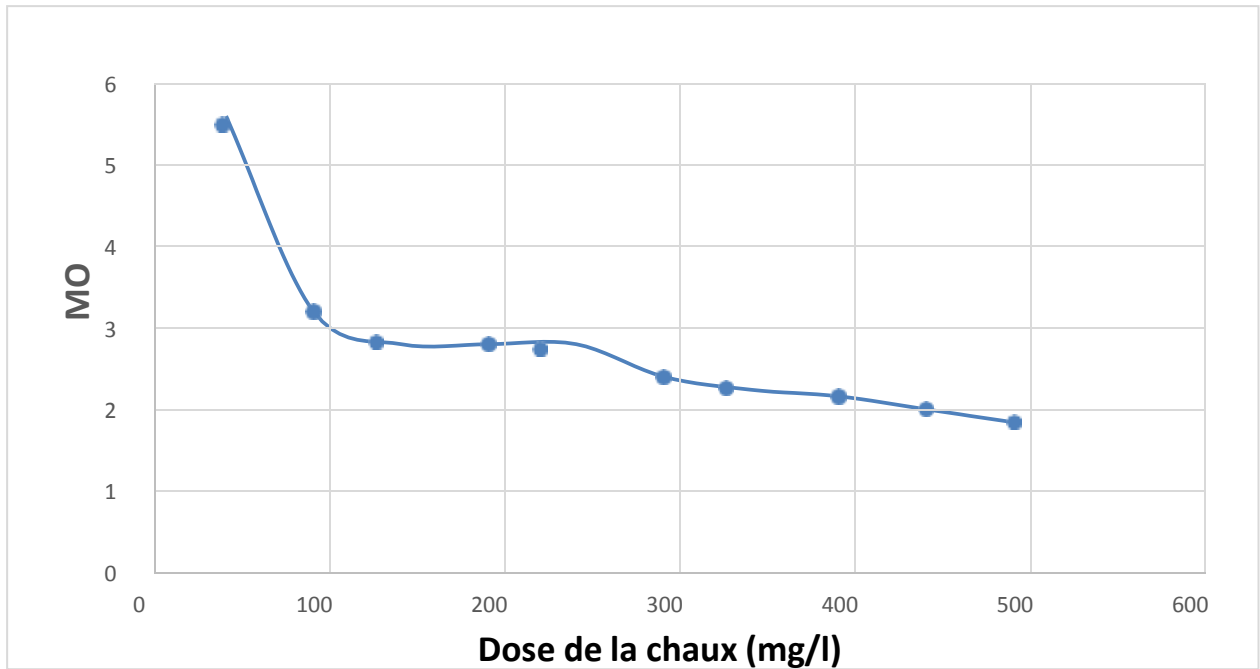


Figure III.9 : Evolution du MO en fonction de la dose de chaux

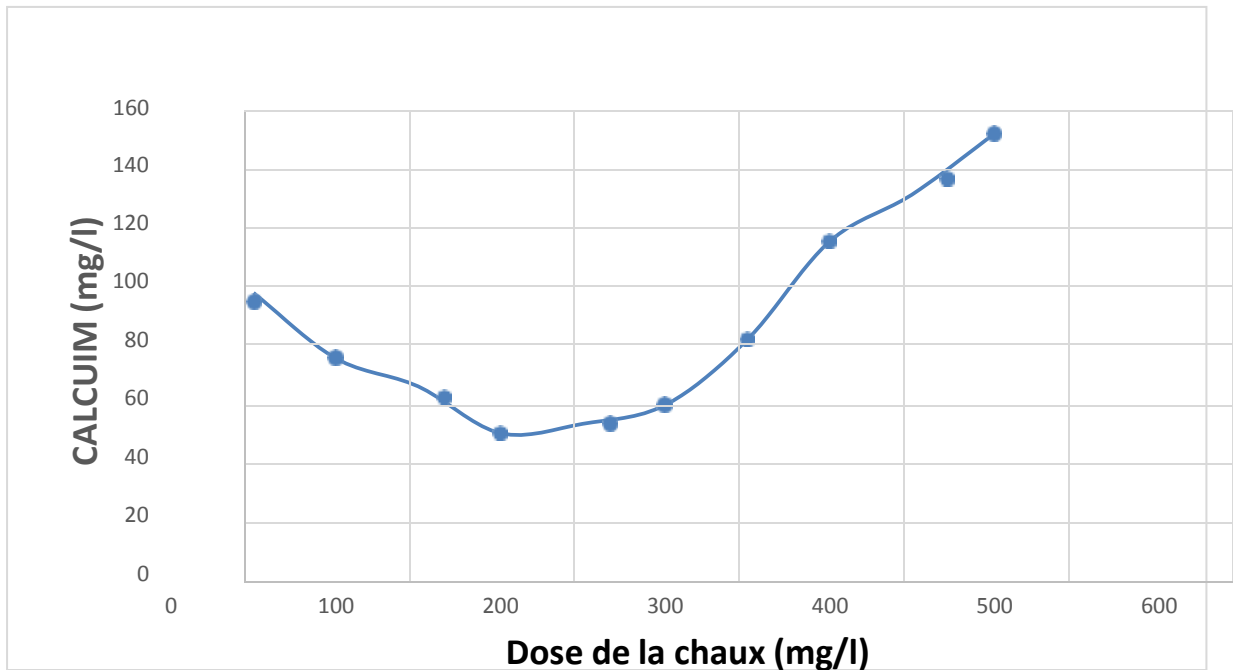


Figure III.10: Evolution du calcium en fonction de la dose de chaux

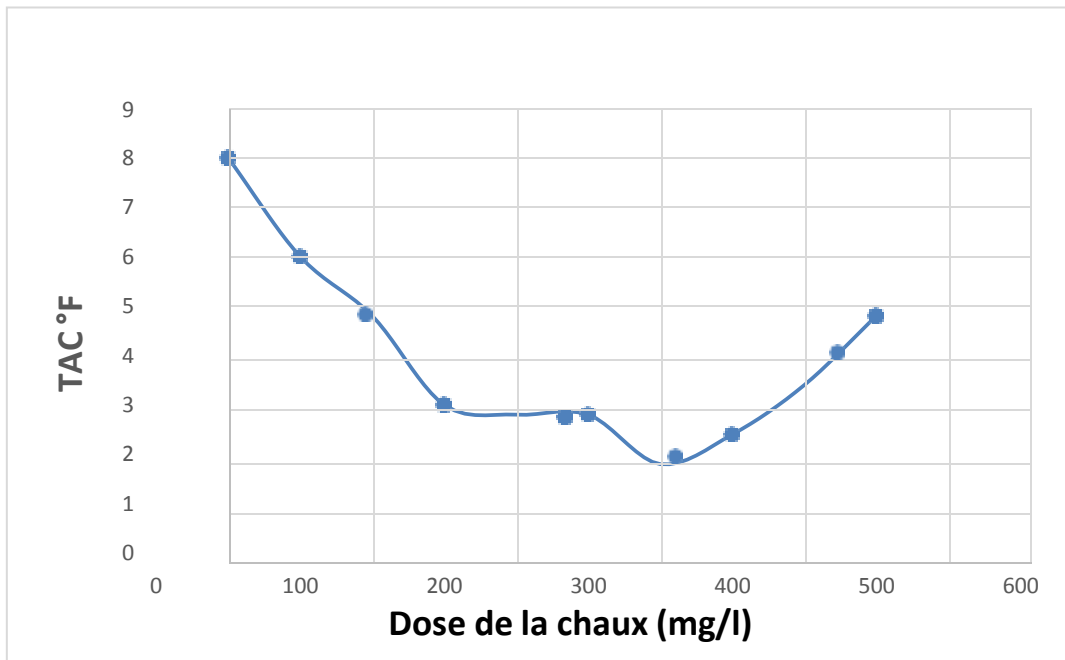


Figure III.11: Evolution du TAC en fonction de la dose de chaux

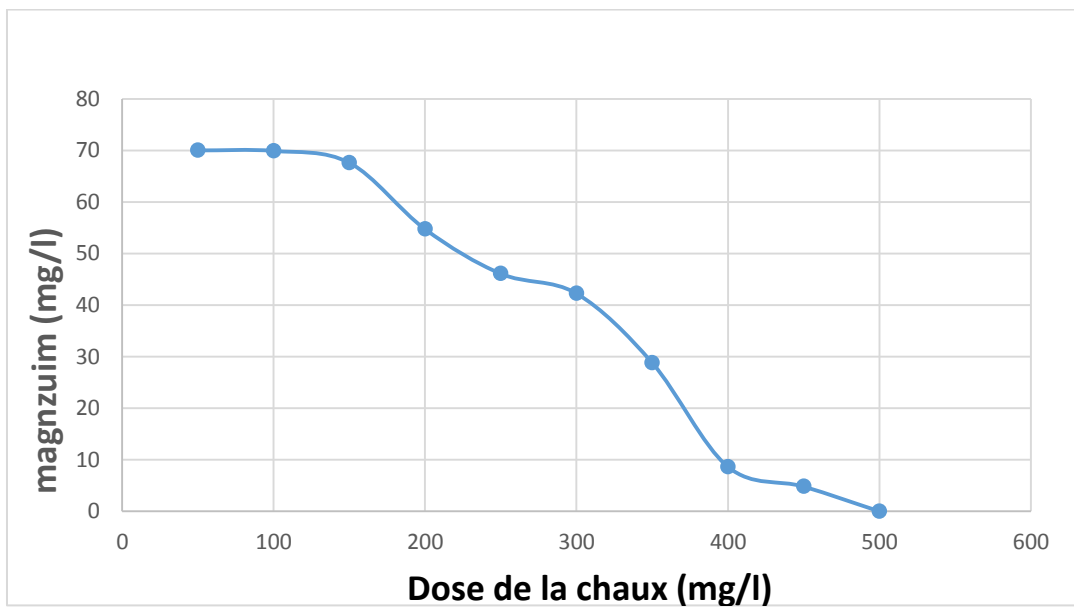


Figure III.12: Evolution du magnésium en fonction de la dose de chaux



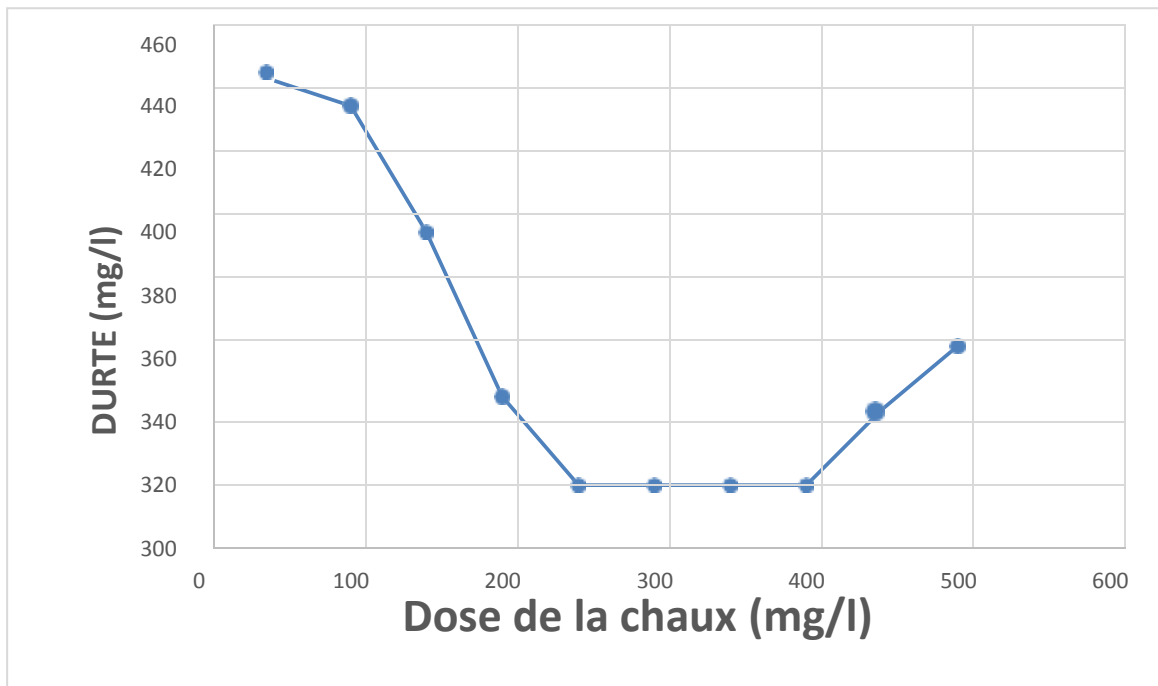


Figure III.13: Evolution du la durté en fonction de la dose de chaux

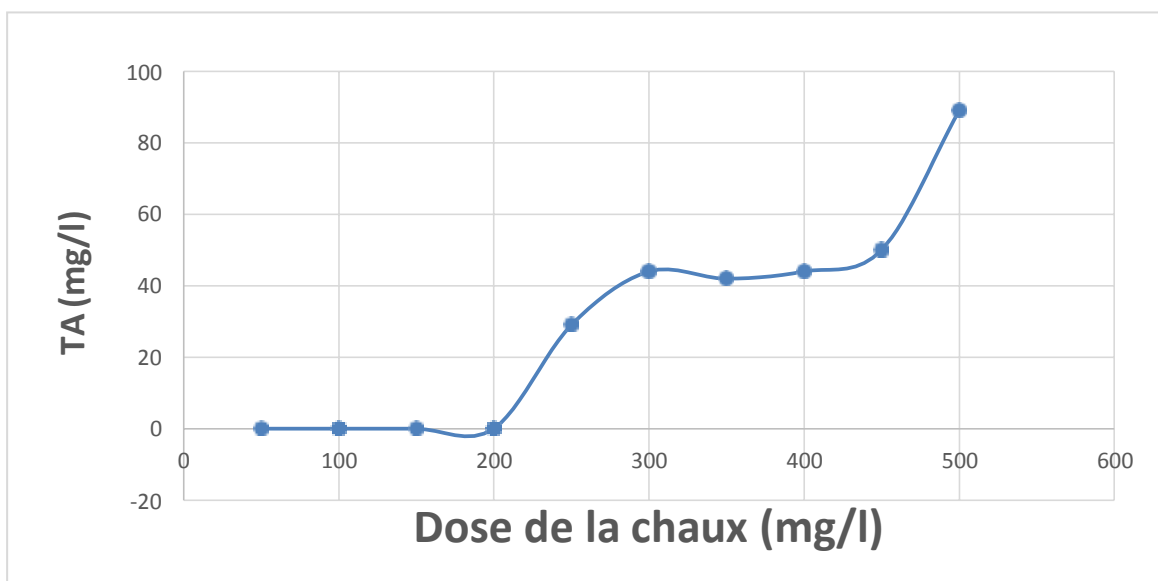


Figure III.14 : Evolution du TA en fonction de la dose de chaux

**Méthode générale de dénombrement en milieu liquide par détermination du nombre le plus probable (NPP)****Principe :**

Cette méthode est une estimation statistique du nombre de micro-organismes supposés distribués dans l'eau de manière parfaitement aléatoire. Dans ce type de méthode, les bactéries se multiplient librement dans le milieu liquide. En cas de présence, l'ensemble du milieu liquide inoculé vire à la «positivité» (trouble ou virage de l'indicateur).un jugement quantitatif est possible en jouant sur les volumes de la pris d'essai .cette méthode permet, en fonction du nombre de tubes ou puits «positifs» dans chaque série, d »indiquer la valeur statistiquement la plus probable :«nombre le plus probable»(NPP).

**Technique du NPP en milieu liquide sur BCPL**

La technique en milieu liquide fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- Le test de présomption : réservé à la recherche des coliformes totaux.
