



Licence Sciences et Techniques (LST)

GENIE CHIMIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

OPTIMISATION DE TRAITEMENT DES EAUX PAR COAGULATION FLOCCULATION

Présenté par :

◆ **Salah-Eddine ADIL**

Encadré par :

◆ **Mr Mohammed kaddouri (O.N.E.P)**
◆ **Pr Safia SABIR (FST)**

Soutenu Le **07 Juin 2016** devant le jury composé de:

- **Pr Safia SABIR**
- **Pr Adiba KANDRI RODI**
- **Pr Abdessalam BENTAMA**

Stage effectué à **O.N.E.P-KHEMISSSET**

Année Universitaire **2015 / 2016**

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES – SAISS

☒ B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES

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

Remerciements

Au terme de mon stage fin d'études je tiens à adresser mes profonds remerciements à la direction régionale nord-ouest, Kenitra de l'Office National d'Électricité et de l'Eau potable-Branche Eau, de m'avoir accueilli comme stagiaire au sein de son département.

*Je tiens tout particulièrement à remercier mon encadrant de stage **M. Mohammed KADDOURI** chef de la station de traitement d'eau El Kansera, mon encadrant à la faculté des sciences et techniques de FES **Pr. Safia SABIR**.*

*Je remercie également les techniciens du laboratoire **M. Redouan BOUHAJA**, **M. Anouar BOUKHARTA** pour leurs conseils et leur guide tout au long de la période de stage en mettant à ma disposition les informations et les recommandations nécessaires aidant à comprendre les techniques du travail et à la réalisation de ce rapport.*

*Ainsi que les membres du jury **Pr. Adiba KANDRI RODI** et **M. Abdessalam BENTAMA** d'avoir accepté de juger et d'évaluer ce modeste travail.*

D'une façon générale je remercie toute l'équipe de travail à la station de traitement El Kansera pour leur gentillesse.

Sommaire

Pages

INTRODUCTION

CHAPITRE 1 : L'OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET D'ELECTRICITE (BRANCHE EAU

| | |
|--|---|
| 1. HISTORIQUE..... | 2 |
| 2. MISSIONS DE L'ONEE-BRANCHE EAU..... | 2 |
| 3. AXES STRATEGIQUES..... | 2 |
| 4. ORGANIGRAMME..... | 3 |

CHAPITRE 2 : LES DIFFERENTES ETAPES DE TRAITEMENT DANS LA STATION DE TRAITEMENT EL KANSRA ET LES DIFFERENTES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES EFFECTUEES AU LABORATOIRE DE LA STATION DE TRAITEMENT

| | |
|--|----|
| I. DESCRIPTION DE LA STATION DE TRAITEMENT..... | 3 |
| II. ETAPES DE TRAITEMENT DE L'EAU DU BARRAGE EL KANSRA..... | 4 |
| 1. Pré-chloration..... | 4 |
| 2. Aération..... | 4 |
| 3. Coagulation Floculation..... | 5 |
| 4. Décantation..... | 5 |
| 5. Filtration..... | 6 |
| 6. Désinfection..... | 6 |
| III. LES DIFFERENTES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES EFFECTUEES AU LABORATOIRE DE LA STATION DE TRAITEMENT..... | 7 |
| 1. TURBIDITE..... | 7 |
| 2. POTENTIEL HYDROGENE PH..... | 7 |
| 3. CONDUCTIVITE ELECTRIQUE..... | 7 |
| 4. CHLORE RESIDUEL..... | 7 |
| 5. DETERMINATION DE L'ALCALINITE DE L'EAU TA ET TAC..... | 8 |
| 6. TITRE HYDROTOMETRIQUE TH..... | 9 |
| 7. OXYDABILITE (INDICE PERMANGANATE)..... | 9 |
| 8. OXYGENE DISSOUT..... | 10 |
| 9. PH DE SATURATION PHS..... | 11 |
| 10. PARAMETRES MESURES PAR KIT..... | 11 |
| 11. DEMANDE EN CHLORE..... | 12 |
| 12. TEMPERATURE..... | 14 |

CHAPITRE 3 : OPTIMISATION DE TRAITEMENT PAR COAGULATION FLOCCULATION (JAR-TEST)

| | |
|---|----|
| 1. JAR-TEST..... | 15 |
| 2. PARTIE EXPERIMENTALE..... | 16 |
| a. Essai 1 : Effet de la concentration du coagulant sur la coagulation..... | 17 |
| b. Essai 2 : Effet de l'ajout de flocculant sur la coagulation floculation..... | 20 |
| c. Essai 3 : Effet de la nature de flocculant sur la coagulation floculation..... | 24 |
| CONCLUSION..... | 25 |
| REFERENCE BIBLIOGRAPHIE..... | 26 |

Liste des tableaux

Pages

| | |
|---|----|
| Tableau 1: Chlore injecté et chlore résiduel | 13 |
| Tableau 2: Caractéristiques de l'eau brute..... | 17 |
| Tableau 3: Résultats de l'effet des doses du coagulant sur la coagulation floculation | 17 |
| Tableau 4: Caractéristiques de la dose choisie du coagulant sulfate d'alumine | 20 |
| Tableau 5: Caractéristiques de l'eau brute | 20 |
| Tableau 6: Résultats de l'effet d'ajout de flocculant sur la coagulation floculation..... | 21 |
| Tableau 7: Caractéristiques qui correspond à la dose choisie du flocculant | 23 |
| Tableau 8: Caractéristiques de l'eau brute | 23 |
| Tableau 9: Résultats de l'effet de la nature de coagulant sur la coagulation..... | 24 |
| Tableau 10: Caractéristiques qui correspondent à la dose optimale du l'alginate | 25 |

Liste des figures

Pages

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Les étapes de traitement des eaux du barrage EL KANSRA | 3 |
| Figure 2 : Cascade d'aération..... | 4 |
| Figure 3/4 : Décanteur..... | 5 |
| Figure 5 : Filtres à sable..... | 6 |
| Figure 6 : Turbidimètre | 7 |
| Figure 7 : Comparateur | 8 |
| Figure 8 : Oxymètre | 11 |
| Figure 9 : Variation du chlore résiduel en fonction du chlore injecté | 14 |
| Figure 10 : Appareil jar-test | 15 |
| Figure 11: Variation de la turbidité en fonction de la dose du coagulant (sulfate d'alumine). | 18 |
| Figure 12: Variation du pH de l'eau filtrée en fonction de la dose du coagulant sulfate d'alumine..... | 19 |
| Figure 13 : Variation de la turbidité en fonction des doses de polymère injecté | 22 |
| Figure 14 : Variation du pH en fonction de doses injectées de polymère | 22 |
| Figure 15: Variation de la turbidité en fonction de doses injectées de l'alginate..... | 25 |
| Figure 16 : Variation du pH en fonction de doses injectées de l'alginate | 25 |

Chapitre 1 :

Présentation de l'ONEE-

branche eau

Chapitre 3 : Optimisation de traitement par coagulation floculation (jar-test)

**Chapitre 2 : Les différentes
étapes de traitement et des
analyses physico-chimiques
effectuées dans la station de
traitement « EL
KANSERA »**

(1) : Aspect du floc de l'agitation lente

- 00: Pas de floc**
- 02 : Légère opalescence**
- 04 : Petits points**
- 06 : Flocons de dimension moyenne**
- 08 : Bon floc**
- 10 : Excellent**

(2) : estimation de la vitesse

- L : Lente**
- M : Moyenne**
- R : Rapide**

Annexes

Annexe 1 :

➤ *La démonstration de la relation du titre alcalimétrique complet*

$$\text{TAC} = V_e \text{ (még/l)}$$

Au cour de l'expérience on réalise un dosage par HCL (0,1N)

On a $N_a \cdot V_a = N_b \cdot V_b$

Donc $N_a = N_b \cdot V_b / V_a$

⇔ $N_a = 0,1 \cdot V_b / 100$

⇔ $N_a = 10^{-3} \cdot V(\text{HCL}) \text{ (éq/l)}$

⇔ $N_a = V_b \text{ (még/l)}$

Donc $N_a = \text{TAC} = V_b \text{ (még/l)}$

V_b : volume à l'équilibre de HCl.

N_b : normalité de HCl (0,1N).

V_a : volume de la prise d'essai 100ml.

N_a : normalité des alcalins

Annexe 2 :

➤ *La démonstration de la relation du titre hydrotimétrique :*

$$\text{TH (még/l)} = V_e \times 0.4$$

Soient :

N_a : Normalité d'EDTA.

V_e : volume à l'équilibre d'EDTA

N_b : La somme de la Normalité des ions Ca^{2+} et Mg^{2+}

V_b : Volume de l'échantillon ($V_b = 100 \text{ ml}$).

