



Licence Sciences et Techniques (LST)

Technique d'Analyse et Contrôle de Qualité
« TACQ »

PROJET DE FIN D'ETUDES

Titre

**TRAITEMENT ET CONTROLE DE QUALITE DES EAUX
DESTINEES A LA CONSOMMATION HUMAINE**

Présenté par :

◆ **GOUIZA Omar**

Encadré par :

◆ **Mme OUALI ALAMI Oumkeltoum (ONEE)**

◆ **Pr ALILOU El Houssine (FST)**

Soutenu Le 8 Juin 2017 devant le jury composé de:

- **Pr E.H Alilou**

- **Pr S. Chakroun**

- **Pr H. Touzani**

Stage effectué à ONEE FES

Année Universitaire 2016 / 2017

Dédicace

Ce modeste travail est dédié spécialement

A celui qui m'a soutenu durant toute la période de mes études. A celui qui m'a indiqué la bonne voie en me rappelant que si je veux je peux... Que ce travail soit l'illustration de mon profond respect et amour.

A mon père.

A celle qui a toujours prié Dieu pour que j'atteigne mes rêves et qui n'a jamais cessé de m'encourager le long de mon parcours. Que ce travail soit la preuve de mon éternelle reconnaissance et mon profond amour.

A ma mère.

A ceux que j'aime très fort, mes deux chères frères Alaa et Adil

Que Dieu vous protège.

Enfin, que tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ce travail, trouvent ici l'expression de notre reconnaissance.

Remerciement

*Alors que ce travail touche à sa fin, je saisi cette occasion pour exprimer
Autant mes remerciements que ma reconnaissance à la faculté des sciences et
Techniques Fès, dont les responsables, le corps enseignant et le personnel
Administratif ont tout déployé pour nous donner la formation digne de cette
Prestigieuse institution.*

*Les expressions de ma vive reconnaissance sont adressées également à l'ONEE,
en Particulier Mme. OUALI ALAMI Oumkeltoum, ingénieur Qualité de l'Eau,
Pour son encadrement, son accueil, le temps passé ensemble et le partage de son
expertise au quotidien.*

*Je tiens à remercier mon encadrant interne : Pr. El Houssin Alilou Il m'est
agréable de m'acquitter d'une dette de reconnaissance, qui n'a jamais hésité à
m'aider durant toute la durée de mon stage. Je tiens à exprimer ma gratitude
envers les membres du jury, qui se sont libérés de leurs obligations pour juger ce
travail.*

SOMMAIRE :

Introduction.....	1
PARTIE THEORIQUE.....	2
Chapitre I : Présentation de l'Office National d'Electricité et de l'Eau Potable.....	2
I-Présentation de l'ONEE.....	2
I-1-Historique.....	2
I-2-Mission de l'ONEE.....	2
I-3-Laboratoire régional de Fès.....	2
Chapitre II : Norme marocaine.....	4
I-Norme marocaine applicable à l'eau de consommation.....	4
I-1-La Norme marocaine de la qualité d'eau NM (03.7.001).....	4
Chapitre III : Description de l'unité de production SEBOU.....	7
I-Station de prétraitement.....	8
II-Station de traitement.....	9
PARTIE EXPEREMENTAL	11
Chapitre I : Contrôle de la qualité de l'eau de SEBOU.....	11
I-Contrôle de la qualité d'eau au niveau de laboratoire régional Fès.....	11
I-1-Analyses Physico-chimiques.....	11
Les Analyses quotidienne.....	11
I-1-1-Température.....	11
I-1-2-Turbidité.....	11
I-1-3-Conductivité.....	12
I-1-4- Potentiel d'Hydrogène pH.....	13
I-1-5-Determination du chlore résiduel.....	14
Les Analyses Hebdomadaire	14
I-1-6-Titre Alcalimétrique simple (TA)	14
I-1-7-Titre Alcalimétrique complet (TAC)	16

I-1-8-Titre Hydrotimétrique (dureté totale)	17
I-1-9-Dureté cacique.....	18
I-1-10-Oxydabilité par permanganate de potassium.....	18
I-1-11-Determination des nitrates (NO ₃ ⁻) par UV VISIBLE.....	20
I-1-12-Dosage des sulfates (SO ₄ ⁻) par TURBIDIMETRE	22
I-1-13-Determination d'Ammonium (NH ₄ ⁺) par UV VISBLE.....	24
I-1-14-Jar test.....	25
II-2-L'assurance de qualité.....	29
II-3-Analyses Bactériologiques.....	31
Conclusion.....	33

❖ **Liste des tableaux :**

Tableau	Page
Tableau 1 : Classification de l'eau selon la turbidité	12
Tableau 2 : Résultats de turbidité	12
Tableau 3 : Résultats de conductivité	13
Tableau 4 : Résultats de pH	13
Tableau 5 : Résultats de chlore résiduel	14
Tableau 6 : Résultats de titre alcalimétrique simple TA	15
Tableau 7 : Résultats de titre alcalimétrique complet TAC	16
Tableau 8 : Résultats de titre Hydrotimétrique	17
Tableau 9 : Résultats de la dureté calcique	18
Tableau 10 : Résultats de l'oxydabilité	19
Tableau 11 : Résultats des étalons de Nitrate	21
Tableau 12 : Résultats des échantillons de Nitrate	22
Tableau 13 : Résultats des étalons de sulfate	23
Tableau 14 : Résultats des échantillons de sulfate	23
Tableau 15 : Résultats des étalons de l'ammonium	24
Tableau 16 : Résultats des échantillons de l'ammonium	25

❖ **Liste des figures :**

Nom de figure	Page
Figure 1 : Filière de traitement des eaux de surfaces	7
Figure 2 : Courbe d'étalonnage de nitrate	22
Figure 3 : Courbe d'étalonnage de sulfate	23
Figure 4 : Courbe d'étalonnage d'ammonium	25
Figure 5 : Courbe représentatif de la demande en chlore	26

Abréviation :

MO : Microorganisme

MES: Matière En Suspension

VMA: Valeur Maximale Admissible

DPD: di – éthyle para phényle diamine

NTU: Unité Néphélobimétrie

THM: Trihalométhane

Abs : Absorbance

TH: Titre Hydrotimétrique

°F : degré français

EDTA : acide Ethylène Diamine Tétra Acétique

MF: Membrane Filtrante

TAC: Titre Alcalimétrique Complet

TA : Titre Alcalimétrique simple

E : Echantillon

Introduction

Ce stage a été effectué au sein de l'Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable - Branche Eau (ONEE/ BO), notre objectif est de comprendre les différentes étapes de traitement de l'eau et de réaliser les analyses physico-chimiques et bactériologiques au sein de laboratoire pour assurer que notre eau peut être consommée sans danger.

Ce rapport présente le travail que j'ai effectué lors de mon stage au sein de l'ONEE. Pendant cette période je me suis familiarisé avec un environnement technique et un ensemble des analyses Physico-chimique et bactériologique des eaux.

Le stage s'est avéré très intéressant et très enrichissant pour mon expérience professionnelle, en effet ma formation s'inscrit dans le secteur des techniques d'analyses et de contrôle de la qualité qui inclut le domaine de traitement de l'eau. Grâce à ce stage, J'ai travaillé sur des techniques qui m'ont permis d'entrevoir en quoi consiste la profession d'un responsable qualité dans ce secteur d'activité.

Le but de ce rapport n'est pas faire uniquement une présentation exhaustive de tous les aspects techniques que j'ai pu apprendre ou approfondir, mais aussi, de manière synthétique et claire de faire un tour d'horizon des aspects technique et humains auxquels j'ai confronté.

Je vous expose dans ce rapport en premier lieu une présentation de l'office, Ensuite, je vous explique les procédés des traitements des Eaux ainsi que les différentes contrôles et analyses appliqués, et enfin, en conclusion, je résume les points pertinents de ce stage.

Partie Théorique

Chapitre I : Présentation de l'office national de l'eau potable

I - PRESENTATION DE L'ONEE :

1-1 :-Historique :

L'Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable a été créé par la loi 40-09 et publiée le 17/11/2011, suite au regroupement de l'Office National de l'Electricité (ONE) et de l'Office National de l'Eau Potable (ONEP). Créé en 1972, C'est un établissement semi-public à caractère commercial et industriel, Il est doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière.

1-2 :-Mission de L'ONEE :

- Planification de l'approvisionnement en eau potable du Royaume ;
- Etude, Réalisation et gestion des adductions d'eau potable ;
- Gestion de la distribution d'eau potable et de l'assainissement dans les communes qui la demandent ;
- Assistance technique en matière, de surveillance de la qualité de l'eau ;
- Contrôle de la qualité des eaux et protection des ressources en eau susceptibles d'être utilisées pour l'alimentation humaine.
- Accès à l'eau potable en milieu rural avec un taux d'accès de 95% au profit d'une population de 12.7million d'habitants.