- Le test de confirmation : encore appelé test de Mac Kenzie et réservé à la Recherche des coliformes fécaux à partir des tubes positifs du test de présomp-tion.

**Test de présomption.**

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 10 ml dans un flacon contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche deDurham
- 3 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 1ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham
- 3 fois 10 ml dans 3 tubes tube contenant 0,1ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham

Chasser l'air éventuellement présent dans les cloches de durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum .l'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

**Lecture :**

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement de gaz (supérieur au  $1/10^{\text{ème}}$  de la hauteur de la hauteur de lacloche),
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui cons-titue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires étant témoins de la fermentation du lactose dans les condi- tions opératoires décrites. La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP . Illustration :

Pour deux échantillons traités par la chaux et l'eau d'sortie on trouve la même lecture

Inoculum	Test de présomption	Nombre caractéristique
3X 10 ml	- - -	- - -
3X 1ml	- - -	- - -
3X 0,1ml	- - -	- - -

**Léau brute :**

Inoculum	Test de présomption	Nombre caractéristique
3X10 ml	+ + +	3
3X1 ml	+ + +	3
3X 0, 1ml	- + -	1

Le nombre caractéristique est donc «331» ; ce qui correspond sur la table NPP au nombre 460.

On considère alors qu'il y a 460 coliformes par 100ml d'eau à analyser. Test de confirmation :

Le test de confirmation est basé sur la recherche des coliformes thermo tolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli*.

Les coliformes thermo tolérants ont les mêmes propriétés de fermentation que les coliformes mais à 44°C.

*Escherichia coli* est un coliforme thermo tolérant qui entre autre :

- Produit de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à 44°C,
- Donne un résultat positif à l'essai ou rouge de méthyle,
- Ne produit pas de l'acétyle méthyle carbinol,
- N'utilise pas le citrate comme source unique de carbone

Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des coliformes feront l'objet d'un repiquage de quelques gouttes à l'aide d'une pipette dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham.

Chasser l'air éventuellement présent dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et

l'inoculum. L'incubation se fait à 44°C pendant 24 heures.

Lecteur :

Seront considérés comme positif, les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement de gazeux, et un trouble microbien
- Un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kowacs.

Le lecteur final s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP en tenant compte du fait qu'*Escherichia coli* est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44°C.

