

Licence Sciences et Techniques (LST)
Technique d'Analyse et Contrôle de Qualité
« TACQ »

PROJET DE FIN D'ETUDES

**Suivi des analyses physico chimiques sur
l'eau brute par la méthode
JAR TEST**

Présenté par :

◆ **ELACHHAB KAWTAR**

Encadré par :

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

◆ **Pr IDRISSI KANDRI NOUREDDINE
(FST)**

Soutenu Le 05 Juin 2018 devant le jury composé de:

- **Pr IDRISSI KANDRI Nouredine**
- **Pr ZEROUALE Abdelaziz**
- **Pr EL GHAZOUALI Ahmed**

Stage effectué à ONEE

Année Universitaire 2017 / 2018

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES

☒ B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES

☒ Ligne Directe : 212 (0)5 35 61 16 86 – Standard : 212 (0)5 35 60 82 14

Site web : <http://www.fst-usmba.ac.ma>

Sommaire

Remerciement

Introduction.....1

Présentation de l'ONEE/BE.....2

Partie I : BIBLIOGRAPHIE.....4

I. Chapitre 1 : L'eau5

1. Définition5

2. Composition chimique5

3. Propriétés de l'eau6

4. Les sources de l'eau de la région de Fès.....7

Chapitre II : Méthodes de caractérisation et d'analyse de l'eau.....8

1. Méthodes physico-chimique8

2. Méthodes spectroscopiques.....12

3. Analyse bactériologique.....14

Partie II : EXPERIMENTALE

Chapitre I : Description du procédé du traitement de l'eau d'Oued Sebou.....15

1. Station de prétraitement.....15

2. Station de traitement15

Chapitre II : Application de la méthode JAR TEST.....18

1. Objectif.....18

2. Principe.....18

3. Mode opératoire.....18

Chapitre III : Effet du jar test sur les paramètres qualitatifs de l'eau.....27

1. Objectif.....27

2. Principe.....27

a. L'effet de jar test sur l'eau après décantation27

b. Vérification de la qualité après filtration.....	32
Interprétation des résultats	35

Remerciements

Avant tout développement concernant cette expérience professionnelle, il apparaît opportun de commencer ce rapport de stage par des remerciements, adressés à ceux qui m'ont beaucoup appris au cours de ce stage, et même à ceux qui ont eu la gentillesse de faire de ce travail un moment très profitable.

Je tiens à adresser mes sincères remerciements à Monsieur le Directeur de l'Office national de l'eau potable de Fès pour m'avoir permis de passer le stage au sein du Laboratoire régionale de L'ONEP de Fès et à Mr. DIOURI SALEM chef du service Contrôle de Qualité. Je tiens à exprimer ma gratitude et mes remerciements à mon encadrant Mr. **IDRISSI KANDRI Noureddine** pour ses précieux conseils tout au long de ce stage et pour m'avoir dirigé lors de ce travail.

J'exprime mon profond respect et mes remerciements à Mr. **Zerouale Abdelaziz** et Mr. **El Ghazouali Ahmed** d'avoir bien voulu participer à l'évaluation de ce travail.

Je remercie également, Mme **OUALI ALAMI Oumkaltoume** pour m'avoir accordé toute sa confiance, pour le temps qu'elle m'a consacré tout au long de cette période. Elle m'a aidé considérablement dans mon travail par ses conseils précis et ses remarques.

Mes remerciements les plus chaleureux vont à mes très chers parents et ma sœur pour leurs sacrifices, leurs soutiens et leurs encouragements.

Bref, merci à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail, ainsi qu'à mes collègues et mes amis.

INTRODUCTION

Notre planète disposerait d'environ 1 400 millions de km³ d'eau, dont 2,5 % d'eau douce. Les grandes quantités d'eau douce contenues dans les calottes glacières et les glaciers et dans les sols en profondeur ne sont pas accessibles et ne peuvent donc pas être utilisées. L'eau douce utilisable provient essentiellement des précipitations tombées sur le continent au cours du cycle hydrologique, L'eau est continuellement recyclée du fait de l'évaporation provoquée par la chaleur du soleil.

L'eau est source de vie. Elle est tout aussi indispensable à la nature qu'aux hommes, elle sculpte les reliefs, façonne et habille les paysages des campagnes qui nous entourent, elle sert aussi pour la plupart des activités humaines (Agriculture, Production industrielle, Transports, Nettoyage, Energie). En cas de mal gestion, de manque ou de pollution, cette richesse risque d'être source de conflits, de maladies et même de morts. Depuis plusieurs années, les organisations et associations mondiales ont mis le doigt sur ces problèmes, la pollution de l'eau superficielle et souterraine est une altération de sa qualité et de sa nature qui rend son utilisation dangereuse et perturbe l'écosystème aquatique. Elle a pour origine principale, l'activité humaine (Industries, Agriculture et Décharges de déchets). D'où la nécessité de son traitement pour la rendre potable et protéger l'environnement.

Améliorer l'accès à l'eau potable ne se limite pas à la construction ou à la rénovation ponctuelle d'équipements : il s'agit de réfléchir à la mise en place d'un service de l'eau potable performant et durable. Cela implique d'une part d'accorder une attention importante aux activités relatives à l'organisation du service, et d'autre part de replacer le projet dans un processus plus global d'amélioration du service d'eau potable.

Dans ce cadre, le Maroc a engagé depuis longtemps une politique dynamique pour doter le pays d'une importante infrastructure hydraulique, améliorer l'accès à l'eau potable, satisfaire les besoins des industries et du tourisme et le développement de l'irrigation à grande échelle. Il a mis en place une politique de maîtrise et de mobilisation des ressources en eau à travers la réalisation de grands barrages et d'ouvrages de transfert accompagnée d'un organisme nommé office nationale d'eau potable (ONEE) qui s'occupe du traitement et de distribution des eaux . Cette politique a permis de doter le pays d'une importante infrastructure hydraulique constituée de 139 grands barrages totalisant une capacité de près de 17,6 Milliards de m³ et de plusieurs milliers de forages et de puits captant les eaux

souterraines. Toutefois, ils sont, généralement, pollués par les rejets industriels ce qui nécessite un traitement pour les rendre potables.

Au Maroc les oueds constituent une source importante pour l'alimentation en eau. Les eaux brutes doivent généralement subir, avant leur traitement proprement dit, un prétraitement qui comporte un certain nombre d'opérations généralement physiques ou mécaniques. Il est destiné à extraire les éléments gênant les traitements ultérieurs. Ces derniers se basent sur une étude physico-chimique et microbiologique sur la qualité de l'eau, en raison de l'accroissement des nuisances.

C'est dans cette thématique que vient ce travail qui vise à mettre en valeur l'importance et l'efficacité des différentes étapes de traitement, réalisées par la station de traitement située à Ain Nokbi à Fès.

Ce rapport est rédigé en deux parties : bibliographie et expérimentale.

La partie bibliographique porte sur l'eau de façon générale et sur les différentes techniques d'analyse utilisées pour sa caractérisation.

La partie expérimentale traite en plus de la description de la station de traitement des eaux d'OUED SBOU, l'étape cruciale du procédé de traitement à savoir « COAGULATION-FLOCCULATION » en utilisant la méthode de JAR-TEST.

Une conclusion générale avec perspectives futures est rédigée à la fin du rapport.

PRESENTATION DE L'ONEE

- **Présentation de l'ONEE**

(ONEP) créé en 1972, est un établissement public à caractère industriel et commercial, doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière, placé sous la tutelle du ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement. En 2012 prend le nom **ONEE – Branche Eau.**

Ses missions principales vont de la planification et de l'approvisionnement en eau potable jusqu'à sa distribution en passant par les phases de l'étude, conception, réalisation, gestion et exploitation des unités de production et de distribution et du contrôle de la qualité des eaux jusqu'à la protection de la ressource et ce en collaboration et coordination avec les autres organismes concernés intervenants dans ce domaine.