A l'équilibre :

$$N_a \cdot V_e = N_b \cdot V_b$$

$$N_b = N_a \cdot V_e / V_b$$

$$N_b = (0,2 \cdot 2 \cdot V_e) / 100$$

$$N_b = 0,0004 \cdot V_e \text{ (éq/l)}$$

Donc : $N_b = 0,4 \cdot V_e \text{ (még/l)}$

Donc : $\text{TH} = 0,4 \cdot V_e \text{ (még/l)}$

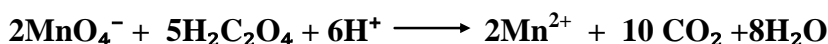
On a : $N_a = \text{Ca} \cdot 2$

Annexe 3 :

➤ *La démonstration de la relation de l'oxydabilité :*

$$[\text{O}_2] \text{ mg/l} = 0,8 \cdot V_e$$

Avec V_e le volume à l'équilibre de KMnO_4



On a d'après la réaction du dosage:

$$n(\text{MnO}_4^-) / 2 = n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) / 5$$

$$n(\text{MnO}_4^-) = (n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) \cdot 2) / 5 \quad \text{on a } n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 2n(\text{O}_2)$$

$$n(\text{MnO}_4^{2-}) = (2n(\text{O}_2) \cdot 2) / 5$$

$$n(\text{O}_2) = (n(\text{MnO}_4^{2-}) * 5) / 4$$

$$n(\text{O}_2) = (C * V_e * 5) / 4$$

$$\text{on a : } C = N/P$$

$$n(\text{O}_2) = (V_e * 5) / (4 * 100 * 5)$$

$$C = 1 / (100 * 5)$$

$$m(\text{O}_2) / M(\text{O}_2) = V_e / (4 * 100)$$

$$\text{avec : } M(\text{O}_2) = 32 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{O}_2) = (32 * V_e) / (4 * 100)$$

$$m(\text{O}_2) / V_{\text{éché}} = (8 * V_{\text{tb}}) / (100 * V_{\text{éché}})$$

$$C_m(\text{O}_2) = 8 * 10^{-3} * 10^{-1} * V_e \text{ (g/l)}$$

$$C_m(\text{O}_2) = 0,8 * V_e \text{ (mg/l)}$$

Annexe 4 :

➤ La démonstration de la relation de la demande en chlore :

$$C \text{ (g/l)} = T_b * 3,55$$

Les réactions mises en jeu :



Soient:

N_a : Normalité de Cl_2 .

V_a : Volume de l'échantillon ($V_a = 1 \text{ ml}$).

N_b : Normalité de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

V_e : volume à l'équilibre de thiosulfate de sodium V_e .

A l'équilibre :

$$N_a * V_a = N_b * V_e$$

$$N_a = N_b * V_e / V_a$$

$$N_a = 10^{-1} * V_e \text{ (éq/l)}$$

$$\text{On a : } [\text{Cl}_2] = 10^{-1} * V_e / 2$$

$$\text{Donc : } [\text{Cl}_2] = 5 * 10^{-2} * V_e \text{ (mol/l)}$$

$$\text{On a : } [\text{Cl}_2]' = [\text{Cl}_2] * M_{\text{Cl}_2} \text{ (avec } M_{\text{Cl}} = 35,5 \text{ g/mol)}$$

$$[\text{Cl}_2]' = 5 * 10^{-2} * V_e * 71$$

$$\text{Donc : } C = 3,55 * V_e \text{ (g/l)}.$$

Introduction

L'eau est un facteur essentiel pour la vie, l'hygiène et le développement. L'eau est considérée comme potable lorsqu'elle ne présente aucun danger pour la santé, et pour protéger et exploiter cette source au mieux, l'état a édifié l'office national de l'eau potable, ce dernier assure la production et la distribution de l'eau potable, ainsi que le contrôle de qualité des eaux. Afin de contrôler la qualité d'une eau, il est nécessaire d'effectuer des analyses qui révèlent la présence de gaz, de matières minérales et de matières organiques en suspension ou en solution et éventuellement des micro-organismes. De ce fait, l'office national d'eau potable et d'électricité O.N.E.E (branche eau) prend en charge la planification, la gestion de l'ensemble des ressources en eau et le contrôle de qualité de cette source naturelle.

Mon stage a été réalisé au sein de l'O.N.E.E, il a pour objectif le suivi des différentes étapes de traitement de l'eau et particulièrement l'optimisation de traitement par coagulation floculation des eaux de barrage EL KANSERA.

Ce rapport se présente comme suit :

- ✓ Dans la première partie nous allons présenter l'office national d'eau et d'électricité (branche eau).
- ✓ Dans la deuxième partie nous décrivons les différentes étapes de traitement ainsi que les analyses physico-chimiques effectuées dans la station EL KANSERA.
- ✓ Enfin la dernière partie sera consacrée à optimisation de traitement par coagulation floculation.

I. Historique de l'office national de l'eau potable

Créé en 1972, l'office national de l'eau potable (O.N.E.P) est un établissement semi-public à caractère industriel, et commercial doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière. L'O.N.E.P, est l'un des véritables « levier » de l'économie Marocain. Organisme à caractère commercial et industriel, il anticipe, accompagne et développe l'essor de l'activité de l'eau en créant les infrastructures de base qui le favorisent et le conditionnement dans le cadre des grands choix de la politique socio-économique nationale, créée en 1929 sous le nom régit d'exploitation, installation et planification (R.E.I.P), est devenu, régit d'exploitation et installation R.E.I au lendemain de l'indépendance puis O.N.E.P en 1972. L'office national de l'électricité et l'office national de l'eau potable sont associés sous le nom de l'office national d'électricité et l'eau potable l'O.N.E.E.

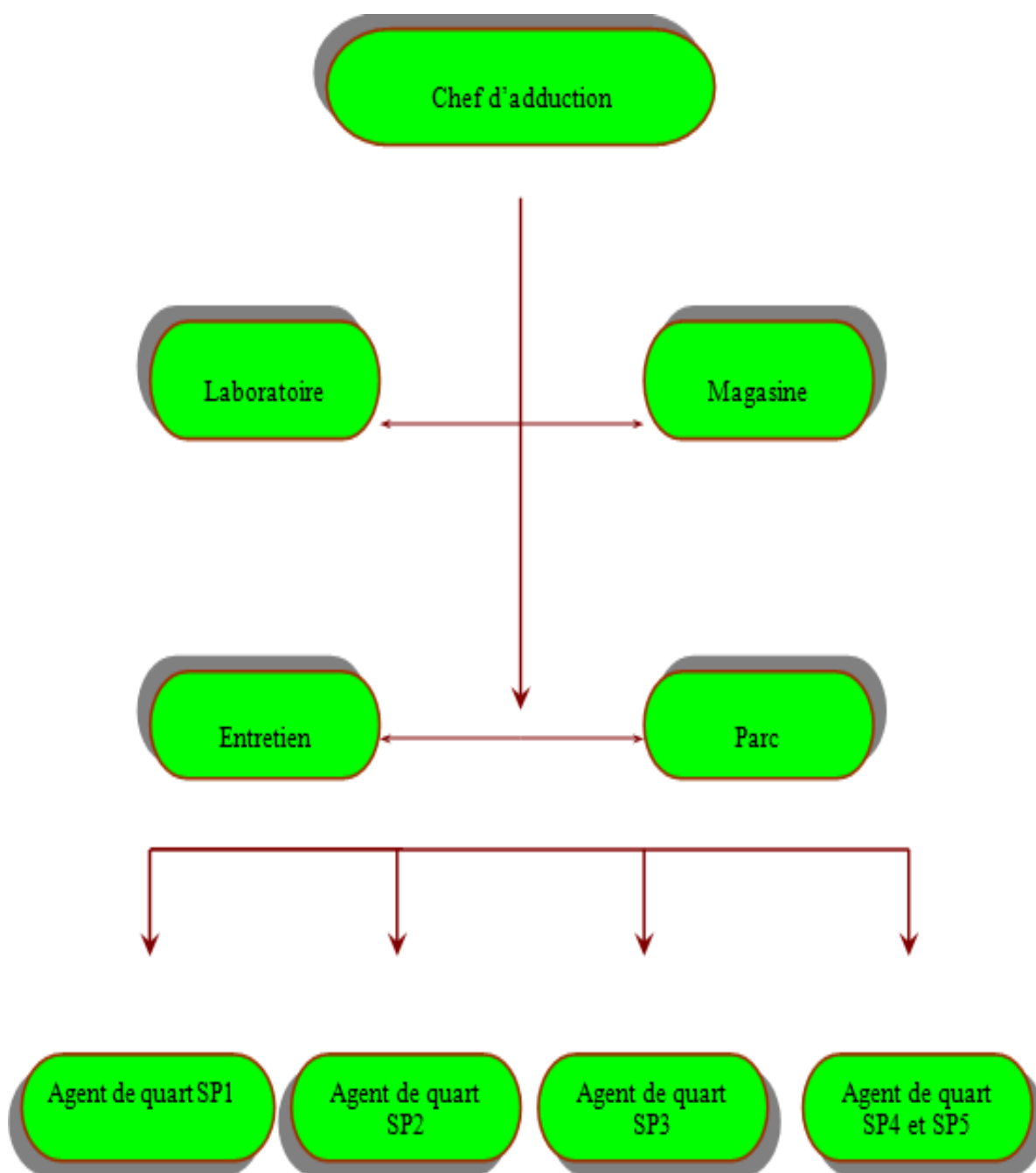
II. Mission de l'O.N.E.P

- ❖ Planification de l'approvisionnement en eau potable au niveau national.
- ❖ Production de l'eau potable.
- ❖ Distribution de l'eau potable pour le compte des collectivités locales C.L.
- ❖ Gestion de l'assainissement liquide pour le compte de C.L.
- ❖ Contrôle de la qualité d'eau.