1-3 :-Laboratoire régional de Fès :

Présentation : Le laboratoire régional de Fès est un service de contrôle de qualité des Eaux qui a pour mission le respect des normes règlement en vigueur en matière de contrôle de la qualité des Eaux au niveau de la région dans les domaines Alimentation en Eau Potable, assainissement liquide et contrôle de la pollution des Eaux.

Ainsi que consolider les données du contrôle de la qualité de la région et participer ou réaliser les études de contrôle de la qualité.

Description :

Le laboratoire est composé de :

- ☞ Une première salle pour le lavage des différents matériels (flacons, tubes, etc.).
 - ☞ Une deuxième salle pour les analyses physico-chimiques ; mesure de la turbidité , le pH, la conductivité, le fluorure (F-), l'oxydabilité au permanganate de potassium, le chlorure (Cl-), le titre alcalimétrique (TA), le titre alcalimétrique complet (TAC), le titre hydrotimétrique (TH), l'oxygène dissous, essai de traitabilité (jar test) , etc.
 - ☞ Une troisième salle : spécifique pour les analyses par Spectroscopie d'Absorption Moléculaire et pour les analyses organique THM par chromatographie.
 - ☞ Une quatrième salle pour les analyses des métaux et les éléments toxiques par absorption atomique.
 - ☞ Une cinquième Salle pour les analyses bactériologiques.
- ➔ La vérification de conformité des eaux aux exigences de qualité au laboratoire se fera suivant les modes opératoires fixés par des normes marocaines.

Chapitre 2 : Normes marocaine

I - Norme marocaine applicables à l'eau de consommation :

L'eau consommée par la population doit répondre aux normes relatives à la qualité pour ne pas avoir d'impact négatif sur la santé des consommateurs. De ce fait, un groupe de travail a été chargé de préparer des normes applicables à l'eau de consommation, ensuite élaborer les règles de contrôle et des modèles d'analyses :

1-1 :-La Norme Marocaine de qualité de l'eau (NM 03.7.001) :

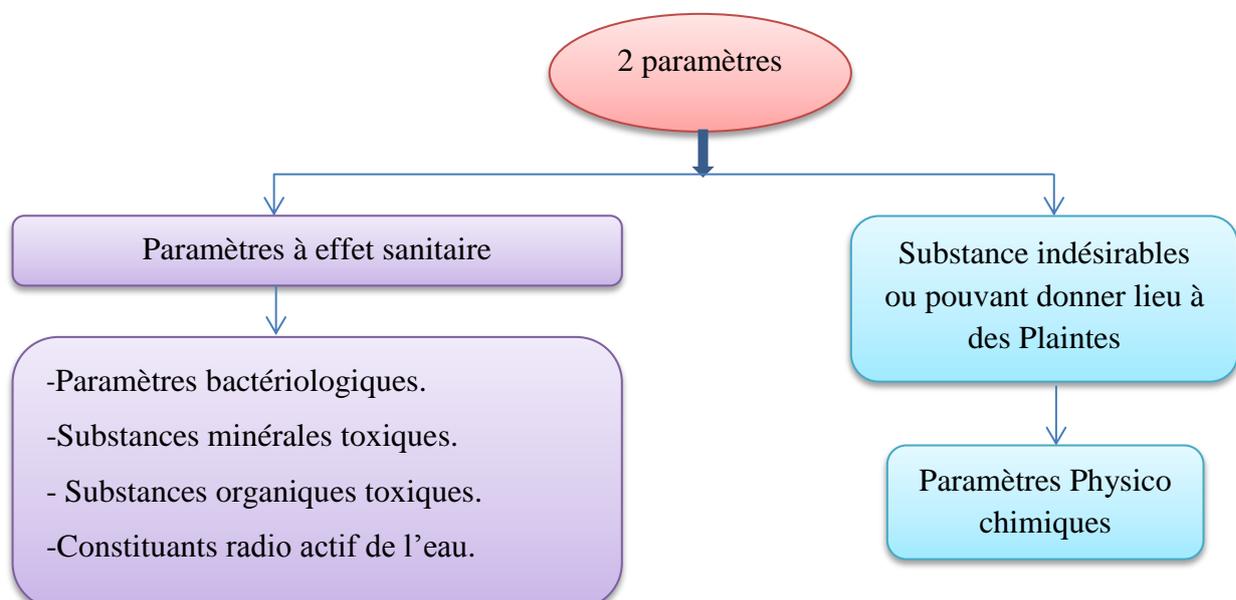
Elle fixe les exigences auxquelles doit satisfaire la qualité des eaux d'alimentation humaine. Cette norme est applicable à toutes les eaux destinées à la boisson, à la cuisson, à la préparation d'aliments ou à d'autres usages domestiques, qu'elles soient fournies par un réseau de distribution, à partir d'un camion-citerne ou d'un bateau-citerne, en bouteilles ou en conteneurs ; y compris les eaux de source.

☞ Exigence de la Qualité :

Les normes visent à fournir aux consommateurs une eau qui ne constitue pas un risque pour la santé, on propose également des objectifs esthétiques, une mauvaise qualité esthétique découle souvent d'une contamination chimique ou bactériologique.

En effet, l'eau d'alimentation humaine ne doit contenir ni substance chimique ni microorganisme nocifs pour la santé.

La Norme 03.7.001 Devise les paramètres à analyser en 2 partie :



Extrait de quelque paramètre de la norme marocaine (03.7.001) sur lesquels on va travailler:

1-1-1-Paramètres à effet sanitaires :

a-Paramètres bactériologiques : Les paramètres bactériologiques qui donnent une idée sur le fonctionnement des installations ainsi sur l'efficacité de traitement sont classés dans le tableau suivant:

Paramètres	VMA	Commentaires
<i>Escherichia coli</i>	0 /100 ml	Les teneurs en chlore résiduel doivent être comprises entre : 0.1 et 1 mg/l à la distribution 0.5 à 1 mg/l à production
<i>Entérocoques intestinaux</i>	0 /100 ml	
Coliformes	0 /100ml	-pas de coliformes dans 95% des échantillons prélevés sur une période de 12 mois. -pas de résultats positifs dans deux échantillons consécutifs
Spores de MO sulfite réducteurs (clostridia)	0 /100ml	Ce paramètre doit être mesuré lorsque l'eau est d'origine superficielle ou influencée par eau d'origine superficielle.
MO revivifiables à 22à°C et 37°C	20 /1 ml à 37°C 100/1 ml à 22°C	Variation dans un rapport de 10 par rapport à la valeur habituelle.

b-Substances Minérales toxique :

Paramètre	Expression des résultats	VMA	Commentaire
Nitrites	NO ₂ ⁻ mg/l	0.5	Sommes des rapports (NO ₃ ⁻)/50+(NO ₂ ⁻)/3 ne doit pas dépasser 1. 0.1mg/l de NO ₂ ⁻ doit être respectée au départ des installations de traitement.
Nitrates	NO ₃ ⁻ : mg/l	50	
Arsenic	As : µg/l	10	
Baryum	Ba :mg/l	0.7	
Cadmium	Cd : µg/l	3	
Cyanures	CN : µg/l	70	
Chromes	Cr : µg/l	50	
Manganèse	Mn :mg/l	0.5	

Cuivre	Cu :mg/l	2	
Fluorures	F :mg/l	1.5	
Mercure	Hg : µg/l	1	
Plomb	Pb : µg/l	10	
Bore	B :mg/l	0.3	

1-1-2-Substance indésirables ou pouvant donner lieu à des Plaintes :

a-Paramètres Physico chimiques :

Le tableau suivant résume les paramètres qui peuvent donner lieu à des plaintes:

Paramètre	Expression des résultats	VMA	Commentaire
Odeur	Seuil de perception à 25°C	3	
Saveur	Seuil de perception à 25°C	3	
Couleur réelle	Unité pt mg/	20	
Turbidité	(NTU)	5	Turbidité médiane <1NTU et turbidité de l'échantillon <5NTU
Température	°C	Acceptable	
pH	Unité de ph	6,5<pH<8.5	Pour que la désinfection de l'eau par le chlore soit efficace, le Ph doit être de préférence <8
Chlorure	Cl ⁻ : mg/l	750	
Sulfate	SO ₄ ²⁻ : mg/l	400	
L'oxygène dissous	mg O ₂ /l	5< O ₂ < 8	
Aluminium	Al ³⁺ : mg/l	0.2	
Ammonium	NH ₄ ⁺ : mg/l	0.5	
L'oxydabilité	mg O ₂ /l	5	La valeur de 2mg O ₂ /l doit être respectée au départ des installations de traitement
Hydrogène Sulfuré		Non détectable organoleptiquement	
Fer	Fe : mg/l	0.3	
Zinc	Zn: mg/l	3	
Conductivité	µS/cm à 20°C	2700	

Chapitre 3 : Description de l'unité de Production Sebou

La station de traitement OUED SEBOU est constituée d'un ensemble d'ouvrage, son rôle est la clarification des eaux brutes afin d'obtenir une eau potable destinée à l'alimentation humaine, La station de traitement OUED SEBOU est dimensionnée selon la charge d'eau brute, Il existe deux prises de l'eau :