- **Les principales activités**

- **Planifier:** L'approvisionnement en eau potable du royaume et programmation des projets.
- **Etudier:** L'approvisionnement en eau potable et assurer l'exécution des travaux des unités de production.
- **Gérer:** La production d'eau potable et assurer la distribution pour le compte des communes qui le souhaitent.
- **Contrôle :** La qualité des eaux produites et distribuées et la pollution des eaux susceptibles d'être utilisées pour l'alimentation humaine.
- **Assiste :** En matière de surveillance de la qualité de l'eau
- **Participe:** Aux études en liaison avec les ministères intéressés des projets de textes législatifs et réglementaires nécessaires à l'accomplissement de sa mission.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : L'eau

Définition

L'eau est une substance naturelle constituée de molécules H₂O. C'est un constituant biologique important et essentiel pour toutes formes de vie. Compte tenu de son caractère vital, de son importance dans l'économie et de son inégale répartition sur terre, l'eau est une ressource naturelle dont la gestion est l'objet de forts enjeux géopolitique.

L'eau est ubiquitaire sur terre et dans l'atmosphère, sous ses trois états physiques (solide liquide et gazeux). L'eau extraterrestre est également abondante, sous forme de vapeur d'eau dans l'espace et sous forme condensée (solide ou liquide) à la surface, près de la surface ou à l'intérieur d'un grand nombre d'objets célestes.

Composition chimique

Chimiquement, l'eau est très stable et néanmoins très réactif (excellent solvant). Dans de nombreux contextes le terme eau est employé au sens restreint de l'eau à l'état liquide, et il est également employé pour désigner une solution aqueuse diluée (eau douce, eau de la mer, eau potable, eau de la chaux, etc.).

L'eau contient des gaz, essentiellement de l'oxygène et du gaz carbonique, dissous mais aussi des substances minérales et organiques sous formes dissoute ou en suspension.

- Les matières minérales

L'eau contient beaucoup d'ions dissous dont les principaux sont le calcium (Ca²⁺) le magnésium (Mg²⁺), le sodium (Na⁺), le potassium (K⁺), les carbonates (CO₃²⁻), les bicarbonates (HCO₃⁻), les sulfates (SO₄²⁻), les chlorures (Cl⁻) et les nitrates (NO₃⁻). Ces ions proviennent, pour l'essentiel, du lessivage des sols par les eaux de pluie. Aussi, leurs teneurs dépendent directement de la nature des roches du bassin versant. Elle peut varier du mg/L au g/L pour les eaux les plus salées.

En moins grande concentration (du µg/L au mg/L), l'eau contient aussi des éléments nutritifs ou nutriments, que sont l'azote contenu dans l'ammoniac, les nitrites et les nitrates, le phosphore contenu dans les phosphates et la silice, mais aussi le fer et le manganèse.

D'autres éléments ne sont présents qu'à l'état de traces (de 0,1 à 100 µg/L), comme l'Arsenic, le Cuivre, le Cadmium, le Manganèse, le Fer, le Zinc, le Cobalt, le Plomb... Ils proviennent des roches mais aussi parfois des activités industrielles et domestiques.

- **Les matières organiques**

Les matières organiques peuvent être présentes sous forme dissoute : carbohydrates, acides humiques, pigments et composés d'origine artificielle comme les hydrocarbures, les solvants chlorés, ou les pesticides. Elles proviennent pour l'essentiel de la dégradation de la matière organique présente dans le milieu ou dans les sols lessivés par les pluies, mais aussi de composés issus de l'activité humaine. Leur concentration, infime dans les eaux profondes, peut atteindre quelques dizaines de mg/L dans les eaux de surface.

Propriétés de l'eau :

Même si l'eau est un liquide inodore, incolore et sans saveur, d'autres propriétés physiques et chimiques lui confèrent des qualités qu'il faut connaître pour comprendre mieux le rôle fondamental que joue cette substance sur notre planète aussi bien pour les écosystèmes que pour les êtres vivants. Parmi ses divers propriétés on peut citer les principales telles que :

- **Fluidité** : C'est un corps continu, sans rigidité, qui coule facilement, remplit tous les interstices, puis s'étale en surface.
- **Solvatation** : L'eau est un solvant naturel capable de dissoudre quasiment n'importe quel substrat, au point que l'on peut affirmer que l'eau pure n'existe pas puisque le flacon qui pourrait la contenir, sans être un peu dissous par elle, n'a pas encore été inventé. Selon une étude publiée par la plateforme d'information Orb Media, des minuscules particules invisibles, infimes de plastique sont présentes dans l'eau en bouteille.
- **Chaleur spécifique** : L'eau est l'élément naturel (à part l'ammoniaque NH_4^+) dont la chaleur spécifique est la plus élevée sur terre. La chaleur spécifique étant la quantité d'énergie qu'il faut fournir à une masse d'eau donnée pour élever sa température de 1° C, cela revient à dire que l'eau est difficile à chauffer, tout autant qu'elle est difficile à refroidir. La chaleur spécifique de l'eau est $C_{p_{\text{eau}}} = 4186 \text{ Joule/kg K}$ (à 0° C et conditions de pression normale).
- **Acidité- basicité** : Il arrive qu'un atome d'hydrogène d'une molécule d'eau soit capté par un atome d'oxygène d'une autre molécule. Deux molécules d'eau vont donc donner

naissance à un ion OH^- et à un autre H_3O^+ (hydronium). Dans l'eau pure, il y a le même nombre d'ions OH^- et H_3O^+ . Mais quand une substance dissoute apporte un excès d'ions OH^- , la solution devient basique ; qu'une autre substance apporte un excès d'ions H_3O^+ , la solution devient acide.

Les sources de l'eau de la région de Fès

Ressources souterraines

Les ressources en eau souterraines exploitées actuellement assurent un débit de 1366 L/s sans tenir compte des gains de débits relatifs aux travaux programmés par l'ONEE - branche eau. La nappe est exploitée par des forages profonds, Principalement les 17 forages situés dans la plaine du Sais, destinés à l'AEP. La profondeur des ouvrages varie de 200 m au Sud à 1700 m au centre de la plaine.

Ressources superficielles

L'Oued Sebou, avec une longueur de 614 km depuis sa source, est la principale source d'eau fluviale de la région avec un débit annuel moyen de $137 \text{ m}^3/\text{s}$. En hiver, la moyenne la plus élevée est celle du mois de Février ($350 \text{ m}^3/\text{s}$). La marée, qui fait sentir ses effets dans l'affluent inférieur du fleuve, maintient dans cette section un volume d'eau suffisant même en été ; Cependant et malgré l'étendue de son bassin (40.000 km^2), le Sebou est caractérisé par une forte variabilité des apports à l'échelle annuelle qu'interannuelle.

Chapitre II : Méthodes de caractérisation et d'analyse de l'eau

Les analyses physico-chimiques, spectroscopiques et bactériologiques d'eau souterraine font référence à toutes les actions de détermination d'une valeur sur un échantillon, qu'ils s'agissent d'analyses, de mesures, d'observations, etc... Faites en laboratoire ou sur le site de la station de mesure.

I. Les méthodes physico-chimiques

1. La température

La température est une mesure de degré d'agitation microscopique des particules dissoutes dans l'eau, elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz, elle agit sur la conductivité électrique, le pH, l'alcalinité ainsi que sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivant dans l'eau.

Une température élevée peut influencer la croissance bactérienne, dissiper l'effet du désinfectant résiduel, accélérer la plupart des réactions physico-chimiques et biologiques dans le réseau et provoquer la dissolution de quelques éléments tels que le plomb et par la suite une détérioration de la qualité chimique et bactériologique de l'eau.

2. La turbidité

La turbidité est un paramètre organoleptique et une expression des propriétés optiques d'une eau à absorber ou à diffuser de la lumière. Elle est due à la présence des matières en suspension finement divisées tels que : argiles, plancton, microorganismes etc....