Illustration :

En reprenant l'exemple précédent relatif au dénombrement des coliformes, cela suppose que nous avons 7 tubes à repiquer à savoir :

- 3 flocons de BCPL D/C
- 3 tubes sur 3 de BCPL S/C
- 1 tube sur 3 de BCPL S/C

Inoculum	Test de pré-somption	Nombre caractéristique	Test de confirmation		Nombre caractéristique
			Gaz	indole	
3X10ml	+	3	+	+	3
	+		+	+	
	+		+	+	
3X10ml	+	3	+	+	3
	+		+	+	
	+		+	+	
3X10ml	-	1	-	+	0
	+		+	-	
	-		-	+	

Le nombre caractéristique relatif au dénombrement des coliformes fécaux est donc «330»cequi correspond sur la table du NPP au chiffre 240.

Le résultat final sera donc de :

460 coliformes totaux dans 100 ml d'eau à analyser240 coliformes fécaux dans 100 ml d'eau à analyser

2.2 Méthode générale de dénombrement en milieu liquide par détermination

Système d'ensemencement n° 1 : nombre le plus probable et intervalle de confiance

Nombre de tubes montrant une réaction positive sur			NPP dans 100 ml.	Limites de confiance à 95 %	
3 tubes de 10 ml.	3 tubes de 1 ml.	3 tubes de 0,1 ml.		Limite inférieure	Limite supérieure
0	0	1	3	0,5	9
0	1	0	3	0,5	13
1	0	1	4	0,5	20
1	1	0	7	1	21
1	1	1	11	1	23
1	2	0	11	1	26
2	0	0	9	1	30
2	0	1	14	1	37
2	1	0	15	2	44
2	1	1	20	2	49
2	2	0	21	4	47
2	2	1	28	10	140
3	0	0	23	4	120
3	0	1	39	7	130
3	0	2	64	15	279
3	1	0	32	7	210
3	1	1	75	14	280
3	1	2	120	30	380
3	2	0	93	15	380
3	2	1	150	30	440
3	2	2	210	35	470
3	3	0	240	38	1300
3	3	1	480	71	2400
3	3	2	1100	150	4600

# Conclusion

## Conclusion

---

### Conclusion

Pour conclure ce travail, il convient de dire que le barrage de AIN ZADA est parmi les plus grand complexe hydraulique en Algérie. Il est destiné à l'alimentation en eau potable et à l'irrigation, et couvre le besoin en eau de plusieurs communes de la wilaya de Sétif . D'où l'intérêt d'un suivi régulier de la qualité physico-chimique ainsi que bactériologique de ces eaux.

Ce travail m'a permis de connaître les analyses physico-chimiques et bactériologiques adoptées par le laboratoire de barrage AIN ZADA. Il m'a permis également de maîtriser les techniques d'analyses grâce aux nombreuses manipulations que j'ai pu faire durant la période de stage.

Ce qui concerne les résultats du contrôle de qualité de l'eau traitée de barrage AIN ZADA, on remarque que notre eau de consommation est agréable au goût, car elle ne présente ni couleur, ni aspect, ni trouble particulier ainsi que ni bactéries ni parasites. Elle est également exempte des substances minérales et organiques dont la présence ou l'excès présenterait un risque pour la santé des consommateurs.

Les résultats obtenus confirment que l'eau traitée à la station de traitement des eaux de barrage AIN ZADA est de bonne qualité et respecte les normes algériennes.

Dans ce sens, pour assurer la stabilité de la qualité de l'eau distribuée et faire en sorte qu'elle reste potable, on peut noter quelques recommandations :

- a. L'eau traitée au niveau de la station doit être parfaitement désinfectée, exempte d'MES et un taux aussi faible que possible de matière organique.
- b. Etudier avec précaution les concentrations du coagulant (sulfate d'alumine) à utiliser dans les opérations de traitement, afin de diminuer au maximum la teneur d'aluminium dans l'eau, vue à ses effets néfastes sur la santé humaine. Ou bien de changer le coagulant ou le procédé de traitement carrément.
- c. Assurer la surveillance continue de la qualité de l'eau distribuée afin de pouvoir détecter tout changement de qualité tout au long de réseau.

# **Bibliographique**



**Bibliographique :**

- [1] :**BoursaliI., 2011** :Etude expérimentale de la coagulation-floculation par le sulfate ferrique et le chlorure ferrique des matières en suspension .Mémoire d'ingénieur d'états en géologie ; Département des sciences de la terre et de l'univers. Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers ; Université AbouBekrBelkaïd, Tlemcen, Juin 2011.
- [2]:[sagascience@cnrs-dir.fr](mailto:sagascience@cnrs-dir.fr)(CNRS:centre national de la recherche scientifique).(www.futura-sciences.com)(http://doc.lerm.fr/leau-terre/)
- [3] : (lentch purification et traitement de l'eau. Holding B.V)
- [4] : (ONEMA "Office Nationale de l'Eau et des Milieux Aquatique". la qualité de l'eau, les agences de l'eau)
- [5] : ([- <https://www.lenntech.fr/applications/potable/eau-potable.htm>)
- [6] : (suivi de procédés coagulation floculation au niveau de station de traitement AIN TINN.)
- [7] : (Dègrèment: mémoire technique de l'eau? Édition: technique et documentation, 1984.)
- [8] : (Suivi de procédé Coagulation Floculation au niveau de station de traitement AIN TINN.)
- [9] : (Kettab.A: Traitement des eaux (les eaux potables) OPV. Alger 1992)
- [10] :**BoursaliI., 2011** :Etude expérimentale de la coagulation-floculation par le sulfate ferrique et le chlorure ferrique des matières en suspension .Mémoire d'ingénieur d'états en géologie ; Département des sciences de la terre et de l'univers. Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers ; Université AbouBekrBelkaïd, Tlemcen, Juin 2011.
- [11] : mémoire coagulation-floculation AIN ZADA.
- [12]:**Dejardins C. (1999)** : Simulation et étude en laboratoire de la floculation lestée (actiflo) à l'aide d'une procédure modifiée de jar test, Mémoire pour l'obtention du diplôme de maitrise et sciences appliquées, Ecole polytechnique de Montréal.Canada.
- [13]:**Desjardins R. (1997)** : Traitement des eaux .Edition de l'école polytechnique de Montréal, 2éme édition revue et améliorée.
- [14]:**Kettab A. (1992)** : Traitement des eaux (les eaux potables). office de la publication universitaire (OPU), Alger. N° 9 . PP 21-27.
- [15]:**Degrement. (1972)** : Mémoire technique de l'eau, Lavoisier, Paris.
- [16]:**Hernandez de Léon H.R. (2006)** : Supervision et diagnostic des procédés de procédés de production d'eau potable, Mémoire pour l'obtention de diplôme de Docteur de l'institut National des sciences Appliquées de Toulouse.
- [17]: <https://doi.org/10.1016/j.indcr op.2015.06.027/>
- [18]: **Ezziane S. (2007)** : Traitement des eaux de rejet de l'unité CERAMIT (TENES) , Mémoire de Magister, Département de génie des procédés, Faculté des sciences et science de l'ingénieur, Université Hassiba Ben Bouali. Chlef.<http://www.ing-dz.com>.
- [19]:**Colin L et all., 2008** :Évaluationd'un procédé de coagulation-floculation au chitosane pour l'enlèvement du phosphore dans les effluents piscicoles. Université du Québec; Ecole de technologie supérieure
- [20] :**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.
- [21]: [http://fr.wikipedia.org/wiki/sulfate\\_d'aluminium](http://fr.wikipedia.org/wiki/sulfate_d'aluminium).
- [22]:[WWW.la.chaux.net](http://WWW.la.chaux.net).
- [23]:[WWW.calciumcarbonate](http://WWW.calciumcarbonate)