III. Axes stratégiques

- ❖ Sécuriser et améliorer l'approvisionnement en eau potable eu milieu urbain.
- ❖ Généralisation de l'accès en eau potable.
- ❖ Prendre en charge la gestion du service assainissement liquide.

IV. Organigramme de l'O.N.E.P



I. Description de la station de traitement

Avant 1974, la ville de Khémisset était alimentée par des eaux souterraines, les quantités étant devenues bien insuffisantes pour desservir les besoins des villes de la province. En cette année, il était nécessaire d'alimenter les villes par les eaux de surface qui sont prélevées au barrage d'EL KANSERA d'OUED BAHT qui se situe à 40Km de Khémisset. Cette eau est transportée par des stations de pompes de volume transité $32800 \text{ m}^3/\text{j}$, l'adduction d'EL KANSERA a une capacité insuffisante pour satisfaire les besoins liés à l'extension des villes (Ait yadine, Khémisset, Tiflet, S.A.Razzak...) ceci a amené l'O.N.E.P à concevoir l'extension de l'adduction dont la capacité de production doit atteindre $53500 \text{ m}^3/\text{j}$. La station de traitement est dotée d'un laboratoire d'analyse le personnel de ce laboratoire assure la surveillance du réseau d'approvisionnement en eau potable et de la prise d'eau brute jusqu'aux points de livraison aux consommateurs. Cette surveillance, destinée à protéger la santé du consommateur, est basée sur des normes et règlements nationaux en vigueur régissant la qualité de l'eau potable avec recours, au besoin, aux directives internationales.

II. Étapes de traitement de l'eau d'EL KANSERA

Les différentes étapes de traitement sont détaillées dans la figure suivante (figure1):

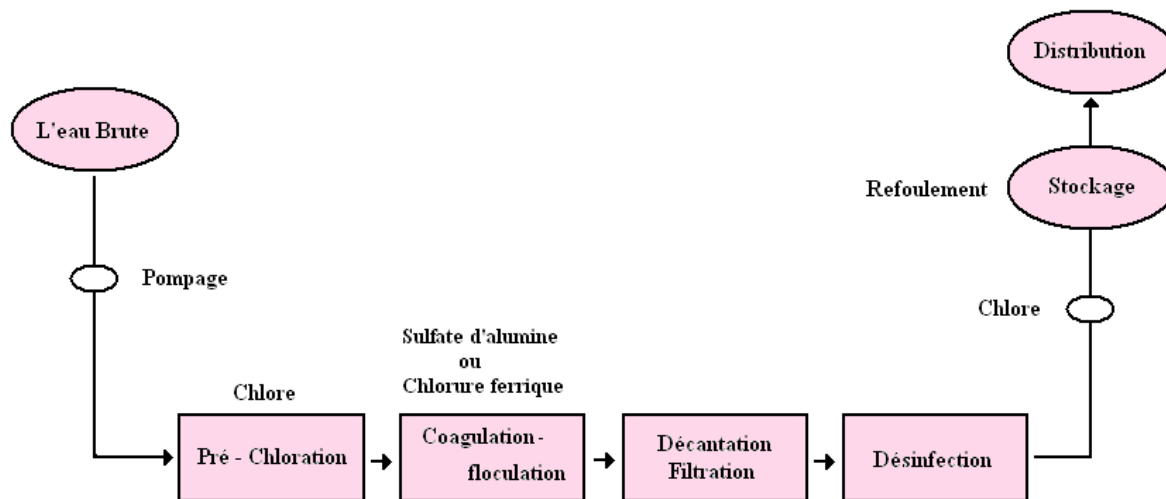


Figure 1 : les étapes de traitement d'eau d'EL KANSERA

1. Pré-chloration

C'est la première phase de traitement qui consiste à injecter le chlore dans l'eau brute pour : Dégrader la matière organique et Détruire les bactéries, les virus et tous micro-organismes présents dans l'eau, et éliminer leurs développements.

La réaction du chlore dans l'eau est la suivante :



2. Aération

Il s'agit d'un système simple de transfert de gaz liquide qui permet la ré-oxygénation de l'eau par son ruissellement à travers 4 cascades à 3 étages en parallèle (figure2). L'aération a pour but :

- ❖ D'Eliminer et oxyder quelque trace du Fer et du Manganèse.
- ❖ D'augmenter la concentration en oxygène dissout dans l'eau.



Figure 2: Cascade d'aération

3. Coagulation –Floculation

L'ajout du sel métallique (généralement le fer ou l'aluminium), permet de supprimer les répulsions inter colloïdales : les cations métalliques (Al^{3+} et Fe^{3+}) se lient aux colloïdes et les neutralisent, les particules colloïdales peuvent désormais se rencontrer. La station utilise le sulfate d'alumine $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ comme coagulant avec une vitesse d'agitation élevée. Après la diminution du gradient de vitesse, l'ajout du Poly-électrolyte permet d'agglomérer les particules et les aident à coller les unes contre les autres pour former des floccs plus volumineux qui vont se décantent.

4. Décantation

C'est une technique physique qui vise à retenir l'eau le plus longtemps possible et permet ainsi le dépôt de la plus grande quantité des floccs sous l'effet de leurs poids et de la pente des décanteurs. Proprement dit qu'après l'étape de coagulation-floculation, on obtient un liquide

contenant de nombreuses particules, cette eau est envoyée dans le bassin de décantation pour la sédimentation des floes au fond du décanteur. L'eau claire reste en haut et passe par des petites ouvertures dans des chicanes qui ralentissent la vitesse d'eau et la guide vers la prochaine étape, les floes obtenus sont éliminés par un système de raclage des sédiments et de purge.

Nombre des bassins : 4 décanteurs étagés

Vitesse de décantation : 1.22 m/h.

5. Filtration

Dans le but d'éliminer les petites particules qui n'ont pas été décantées l'O. N.E.E-branche eau utilise un filtre à sable (1mm de diamètre) (Figure3). Au-dessous de la couche de sable se trouve une couche de gravier et des buselures qui permet le passage de l'eau traitée directement aux réservoirs. A cause du colmatage des filtres il est nécessaire d'effectuer un lavage (barbotage) qui se fait par un système de pompage qui souffle de l'air et l'eau traitée en dessous du filtre.

La hauteur du sable : 1.2 m. La vitesse de filtration : 5.32 m/h Nombre de filtres : 6.



Figure 3 : les bassins de filtration à sable

6. Désinfection

L'O. N.E.E-branche eau utilise le chlore pour désinfecter l'eau filtrée. Le chlore est très utilisé que l'ozone car sa durée de vie est grande et qu'il est moins coûteux ce qui assure une bonne qualité de l'eau dans les conduites.

Remarque

Si le niveau d'eau au barrage est très bas, on ajoute du charbon actif pour éliminer la prolifération du mauvais goût et de mauvaise odeur.

III. Analyses physico-chimiques effectuées dans la station de traitement de l'eau d'EL KANSERA

Afin de protéger la santé du consommateur et pour obtenir une eau traitée qui répond aux normes, la station de traitement de l'O.N.E.E-branche eau effectue plusieurs analyses physico-chimiques.

1. Turbidité

La turbidité est une propriété qui renseigne sur la limpidité d'une eau. Elle dépend des matières colloïdales présentes dans l'eau.

La turbidité est mesurée à l'aide d'un turbidimètre et s'exprime en NTU.

➤ La valeur maximale admissible :

< 5 NTU pour l'eau décantée.

< 0,5 NTU pour l'eau traitée.

2. Potentiel hydrogène pH

Le pH, qui est une indication de la tendance de l'eau à être acide ou alcaline, est déterminé par mesure potentiométrique à l'aide d'une électrode de verre (pH-mètre) qui permet de déterminer l'activité des ions hydrogènes présents dans l'eau.

3. Conductivité électrique

La conductivité électrique est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. Ce paramètre a pour but de donner une idée sur la salinité d'eau puisque les sels minéraux en solution sont de bons conducteurs, la conductivité électrique s'exprime en micro-siemens/cm.