La mesure de la turbidité se fait par néphélométrie. Cette méthode est basée sur la comparaison de l'intensité de lumière diffractée (effet de Tyndall) par l'échantillon à celle d'un étalon de référence dans les mêmes conditions (longueur d'onde, angle entre le rayon incident et le rayon diffracté).

Une turbidité élevée peut inhiber la désinfection les micro-organismes qui se fixent sur les particules, elle devra donc être la plus faible possible pour permettre une bonne désinfection.

3. La conductivité électrique

La conductivité électrique permet d'avoir une idée sur la salinité de l'eau. Une conductivité élevée traduit soit des pH anormaux, soit une salinité élevée due au fait que la majorité des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions. Elle permet donc d'approcher la quantité de sels dissous dans l'eau. La mesure de la conductivité se fait par

Conductimètre. Elle est exprimée en siemens par mètre (S/m ou $\mu\text{s}/\text{cm}$ dans le cas de l'eau) et dépend fortement de la nature de l'eau et de la température de mesure.

4. Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH de l'eau est important pour estimer l'agressivité ou le pouvoir incrustant d'une eau. Ainsi un pH non adéquat contribue à la corrosion du métal et peut devenir un problème grave en dessous d'un pH de 6,5, l'entartrage peut se produire à un pH supérieure à 8,5, l'accroissement du pH réduit aussi progressivement l'efficacité de chlore comme désinfectant.

Sa mesure peut être faite par colorimétrie ou par potentiométrie à l'aide d'électrode de verre. Généralement, la nature de la mesure effectuée au laboratoire est potentiométrique à l'aide d'un pH-mètre.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

5. Le Chlore résiduel

Le chlore réagit avec les matières organiques et des autres substances qui détruisent son pouvoir désinfectant.

Le contrôle du chlore résiduel a pour but de s'assurer que l'eau est suffisamment traitée, ainsi qu'il y a assez de chlore disponible pour réagir complètement à tous risque de pollution.

L'addition de DPD (**diéthyl-p-phénylènediamine**) et à l'aide d'un comparateur de la teneur en chlore.

6. L'Oxydabilité au permanganate de potassium

L'indice permanganate d'une eau correspond à la quantité d'oxygène (en mg/l) cédée par l'ion permanganate (MnO_4^-) pour oxyder les matières organiques contenues dans un litre d'eau. Sa détermination est utilisée essentiellement pour juger la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Sa valeur élevée indique une contamination de l'eau par la matière organique (végétaux en décomposition, bactéries...).

7. L'Alcalinité de l'eau

L'alcalinité d'une eau est due à la présence des bicarbonates (HCO_3^-), des carbonates (CO_3^{2-}) et des hydroxydes (OH^-) ; elle est déterminée par le calcul de deux titres :

- **Le titre alcalimétrique T.A** : qui consiste à la neutralisation, par un acide fort en présence d'un indicateur coloré, de la totalité des ions hydroxydes OH^- et la moitié des ions carbonate CO_3^{2-} à un $\text{pH}=8,3$.

$$\text{T.A (még/l)} = \frac{1}{2}[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-]$$

- **Le titre alcalimétrique complet TAC** : qui consiste à la neutralisation des ions hydroxydes, bicarbonates et carbonates par un acide fort en présence d'un indicateur coloré, c'est-à-dire neutralisation de toutes les espèces basiques présentes.

$$\text{T.A.C (még/l)} = [\text{OH}^-] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}]$$

8. Coagulation-Floculation

La coagulation est le phénomène par lequel certains constituants d'une masse liquide organique (lait, sang, etc.) S'assemblent pour former une masse plus compacte (fromage, caillot, etc.). Autrement dit, c'est la transformation d'une masse liquide en une masse compacte (par exemple, lait → fromage).

On trouve les exemples les plus courants dans la coagulation du lait, du sang et des protéines lors de la cuisson (en particulier de la viande ou des œufs)

➤ la coagulation-floculation dans le cadre du traitement de l'eau potable ou usée

La floculation permet de s'attaquer au problème des faibles diamètres des colloïdes (environ 500 nm de diamètre). Le véritable souci est en fait la masse, qui ne permet pas une sédimentation naturelle et exploitable dans le cadre d'un traitement. La solution exploitée par la floculation est de provoquer, grâce à l'ajout de flocculant, une agglomération des particules colloïdales. Par la suite, cet agglomérat de colloïdes appelé floc dispose d'une masse suffisante pour pouvoir se décanter.

La méthode de coagulation-floculation est intégrée dans le procédé de traitement physico-chimique utilisé pour la potabilisation ou le traitement d'eau usée.

9. Paramètres mesurés par kit :

✎ Test d'Aluminium (Al):

L'aluminium ne présente pas de caractère de toxicité lorsqu'il est retrouvé dans l'eau de distribution. Des quantités massives d'aluminium sont utilisées pour le traitement de l'eau sans conséquences toxicologiques.

Le niveau de la concentration d'aluminium dans l'eau destinée à la consommation humaine est fixé à 0,05 mg/l ; la concentration maximale admissible étant de 0,2 mg/l.

✎ Test du Manganèse (Mn):

Le manganèse fait partie des éléments essentiels de notre nutrition. Sa présence dans l'eau est gênante car elle peut donner à l'eau une couleur noirâtre et provoquer des dépôts d'hydroxydes qui lui confèrent un goût métallique désagréable.

✎ Test du Fer (Fe) :

Comme tout test précédant, celui-ci sert à détecter la présence ou l'absence du Fer dans l'échantillon (eau traitée)

10. Dureté de l'eau

La dureté de l'eau ou titre hydrotimétrique est l'indicateur de la minéralisation de l'eau, il est surtout due aux ions calcium et magnésium. On distingue :

La dureté totale : elle se détermine par un dosage complexométrique par l'E.D.T.A, ce réactif complexe successivement Ca^{2+} puis Mg^{2+} en milieu tamponné, en présence d'indicateur spécifique, le noire ériochrome T.

La dureté calcique : c'est la concentration en ion calcium dans cette eau. Afin de déterminer la concentration des ions Ca^{2+} , le dosage s'effectue à pH basique (12 à 13) pour faire précipiter sélectivement les ions Mg^{2+} puis procéder au titrage des ions calcium restés sous forme soluble.

La dureté magnésium : Il suffit de calculer la différence entre la dureté totale et la dureté calcique

Une eau dure présente des inconvénients d'ordre domestique en raison de la précipitation du calcaire (carbonate de calcium) qui se dépose sur les appareils et les canalisations. En outre, le calcaire diminue l'efficacité des détergents.

Les résultats sont exprimés en méq/l.

II. Les méthodes spectroscopiques :

1. spectrophotométrie

La spectrophotométrie est une méthode d'analyse qui permet de déterminer l'absorbance d'une substance chimique en solution, c'est-à-dire sa capacité à absorber la lumière qui la traverse.

L'absorbance d'une substance chimique dépend de la nature et de la concentration de cette substance ainsi que de la longueur d'onde à laquelle on l'étudie.

Soit une radiation monochromatique de longueur d'onde fixe traversant un échantillon d'épaisseur l , l'absorbance vérifie la **loi de Beer-Lambert** soit :

$$A = \epsilon.l.C$$

Avec :

- A : absorbance
- ϵ : le coefficient d'absorption molaire (en $L.mol^{-1}.cm^{-1}$)
- l : la largeur de la cuve (en cm)
- c : la concentration de la solution en mol/L

La loi de Beer-Lambert établit une proportionnalité entre la concentration d'une entité chimique et la longueur du trajet parcouru par la lumière dans le milieu considéré. Le coefficient de proportionnalité est l'absorbance ou le coefficient d'absorption de celle-ci (figure 1).