# ***ANEXES***

### Méthodes d'appareillage des paramètres physico-chimiques

#### Potentiel d'hydrogène (pH)

##### ❖ Principe

Le pH s'effectue par mesure de la différence de potentiel entre électrode de mesure (électrode de verre) et une électrode de référence à potentiel connu (électrode au calomel à concentration saturée en KCl).

##### ❖ Matériels

- pH mètre.
- Bécher.



**pH mètre**

##### ❖ Mode opératoire

###### ◆ Etalonnage de l'appareil:

- Rincer l'électrode de pH mètre avec de l'eau distillé.
- Placer l'électrode dans la solution tampon pH=7.
- Attendre que la mesure se stabilise.
- Ré-étalonner de la même manière avec les solutions tampon pH=10 et pH=4.

###### ❖ Mesure du pH

Après avoir étalonné le pH-mètre avec trois solutions tampon de pH égal à 4, 7 et 10. On introduit l'électrode de l'appareil dans un bēcher qui contient de l'eau à analyser. La lecture se fait après stabilité de la valeur affichée

## ANEXES

---

### La turbidité:

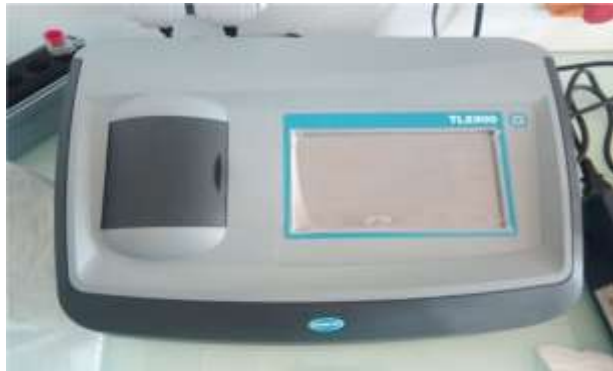
#### ❖ Principe

La turbidimétrie ou opacimétrie est une variante de la spectrométrie d'absorption. Les éléments en suspension dans un liquide absorbent certaines radiations selon une loi.

#### ❖ Mode opératoire

Avant d'effectuer les mesures on doit s'assurer de l'absence de bulles d'air et de la propreté de la cuve:

- Remplir le tube de mesure avec l'échantillon.
- Essuyer le tube de mesure.
- Introduire le tube de mesure dans la chambre.
- Fermer la chambre.
- Lire directement le résultat.



**Turbidité**

### Conductivité électrique

#### ❖ Principe

La mesure est délimitée par deux électrodes de platine

#### ❖ Matériels

- Conductimètre
- Bécher (ou un flacon.)



**Figure 3.4 : Conductimètre.**

#### ❖ Mode opératoire

- Rincer l'électrode de conductimètre avec de l'eau distillée.

## ANEXES

---

- Prolonger complètement l'électrode dans un récipient contenant de l'eau à examiner.
- Après la stabilisation de l'affichage on lit la valeur.

Les résultats s'expriment en micro siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

### Dosage des chlorures (Cl<sup>-</sup>)

#### ❖ Principe

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par solution de nitrate d'argent. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent avec des ions chromate qui ont été ajoutés comme indicateur.

Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9.5 afin de permettre la précipitation.

#### ❖ Matériels

- Ballon volumétrique de 250 ml.
- Eprouvette volumétrique de 100 ml.
- Pipette volumétrique de 1 ml.
- Burette volumétrique.
- Une poire.

#### ❖ Réactifs

- Solution de nitrate d'argent à 0,01 N.
- Solution de chlorures à 71 mg /l
- L'indicateur coloré  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  à 10%.

#### ❖ Mode opératoire:

- Prendre 5 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 gouttes de  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (coloration jaunâtre).
- Titrer avec  $\text{AgNO}_3$  à 0,01N Jusqu'à coloration brunâtre.

#### ❖ Expression des résultats

$$\text{F.G} : \frac{\text{VAgNO}_3 \times \text{NAgNO}_3 \times \text{MCl}^- \times 1000}{\text{PE}} = \frac{\text{VAgNO}_3 \times 0,01 \times 35,5 \times \text{F} \times 1000}{5}$$

$$\text{Mg/l Cl}^- = \text{VAgNO}_3 \times 71 \times \text{F}.$$

$\text{VAgNO}_3$  : volume d' $\text{AgNO}_3$  à. Nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

$\text{NAgNO}_3$  : Normalité d' $\text{AgNO}_3$

$\text{MCl}^-$  : masse des chlorures.

$\text{F}$  : facteur de correction du titre d' $\text{AgNO}_3$

$\text{PE}$  : prise d'essai.