4. Chlore résiduel

Le test du chlore sert à détecter, par un dosage colorimétrique, la quantité du chlore résiduel dans l'échantillon. L'ajout du DPD (di-éthyleparaphénylène diamine), sous forme de comprimé donne en présence du chlore résiduel une coloration rose. Des disques colorés étalonnés spécifiques pour chaque réactif et un comparateur sont utilisés pour la déduction des différents teneurs en chlore (Figure : 4).

➤ La valeur maximale admissible : 1mg/l



Figure 4 : Comparateur

5. Détermination de l'alcalinité de l'eau TA et TAC

L'alcalinité des eaux est essentiellement due à la présence des carbonates (HCO_3^-), bicarbonates (CO_3^{2-}) et des hydroxydes (OH^-).

Titre alcalimétrique(TA)

Le TA correspond au dosage de la moitié des ions carbonates (CO_3^-) et la totalité des ions hydroxydes (OH^-) à un pH supérieur à 8.3.

Mode opératoire

Dans un échantillon de 100 ml, on ajoute 2 gouttes de phénophtaléine, si le pH de l'échantillon est :

< 8,3 : l'échantillon est incolore alors $\text{TA}=0$

> 8,3 : l'échantillon est de couleur rose, donc le TA est déterminé par dosage par l'acide chlorhydrique de 0,1 N jusqu'à décoloration.

Titre alcalimétrique complet (TAC)

Le T.A.C correspond à la neutralisation des ions hydroxydes, carbonates et hydrogénocarbonates par un acide fort. La mesure de TAC succède à celle de TA.

Mode opératoire

A 100 ml de l'échantillon, on ajoute 2 gouttes d'hélianthine et on réalise le dosage par HCL (0,1 N) jusqu'à la zone de virage rose/ orange. Le T.A.C s'exprime en méq/l (tombée de burette) selon la relation suivante:

$$\text{TAC} = V_e \text{ (méq/l)} : V_e \text{ est le volume à l'équilibre (Annexe 1).}$$

6. Titre hydrotimétrique (TH)

La dureté totale ou le TH d'une eau est la concentration totale en ions calcium, magnésium et autres cations bivalents et trivalents dans cette eau.

Mode opératoire

A 100 ml d'eau à analyser, on ajoute 5 ml de la solution tampon ammoniacal, une petite quantité d'indicateur de noire d'ériochrome. On dose au moyen de la solution EDTA (0,02M) jusqu'à l'obtention d'une couleur bleu.

$$\text{Expression des résultats :} \quad \text{TH (méq/l)} = \text{Ve} \cdot 0,4 \quad (\text{Annexe 2})$$

Dureté calcique

La dureté calcique d'une eau est la concentration en ion calcium Ca^{2+} dans cette eau.

Mode opératoire

Dans 100 ml de l'échantillon, on ajoute 5ml de solution de NaOH (2 mol/l) et petite quantité d'indicateur coloré HSN (apparition de coloration rose).

A l'aide de la burette, on verse l'EDTA (0,02 N), goutte à goutte, tout en agitant la solution entre chaque addition jusqu'au virage de la coloration rose vers la coloration bleue royal.

N.B : l'addition du NaOH a pour but de précipiter le Ca^{2+} sous forme $\text{Ca}(\text{OH})_2$



Expression des résultats

$$[\text{Ca}^{2+}] = \text{tombée de burette} \times 0,4 \text{ en méq/l.}$$

7. Oxydabilité (indice permanganate)

L'indice permanganate d'une eau correspond à la quantité d'oxygène exprimée en mg/l cédée par l'ion permanganate (MnO_4^-) et consommée par les matières oxydables contenues dans un litre d'eau.

➤ Méthode en milieu acide et à chaud

Les matières oxydables contenues dans l'eau à analyser, sont oxydées par un excès de permanganate de potassium en milieu acide et à chaud pendant 13min. Ensuite, le KMnO_4 est réduit par l'acide oxalique en excès, et enfin un dosage en retour de cet excès est effectué par le KMnO_4 .

Les réactions de dosage effectuées sont :



La réaction globale est



Mode opératoire

Dans un ballon à col rodé, on introduit successivement 100 ml d'échantillon, 2 ml de H_2SO_4 concentré et 10 ml de KMnO_4 (N/100). Le mélange est ensuite chauffé dans un bain marie à 105°C pendant 13 mn. Après, on ajoute 1ml d'acide oxalique (0.1N) et on effectue un dosage avec KMnO_4 (N/100). La solution prend une couleur rose au point d'équilibre.

L'oxydabilité est évaluée à l'aide de la formule suivante :

$$[\text{O}_2] = \text{Ve} * 0.8 \text{ (mg/l)} \quad (\text{Annexe 3})$$

➤ **La valeur maximale admissible : 2mg/l**

8. Oxygène dissout

Dans les eaux naturelles, l'oxygène dissout est un facteur écologique essentiel car sa présence permet la respiration des êtres vivants aquatiques

La quantité d'oxygène dissout est mesurée par un oxymètre et exprimée en mg d' O_2 /l (Figure : 5).

La norme : $5 < \text{O}_2 < 8 \text{ (mg/l)}$



Figure 5 : Oxymètre

9. Essai d'agressivité au marbre

C'est un paramètre qui permet de déterminer l'agressivité de l'eau. Dans un flacon contenant l'échantillon à analyser, on ajoute une dose importante de CaCO_3 poudre. Après agitation magnétique de 3h suivie d'une décantation pendant 24h, on mesure le pH de surnageant noté pHs et le TAC du filtrat noté TACs.

L'indice de saturation I_s est exprimé par la relation suivante :

$$I_s = \text{pH} - \text{pHs}$$

PH : le pH initial l'échantillon

La norme : $-0,3 < I_s < 0.3$

- $\text{pHs} - \text{pH} < 0$: Eau agressive.
- $\text{pHs} - \text{pH} > 0$: Eau incrustante.
- $\text{pHs} - \text{pH} = 0$: Eau équilibrée.

Les résultats

Pour une eau agressive, la quantité de chaux nécessaire corriger l'agressivité est donné par :

$$\frac{\text{TACs} - \text{TAC}}{0.135}$$

10. Paramètre mesuré par kit

Les analyses de Fer, Manganèse et d'Aluminium sont faites par Kit (c'est un dosage colorimétrique), il s'agit d'un comparateur renfermant deux tubes que l'on remplit par l'échantillon qu'on veut analyser, on ajoute les réactifs dans un seul tube, l'autre reste comme un témoin, et on fait glisser le disque portant des couleurs proportionnelles à des concentrations, jusqu'à obtention d'une même couleur pour les deux tubes et on déduit directement la concentration de l'échantillon.

➤ Test d'aluminium

C'est un test qui sert à détecter l'absence ou la présence d'aluminium dans l'eau traitée. On Prend 5ml de l'échantillon, on ajoute les réactifs suivants : une spatule d'*Al-1A* et 1,2ml d'*Al-2A* et 4 gouttes d'*Al-3A*, La lecture finale des résultats se fait après 7mn.

Chaque couleur est attribuée à une valeur qui corresponde à la quantité d'aluminium présente dans l'échantillon et la variation des couleurs varie entre : jaune, verte, bleue

La valeur maximale admissible : 0,2 mg/l

➤ Test de Fer

C'est un test qui sert à détecter la présence ou l'absence du Fer dans l'eau traitée. On Prend 6ml de l'échantillon et on ajoute 3 gouttes du réactif (**Fer-1**) et on laisse 3min ensuite on fait la comparaison du couleur.

Chaque couleur correspond à une valeur et La variation des couleurs varie entre : jaune, orange, rose.

La valeur maximale admissible : 0,3mg/l

➤ Test de manganèse

C'est un test qui sert à détecter la présence ou l'absence du manganèse dans l'eau brute. On remplit un tube jusqu'à trait du jauge, on ajoute 8gouttes de **Mn-1A** et 4gouttes de **Mn-2A** et on laisse reposer 2min, ensuite on ajoute 4gouttes de **Mn-3A** et on laisse reposer 5min après on compare les couleurs

La valeur maximale admissible : 0,5mg/l

La couleur varie entre beige et marron

➤ Test d'ammonium

Comme les tests précédant le test d'ammonium permet de détecter la présence ou l'absence de NH_4^+ dans l'échantillon.

On remplit le tube de 20 ml de l'échantillon et on ajoute 5 gouttes de **NH₄-1**, 5gouttes de **NH₄-2** et 5gouttes de **NH₄-3** et en laisse reposer 3 min puis on compare les couleurs

La valeur maximale admissible : 0,5mg/l.

11. Demande en chlore

La demande en chlore correspond à la dose nécessaire pour obtenir la teneur résiduelle recommandée, après le temps de contact nécessaire. Cette dose est déterminée par la méthode de break point. Au laboratoire avant de déterminer le break point, il faut d'abord faire le titrage de l'eau de javel.

➤ Titrage de l'eau de javel

Dans un erlenmeyer de 250 ml, on introduit 1ml de l'eau Javel, 10ml d'acide acétique et 10ml de KI 10%. L'iode formé est dosé avec le thiosulfate de sodium (0.1N).