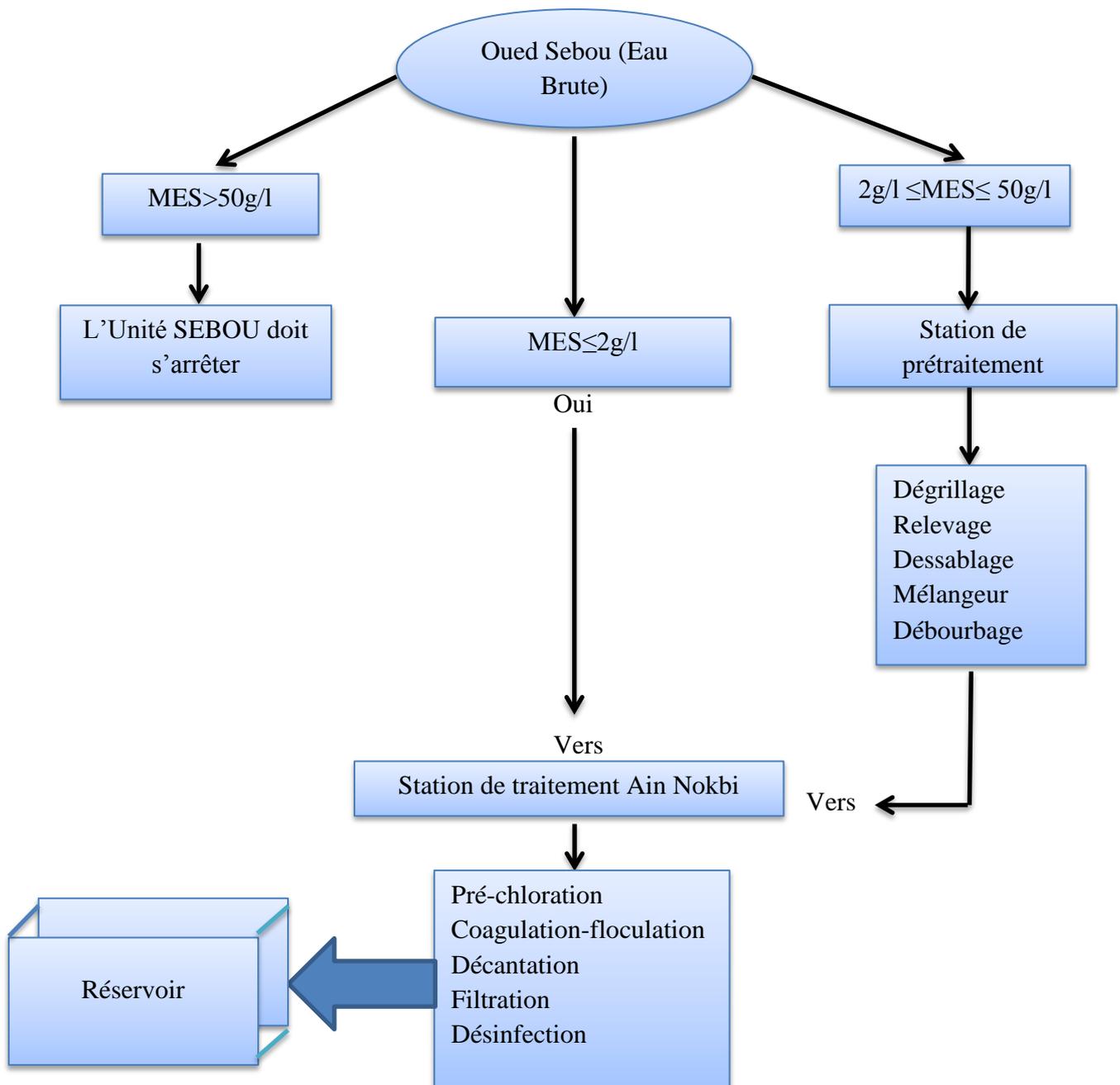


Figure 1 : Filière de traitement des eaux de surface

Deux prises de l'eau :

- ✓ La première prise dont laquelle l'eau est acheminée directement à la station de pompage lorsque la matière en suspension (MES) est inférieure à 2g/l.
- ✓ La deuxième prise elle est utilisée lorsque la MES de l'eau brute comprise entre 2g/l et 50g/l.

N.B : Dans le cas où la MES dépasse 50g/l l'unité de production Sebou doit s'arrêter.

L'unité Sebou est composée de trois stations :

- ✓ Station de prétraitement.
- ✓ Station de traitement.
- ✓ Station de transfert.

I-STATION DE PRETRAITEMENT

Le rôle de la station de prétraitement est de diminuer la charge d'eau brute en matière en suspension à une valeur inférieure à 2g/l, à l'aide de plusieurs opérations :

I-1 :-DEGRILLAGE :

Le dégrillage a pour rôle de faire passer l'eau à travers des grilles qui retiennent les corps flottants et les gros et les petits déchets, Il s'agit d'un système de protection de la station d'objets susceptibles de provoquer Un débouchage dans les différentes unités de l'installation. Il permet aussi de séparer les matières qui pourraient nuire à l'efficacité de l'eau ou de compliquer son exécution.

I-2 :-RELEVAGE :

Le relevage est assuré par trois vis d'Archimède qui permettent le pompage de l'eau du fleuve vers les dessableurs, chaque vis d'Archimède peut débiter jusqu'à 750 l/s.

I-3 :-DESSABLAGE

Deux dessableurs d'une forme rectangulaire permettent d'extraire des eaux brutes le sable et les graviers.

I-4 :-MELANGEUR :

Le Mélangeur assure à la fois le mélange de l'eau brute avec le poly-électrolyte pour casser la stabilité colloïdale et augmenter la taille des particules contenues dans les eaux brutes et

facilite par la suite la pré-décantation, Il permet aussi la répartition de l'eau dans les débourbeurs.

I-5 :-DEBOURBAGE :

Le débouillage permet de décanter les boues et diminuer le taux de la matière en suspension à travers trois débouillage circulaires.

II-STATION DE TRAITEMENT :

Son rôle consiste à éliminer la turbidité, la pollution chimique et microbiologique par une série de transformation afin d'obtenir une eau potable destinée à l'alimentation humaine. Les principales étapes du traitement sont :

II-1-PRE-CHOLORATION :

Le chlore est injectée par une pompe à l'entrée de la station donc la pré-chloration s'effectue sur l'eau brute, elle répond à de nombreux objectifs et présente de nombreux avantages :

- L'oxydation des métaux tels que le fer et le manganèse.
- La décoloration de l'eau.
- L'amélioration de la décantation.
- Empêchement de la prolifération des algues et des micelles sur la partie des bassins et permet leur élimination par coagulation-floculation.

II-2 :-COAGULATION-FLOCULATION :

Pendant cette étape nous ajoutons un coagulant, un produit qui aura pour effet de neutraliser la charge des particules colloïdales, qui portent généralement des charges négatives et qui n'ont pas tendance à s'accrocher les unes aux autres.

Le coagulant est ajouté dans un bassin à mélange rapide pour un effet plus rapide.

Les coagulants les plus utilisés sont :

- ✓ Les sulfates d'alumine $Al_2(SO_4)_3, 18H_2O$.
- ✓ Le chlorure ferrique $FeCl_3$.
- ✓ Le sulfate ferreux $FeSO_4$ oxydé par le chlore.

-Ensuite on ajoute le poly électrolyte pour agglomérer les floes formés.

Les floculant, les plus souvent utilisés sont:

- les polymères.
- L'alginate.

II-3 :-DECANTATION :

Opération effectuée dans des bassins circulaires. (Il existe de nombreux types de décanteurs, ceux utilisés à la station sont au nombre de six, chacun possède un débit à traiter de 900 m³/h.)

L'eau coagulée et floculée rentre dans le décanteur, et les floccs formés se déposent et s'accumulent au fond du bassin sous l'effet de la pesanteur, et qui seront éliminer périodiquement. Et l'eau clarifiée est récupérée en surface.

II-4 :-FILTRATION :

La filtration est un procédé réalisé par des filtres à sable, pour retenir les floccs qui n'ont pas été piégées lors des étapes précédentes. (Il existe de nombreux types de filtres, ceux utilisés à la station sont au nombre de 12) Le filtre peut jouer un double rôle: d'une part, il retient les matières en suspension par filtration et d'autre part, il permet un traitement biologique, c'est à dire une consommation des matières organiques, de l'ammoniaque, de fer et du manganèse, par les bactéries qui sont développées sur le sable.

Le filtre à sable nécessite un nettoyage périodique qui se fait par l'envoi d'eau et d'air à contre-courant pour éliminer les matières retenues entre les grains de sable et éviter ainsi le risque de colmatage.

II-5 :-DESINFECTION :

Dernière étape, indispensable pour la production d'eau potable, Elle a pour objectif l'élimination des micro-organismes qui pourraient être dangereux pour notre santé.