Pour le  $\text{F}$  :

- Prendre 5ml de la solution mère à 71mg/l.
- Ajouter 2gouttes de l'indicateur coloré .
- Doser par  $\text{AgNO}_3$  à 0,01N jusqu'au virage. (Rouge brique)

$$\text{F} = \frac{1}{\text{VAgNO}_3}$$

Détermination du calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et du magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ )

Mode opératoire :

( $\text{V}_1$ )  $\text{Ca}^{2+}$

## ANEXES

---

- Prendre 50ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2ml de NaOH à 2N
- Ajouter du Murexide
- Et titrer avec l'EDTA jusqu' au virage (violet)

(V<sub>2</sub>) Ca<sup>2+</sup> Mg<sup>2+</sup> :

- Prendre 50ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2ml de NH<sub>4</sub>OH(10,1).
- Ajouter noir eriochrome.
- Et titrer jusqu'au virage (bleu) .

Expression des résultats :

$$*\text{mg/l Ca}^{2+} = \frac{V_1 \times N_{\text{EDTA}} \times F \times M_{\text{Ca}^{2+}} + (40 \times 1000)}{\text{PE}}$$

$$= \frac{V_1 \times 0,02 \times F \times 40 \times 1000}{50 \times 2}$$

$$\text{Mg/l Ca}^{2+} = V_1 \times F \times 8$$

**V<sub>2</sub>: Ca<sup>2+</sup> Mg<sup>2+</sup>**

$$\text{TH} = V_2 \times 2 \times F$$

$$\text{Mg}^{2+} \text{ mg/l} = \frac{(V_2 - V_1) \times F \times M_{\text{Mg}^{2+}} \times 1000 \times N_{\text{EDTA}}}{\text{PE}}$$

$$= \frac{(V_2 - V_1) \times F \times 24 \times 1000 \times 0,02}{50 \times 2}$$

$$F = \text{mg/l Mg}^{2+} = (V_2 - V_1) \times F \times 4,8$$

prendre 50 ml de la solution mère à 100mg/l Ca<sup>2+</sup>

- Ajouter 2ml de NaOH, puis l'IC(Murexide)
- Titrer par l'EDTA jusqu'au virage (violet). (V<sub>p</sub>)

$$F = \frac{V_T}{V_p} = \frac{12,5}{V_p}$$

## ANEXES

---

### Contrôle De Charbon ( Indice D'iode )

#### Préparation des réactifs :

1 - **Teosulfate de sodium ( 0.01 M )** : 2.4820 g dans 100 ml ( H<sub>2</sub>O )

2 - **Solution iode ( 0.05 M )** : 3.1725 g ( I<sub>2</sub> ) + 4.775 g ( KI ) mélanger à sec , ajouté H<sub>2</sub>O Jus ' qua 15 ml laissez reposer en agitant pendant 4Heure , transférer dans 250 ml et complété avec Léau distiller .

3 - **Acide HCL ( 15 % )** : 7 ml HCL concentre dans 55 ml H<sub>2</sub>O distillé .

#### Mode D'emploi :

1- Suchet Une Quantité De Charbon En Poudre Dans L'Etuve A 150 ° C pendant 1 Heure , et peser 1.41 g dans erlenmeyers 250 ml

2- Ajouter 10 ml HCL 15 % porté dans plaque chouffons 30 seconde et laissez refroidir .

3- Ajouter 100 ml solution iode et filtre dans le filtre en papier .

4- Récupérer 50 ml de solution filtrons et titrer cette solution avec le solution teosulfate de sodium ( 0.01M ) jus qu'a de décoloration ( couleur transparente ) .

#### Résultat :

$$X / M : \frac{(C (1_2) * 200 - 2.2 * C_2 * V_2) * 126.9}{M}$$
$$= \frac{(0.05 * 200 - 2.2 * 0.01 * V_2) * 126.9}{1.41}$$

V<sub>1</sub> = volume de téosulfate titré .

M = Masse De Charbon .

Laboratoire Ain Zada

## ANEXES

---

### Détermination de la demande chimique en Oxygène (DCO)

- 1 / 10mL de l'échantillon
- 2 / Ajouter 05 ml de dichromate de K.
- 3 / quelques régulateurs d'ébullition à la prise d'essai et agiter
- 4 / Ajouter 15mL de l'acide Sulfurique - Sulfate d'argent. ( $\text{Ag SO}_2 \cdot \text{H}_2 \text{SO}_4$ ).
- 5 / Relier le Réfrigérant aux tube de l'appareil à reflux Pendant 2h00  
la température doit être de  $150^\circ \text{C}$
- 6 / Refroidir dans l'eau avec Muntampature de  $60^\circ \text{C}$
- 7 / Princer le réfrigérant avec l'eau distillé .
- 8 / Enlever le réfrigérant et Compléter le Contenu à 75 ml avec l'eau distillé.
- 9 / ajouter 2 ou 3 gouttes de l'indicateur Colore ( ferroine )
- 10 / Titrer avec Sulfate de Fer II et d'ammonium .  
changement de Ceruleur du tableau – vert au rouge brum .

$$Dco = \frac{8000 \times C \times (V_2 - V_1)}{V_0}$$

### Analyses de Phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

- \* Prendre 40 ml d'eau analyse
- \* Ajouter 1 ml d'acide ascorbique .  
Ajouter 2mL de réactif mélange
- \* Attendre 10min développement de la couleur puis lire au spectro par la méthode  
" phosphate 10 " ( utilisée la cuvette de 10cm ) .
- NB** pour obtenir la concentration de  $\text{PO}_4^{3-}$  , la valeur lue\* 3.06 .

### Analyse de sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) :

- \* Prendre 10ml d'eau a analyses puis complète à 50ml avec l'eau distillée .
- \* Ajouter 2.5ml de la solution stabilisante .
- \* Ajouté 01ml de  $\text{BaCl}_2$
- \* Agiter énergiquement pendant 01 min puis lire au spectro par la méthode  
" sulfate - - 10 " ( utilisée la cuvette de 10cm ) .