La concentration en chlore dans l'eau de javel est donnée par l'équation :

$$C \text{ (g/l)} = V_e * 3.55 \text{ (Annexe 4)}$$

- ✓ On fait la dilution de l'eau de javel titré pour préparer une solution de 100 ml de
C= 0,1g/l.

➤ Injection de la solution (eau de javel)

On met dans des flacons bruns 100ml de l'eau brute et on injecte des quantités croissantes de l'eau de javel titrée (**voir tableau 1**). On laisse les flacons bruns qui contiennent l'eau brute et l'eau de javel à l'obscurité pendant 30min puis on détermine le chlore résiduel, ensuite on trace la courbe du chlore résiduel en fonction de la quantité de chlore injecté, à partir de laquelle on déduit le break point qui correspond à la dose du chlore optimale pour une désinfection efficace.

Tableau 1:chlore injecté et chlore résiduel

| Chlore injecté (mg/l) | Chlore résiduel (mg/l) |
|--------------------------|---------------------------|
| 0,5 | 0 |
| 1 | 0.2 |
| 1,5 | 0.4 |
| 2 | 0.6 |
| 2,5 | 0.8 |
| 3 | 0.3 |
| 3,5 | 0.7 |
| 4 | 1 |
| 4.5 | 1.5 |

La figure ci-dessous (**Figure : 6**) montre un exemple d'illustration d'un test de demande en chlore régulièrement effectué au laboratoire :

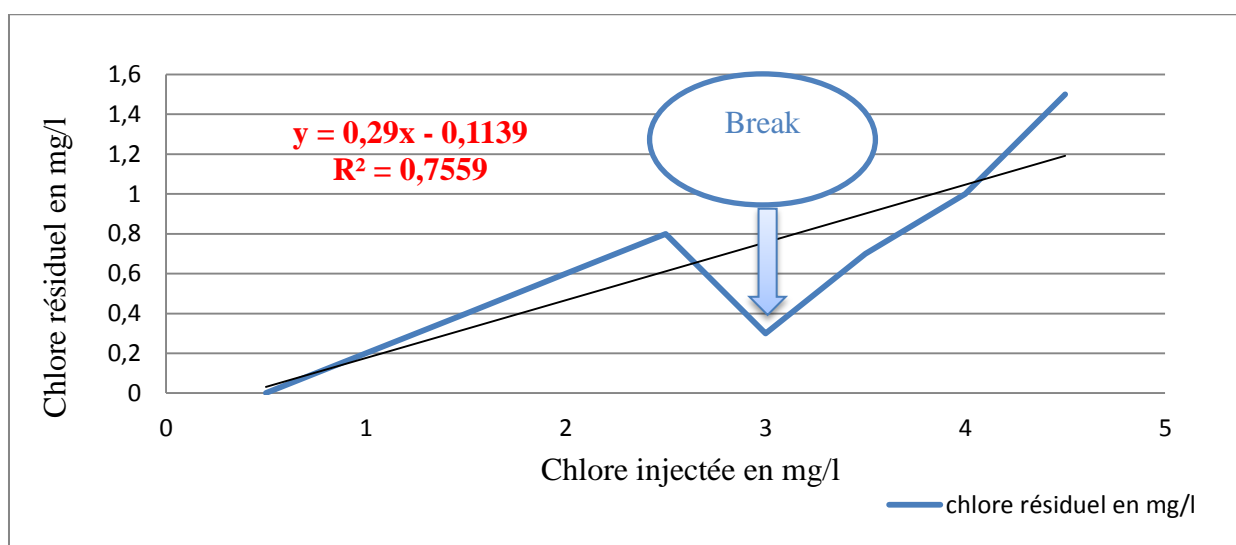


Figure 6: variation du chlore résiduel en fonction du chlore injecté.

- ❖ De 0 à 0.8mg/l : Formation de chloramines.
- ❖ De 0.8 à 0.3mg/l : Destruction de chloramines.
- ❖ 0.3 mg/l : Break point.
- ❖ $\leq 0.3\text{mg/l}$: Chlore combiné.
- ❖ $\geq 0.3\text{mg/l}$: Chlore libre.

12. Température

La température joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et les mélanges éventuels, etc. en outre, cette mesure est très utile pour les études limnologiques et d'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air d'autant plus que leurs origines est moins profonde.

La mesure se fait sur place, au moment du prélèvement, en utilisant un thermomètre déjà inclus dans l'appareil pH-mètre, la valeur de la température est donnée en degré Celsius.

I. Jar-test

Les essais sont réalisés selon la procédure expérimentale bien connu du "Jar-test" qui permet de déterminer les conditions optimales de coagulation (doses, pH, nature de coagulant...) (**Figure7**).

La détermination de ces grandeurs est réalisée par l'appareille jar-test. Il consiste en une rangée de 6 béchers alignés sous un appareillage permettant de les agiter à la même vitesse. Selon l'expérience réalisée, on peut jouer ou varier les différents paramètres : pH, doses du coagulant, nature du coagulant etc. Et à la fin de l'expérimentation, on détermine la valeur optimale du paramètre étudié.

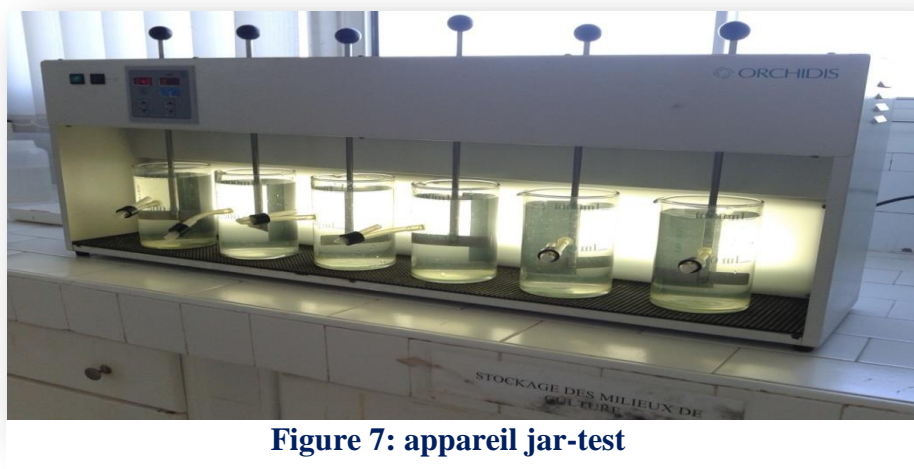


Figure 7: appareil jar-test

Mode opératoire

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

La turbidité, Le pH, la Conductivité, L'oxydabilité, La demande en chlore, TAC, TA.

Ces déterminations permettent de donner une idée sur les réactifs à employer et aussi sur l'efficacité des réactifs par comparaison avec les résultats obtenus après traitement.

On prépare six béchers de 1litre d'eau brute :

- ❖ Ajouter dans chaque bécher 3 ml de la solution du chlore préparé (0.1g/l)
- ❖ Ajouter le coagulant dans les béchers selon des concentrations croissantes et agiter les solutions avec une vitesse de 120 tour/min pendant 2 min.
- ❖ Ajouter 0.1 ml de solution flocculant dans tous les béchers avec une vitesse de 40 tour/min pendant 20 min.
- ❖ Après 30 min de décantation, on mesure le pH, la turbidité et le chlore résiduel.
- ❖ On filtre l'eau sur le papier filtre et on mesure la turbidité, le TAC, le pH, et l'oxydabilité.

Critères de choix de la dose de traitement (dose optimale)

- Turbidité de l'eau décantée < 5NTU.
- Turbidité de l'eau filtrée < 0.5 NTU
- pH de floculation entre 6.50 et 8.50.
- Oxydabilité par KMnO_4 < 2 mg/l.
- [Al résiduel] < 0.2 mg/l.

N.B : Avant de faire l'essai de jar-test il faut déterminer la dose nécessaire du chlore injecté au cour de l'opération (voire pages : 12, 13, 14).

II. Partie expérimentale

Essai 1 : Effet de la concentration du coagulant sur la coagulation

La détermination de la concentration du coagulant est un paramètre essentiel pour la déstabilisation des colloïdes. Il faut d'abord préciser la concentration optimale du coagulant ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) qui donne la meilleure élimination des matières en suspension.

Avant de faire l'essai de la détermination de la dose optimale du coagulant, plusieurs analyses physico-chimiques sont été effectuées sur l'eau brute et ils ont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 2 : caractéristique de l'eau brute.

| Eau brute | |
|---|---|
| Turbidité | 4.48 |
| pH | 8.1 |
| Conductivité | 943 $\mu\text{S}/\text{cm}$ |
| Oxygène dissout | 8.68mg/l |
| Concentration d'aluminium | 0mg/l |
| Concentration de Fer | 0.03mg/l |
| Concentration d'ammonium | 0mg/l |
| Concentration de magnésium | 0.06mg/l |
| Oxydabilité par KMnO_4 | 2.4mg/l |

On varie la concentration du coagulant ajouté de 10 à 35mg/l pour l'échantillon d'eau pré-chloré et on lance l'agitation rapide, on fixe le flocculant (polymère) ajouté à 0.05 mg/l et on lance l'agitation lente. Après on mesure pour chaque béccher la turbidité, le pH et la quantité d'aluminium résiduel.