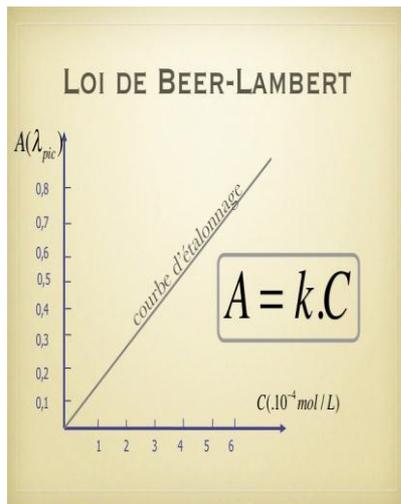


Figure 1: courbe d'étalonnage

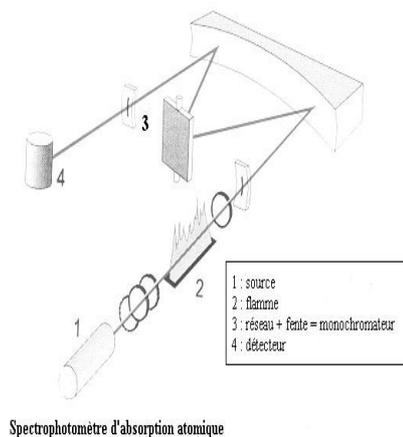


Figure 2 : spectrophotométrie d'absorption atomique

2. Adsorption atomique :

L'absorption atomique ainsi que l'émission de flamme concernent des mesures sur un échantillon transformé en gaz atomique. Une température de 2000 à 3000°C permet cette transformation.

- **A four:** La spectrométrie d'absorption atomique four permet le dosage mono-élémentaire des cations en traces de l'ordre du $\mu\text{g/L}$ dans des échantillons liquides.
- **A flamme :** La spectrométrie d'absorption atomique flamme permet le dosage mono-élémentaire des cations majeurs de l'ordre du mg/L dans des échantillons liquides.

3. Chromatographie en phase gazeuse

La chromatographie est une méthode séparative qui permet l'identification et le dosage des différents composés d'un mélange. Le principe est basé sur les différences d'affinité des composés du mélange avec la phase stationnaire et la phase mobile.

La chromatographie en phase gazeuse (CPG) est, comme toutes les techniques de chromatographie, une technique qui permet de séparer des molécules d'un mélange éventuellement très complexe de nature très diverses. Elle s'applique principalement aux

composés gazeux ou susceptibles d'être vaporisés par chauffage sans décomposition. Elle est de plus en plus utilisée dans les principaux domaines de la chimie, mais aussi en parfumerie ou en œnologie.

Le mélange à analyser est vaporisé à l'entrée d'une colonne, qui renferme une substance active solide ou liquide appelée phase stationnaire, puis il est transporté à travers celle-ci à l'aide d'un gaz porteur. Les différentes molécules du mélange vont se séparer et sortir de la colonne les unes après les autres après un certain laps de temps qui est fonction de l'affinité de la phase stationnaire avec ces molécules

III. Analyse bactériologiques

1. Méthode de la filtration sur membrane pour les eaux traitées

Elle consiste à recueillir, identifier et dénombrer à la surface d'une membrane filtrante stérile les bactéries recherchées dans un échantillon d'eau.

2. Méthode d'incorporation en gélose pour les eaux traitées

La méthode d'incorporation en gélose consiste à dénombrer les microorganismes viables présents dans une portion d'échantillon à analyser.

3. Méthode du nombre le plus probable (NPP) pour les eaux brutes

Il s'agit d'une technique de dénombrement indirecte par calcul statistique après répartition de l'inoculum dans un milieu de culture liquide.

Chapitre I : Description du procédé du traitement de l'eau d'Oued Sebou

1. Station de prétraitement

Le procédé du prétraitement de l'eau brute comporte un certain nombre d'opérations à caractère physique ou mécanique. Il a pour but l'élimination des éléments solides (en suspension ou en flottation) de l'eau jusqu'à une valeur inférieure à 2g/l. Cette opération facilitera les traitements ultérieurs.

Il s'agit de :

Dégrillage : étape préliminaire qui s'effectue à l'entrée de la prise d'eau brute par 3 grilles métalliques à commande automatique qui, par un mouvement de va et vient et de bas vers le haut, qui protège la station contre l'arrivée intempestive de gros objets : bois, plastiques, papiers, bouteilles, branches d'arbres, feuilles...

Relevage : Le relevage permet le pompage de l'eau vers les dessaleurs, cette opération est assurée par 3 vis d'Archimède : un moyen de relevage particulièrement efficace, très fiable et robuste. Elle permet une régularité dans le débit d'alimentation de la station.

Dessablage : est un ouvrage qui permet l'élimination des particules de taille moyenne (sable, gravier) en stockant l'eau dans 2 bassins rectangulaires appelés dessableurs afin de permettre sa décantation. C'est un premier traitement physique de l'eau brute.

Débourbage Elle a pour but de supprimer les particules en suspension par un pré-décantation dans les débourbeurs.

2. Station de traitement

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

Pré-chloration : c'est un procédé utilisé en cas où l'eau brute est chargée en matières organiques. Elle s'effectue avant la décantation, pour permettre au chlore d'agir à temps et de décomposer les matières organiques afin de faciliter leur décomposition dans les décanteurs.

En effet, l'oxydation de ces matières organiques, facilite une bonne floculation et décantation car leur décomposition permet la formation de gros floccs qui descendant sous l'effet de leur poids au fond de décanteur.

Coagulation-floculation : étape qui permet de déstabiliser et d'assurer l'agglomération des particules colloïdales en suspensions.

- **Coagulation** : c'est un traitement visant à neutraliser les charges électrostatiques en surface des particules colloïdales. Elle a pour but principale de déstabiliser les particules en suspension, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. Elle se fait par addition de sulfate d'alumine $Al_2(SO_4)_3, 18 H_2O$. Ou chlorure ferrique $FeCl_3$. Les colloïdes sont des particules de très faible diamètre notamment responsables de la couleur et de la turbidité de l'eau de surface. En raison de leur très faible vitesse de sédimentation. Ils présentent un diamètre compris entre 1 μm à 1nm. L'origine de ces colloïdes est diverse, ils peuvent provenir d'une dissolution de substances minérale, de l'érosion, la décomposition des matières organiques et les déchets agricoles.

- **Floculation** : elle a pour objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, le contact entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglomèrent pour former un floc qu'en peut facilement éliminer par les procédés de décantation ou de filtration.

Le réactif utilisé dans la station est de nature organique : polymère sous forme de poudre ajouté à l'eau (ou alginate), Afin d'accélérer la vitesse de décantation, il réagit par pontages entre les particules.

NB : les doses de coagulants et floculant doivent être déterminés avec précision, sinon le floc qui va être formé va se briser facilement ce qui va altérer la qualité de l'eau produite.

Décantation : est une phase très importante de traitement de l'eau pour récupérer tous ou une grande partie des floes. 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 m^3/h .

La décantation permet aux floes de s'accumuler pour former de la boue qui devra être régulièrement extraite. Plus de 95% des matières en suspension sont éliminées lors de cette étape. L'eau sera ensuite acheminée vers les filtres qui enlèveront les plus petites particules qui n'auront pas sédimenté ou décanté.

Filtration : elle consiste à faire passer l'eau à travers des matériaux poreux afin d'éliminer les matières en suspension restants. Le but de la filtration est d'opérer à la séparation la plus complète possible entre l'eau et les fines particules n'ayant pu être

récupérées par la décantation de manière à obtenir une turbidité de l'eau inférieure à 0,5 NTU.

Désinfection : à la fin du traitement, l'eau filtrée est stockée dans les réservoirs, il va être stérilisé par une chloration finale qui constitue une garantie supplémentaire pour sa potabilité, le chlore résiduel libre doit être maintenu dans l'ordre de 1mg/l à la sortie de réservoir.

Chapitre II : Application de la méthode JAR TEST

1. L'objectif

L'objectif de cette étude expérimentale est l'utilisation et le suivi des analyses pour déterminer les doses optimales de chlore, de sulfate d'alumine et de polymère à injecter au niveau de la station de traitement.