Pour la désinfection on peut utiliser plusieurs désinfectants : chlore, ozone, dioxyde de chlore, rayonnement UV,.....etc. Mais le plus utilisé est le chlore sous forme gazeux à cause de son effet rémanence.

Partie Expérimental

Chapitre I : Contrôle de la qualité de l'eau de Sebou

I-CONTROLE DE LA QUALITE D'EAU AU NIVEAU DE LABORATOIRE REGIONAL FES :

I-1-Analyses Physico-chimiques :

Les analyses physico-chimiques sont effectuées quotidiennement ou bien hebdomadairement sur des prélèvements au niveau de l'eau brute, l'eau décantée, l'eau filtrée ainsi que l'eau traitée.

Les analyses quotidiennes :

I-1-1 :-Température :

La température joue un rôle très important dans la détermination du type de rejets, de la solubilité des sels et surtout des gaz, elle conditionne les équilibres de dissociations. Elle agit sur la conductivité électrique et le pH, elle influe sur la densité, la viscosité, la tension de vapeur saturante à la surface de l'eau, la solubilité des gaz, les réactions chimiques et biochimiques, l'effet catalytique des enzymes et la teneur en oxygène dissout.

I-1-2:-Turbidité :

Elle caractérise la capacité de l'eau à diffuser la lumière du fait de la présence des particules en suspensions minérales ou organiques, vivantes ou détritiques (particules de très faibles dimensions pour lesquelles la gravité terrestre est insuffisante pour les faire décanter naturellement). Ainsi, plus une eau est chargée en particules sédimentaires ou bien autres particules , plus elle est turbide.

Il est recommandé d'effectuer la mesure de la turbidité aussi rapidement que possible après le prélèvement ; la mesure est effectuée à l'aide d'un turbidimètre.

Le turbidimètre de laboratoire mesure la turbidité de 0 à 4,000 NTU (unité néphélogométrique de turbidité). On peut classer les eaux selon leur turbidité suivant ce tableau :

Tableau 1 : Classification de l'eau selon leur turbidité

Pour l'eau décantée :	≤ 5 NTU
Pour l'eau filtrée :	≤ 0.5 NTU
Pour l'eau traitée :	≤ 0.5 NTU

Mode opératoire

Avant d'effectuer les mesures on doit s'assurer de l'absence de bulles d'air et la propreté de la cuve par l'échantillon et on effectue des mesures aussi rapidement que possible après le prélèvement.

→ Résultats :**Tableau 2 : Résultats de turbidité**

Date	Eau brut	Eau décantée	Eau filtrée	Eau traité
25/04/2017	36	1.51	0.26	0.28
26/04/2017	33.6	1.95	0.50	0.4

Interprétation des résultats :

- La turbidité de l'eau traité est généralement \leq à 0.5 NTU cela démontre l'efficacité des traitements effectués au sein de la station.
- La turbidité d'eau filtrée doit être \leq à 0.5 NTU si non les filtres doivent subir un lavage.
- La turbidité d'eau décantée doit être inférieure ou égale à 5 NTU si non les décanteurs nécessitent une purge des boues qui se trouvent au fond.

I-1-3 :-Conductivité :

C'est un paramètre qui permet de mesurer la capacité de l'eau à conduire un courant électrique. La plus part des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions donc la conductivité permet d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. Un ion est un atome (constituant de base de la matière) ou un groupe d'atomes qui possède une charge électrique positive (+) ou bien négative (-). Ainsi, plus l'eau contient des ions calcium (Ca^{2+}), magnésium (Mg^{2+}), sodium (Na^+), potassium (K^+), bicarbonate (HCO_3^-), sulfate (SO_4^{2-}), chlorure (Cl^-), et Fluorure (F^-), plus elle est capable de conduire un courant électrique et donc présente une conductivité élevée.

- La conductivité traduit la minéralisation totale de l'eau. Sa valeur varie en fonction de la température, L'unité de conductivité est le micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Mode opératoire :

- Mettre dans un bêcher une quantité suffisante d'eau à analyser.
- Bien rincer l'électrode du conductimètre avec l'eau distillée.
- Plonger cette électrode dans l'échantillon.
- Lire la valeur de la conductivité affichée.

→ Résultats :**Tableau 3 : Résultats de Conductivité**

Date	Eau Brute	Eau traité
02/05/2017	1047	1031
03/05/2017	1040	1030
VMA	$\leq 2700 \mu\text{S/cm}$	

Interprétation des résultats :

La conductivité de l'eau brute est supérieure à celle de l'eau traitée. Cela est dû à une augmentation de la concentration en ions.

I-1-4 :-Potentiel d'hydrogène-pH :

C'est un paramètre qui mesure la concentration en ions H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.

-Dans le laboratoire on mesure le pH par un pH-mètre.

Mode opératoire

- Rincer l'électrode avec l'eau distillée
- Mettre l'électrode dans le contenant de l'échantillon à analyser
- Attendre jusqu'à la stabilisation de la valeur sur l'appareil

→ Résultats :**Tableau 4: Résultats de pH**

Date	Eau brut	Eau décantée	Eau filtrée	Eau traité
2/05/2017	8.20	7.38	7.40	7.47
3/05/2017	8.22	7.47	7.55	7.67
VMA	$6.5 < \text{pH} < 8.5$			

Interprétation des résultats :

-On constate qu'il y a un rabattement dans du pH entre l'eau brute et eau traité ceci est dû au chlore et au sulfate d'aluminium injecté pendant les étapes du pré chloration, coagulation-floculation et désinfection.

I-1-5 :-Détermination du chlore résiduel:

Le chlore Cl_2 est un facteur important pour le traitement des eaux brutes à cause de son pouvoir à détruire toute matière supposée nuisible pour la santé.

Le test du chlore sert à détecter par un dosage colorimétrique la quantité du chlore résiduel dans l'échantillon, à l'aide du DPD (Di – éthyle Para phényle Diamine), sous forme de comprimé donne en présence de chlore résiduel une coloration rose. Des disques colorés étalonnés spécifiques pour chaque réactif et un comparateur en lumière du jour sont utilisés pour la déduction des différentes teneurs en chlore.

→ Résultats :**Tableau 5: Résultats de Chlore résiduel**

	Eau brut	Eau décantée	Eau filtrée	Eau traité
02/05/2017	0	0.80	0.35	0.1
03/05/2017	0	0.85	0.40	0.2
VMA	$\text{Cl}_2 < 1\text{mg/l}$			

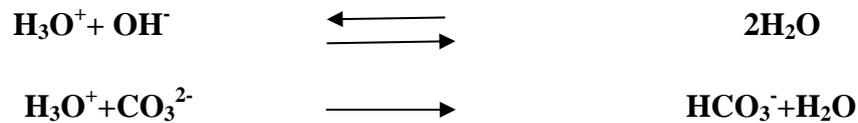
Interprétation des résultats :

-Pour l'eau traitée, décantée, filtrée, on trouve toujours des valeurs dans les normes.

Les analyses hebdomadaires:**I-1-6 :- Détermination de l'Alcalinité : Titre Alcalimétrique Simple (TA) :****Principe :**

Le titre alcalimétrique (TA) correspond à la neutralisation de la totalité des ions hydroxydes OH^- et à la transformation de la moitié des ions carbonates en hydrogénocarbonates par un acide fort (HCl).

Les réactions mises en jeu :



Mode opératoire:

Dans un erlenmeyer de 250 ml introduire :

- 100 ml d'eau à analyser
- 3 à 4 gouttes de la phénolphthaléine.

Deux cas peuvent se présenter :

- Une coloration rose : Cela veut dire que le $\text{pH} > 8.3$ ($\text{TA} \neq 0$), on passe alors au dosage avec HCl jusqu'à la décoloration de la solution par l'acide chlorhydrique correspond à la neutralisation des ions OH^- et à la transformation de la moitié des ions CO_3^{2-} en HCO_3^- .
- S'il ne produit pas de coloration rose : Cela veut dire que le $\text{pH} < 8.3$, donc le TA est nul.

➔ **N.B.** : Si $\text{pH} < 8,3 \Leftrightarrow \text{TA} = 0$

Expression des résultats :

$\text{TA (en méq /l) = V (ml)}$

Avec :

V: le volume de l'acide chlorhydrique versé en ml

➔ **Résultats :**

Tableau 6: Résultats de Titre alcalimétrique (TA)

	Eau Brute	Eau Potable
TA (méq/l)	0	0

Interprétation des résultats :

-Les valeurs de TA trouvées pour l'eau potable et brute étaient nulles car leurs pH n'atteignaient pas le 8.3.