**NB** : la concentration de  $\text{SO}_3$  est égale la valeur lue la dilution .

### Analyse du fer ( Fe )

- \* Prendre 10 ml d'eau a analysé "
- Ajouter 1 ml de HCl , et prendre a douce ébullition , laisser refroidir .
- \* Ajouter 0.5 ml de solution saturée .
- \* Ajouter 0.3 ml d'acide ascorbique .
- \* Ajouter 1 ml d'orthophenanthroline .
- \* Attendre 30min développement de la couleur puis lire au spectro par la méthode  
" FER2019 " ( utilisée la cuvette de 10cm ) .

### Analyse d'aluminium ( Al )      Lecture $\text{Al}^{3+}$ 2021

- \* Prendre 50 ml d'eau a analysé
- \* Ajouter 0.5 ml de thiosulfate de sodium
- \* Ajouter 01 ml d'acide ascorbique 10 % . ( Préparation 01g dans 10 ml  $\text{H}_2\text{O}$  )
- \* Ajouter 01 ml d'acide sulfurique ( Préparation 0.22 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  , cons dans 25 ml  $\text{H}_2\text{O}$  )
- \* Ajouter 10 ml de la solution tampon ( Préparation 3.72g de acétate d' $\text{NH}_4$  (  $\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}_2$  dans 100ml  $\text{H}_2\text{O}$  et quelle que gouttes de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  > PH = 6.2 )



## ANEXES

---

\* Ajouter 5 ml d'eriochromecyanine ( Préparation 0.25 ml solution mère ( 0.1g dans 10ml ED ) dans 25 ml H<sub>2</sub>O )

\* Attendre 10 min développement de la couleur puis lire au spectre par la méthode "

**Aluminium ECS 06/19 " ( utilisée la cuvette de 10cm ) .**

### **Analyses d'ammonium ( NH<sub>4</sub> ) :**

\* Prélever 40 ml d'échantillon à analyser , ajouter dans l'ordre :

\* 4 ml du reactif 1

\* 4 ml du réactif 2 et homogénéiser .

Après au moins 60 mn , attendre le développement de la couleur

\* faire la lecture par la méthode ammonium -- 10 " ( la cuvette de 10cm ) Si NH<sub>4</sub> est supérieur à 2mg/l utilisée la cuvette de 1cm et la méthode " ammonium - 1 "

### **Analyse de nitrite ( NO<sub>2</sub> ) :**

\* Introduire 50 ml d'échantillon .

\*Ajouter 1 ml du réactif mixte (a) et attendre au moins 20 min .

\* Faire la lecture par la méthode " NITRITE2019 " ( utilisée la cuvette de 10cm ) .

### **Analyse de nitrate ( NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ) :**

\* Prendre 5ml d'eau a analyses ajoutée 2 goutte de NaOH à 30 %

\*Ajoutée 0.5ml de salicylate de Na

\* Evaporer a l'étuve 75-88 ° C , laisser refroidir

\* Reprendre le résidu avec 1ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> repos 10min .

\* Ajoutée 75ml d'eau distillée .

\* Ajoutée 75ml de tartrate double puis lire au spectro par la méthode "

**NITRATE " ( utilisée la cuvette de 10cm ) .**

### **Détermination des matières oxydables en milieu acide ( M.O )**

#### **• Mode opératoire :**

- Prendre 100 ml d'eau à analyser

- Ajouter 5 ml H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> , dilué et porter à ébullition pendant 1 min

- Ajouter 15 ml de KMnO<sub>4</sub> à 0,01N avec 10 mn d'ébullition régulière et douce .

- Ajouter 15 ml d'acide oxalique à 0,01 N.

- Titrer à chaud avec KMnO<sub>4</sub> à 0,01N jusqu'à coloration rose claire qui persiste 15 à 20 secondes

**NB** . Un essai à blanc est nécessaire .

#### **• Expression des résultats :**

On indique les résultats comme oxydabilité ( consommation de permanganate de potassium) en mg de KMnO<sub>4</sub>/l. aussi en mg d'O<sub>2</sub>/l. Sur la base des rapports stœchiométriques et selon lesquels :

**1 ml** de KMnO<sub>4</sub> à 0,01 N correspond à 0,316 mg de KMnO<sub>4</sub>

**et 1 ml** de KMnO<sub>4</sub> à 0,01 N correspond à 0,08 mg d'O<sub>2</sub>

## ANEXES

---

Les valeurs d'oxydabilité sont calculées selon les formules suivantes :

$$mg \text{ KMnO}_4/l = \frac{(V_{\text{Ech}} - V_0) * F * 316}{PE}$$

$$mg \text{ O}_2 /l = \frac{(V_{\text{Ech}} - V_0) * F * 80}{PE}$$

$$Mg \text{ O}_2/l = (V_{\text{Ech}} - V_0) * F * 0,8$$

d'où :

$V_{\text{Ech}}$  : Volume  $\text{KMnO}_4$  à 0,01 N ( échantillon ) .

$V_0$  : Volume  $\text{KMnO}_4$  , à 0.01 N ( blanc  $\text{H}_2\text{O}$  distillée )

F : facteur de correction de la solution de  $\text{KMnO}_4$  à 0,01 N.

P.E : prise d'essai de l'échantillon ( 100 ml ) .

### **Méthode liquide (Le Nombre le Plus Probable NPP)**

#### ➤ **Principe**

Cette méthode consiste en la recherche et le dénombrement des bactéries dans les eaux destinées à la consommation humaine ; en milieu liquide par la technique du nombre le plus probable NPP. On applique cette méthode sur les eaux brutes en général.

La recherche et le dénombrement des bactéries, se fait dans deux milieux de culture :

- BCPL pour la recherche des coliformes totaux, coliformes fécaux, l'Escherichia coli.
- ROTH pour la recherche des streptocoques fécaux. Cette technique est basée sur deux étapes consécutives :

## ANEXES

---

- **Le test de confirmation.**

- **❖ La recherche et le dénombrement des coliformes totaux, des coliformes fécaux et d'*Escherichia coli* (ISO 9308-3 ; 1999)**

- **Principe**

Les résultats positifs permettent de donner le nombre le plus probable des coliformes totaux par la consultation de la table NPP.