2. Le principe

Il consiste en une rangée de béciers alignés sous un appareillage permettant de tous les agiter à la même vitesse. Les différents béciers ont reçu une dose différente de réactifs et à la fin de l'expérimentation, on détermine quels sont les couples quantités de réactifs / vitesse et temps d'agitation qui permettent d'obtenir l'eau la plus limpide, les floccs les plus gros et les mieux décantés.

3. Mode opératoire

- ✓ Dans chacun des béciers on verse 1 litre d'eau brute et on les place sur le banc de floculation ;
- ✓ On agite l'eau rapidement pendant 5min ;
- ✓ Dans les 6 béciers on ajoute une dose de l'eau de javel correspondant à la demande en chlore précédemment déterminée ;
- ✓ On met en marche les agitateurs à une vitesse d'environ 120 tours/minute ;
- ✓ On ajoute aussi le plus rapidement possible des quantités croissantes du coagulant;
- ✓ On maintient l'agitation rapide pendant 2 minutes ;
- ✓ Après on ajoute le poly-électrolyte et on diminue l'agitation à 40 tours/minute ;
- ✓ On maintient l'agitation lente pendant 20 minutes ;
- ✓ On note le délai d'apparition des floccs (en minute et en seconde) à partir du début de l'agitation lente.

Après l'agitation lente on note l'aspect des floccs formés pour chaque bécier :

Observation	Notation
pas de floc	0
légère opalescence	2
petits points	4
flocons de dimensions moyennes	6
bon floc	8
Excellent	9

- ✓ Après on relève les hélices et on laisse décanter tous les flocons formés dans les béciers pendant 30 min ; on mesure le pH, l'oxydabilité, la turbidité et le chlore résiduel du surnageant :
- ✓ Ensuite on passe le surnageant de chacun des béciers sur des papiers-filtres. Les résultats obtenus après cette filtration sont comparable à ceux obtenus par filtration à sable dans la station de traitement ;
- ✓ Puis on détermine la turbidité, l'alcalinité et l'aluminium résiduel (par kit).

4. Résultats et Discussion

Avant d'entamer cette étude, on doit d'abord déterminer la quantité du chlore injectée en traçant la courbe de break-point.

Demande en chlore :

Le point optimal (break point) est la dose du chlore pour laquelle il ne subsiste plus de composés d'addition chlorés dans l'eau et pour laquelle les odeurs sont minimums.

👉 Mode opératoire

- On introduit successivement dans un erlenmeyer 1 ml d'eau de javel à titrer, 10 ml de solution d'iodure de potassium à 10% et 10 ml de solution d'acide acétique à 9N : coloration brune d'I₂. On titre l'iode libéré par une solution de thiosulfate de sodium N/10 jusqu'à décoloration

- On diluera la solution d'hypochlorite ou l'eau de javel, pour laquelle on a mesuré le degré chlorométrique, avec de l'eau distillée de façon à avoir une solution à 0.1 g/l ;
- On prépare 12 flacons en verre opaque de volume 250 ml, on introduit dans chacun 100 ml d'eau à analyser, puis on ajoute des quantités connues de la solution chlorée, Croissante de flacon en flacon, de façon à avoir des concentrations précises en chlore actif.
- On laisse les flacons à l'obscurité.
- Au bout de 30 min exactement on dose le chlore résiduel avec un comparateur par introduction de réactif DPD: comprimé de mesure du chlore libre.

👉 Résultats

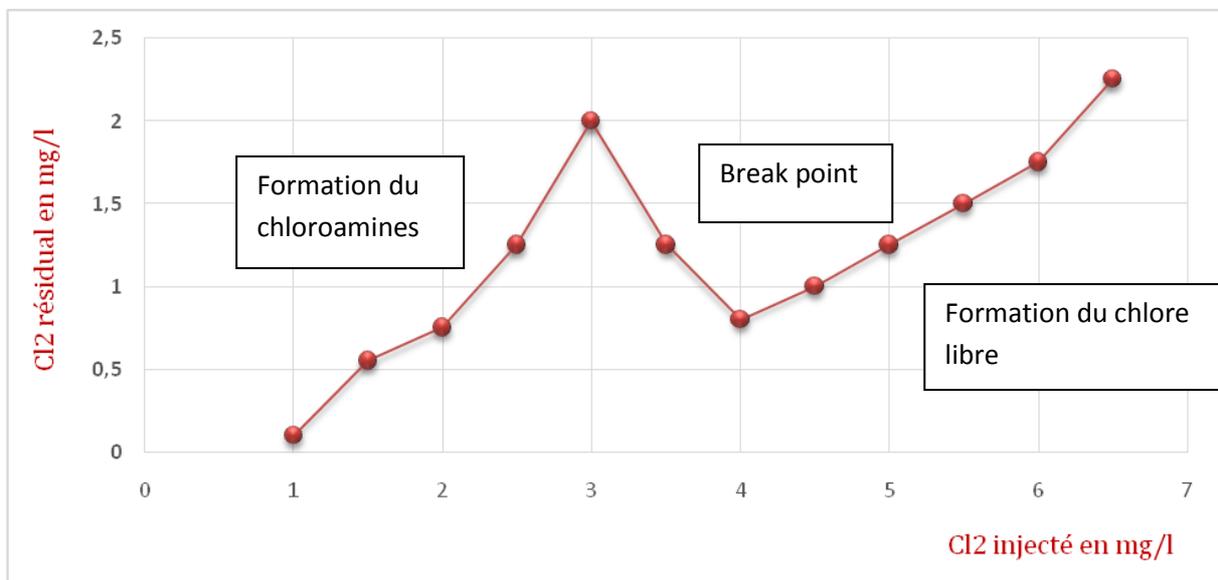


Figure3 : Courbe de la détermination du point critique

👉 Interprétation

Les quantités de chlore qu'on va ajouter à l'étape de pré chloration correspond au break-point= **4 mg/l**.

RESULTATS DES ESSAIS DE COAGULATION - FLOCCULATION

Les valeurs des paramètres physico-chimiques des échantillons d'eau brute analysée

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques de l'eau brute

Eau brute	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3
pH	8,14	7,87	8,12
TA en méq/l	0	0	0
TAC en méq/l	5	5,2	6,3
L'oxydabilité en mg/l	2,4	2,3	2,56
Turbidité colloïdale	3,9	2,59	7,22
Température en °C	20,2	20,9	22
Demande en chlore en mg/l	4	4	4,5
Chlore résiduel en mg/l (break point)	1,8	0,8	1,4

a. Essai 1

On vise à déterminer la dose de coagulant optimale en ajoutant des valeurs croissantes dans les 6 béchers en absence de flocculant. Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau suivant :

➤ Résultats

Tableau 2 : résultats de l'essai 1

N° de bécher	I	II	III	IV	V	VI
Préchloration mg/l	4	4	4	4	4	4
Coagulant mg/l	20	30	40	50	60	70
Aspect de floc	02	04	04	06	06	06
pH	7,82	7,67	7,56	7,4	7,31	7,29
Turbidité décantée NTU	5,19	3,82	3,71	2,71	3,36	3,56
Chlore résiduel mg/l	1	1,2	1	1	1,2	1,2
Turbidité filtrée NTU	0,24	0,2	0,24	0,31	0,29	0,23
TAC	4,78	4,76	4,70	4,5	4,3	4,3
Al résiduel mg/l	0,4	0,35	0,2	0,2	0,12	0,12

➤ Interprétation

D'après les critères de choix du meilleur bécher :

- L'aspect des 3 premiers béchers < 6 donc à éliminer ;
- Le bécher n° IV : Al résiduel = 0.2 mg/l donc à éliminer ;
- Les deux derniers béchers répondent aux critères : On va choisir le bécher n° V puisqu'il contient moins de coagulant.