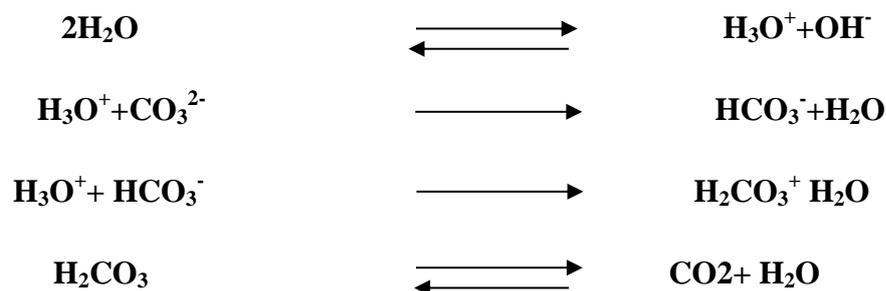
→ S'il ne produit pas de coloration rose l'eau est acide (TA=0), On passe directement à la détermination du titre Alcalimétrique complet.

I-1-7 :-Titre alcalimétrique complet TAC :

Principe :

Le Titre alcalimétrique complet (TAC) Correspond à la neutralisation par un acide fort des ions carbonates et hydrocarbonates (CO_3^{2-} et HCO_3^-).

Les réactions misent en jeu :



Mode opératoire:

Dans un erlenmeyer de 250 ml introduire :

- 100 ml d'eau à analyser
- 2 à 3 gouttes de l'hélianthine.
- Titrage par HCl (N/10) jusqu'à l'obtention d'une coloration jaune orange.

Expression des résultats :

$$\text{TAC(en méq/l)} = V \text{ (ml)}$$

Avec : **V**: le volume de l'acide chlorhydrique versé en ml.

→ Résultats :

Tableau 7: Résultats de Titre alcalimétrique complet

	Eau Brute	Eau Potable
TAC (méq/l)	6.95	5.4

Interprétation des résultats :

Le TAC de l'eau brute est supérieur à celui de l'eau potable. Ceci s'explique que dans l'eau brute les ions dissous sont plus chargés que dans l'eau potable.

I-1-8 : -Titre hydrotimétrique (la dureté totale) :

Principe :

C'est un dosage complexométrique par l'EDTA.

Les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} présentes dans l'eau sont complexés par l'acide Ethylène Diamine Tétra Acétique (EDTA) qui est Noté pour plus de Commodité H_4Y . L'anion Y^{4-} est un ion complexe qui donne avec le Ca^{2+} et le Mg^{2+} des composés stables, les réactions de complexations S'écrivent :



Pour que ces réactions puissent être utilisées pour le dosage de ces ions (on les dosera ensemble), il faut procéder dans des conditions opératoires précises :

- Il faut effectuer la réaction dans une solution de pH très voisin de 10.
- Les ions complexes $[\text{CaY}]^{2-}$ et $[\text{MgY}]^{2-}$ formés lors des réactions de complexations sont incolores, c'est pourquoi on ajoute le Noir d'Erichrome T (NET) comme indicateur coloré.

Mode opératoire:

- Mesurer 100 ml d'échantillon à analyser.
- Ajouter 5 ml de solution Tampon ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$),
- Une petite spatule de l'Indicateur Noir Érichrome T.
- Titrer au moyen de la solution complexométrique (EDTA) jusqu'au virage du violet au bleu.

Expression des résultats :

$$\text{TH (még/l)} = V * 0.4$$

Avec

V : le volume d'EDTA versé.

➔ Résultats :

Tableau 8: Résultats de Titre Hydrotimétrique

	Eau Brute	Eau Potable
TH(még/l)	6	5.5

Interprétation des résultats :

La dureté de l'eau brute est supérieure à celle de l'eau potable. Ceci s'explique que l'eau potable peu chargée en ions Ca^{2+} et Mg^{2+} .

I-1-9 :-la dureté calcique :**Principe :**

C'est un dosage complexométrique par l'EDTA.

On dose les ions Calcium présente dans l'eau avec l'EDTA. L'indicateur coloré (Calcione) forme un complexe rouge avec le calcium. Lors du dosage, les ions Mg^{2+} précipite mais n'interfère pas dans la réaction, et les ions de calcium réagissent avec l'EDTA, on continu le dosage jusqu'à la disparition de la coloration rouge et l'apparition d'une coloration bleu qui est le point d'équivalence.

Mode opératoire:

- On met 100 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer,
- On ajout 5 ml de la solution tampon (NaOH a 2mol/l),
- Une petite spatule d'indicateur coloré (calcione)
- On titre par l'EDTA jusqu'au virage du rose au bleu.

Expression des résultats :

$$\text{Teneur en Ca}^{2+} \text{ (mg/l)} = V * 8$$

Avec

- V : le volume d'EDTA versé.

→ Résultats :**Tableau 9: Résultats de la dureté calcique**

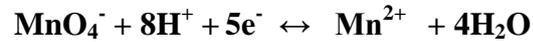
	Eau Brute	Eau Potable
$[\text{Ca}^{2+}]$ en (mg/l)	59.2	52

I-1-10 :-l 'Oxydabilité au permanganate de potassium :**Principe :**

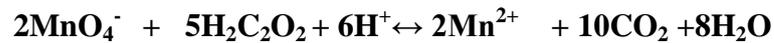
Le Principe de l'oxydabilité consiste le Chauffage d'un échantillon dans un bain marie bouillant en présence d'une quantité connue de Permanganate de Potassium et dans un milieu acide pendant une période donnée.

Réduction d'une partie de permanganate par les matières oxydables de l'échantillon et détermination de l'excès de permanganate par addition d'un excès d'une solution d'oxalate de sodium, suivie par tirage de l'oxalate en excès par le permanganate. Il s'agit d'un dosage en retour.

Les réactions misent en jeu :



La réaction du dosage est :



Mode opératoire :

- Dans un ballon on introduit 100 ml de l'eau à analyser
- On ajoute 2 ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) concentré et 10 ml de permanganate de potassium (KMnO_4)
- On les maintient à l'ébullition pendant 13 minutes.
- On refroidi rapidement et on ajoute 1 ml d'acide oxalique pour réduire les ions MnO_4^- en Mn^{2+} puis en effectue un dosage en retour (titrage de l'excès de l'acide) par le permanganate de potassium (KMnO_4).

Expression des résultats : La quantité d'oxygène nécessaire est donnée par l'expression :

$$[\text{O}_2] = \text{Tb} * 0.8 \text{ en mg/l}$$

Avec :

V: le volume de l'acide chlorhydrique versé en ml.

➔ **Résultats :**

Tableau 10: Résultats de l'oxydabilité

	Eau Brute	Eau Potable
Ip: indice de permanganate (mg (O ₂)/l)	2.36	0.88
VMA	<5 mg (O ₂)/l	

Interprétation des résultats :

La valeur de l'oxydabilité de l'eau potable est inférieure à celle de l'eau brute car, les matières organiques sont oxydées dans l'étape de pré-chloration.

I-1-11 :- Détermination des nitrates (NO₃⁻) par spectrophotométrie UV Visible :

Principe :

Le principe de ce dosage est basé sur la réduction des nitrates présents dans les eaux d'alimentation humaine en nitrites dans une colonne de cadmium. Les nitrates sont presque quantitativement réduits en nitrites par du cadmium recouvert d'une couche de cuivre produite après traitement au sulfate de cuivre CuSO₄. Les nitrites ainsi produits forment avec l' amino-4-benzène Sulfonamide un composé diazoïque, qui est une fois couplé avec N-1naphtyl diamine 1,2 éthane(NED) conduit à une solution qui donne une coloration rose dont l'intensité est mesurée au spectrophotomètre UV visible à la longueur d'onde $\lambda = 540\text{nm}$.

Préparation de la colonne de réduction :

- Laver 60g de Cadmium avec le HCl concentré (2N),
- Rincer avec de l'eau distillée le Cadmium qui été lavé par le HCl.
- Ensuite, le mélanger avec CuSO₄ à 2% pendant 5min.
- Laver abondamment avec l'eau distillée le cadmium qui a été mélangé avec CuSO₄ au moins 10fois jusqu'à élimination totale du précipité de cuivre.
- Finalement remplir la colonne.

Efficacité de la colonne de réduction :

L'efficacité de la réduction du Cd-Cu doit être vérifiée en comparant l'absorption obtenue après réduction d'un étalon de nitrates à celle d'une solution étalon de nitrites de même concentration. Une procédure de régénération de la colonne est entreprise à chaque fois que l'efficacité de la réduction devient inférieure à 75%. Il n'est pas nécessaire de rincer la colonne entre deux réductions consécutives.

$$F = \frac{\text{Abs}(\text{NO}_3^-)}{\text{Abs}(\text{NO}_2^-)} * 100$$

Avec **F** : efficacité de la colonne

- En dehors de la période d'utilisation, on garde la colonne remplie avec 50 ml de solution tampon diluée.

Préparation des étalons et des échantillons :

A partir d'une solution mère de N-NO₃ 100mg/L on prépare des étalons de différentes concentrations (0, 0.5, 1, 2, et 4 mg/l) dans des fioles de 50 ml. Le blanc contient de l'eau distillé.

Pour les échantillons à analyser on travaille avec une prise d'essai de 50 ml.