➤ Résultats de l'effet de la concentration du coagulant sur la coagulation

Les tableaux ci-dessous présentent les résultats de l'effet des doses sur la coagulation floculation :

Tableau 3 : Résultats de l'effet des doses du coagulant et les observations obtenues sur la coagulation floculation.

i. Essai de coagulation-floculation.

| Dosage en mg/l | bécher n°1 | bécher n°2 | bécher n°3 | bécher n°4 | bécher n°5 | bécher n°6 |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Pré-chloration | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Coagulant | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| Floculant | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |

ii. Observation pendant le déroulement du processus.

| | bécher n°1 | bécher n°2 | bécher n°3 | bécher n°4 | bécher n°5 | bécher n°6 |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Délai d'apparition du floc pendant agitation lente (en seconde) | 44 | 43 | 40 | 38 | 36 | 30 |
| Aspect du floc en fin d'agitation (1) | 04 | 06 | 06 | 08 | 08 | 08 |
| Première estimation de la vitesse de sédimentation(2) | L | M | M | R | R | R |

iii. Observation après décantation (temps de décantation 30 min).

| | | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Ph | 8 | 7.87 | 7.74 | 7.59 | 7.43 | 7.3 |
| Oxydabilité à chaud (10min en milieu acide) en mg/l d'O ₂ consommé | 1.55 | 1.37 | 1.18 | 1.03 | 0.9 | 0.81 |
| Turbidité en N.T.U | 1.56 | 1.4 | 1.2 | 1.13 | 0.98 | 0.7 |
| Chlore résiduel en mg/l | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |

iv. Observation après filtration.

| | | | | | | |
|--------------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| Turbidité en N.T.U | 0.88 | 0.67 | 0.52 | 0.32 | 0.24 | 0.13 |
| T.A.C en méq/l | 3.3 | 3.27 | 3.25 | 3.2 | 3.18 | 3.14 |

La figure suivante illustre variation de la turbidité en fonction de la dose du coagulant (sulfate d'alumine) :

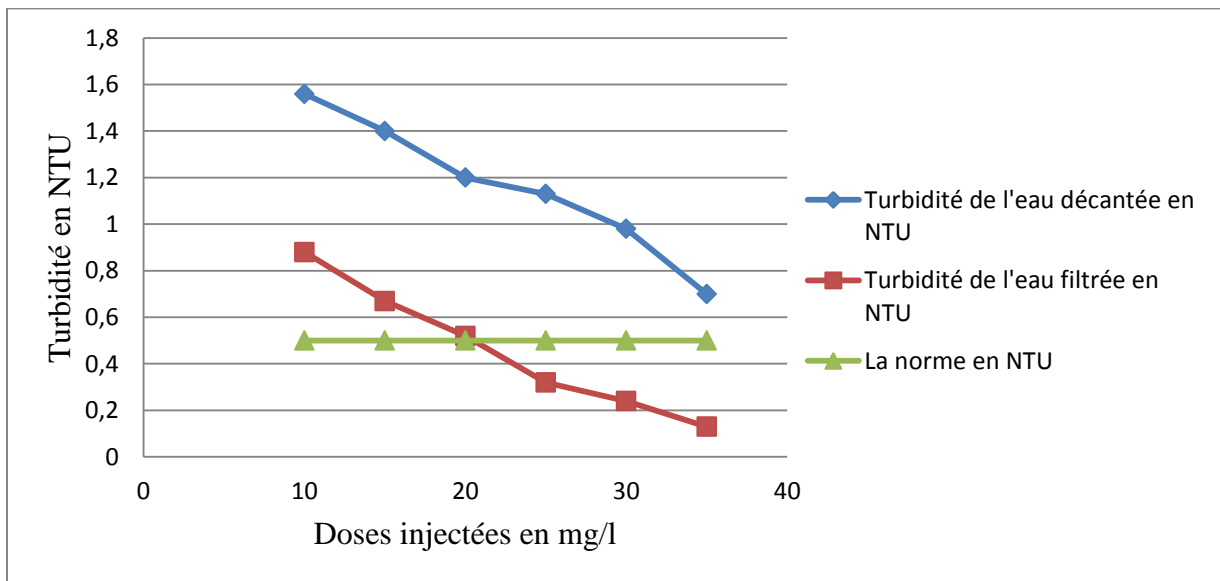


Figure 8: variation de la turbidité en fonction de la dose du coagulant (sulfate d'alumine).

La figure suivante présente Figure 9: variation du pH de l'eau filtrée en fonction de la dose du coagulant sulfate d'alumine :

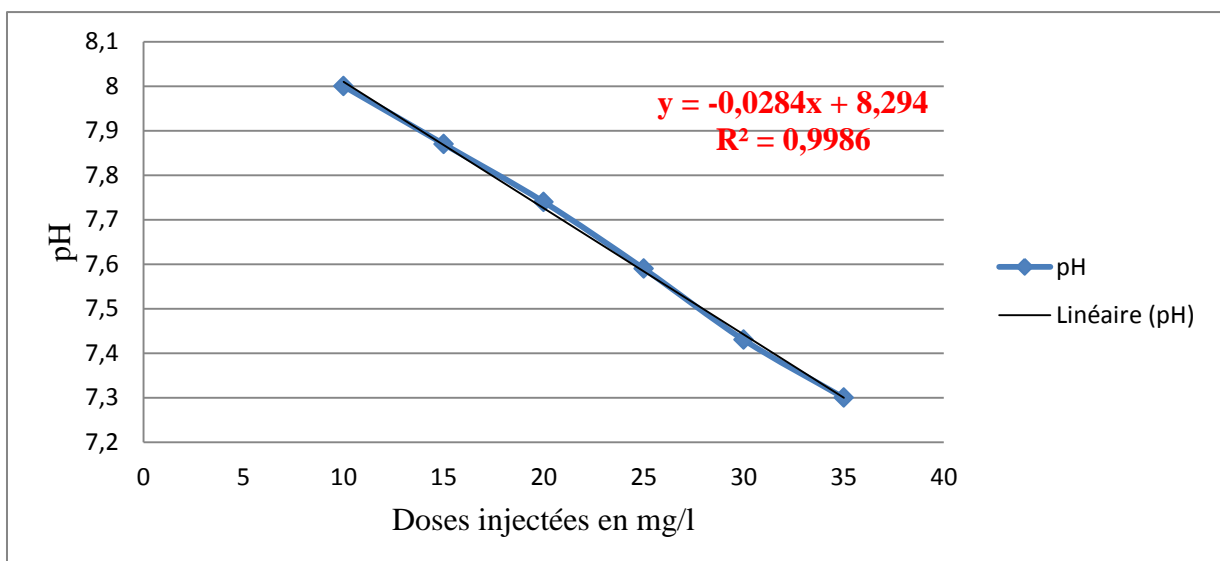


Figure 9: variation du pH de l'eau filtrée en fonction de la dose du coagulant sulfate d'alumine

➤ Interprétation des résultats

On remarque bien que l'addition de **10 mg/l** du coagulant a provoqué la diminution de la valeur de la turbidité de de l'eau brute **4.48NTU** à **0.88NTU** après filtration, et avec une augmentation de la concentration du coagulant. Ces valeurs de turbidité continuent à diminuer.

Cela est dû à ce que les particules du coagulant déstabilisent les colloïdes négativement chargés présents dans l'eau à traiter, en neutralisant la charge de ces colloïdes. Arrivant à une concentration de **25 mg/l** de coagulant, nous avons remarqué que la valeur de la turbidité a atteint **0,32NTU**.

D'après les critères de choix de la dose optimale :

- La turbidité filtrée des 3 premiers béchers est supérieure à la norme : **(0.88NTU, 0.67NTU, 0.52) > 0,5NTU** donc à éliminer
- Les 3 derniers béchers répondent aux critères de choix donc on va choisir le bécher N°4 puisqu'il contient moins de coagulant (raison économique) : **25mg/l**

Donc la dose optimale du coagulant est 25mg/l

Les caractéristiques qui correspondent à la dose choisie sont résumées dans le tableau suivant:

Tableau 4 : caractéristique de la dose choisi du coagulant sulfate d'alumine.

| | Eau filtrée | Eau brute | La norme |
|--|-------------|-------------|-------------------------|
| pH | 7,59 | 8,1 | 6,5<pH<8,5 |
| Turbidité (NTU) | 0.32 | 4.48 | < 0,5 |
| [Al ³⁺] (mg/l) | 0 | 0 | < 0,2 |
| TA (titre alcalimétrique) (méq/l) | 0 | 0 | |
| TAC (titre alcalimétrique complet) (méq/l) | 3.20 | 3.90 | < 6 |
| Oxydabilité par KMnO ₄ (mg/l) | 0,76 | 2,4 | < 2 |

Essai 2 : effet de l'ajout de flocculant sur la coagulation floculation

Pendant cette expérience on a utilisé un flocculant : polymère pour avoir son effet sur la coagulation floculation.