Donc la dose optimale de coagulant est 60 mg/l.

b. Essai 2 :

Pour déterminer la valeur optimale de flocculant on fixe la dose du coagulant à 60 mg/l et on ajoute des valeurs croissantes de poly électrolyte aux 6 béchers :

↳ Résultats

Tableau 3: Résultat de l'essai 2

N° du bécher	I	II	III	IV	V	VI
Préchloration mg/l	4	4	4	4	4	4
Flocculant mg/l	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
Aspect du floc	04	08	08	08	08	08
pH	7,44	7,4	7,38	7,35	7,32	7,3
Oxydabilité mg/l	0,48	0,96	0,56	0,8	0,64	1,44
Turbidité décantée NTU	1,09	0,7	0,62	0,61	0,53	0,68
Chlore résiduel mg/l	0,8	0,8	0,8	0,8	0,75	0,8
Turbidité filtrée NTU	0,17	0,16	0,12	0,18	0,17	0,21
TAC	4,6	4,5	4,45	4,6	4,6	4,6
AL résiduel mg/l	0,2	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12

➤ Interprétation

Les 5 derniers béchers vérifient les conditions de sélection, on va choisir le bécher n° II : la dose minimum de floculant (pour une raison économique).

✚ **Donc la dose optimale de floculant est 0,1 mg/l**

c. Essai 3 :

On veut chercher la dose optimale de coagulant en présence de floculant, on fixe la valeur de floculant trouvée dans le précédent essai :

➤ Résultat

Tableau 4: Résultat de l'essai 3

N° du bécher	I	II	III	IV	V	VI
Préchloration	4	4	4	4	4	4
Coagulant mg/l	10	20	30	40	50	60
Floculant mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Aspect des Floccs	04	06	08	08	08	08
pH	7,91	7,79	7,66	7,54	7,51	7,39
Oxydabilité mg/l	0,96	0,56	0,56	1,36	0,4	0,96
Turbidité décantée NTU	1,26	0,94	0,93	0,87	0,57	0,82
Chlore résiduel	1	0,8	1	1	1	1
Turbidité filtrée	1,15	0,36	0,14	0,37	0,47	0,26
TAC	5,5	5,4	5,3	5,2	4,9	4,82
AL résiduel mg/l	0,35	0,2	0,2	0,2	0,12	0,12

↘ Interprétation

Le bécher n° VI respecte tous les critères de choix, par conséquent il est choisi.

Dose optimale de coagulant : 60 mg/l

Dose optimale de floculant : 0,1 mg/l

d.Essai 4

Dans cet essai on va changer la vitesse de floculation pour voir son effet sur le procédé. On augmente alors la vitesse à 60 mg/l

↘ Résultat

Tableau 5: Résultat de l'essai 4

N° du bécher	I	II	III	IV	V	VI
Pré chloration mg/l	4	4	4	4	4	4
Coagulant mg/l	10	20	30	40	50	60
Floculant mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Aspect des Flocs	4	4	4	6	6	6
	7,94	7,81	7,71	7,68	7,45	7,38
Oxydabilité mg/l	1,60	1,76	0,40	0,80	1,60	1,20
Turbidité décantée NTU	2,34	1,35	0,69	1	1,2	0,9
Chlore résiduel mg/l	2,5	2	2	2	1	1
Turbidité filtrée NTU	0,36	0,16	0,14	0,27	0,36	0,28
TAC	4,70	4,50	4,40	4,40	4,30	4,20
Al résiduel mg/l	0,5	0,5	0,35	0,2	0,12	0,12

➤ Interpretation

- Les 3 premiers béchers à éliminer : Aspect des floccs < 06 ;
- Le bécher N° IV a un pH > 7.4 et Al résiduel = 0.2 mg/l donc à éliminer ;
- Le bécher N° V ne respecte pas le critère du pH donc à éliminer

Le bécher N° VI est le meilleur

Le fait d'augmenter la vitesse de floculation a conduit à produire des floccs fragiles qui se cassent facilement dans l'essai 4, ainsi les résultats de l'essai 3 sont meilleurs que ceux de l'essai 4.

Donc il est préalable de travailler avec une vitesse de floculation de 40 tr/min.

N.B : Pour optimiser le pH on ajoute de l'acide sulfurique aux 6 béchers pour diminuer leur pH. **Pour améliorer le traitement on peut acidifier l'eau jusqu'à un pH = 7.2**

e. conclusion des résultats

Au cours de cette expérience qui comporte 4 essais on a démontré que la clarification de l'eau brute est améliorée :

- **lorsqu'on utilise le coagulant et le flocculant ensemble ;**
- **lorsqu'on acidifie l'eau brute ;**
- **lorsqu'on travaille à une vitesse de floculation lente pour ne pas risquer de briser les floccs.**

Chapitre III : Effet du jar test sur les paramètres qualitatifs de l'eau

1. objectif

Il s'agit d'observer et de vérifier l'efficacité de cette technique sur la variance de ces paramètres à travers la détermination du ph, turbidité, chlore résiduel, l'oxydabilité et l'aluminium.

2. Principe

La coagulation floculation est un procédé de traitement physico-chimique de clarification de l'eau. Il repose sur la difficulté qu'ont certaines particules à se décanter naturellement : **Les colloïdes.**

La coagulation consiste à la déstabilisation des particules en suspension par la neutralisation de leurs charges négatives en leurs fixant des cations, on utilise pour cela, des réactifs chimiques nommés coagulants.

La phase de coagulation est quasi instantanée et nécessite une agitation importante afin d'obtenir une homogénéisation du milieu, la phase qui vient après coagulation consiste à l'accroissement de volume par rassemblement des particules, elle conduit par la suite à des floccs dont la taille est de l'ordre du millimètre : floculation.

➤ L'effet de jar test sur l'eau après décantation

L'essai de jar test a été effectué sur une eau brute d'Oued Sebou

Tableau 6: Les doses des réactifs utilisés.

Essai	I	II	III	IV	V	VI
Réactifs						
Sulfate d'alumine (mg/l)	20	30	40	50	60	70
Pré chloration (mg/l)	4	4	4	4	4	4
Floculant (mg/l)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Après la décantation nous avons prélevé une certaine quantité d'eau tout en évitant une éventuelle remise en suspension du floc, et nous avons déterminé les divers paramètres les plus influencés par cette étape

Tableau 7 : divers paramètres pendant la décantation

	Essai					
	I	II	II	IV	V	VI
Délai d'apparition du floc pendant agitation lente en min	2	4	4	4	8	6
Aspect du floc en fin d'agitation lente.	Légère opalescence	Petits points	Petits points	Petits points	Bon floc	Flocons de dimension moyenne
Première estimation de la vitesse sédimentation	Lente	Lente	Lente	Moyenne	Rapide	Rapide

On va discuter les analyses suivantes :

1. Potentiel Hydrogène

➤ Méthodologie de mesure de pH

La mesure de pH se fait par un pH-mètre constitué d'un boîtier électronique permettant l'affichage de la valeur numérique du pH, et d'une sonde de pH constituée d'une électrode en verre et une électrode de référence combinée, son fonctionnement est basé sur la différence de potentiel qui apparaît aux bornes de la sonde

Plonger l'électrode dans l'eau à analyser avec soin, attendre que la lecture se stabilise. A la fin de la mesure les électrodes doivent être conservées dans une solution saturée de chlorure de potassium

Les mesures sont exprimées en unité de pH avec 2 chiffres significatifs.

➤ Objectif de la norme NM 03.7.001

La valeur maximale admissible du pH est entre 6,5 et 8,5 et pour que la désinfection de l'eau par le chlore soit efficace, le pH doit être de préférence inférieur à 8.

2. Turbidité

↳ Méthodologie

Rincer le petit flacon en verre avec de l'eau distillée, agiter l'échantillon puis remplir le petit flacon en verre par l'eau à analyser, essuyer et placer le petit flacon en verre dans le puits, fermer le capot, attendre une minute et lire le résultat affiché par le turbidimètre.

Les résultats sont exprimés en NTU (unité de turbidité néphélobimétrique)

↳ Objectif de la norme NM 03.7.001

La norme marocaine relative à la qualité des eaux d'alimentation humaine exige que la valeur maximale admissible soit 5 NTU.