Mode opératoire:**➤ Réduction des étalons et des échantillons à analyser :**

Ajouter à l'échantillon 1.25 ml de la solution tampon et mélanger. Le Percoler à travers la colonne à un débit de 7 à 10 ml/min, jeter les 25 ml premiers de l'éluant en récupérant le reste dans le flacon original. On procède de la même manière pour tous les étalons et les échantillons.

➤ Mesure et développement de la coloration :

Dès la réduction de l'échantillon et dans tous les cas en moins de 15 min, ajouter 1 ml de réactif sulfanilique à 25 ml de l'échantillon récupéré, laisser réagir au moins 2 minutes et ajouter ensuite 1 ml de NED et mélanger immédiatement. Mesurer l'absorbance de l'échantillon par le spectrophotomètre UV visible à la longueur d'onde 540 nm après 30 à 120 minutes.

Les étalons :**Tableau 11 : Résultats des étalons**

Fioles (50 ml)	Concentration mg/l	Absorbance
Blanc	0	0
E1	0.5	0.353
E2	1	0.704
E3	2	1.344
E4	4	2.712

-Traçage de la courbe d'étalonnage :

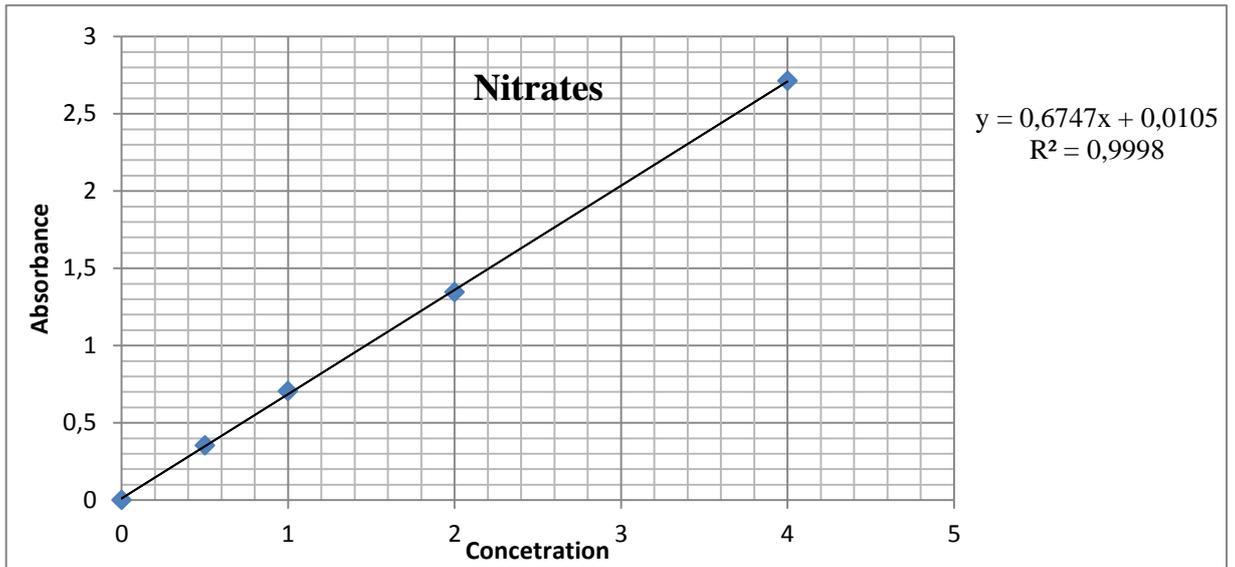


Figure 2: Courbe d'étalonnage de nitrate

-Mesure des concentrations des échantillons :

Tableau 12 : Concentrations des échantillons

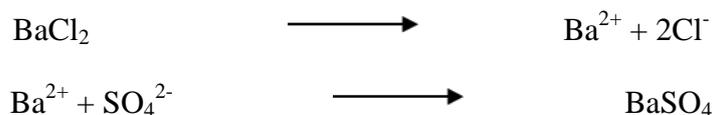
Echantillon	Blanc	Ech1	Ech1 duplicata	Ech2	Ech3	MR
Absorbance	0	1.113	1.120	1.132	1.203	1.447
Resultats de NO ₃ ⁻ en (mg/l)	0	16.34	16.44	16.62	17.67	2.13

I-1-12 :-Dosage des sulfates (SO₄²⁻) par TURBIDIMETRE :

-Principe :

Les ions sulfates sont précipités dans l'acide chlorhydrique contenant du chlorure de Baryum d'une manière telle qu'il se forme des cristaux de sulfate de baryum de taille uniforme. L'absorbance de la suspension de sulfate de baryum est mesurée par néphélométrie, ou par transmission au spectrophotomètre.

Les réactions misent en jeu : (en milieu Acide) :

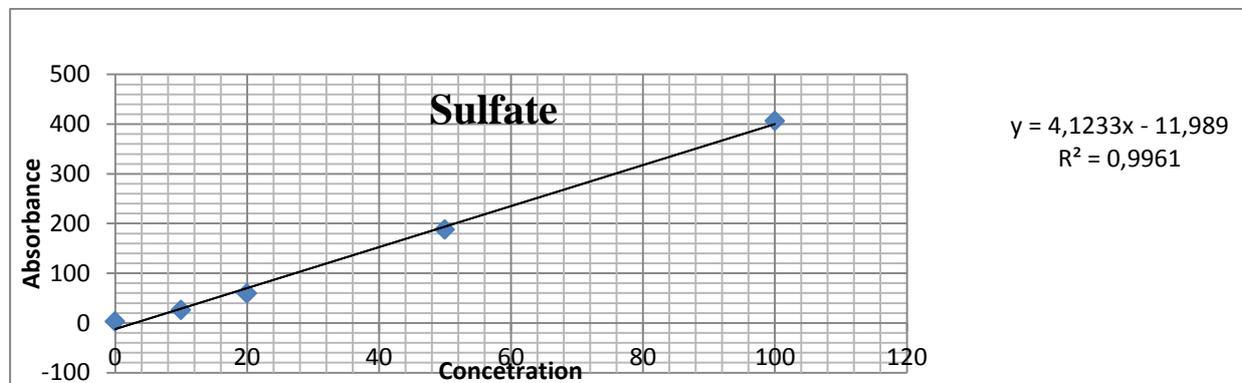


Mode opératoire :

- on prend 100 ml de l'échantillon dans un Erlenmeyer de 250 ml.
- ajouter exactement 5 ml de réactif de l'acide chloridrique, mettre l'agitation. Tout en maintenant l'agitation, ajouter une spatule de cristaux de chlorure de baryum (environ 0.5g).
- Agiter pendant 1 minute à vitesse constant. Et mesurer la turbidité 30 secondes après, à l'aide du turbidimètre. La turbidité obtenue donne la concentration de SO_4^{2-} dans la solution grâce à une courbe d'étalonnage faite à partir de la solution standard de sulfate.

Les étalons :**Tableau 13 : Résultats des étalons**

Becher	Concentration mg/l	Turbidité NTU
Blanc	0	3.05
E1	10	25.9
E2	20	59.3
E3	50	188
E4	100	406

-La courbe d'étalonnage :**Figure 3 : Courbe d'étalonnage de sulfate****Mesure des concentrations des échantillons :****Tableau 14 : Concentrations des échantillons**

Echantillon	Blanc	Ech1	Ech1 Duplicata	Ech2	Ech3	MR
Turbidité	3.16	221.0	223.0	140.0	218.0	150
Résultats en SO_4 mg/l	3.67	56.51	56.99	36.86	56	39.29

I-1-13 :-Détermination d'ammonium (NH₄⁺) par spectrométrie d'absorption moléculaire

Principe :

En milieu alcalin, l'ammoniaque réagit avec l'hypochlorite (HOCl) et donne une monochloramine (NH₂Cl), qui forme avec du phénol, en présence de nitroprussiate et un excès d'hypochlorite, du bleu d'indophénol, susceptible d'un dosage colorimétrique à la longueur d'onde de 630nm.

Préparation des réactifs :

- **Réactif A** : Dissoudre 13.5g de phénol et 0.15g de nitroprussiates de sodium dans 500ml de l'eau distillée, Cette solution conservée en flacons de verre fermée et placée dans le réfrigérateur pendant 2 mois.

Si la solution devient un petit peu vert il faut la jeter.

- **Réactif B** : Dissoudre 0.1g d'acide dichloroisocyanurique dans 50 ml de solution de soude (1N). Ce réactif est préparé le jour même de la manipulation.