➤ Analyse de l'eau brute

Tableau 5 : caractéristique de l'eau brute.

| Eau brute | |
|-----------------------------------|--------------|
| Turbidité | 5.32NTU |
| pH | 8,00 |
| Conductivité | 1006µS/cm |
| Oxygène dissout | 8.22mg/l |
| Concentration d'aluminium | 0mg/l |
| Concentration de Fer | 0.03 mg/l |
| Concentration d'ammonium | 0 mg/l |
| Concentration de magnésium | 0.06 mg/l |
| Oxydabilité par KMnO ₄ | 2,4 mg/l |

Dans cet essai nous avons injectés dans l'eau pré-chlorée des doses de sulfate d'aluminium de **30mg/l**, dans le premier

bécher nous avons ajouté le coagulant sans floculant. Et dans les cinq derniers béchers, on a ajouté en présence de sulfate d'aluminium, le floculant (polymère) à des doses croissantes de **0,1 à 0,5mg/l**.

➤ Résultats de l'effet de l'ajout de floculant sur la coagulation floculation

Les tableaux ci-dessous présente les résultats de l'effet d'ajout de floculant sur la coagulation floculation

Tableaux 6 : résultats de l'effet d'ajout de floculant sur la coagulation floculation

v. Essai de coagulation-floculation

| Dosage en mg/l | bécher n°1 | bécher n°2 | bécher n°3 | bécher n°4 | bécher n°5 | bécher n°6 |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Pré-chloration | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| coagulant | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| floculant | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |

vi. Observation pendant le déroulement du processus

| | bécher n°1 | bécher n°2 | bécher n°3 | bécher n°4 | bécher n°5 | bécher n°6 |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Délai d'apparition du floc pendant agitation lente (en seconde) | 53 | 47 | 42 | 31 | 27 | 20 |
| Aspect du floc en fin d'agitation (1) | 06 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 |
| Première estimation de la vitesse de sédimentation(2) | M | R | R | R | R | R |

vii. Observation après décantation (temps de décantation 30 min)

| | | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| pH | 7.81 | 7.63 | 7.54 | 7.46 | 7.34 | 7.27 |
| Oxydabilité à chaud (10min en milieu acide) en mg/l d'O ₂ consommé | 0.96 | 0.88 | 0.81 | 0.76 | 0.72 | 0.71 |
| Turbidité en N.T.U | 1.05 | 0.94 | 0.82 | 0.71 | 0.6 | 0.53 |
| Chlore résiduel en mg/l | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |

viii. Observation après filtration

| | | | | | | |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Turbidité en N.T.U | 0.51 | 0.22 | 0.2 | 0.17 | 0.13 | 0.1 |
| T.A.C en méq/l | 3.19 | 3.16 | 3.12 | 3.11 | 3.08 | 3.02 |

La figure suivante présente la variation de la turbidité en fonction des doses de polymère injecté :

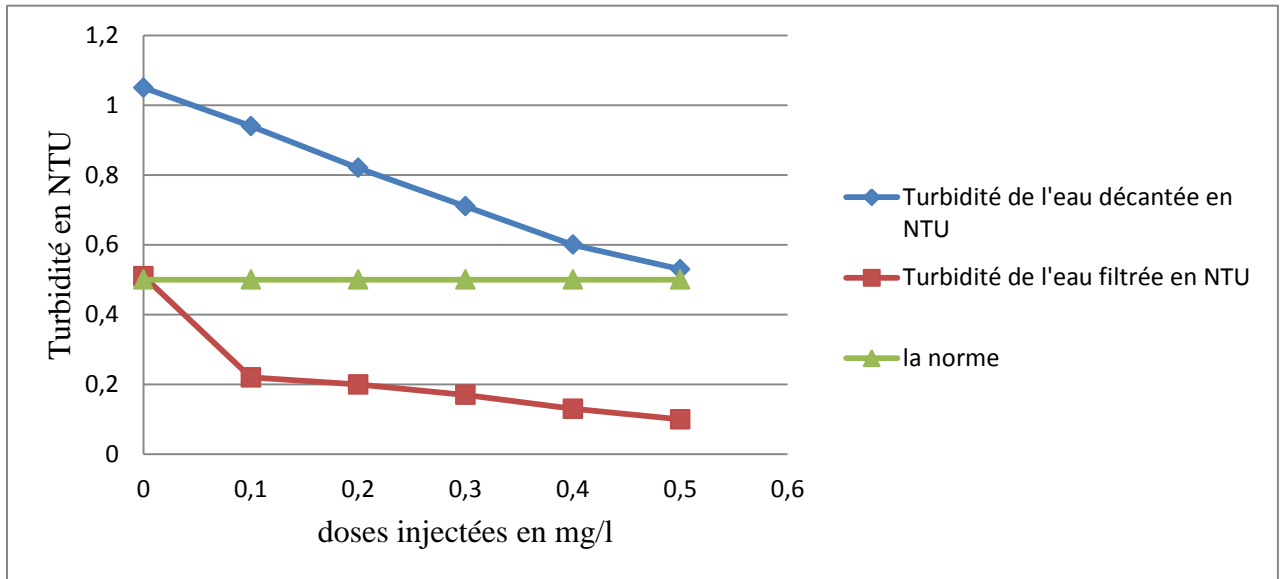


Figure 10 : variation de la turbidité en fonction des doses de polymère injecté

La figure ci-dessous illustre la variation de pH en fonction des doses injectées de polymère

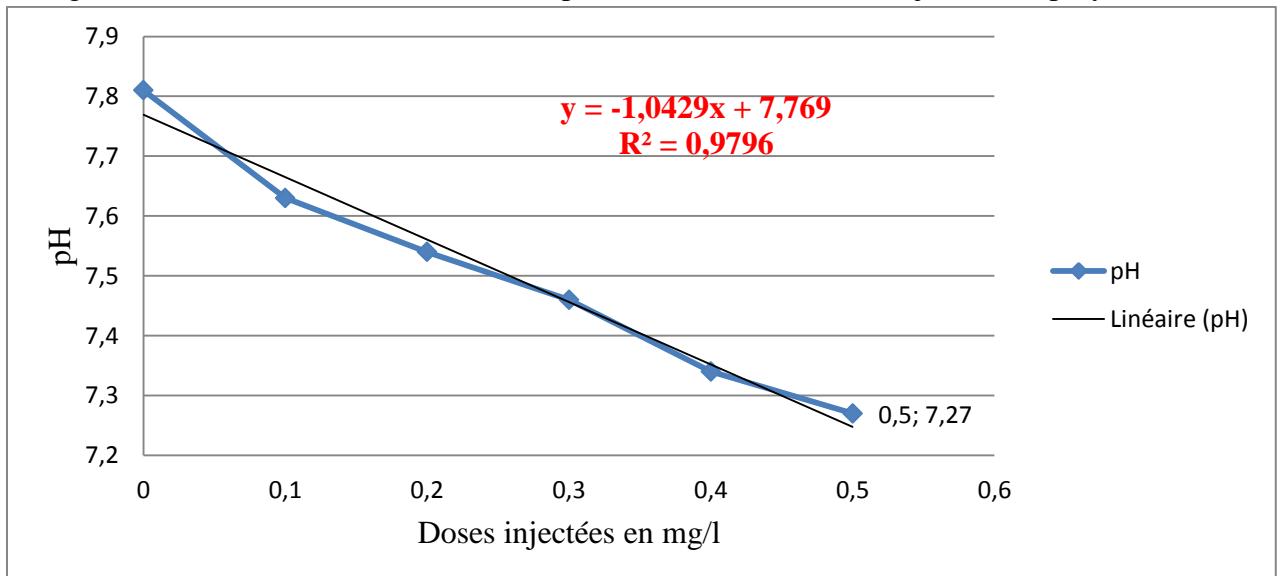


Figure 11 : variation du pH en fonction des doses injectées de polymère

➤ Interprétation des résultats

D'après les résultats présentés ci-dessus, on remarque qu'en cas de traitement sans ajout de flocculant (bêcher 1), la turbidité diminue en fonction de l'augmentation progressive de la concentration du coagulant pour atteindre **0,51NTU** pour **30mg/l** de coagulant.

Cependant dans le cas où nous avons ajouté le flocculant (bêchers 2, 3, 4,5 et 6), l'élimination est plus efficace et la dose optimale a atteint **0,22NTU** pour la turbidité avec l'ajout de flocculant (**0,1mg/l** du polymère).