3. Oxydabilité au KMnO_4

↳ Méthodologie

Introduire 100 ml de l'échantillon dans un ballon, ajouter 2 ml d'acide sulfurique, homogénéiser et fixer le réfrigérant, porter à ébullition douce, ajouter 10 ml de la solution de permanganate de potassium et laisser à ébullition pendant exactement 13 min au bain marie, ajouter 1 ml de la solution d'acide oxalique et attendre la décoloration, titrer après décoloration pendant que la solution est encore chaude avec la solution de permanganate de potassium jusqu'à apparition d'une coloration rose persistante environ 30 secondes.

↳ Objectif de la norme NM 03.7.001

La valeur maximale admissible (VMA) de l'oxydabilité est de 5 mg O_2/l .

4. Chlore résiduel

↳ Méthodologie

Mettre environ 5 ml d'eau à analyser dans la cuvette réservée à cet effet.

Ajouter un comprimé de DPD et bien mélanger avec l'eau à analyser jusqu'à dissolution du comprimé. Mettre la cuvette dans le comparateur.

Comparer avec le nuancier du disque approprié et déterminer la concentration résiduelle de chlore en mg/l, il faut comparer et déterminer la couleur de l'échantillon dans un délai d'une minute.

Prendre note du résultat, ils sont exprimés en mg/l.

↳ Objectif de la norme NM 03.7.001

La norme marocaine relative à la qualité des eaux d'alimentation humaine précise que la teneur en chlore résiduel doit être comprise entre : 0,1 et 1 mg/l à la distribution / 0,5 à 1,0 mg/l à la production

✓ Resultats

Tableau 8: Essai Jar-Test après décantation

	Essai					
	I	II	II	IV	V	VI
pH	7,82	7,67	7,53	7,45	7,32	7,22
Oxydabilité	3,32	2,44	2,28	2,16	1,34	1,96
Turbidité en N.T.U	6,77	5,19	4,93	4,78	3,83	5,70
Chlore résiduel en mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

D'après le tableau ci-dessus on a tracé les diagrammes d'évolution des paramètres de potabilisation en fonction de la dose de sulfate d'alumine.

Le pH diminue légèrement au fur et à mesure de l'ajout du sulfate d'alumine.

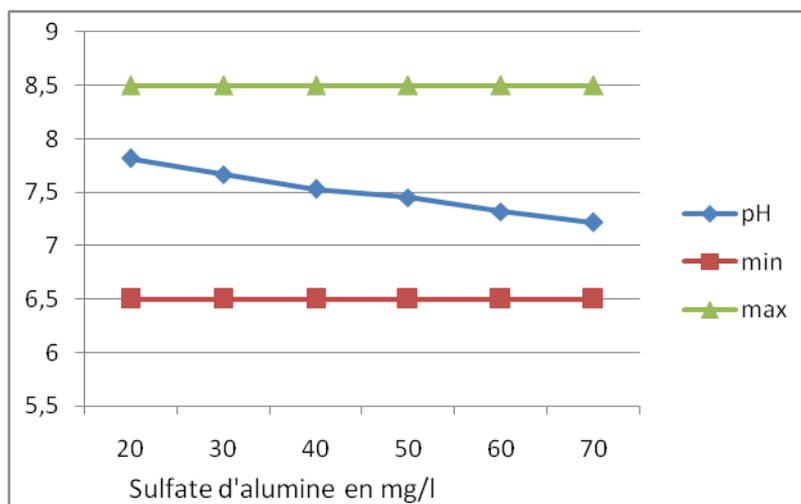


Figure 4 : variation de ph en fonction du sulfate d'alumine

Le ph diminue avec l'ajout du sulfate d'alumine, donc l'eau est acidifiée.

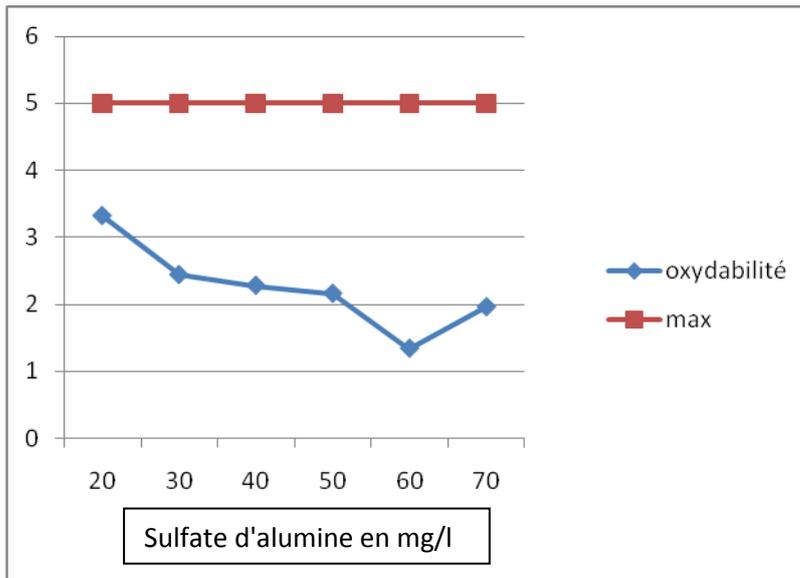


Figure 5 : variation d'oxydabilité en fonction du sulfate d'alumine

L'oxydabilité diminue aussi, mais quand on dépasse la dose optimale il commence à augmenter.

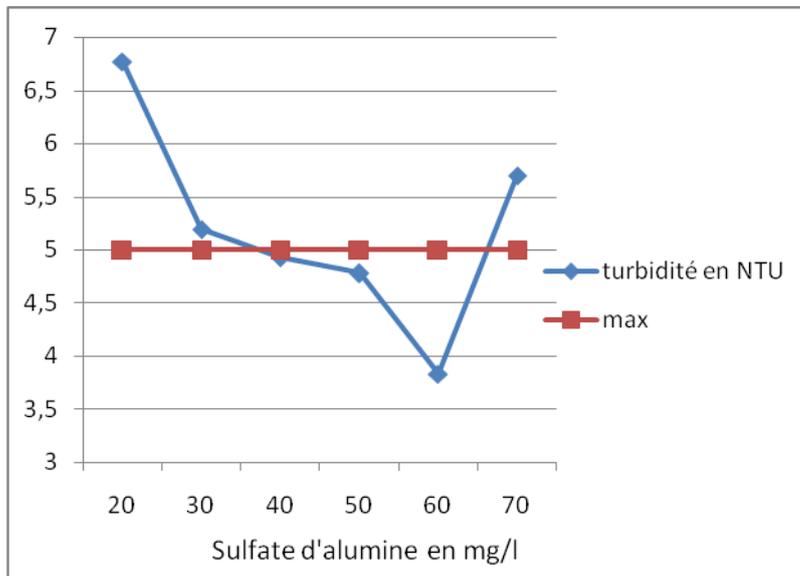


Figure 6 : variation de turbidité en fonction du sulfate d'alumine

La même remarque que l'oxydabilité.

➤ Vérification de la qualité après filtration

On mesure les paramètres suivants :

1. turbidité
2. T.A.C. en meq

👉 Méthodologie

L'eau est acide (TA = 0), passer directement à la détermination du TAC.

Ajouter au contenu de l'Erlenmeyer ayant servi à la détermination du TA deux gouttes d'hélianthine, il se produit une coloration jaune.

- Ajuster la burette contenant l'acide chloridrique (HCL).
- Titrage de contenu de l'Erlenmeyer jusqu'à virage de coloration jaune vers coloration orangé.

👉 Objectif de la norme NM 03.7.001

Il n'existe pas de normes relatives à l'alcalinité, toutefois, si l'eau de distribution est agressive, elle peut corroder les métaux des canalisations en cuivre ou en plomb. Du point de vue de l'hygiène, il n'y a pas de limite à la valeur de l'alcalinité totale admissible.

3. Aluminium

✓ Méthodologie

La détermination de l'aluminium s'effectue par le Kit.

Les résultats sont exprimés en mg/l.

✓ Objectif de la norme NM 03.7.001

La valeur maximale admissible (VMA) de l'aluminium est de 0,2 mg /l.