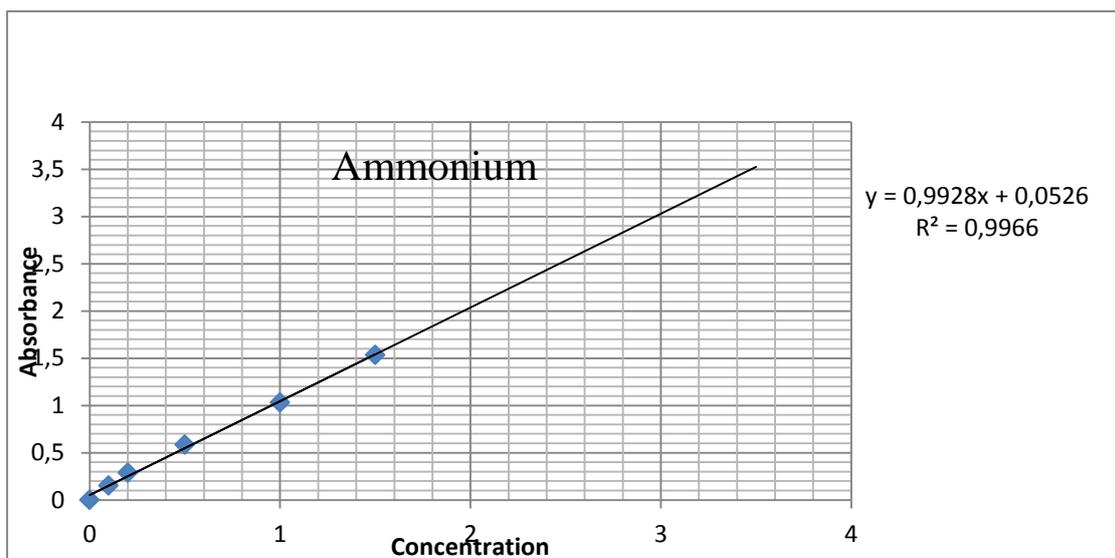
Mode opératoire :

- Ajouter à 25ml de chaque échantillon 1ml de citrate de sodium et bien mélanger.
- Ajouter 1ml du réactif A
- Finalement, ajouter 1ml du réactif B et bien mélanger.
- Laisser reposer pendant une durée entre 4h à 24 dans l'obscurité.
- Mesurer l'absorbance a 630nm des étalons et des échantillons en respectant la série d'analyse.
- Reporter les résultats et tracer la courbe d'étalonnage pour en déduire par la suite les concentrations des échantillons.

Les étalons :

Tableau 15 : Résultats des étalons

Becher	Concentration mg/l	Absorbance
Blanc	0	0.000
E1	0.10	0.153
E2	0.20	0.289
E3	0.50	0.585
E4	1	1.030
E5	1.50	1.535

-La courbe d'étalonnage :**Figure 4 : Courbe d'étalonnage d'ammonium****-Mesure des concentrations des échantillons :****Tableau 16 : Concentrations des échantillons**

Echantillon	Blanc	Ech1	Ech1 Duplicata	Ech2	Ech3	MR
Absorbance	0	0.020	0.020	0.020	0.043	0.532
Résultats en NH ₄ ⁺ en mg/l	0	0	0	0	0	0.48

I-1-14 :-Jar Test :**Principe :**

Cet essai a pour but de déterminer la nature et les doses probables des réactifs permettant de clarifier l'eau dans la station du traitement. Cet essai doit être réalisé immédiatement après le prélèvement à une température voisine que celle qu'aura l'eau au cours de son traitement industrielle.

Le procédé adapté par le laboratoire consiste à suivre les étapes suivantes :

- **Pré-chloration par le chlore au Break-point/la demande en chlore :**

Cette étape consiste à la détermination de la quantité du chlore qu'il faut injecter à l'eau brute lors de pré-chloration tout en respectant le Break Point ou la Dose Optimal du chlore pour laquelle ne subsiste plus des composés d'addition chlorés dans l'eau, ces composés sont souvent responsables de dégagement de la mauvaise odeur.

Le break point est la dose en chlore correspondante à la destruction des réducteurs (comme le Fe^{2+} et le Mn^{2+}) et la destruction des chloramines et les odeurs minimales.

Chlore résiduel

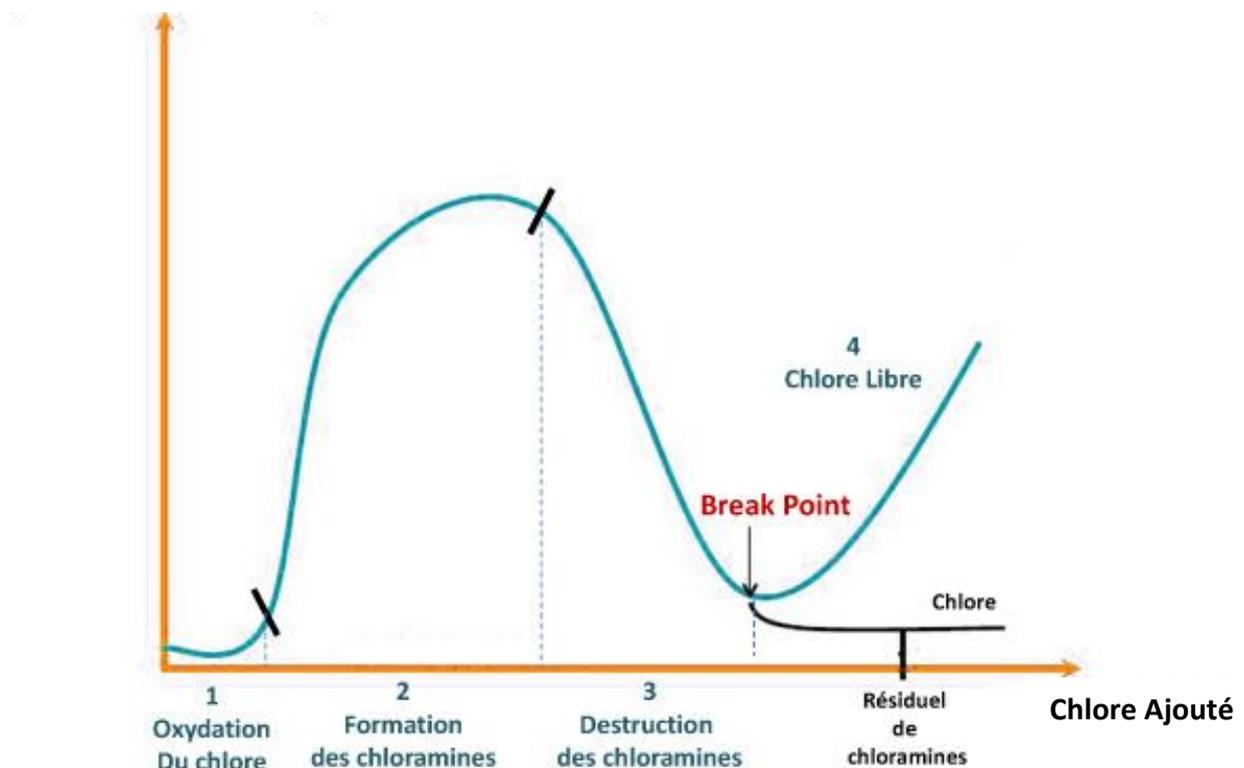


Figure 5 : Courbe représentatif de la demande en chlore

La figure suivante montre la variation de la quantité de chlore résiduel en fonction du chlore ajouté par un cas hypothétique général.

Dans une première étape on a l'oxydation des substances réductrices, puis on la formation des chloramines qui subissent par la suite une destruction.

Après le point de rupture (Break Point) tout le chlore qu'on ajoute reste comme chlore libre. Pour ceci on considère qu'à partir de ce point, soit la désinfection comme l'élimination de matière organique oxydable par le chlore, ont déjà eu lieu, et l'eau contient une valeur donnée de chlore résiduel.

- **Essai au sulfate d'alumine $Al_2(SO_4)_3, 18H_2O$:**

C'est un coagulant qui a pour effet de neutraliser la charge des particules colloïdales, qui portent généralement des charges négatives et qui n'ont pas tendance à s'accrocher les unes aux autres.

- **Amélioration de l'essai par l'utilisation d'adjuvant de floculation : le poly électrolyte ;**

C'est un floculant qui a pour effet d'agglomérer les floes formés.

- **Utilisation d'autres réactifs d'amélioration et de correction tels que l'acide sulfurique (correction de pH).**

Matériel :

Pour réaliser ce procédé, nous avons besoin du matériel suivant :

- Un flocculateur de laboratoire avec six agitateurs à hélice par moteur électrique à vitesse variable et continu.
- Bécher qui contient un litre d'eau à traiter.
- Verrerie de laboratoire.
- Papier-filtre.

Réactifs :

- Solution d'eau de javel 1g/l (préparée à partir de la solution mère d'eau de javel de concentration connue), qu'on ajoute dans les béchers ;
- Solution de sulfate d'alumine : $Al_3(SO_4)_3, 18H_2O$ comme coagulant de concentration 10 g/l ;
- Solution de poly électrolyte comme floculant de concentration 0.1 g/l ;
- Solution d'acide sulfurique en cas d'acidification ;

Mode opératoire

Avant d'entreprendre le jar-test, un certain nombre d'analyses doivent être effectuées sur l'eau brute. Celles-ci concernent :

- Le pH ;
- L'alcalinité ;
- L'oxydabilité ;
- La turbidité ;

- La température de l'eau au moment de l'essai ;
- La demande en chlore d'eau à traiter avec une relevée du chlore correspond au break point éventuel.