- **Mode opératoire 1<sup>ère</sup> étape : Test présomptif**

- Une série de trois tubes de 10 ml de bouillon lactose au pourpre (B.C.P.L) double concentré (D/C) auquel on ajoute 10 ml d'eau à analyser.

- Une série de trois (03) tubes de 10ml de bouillon, de (B.C.P.L) en simple concentration (S/C) auquel on ajoute 1 ml d'eau à analyser dans chaque tube.

- Une série de trois (03) tubes de 10 ml de B.C.P.L en simple concentration(S/C) au quelle on ajoute 0,1ml d'eau à analyser dans chaque tube.

- **Incubation et lecture**

- Incuber à 37 C° pendant 24 heures à 48 heures.

- Un trouble microbien accompagne d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu) avec la production de gaz présent dans la cloche de Durham indique une présence de germes coliformes dans l'eau.

- **2<sup>ème</sup> étape : Test confirmatif**

- Ensemencer 6 à 8 gouttes des milieux positifs (virage au jaune et production de gaz) dans des tubes contenant un milieu appelé Schubert.

- **Incubation et lecture**

- Incuber à 44 C° pendant 24 heures.

- Une réaction positive est traduite par : Virage au jaune et production de gaz.

- Formation d'un anneau rouge, témoin de la production d'indole par *Escherichia coli* après addition de quelques gouttes de réactif de Kovacs, dans ce cas on confirme la présence d'*Escherichia coli* dans l'eau analysée.

- La lecture des résultats qualitatifs se fait à partir du tableau de N.P.P (nombre le plus probable) le résultat est donné par le nombre de germes, dans 100 ml d'eau analysée.

❖ **La recherche et le dénombrement des Streptocoques fécaux**

➤ **Principe**

On utilise le milieu de culture Rothe dans le premier test, le repiquage des tubes positifs sur un milieu qui ne laisse développer que les Streptocoques fécaux (Milieu Eva Litsky).

➤ **Mode opératoire 1<sup>ère</sup> étape: Test présomptif**

- Une série de trois (03) tubes de 10 ml de bouillon lactose à l'azide de sodium (milieu de Rothe) en double concentration à laquelle on ajoute 10 ml d'eau à analyser.
- Une série de trois (03) tubes de 10 ml de bouillon de Rothe en simple concentration à laquelle on ajoute 1 ml d'eau à analyser dans chaque tube.
- Une série de trois (03) tubes de 10 ml de bouillon de Rothe en simple concentration à laquelle on ajoute 0,1 ml d'eau à analyser dans chaque tube.

➤ **Incubation et lecture**

- Incuber ces milieux à 37 C° pendant 24 heures à 48 heures.
- Une lecture positive est traduite par un trouble de milieu.

**2<sup>ème</sup> étape : Test confirmatif**

On procède au test confirmatif qui consiste à :

- Ensemencer 6 à 8 gouttes des réactions positives dans un milieu sélectif : bouillon glucose à l'éthyle violet à l'azide de sodium (milieu d'Eva-Litsky)

➤ **Incubation et lecture**

- Incuber ces milieux à 37 C° pendant 24 heures.
- Une réaction positive est annoncée en présence d'une pastille violette au fond des tubes, ce qui prouve la présence de Streptocoques fécaux, le nombre de ces dernières est déterminé à l'aide des tables N.P.P.

## Résumé :

### Résumé

L'eau est un élément naturel indispensable à la vie. C'est une richesse nécessaire à toute activité humaine, et constitue le patrimoine d'une nation.

L'objectif principal de cette présente étude était de vérifier la qualité de l'eau traitée par la station de potabilisation du barrage AIN ZADA par procéder une analyse physico-chimique et bactériologique au sein du laboratoire de la station.

L'échantillonnage de l'eau a été prélevé mensuellement durant une période de trois mois de avril 2022 jusqu'à juin 2022. Les résultats obtenus ont permis de conclure que le pH de ces eaux est neutre, la conductivité électrique traduit une minéralisation faible, une eau qui ne présente aucun trouble particulier. Cependant.

Enfin, notre étude a révélé que l'eau traitée est de qualité physico-chimique et bactériologique bonne et acceptable car les résultats sont conformes aux normes algériennes et aux recommandations de l'OMS pour les eaux de consommation. Cette qualité, est due à l'efficacité de traitement.

**Les mots clés :** eau, qualité de l'eau, consommation, traitement

### المخلص

الماء عنصر طبيعي ضروري للحياة. انها ثروة لازمة لكل نشاط بشري، و تشكل تراث امة. كان الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو التحقق من جودة المياه الشرب لسد عين زادة من خلال اجراء التحليل الفيزيائي و الكيميائي و البكتريولوجي في معمل المحطة. تم اخذ عينات المياه شهريا على مدى ثلاثة اشهر من ابريل 2022 الى يونيو 2022. اتاحت النتائج التي تم الحصول عليها استنتاج ان الرقم الهيدروجيني لهذه المياه محايد، و التوصيل الكهربائي يترجم تمعدنا منخفضا، وهو الماء الذي لا يمثل اي اضطرب. معين لكن في النهاية، كشفت دراستنا ان المياه المعالجة ذات جودة فيزيائية و كيميائية و بكتريولوجية جيدة و مقبولة لان النتائج مطابقة للمواصفات الجزائرية ومع توصيات منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب. هذه الجودة ترجع الى كفاءة العلاج .

الكلمات المفتاحية : جودة المياه ، الاستهلاك ، المعالجة .

### Abstract

Water is a natural and important element. It is an asset necessary for any human activity and is the heritage of a nation. The main objective of this study is to validate the drinking water quality of the Ain Zada Dam through physical, chemical and bacteriological analyses in the station laboratory. Water samples were collected monthly for a three-month period from April 2022 to June 2022. The results obtained can lead to the conclusion that the pH of this water is neutral and the conductivity results in low salinity, the water does not represent interference. Of course, but ultimately our research showed that the treated water was of good and acceptable physical, chemical and bacteriological quality, as the results met Algerian norms and the World Health Organization recommendations for drinking water. This quality is due to the efficiency of the treatment.

**Keywords:** water quality, consumption, treatment.