La présence d'Aluminium à des concentrations supérieures à 0.2 mg/l provoque souvent des plaintes de la part des consommateurs, en raison de la floculation de l'hydroxyde d'aluminium dans les canalisations.

✓ Resultats

Tableau 9: essai Jar -Test après filtration

	Essai					
	I	II	III	IV	V	VI
Turbidité en N.T.U	0.912	0.762	0.523	0.32	0.25	0.434
T.A.C. en meq	4.78	4.76	4.70	4.23	4.11	3.8
Al ³⁺ en mg/l	0.65	0.60	0,50	0.40	0.12	0.6

D'après le tableau ci-dessus on a tracé les diagrammes d'évolution des paramètres de potabilisation en fonction de la dose de sulfate d'alumine.

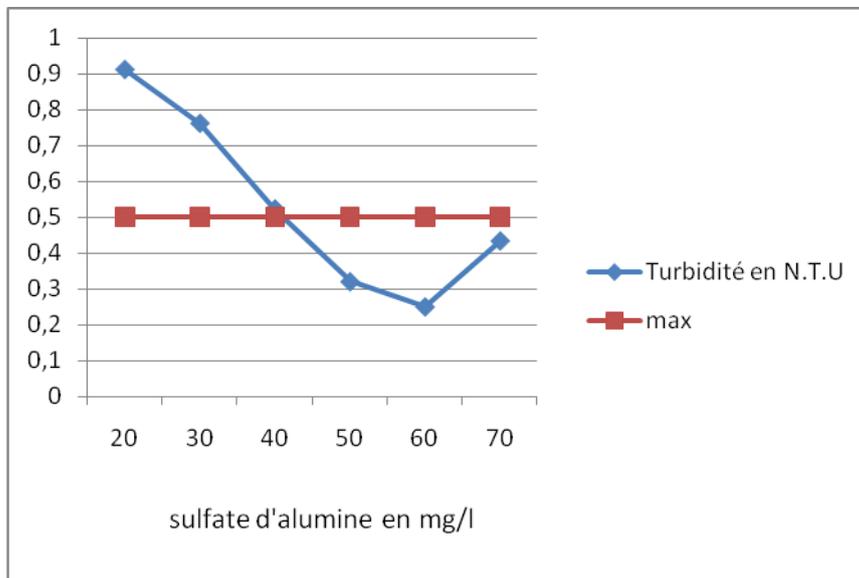


Figure 7 : variation de turbidité en fonction du sulfate d'alumine

La turbidité diminue jusqu'au qu'elle dépasse la dose optimale où il commence à augmenter de nouveau.

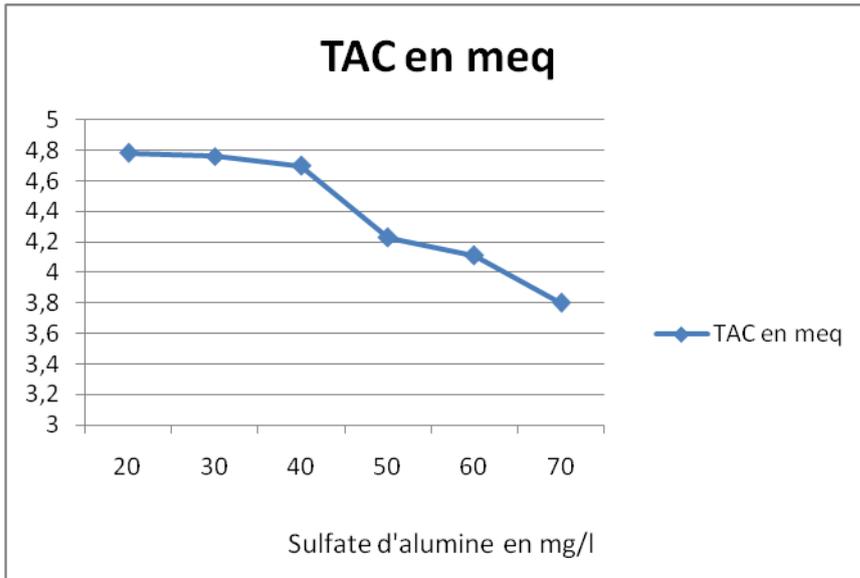


Figure 8 : variation de TAC en fonction du sulfate d'alumine

Diminution de l'alcalinité de l'eau, due à l'acidification de tous les éléments basiques présents dans l'eau.

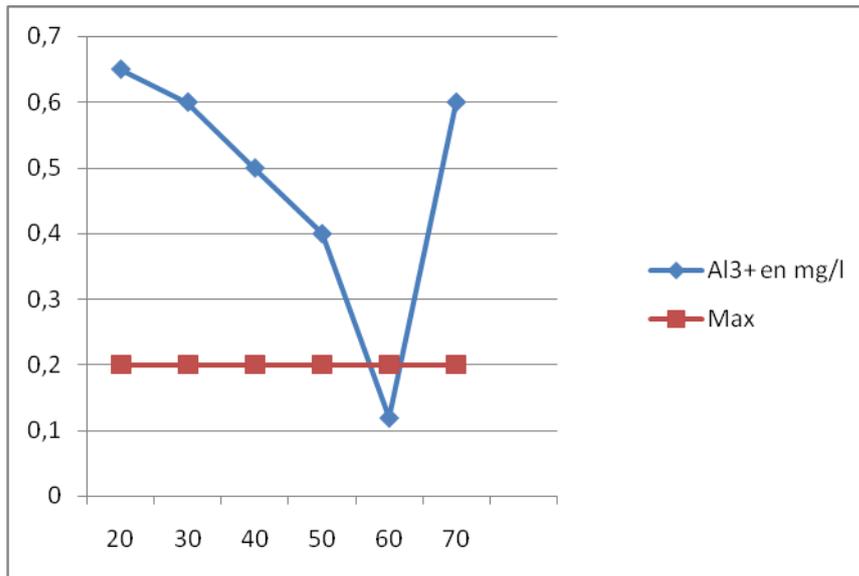


Figure 9 : variation de Al³⁺ en fonction du sulfate d'alumine

Après la dose optimale on remarque une augmentation énorme de l'Al³⁺ due à une fuite d'alumine.

⇒ **Le meilleur bécber doit présenter les caractéristiques suivantes :**

- **Taille des floes > 6 ;**
- **Turbidité de l'eau décantée < 5 NTU ;**
- **Turbidité filtrée sur papier bande blanche < 0.5 NTU ;**
- **pH de floculation entre 7.00 et 7.40 ;**
- **Oxydabilité à chaud pendant 13min < 2mg/l ;**
- **Aluminium résiduel < 0.2 mg**

Conclusion

A partir des résultats du jar test sur les eaux brute d'Oued Sebou par des doses croissantes du sulfate d'aluminium, nous avons pu constater que le rendement d'élimination de la turbidité augmente jusqu'à la dose optimale (60mg/l).Après cette dose il se produit l'effet inverse du sulfate d'alumine (**dé coagulation**).

- On remarque aussi que l'utilisation d'une dose du sulfate d'alumine supérieure ou égale à 60mg/l, avec une dose de 0.1 mg/l du poly électrolyte donne une bonne floculation car les floes formés sont importants et décantent rapidement.
- On constate aussi que les concentrations en aluminium sont assez importantes, et elles diminuent avec l'augmentation de la concentration du sulfate d'aluminium. Ces concentrations sont supérieures à la norme fixée par l'OMS qui est de 0.2 mg/l sauf pour la dose 60mg/l
- l'utilisation du sulfate d'alumine constitue un apport artificiel d'aluminium au cours de la clarification des eaux. Il est connu que l'aluminium a un impact sur la santé, il peut constituer un facteur de risque dans le développement ou l'accélération de la maladie de cerveau. Une concentration importante en aluminium peut aussi conduire à une dégradation des qualités physico-chimiques de l'eau distribuée (problème de défloculations au niveau des canalisations augmentation de la turbidité, dépôts dans les conduites, ...).