Ces déterminations permettent de faire une première idée sur les réactifs à employer. On peut ainsi éviter de nombreux tâtonnements. Ces analyses doivent également juger l'efficacité des réactifs par comparaison aux résultats obtenus après le traitement.

- Dans chaque béccher on verse une dose de l'eau de javel correspond à la demande du chlore précédemment déterminée
- On met en marche les agitateurs à une vitesse d'environ 120 tours/minutes
- On ajoute aussi le plus rapidement possible des quantités croissantes des coagulants
- On maintient l'agitation rapide pendant 12 min
- Après on ajoute le poly-électrolyte on diminue l'agitation à 40 tours/min
- On maintient l'agitation lente pendant 20 minutes
- On note le délai d'apparition des floes (en minutes et en secondes) à partir du début de l'agitation lente

Après l'agitation lente on note l'aspect des floes :

- 0-pas de floe ;
 - 2-légère opalescence ;
 - 4-petits points ;
 - 6-flacons de dimensions moyennes ;
 - 8-bon bloc ;
 - 9-excellent ;
- On relève les hélices et on laisse décanter pendant 30 minutes.
 - On observe après cette période s'il reste des floes en suspension.
 - On détermine le pH, la turbidité, l'oxydabilité et le chlore résiduel du surnageant.
 - On fait passer le surnageant de chacun de ses bécchers à travers un rapide filtre bande blanche disposé dans les entonnoirs. Cette filtration est celle qui produit ces résultats les plus comparables à ceux obtenus par filtration au sable.
 - On détermine la turbidité et l'alcalinité de chaque échantillon.
 - On détermine la teneur en aluminium par kit.

L'origine principale d'aluminium est le sulfate d'alumine $Al_3(SO_4)_3, 18H_2O$. Pour mesurer la quantité de l'aluminium on utilise un test kit, plus il y a d'aluminium plus la coloration bleu de la bandelette s'offense.

Remarque

La valeur maximale admissible de la teneur en aluminium dans une eau de boisson ne doit pas dépasser 0.2 mg/l.

Critères de choix de la dose de traitement :

L'objectif de l'essai de floculation est de déterminer les conditions optimales pour avoir une eau potable qui présente les caractéristiques suivantes :

- Taille des floes sup à 6
- Turbidité de l'eau décantée inférieure à 5 MTU
- Turbidité filtré sur papier bande blanche inférieure à 0.5 NTU
- pH de floculation entre 7.00 et 7.40
- Oxydabilité à chaud pendant 13 min inférieure à 2 mg/l
- Aluminium inférieur à 0.2 mg/l

II-2-L'assurance de qualité :

Le laboratoire doit être capable de démontrer que chaque série d'analyses est statistiquement sous contrôle vis-à-vis de la contamination, de l'exactitude et de la précision. Pour satisfaire à ce besoin, les contrôles suivants sont effectués :

Blanc de méthode :

L'analyse du blanc de méthode permet de quantifier le niveau de contamination introduite par le laboratoire au cours de la manipulation et d'analyse des échantillons. Le blanc de la méthode se fait par l'eau distillée.

Duplicata :

L'analyse d'un échantillon en double pour vérifier la fidélité de la méthode.

Le % d'écart est calculé d'après l'équation suivante :

$$\%d'écart = \frac{(\text{Résultat de l'échantillon} - \text{Résultat du duplicata})}{(\text{résultat de l'échantillon} + \text{résultat du duplicata})/2} \times 100$$

⇒ Le % devrait être inférieur ou égal à 20%

Matériaux de référence (MR) :

Composés d'eau distillée qui est fortifiée avec un ou plusieurs composés chimiques, sont utilisés pour mesurer la performance des méthodes et réaliser les cartes de contrôle (concentration connue). Le % d'écart relatif du MR est calculé d'après l'équation suivante :

$$\%d'écart = \frac{(\text{Résultat obtenu} - \text{Résultat attendu})}{\text{Résultat attendu}} \times 100$$

⇒ Le % d'écart doit être inférieur ou égale à 20%.

Le coefficient de détermination sur le graphe (R²) :

Après le traçage de la courbe d'étalonnage on doit vérifier si le coefficient (R²) est supérieur à 0,995.

II-3-Analyses bactériologiques :

Introduction

Les analyses Bactériologiques de l'eau ont pour but de mettre en évidence la présence des bactéries pathogènes qui sont capables de provoquer un risque sur la santé du consommateur. Les analyses sont faites pour les eaux brutes ainsi celles qui sont traitées et usées.

II-3-1 :-Eau brute :

Les eaux brutes proviennent des fourrages, puits, sources, eaux de surface, donc les eaux qui n'ont subi aucun traitement, les bactéries recherchées au niveau de l'eau brute sont :

- Les coliformes totaux
- Les coliformes fécaux
- Les streptocoques fécaux

II-3-2 :-Eau Traitée :

Eau provenant d'une source non protégée ou d'un réseau de distribution d'eau, qui a subi un traitement destiné à la rendre bactériologiquement et chimiquement propre à la consommation.

Les bactéries recherchées au niveau de l'eau traitée sont :

- **Les coliformes totaux:**

Ce sont des MO aérobies et anaérobies facultatifs , non sporogones , en forme de bâtonnets , gram négatifs il sont capable de croitre en présence de sels biliaire et de fermenter le lactose avec production d'acide(ou d'aldéhyde) .

Le milieu le plus utilisé est le Tergitol , l'incubation a lieu à $37^{\circ}\text{C}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ pendant 48h, Ils sont des indicateurs dont le dénombrement permet de déceler le niveau de pollution d'origine organique dans les eaux de surface , les eaux souterraines , les sources d'approvisionnement ou les canalisations d'eau potable.

- **Escherichia coli:**

La principale bactérie coliforme spécifiquement d'origine fécale est Escherichia Coli, le milieu le plus utilisé est le Tergitol 7, l'incubation à $44^{\circ}\text{C}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ pendant 24h conduit au dénombrement des coliformes thermo tolérants.

- **Entérocoques Intestinaux:**

Ce terme englobe les bactéries de forme sphérique ou coccoïde, gram positif, le milieu le plus utilisé est la gélose de slanétz , l'incubation a lieu à $37^{\circ}\text{C}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ pendant 48h.

- **Spores de micro-organismes anaérobies sulfite réducteurs:**

Les spores des micro-organismes anaérobies sulfite-réducteur (clostridia) sont largement répandues dans l'environnement, elles survivent dans l'eau pendant longtemps, car elles sont plus résistantes que la forme végétative à l'action des facteurs chimiques et physiques.

Pour la recherche de ces bactéries on utilise le milieu TSC, l'incubation a lieu à $37^{\circ}\text{C}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ pendant 48h.

- **Microorganismes revivifiables à 22°C et 37°C :**

Les microorganismes revivifiables à 22°C et 37°C regroupent toutes bactéries aérobies, levure ou moisissure, qui sont capable de former des colonies dans le milieu spécifique et dans les conditions d'essai décrites par la norme marocaine 03-7-004.

Pour la recherche de ces microorganismes on utilise la gélose à l'extrait de levure.

II-3-3 :- Méthodes d'analyses bactériologiques

Le choix de la technique à utiliser dépend en premier lieu de la nature de l'échantillon lui-même (eau faiblement chargée, eau fortement chargée,...)

- **La membrane filtrante (MF) pour les eaux traitées :** La méthode dite de la membrane filtrante consiste à filtrer un volume donné de l'échantillon sur une membrane filtrante déposée sur un milieu sélectif avant l'incubation.
- **Le nombre le plus probable (NPP) pour les eaux brutes :** La méthode dite NPP consiste à ensemer des séries de tubes avec un volume donné de l'échantillon ou de ses dilutions.

Conclusion

Il est évident que mon stage au sein de l'ONEE a été bénéfique, il m'a donné la chance d'apprendre énormément des choses sur l'eau.

L'eau brute qui arrive à la station subit une chaîne de traitements pour devenir une eau potable apte à être utilisée par les consommateurs. Cette chaîne se résume dans les étapes suivantes : pré chloration, Coagulation-floculation, décantation, filtration, Désinfection.

Mon travail a consisté donc à déterminer la qualité d'eau traitée et de l'eau brute par la réalisation des analyses physico-chimiques afin de savoir quelques paramètres tels que : pH, turbidité, chlore résiduel, conductivité, oxydabilité...etc. Ainsi que des analyses bactériologiques qui m'ont permis de connaître les germes à rechercher dans l'eau à savoir : Les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les microorganismes revivifiables à 22°C et 37°C, les entérocoques intestinaux et les spores des microorganismes sulfite réducteurs.

Mon travail m'a permis aussi de me familiariser avec les méthodes et les techniques utilisées, au point d'être capable de juger si le traitement de l'eau a été efficace ou non.