Donc d'après les critères du choix de la dose optimale, on va choisir le bécher N°3 par ce qu'il répond aux conditions optimales : turbidité = **0,22NTU** ; **PH=7,63**

La caractéristique qui correspond à la dose choisie est résumée dans le tableau suivant :

Tableau 7 : caractéristique qui correspond à la dose choisie du flocculant

| | Eau filtrée | Eau brute | La norme |
|--|-------------|-------------|-------------------------|
| pH | 7.63 | 8 | 6,5<pH<8,5 |
| Turbidité (NTU) | 0.22 | 5.32 | < 0,5 |
| [Al ³⁺] (mg/l) | 0 | 0 | < 0,2 |
| TA (titre alcalimétrique) (méq/l) | 0 | 0 | |
| TAC (titre alcalimétrique complet) (méq/l) | 3.16 | 3.88 | < 6 |
| Oxydabilité par KMnO ₄ (mg/l) | 0.75 | 2.4 | < 2 |

Essai 3 : effet de la nature de flocculant sur la coagulation floculation

➤ Analyse de l'eau brute

Tableau 8 : caractéristique de l'eau brute.

| Eau brute utilisée | |
|-----------------------------------|----------------|
| Turbidité | 10 NTU |
| Ph | 8.06 |
| Conductivité | 989 μ S/cm |
| Oxygène dissout | 8.36 mg/l |
| Concentration d'aluminium | 0 mg/l |
| Concentration de Fer | 0.03 mg/l |
| Concentration d'ammonium | 0 mg/l |
| Concentration de magnésium | 0.06 mg/l |
| Oxydabilité par KMnO ₄ | 2.4 mg/l |

Dans cet essai nous avons changé la nature du flocculant utilisée (polymère) dans la station de traitement, par l'**alginate** et nous avons étudiés l'effet de ce dernier sur la coagulation floculation.

Nous avons varié la concentration du l'alginate ajouté de 0.1 à 0.5mg/l pour l'échantillon d'eau pré-chloré, après agitation nous avons mesuré la turbidité et le pH.

Le tableau suivant représente les résultats obtenus par coagulation floculation :

Tableaux 9 : résultats de l'effet de la nature de flocculant sur la coagulation-floculation

i. Essai de coagulation- floculation

| Dosage en mg/l | bécher n°1 | bécher n°2 | bécher n°3 | bécher n°4 | bécher n°5 | bécher n°6 |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Pré-chloration | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

| | | | | | | |
|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| coagulant | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| floculant | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |

ii. Observation pendant le déroulement du processus

| | bécher n°1 | bécher n°2 | bécher n°3 | bécher n°4 | bécher n°5 | bécher n°6 |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Délai d'apparition du floc pendant agitation lente (en seconde) | 40 | 35 | 34 | 32 | 23 | 15 |
| Aspect du floc en fin d'agitation (1) | 06 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 |
| Première estimation de la vitesse de sédimentation(2) | M | R | R | R | R | R |

iii. Observation après décantation (temps de décantation 30 min)

| | | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| pH | 7.79 | 7.62 | 7.53 | 7.44 | 7.3 | 7.22 |
| Oxydabilité à chaud (10min en milieu acide) en mg/l d'O ₂ consommé | 0.92 | 0.83 | 0.77 | 0.72 | 0.68 | 0.66 |
| Turbidité en N.T.U | 0.99 | 0.9 | 0.76 | 0.69 | 0.59 | 0.52 |
| Chlore résiduel en mg/l | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |

iv. Observation après filtration

| | | | | | | |
|--------------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|----------|
| Turbidité en N.T.U | 0.502 | 0.19 | 0.17 | 0.14 | 0.13 | 0.08 |
| T.A.C en méq/l | 3.18 | 3.13 | 3.1 | 3.08 | 3.05 | 3 |

La figure suivante présente la variation de la turbidité en fonction des doses injectées de l'alginate :

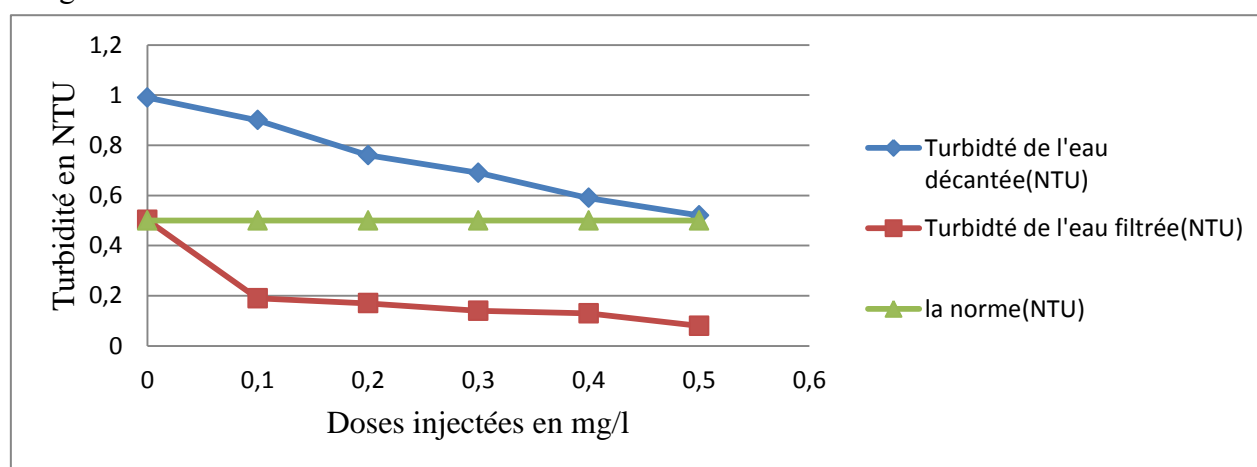


Figure 12: variation de la turbidité en fonction des doses injectées de l'alginate.

La figure suivante illustre la variation de pH en fonction des doses injectées

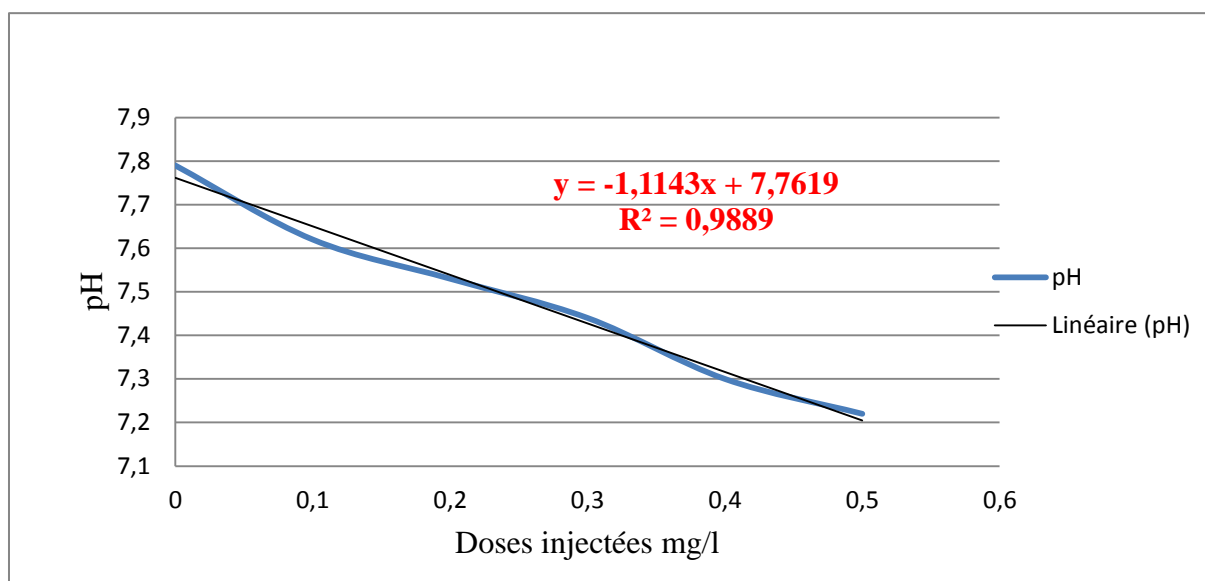


Figure 13 : variation du pH en fonction de doses injectées de l'alginate.

➤ Interprétation des résultats

D'après les résultats obtenus on observe que la turbidité diminue en fonction de l'augmentation progressive de la concentration du floculant (**Alginate**) pour atteindre **0.09NTU** pour **0.5mg/l** de floculant.

On remarque aussi qu'avec l'augmentation de la concentration de floculant la valeur du pH subit une diminution de **7.79** à **7.22**. Donc d'après les critères de choix de la dose optimale de floculant utilisé la dose choisie est **0.1mg/l** qui correspondent à la turbidité **0,19NTU**.

Les caractéristiques qui correspondent à la dose choisie sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 10: caractéristiques qui correspondent à la dose optimale du l'alginate.

| | Eau filtrée | Eau brute | La norme |
|--|-------------|-------------|-------------------------|
| pH | 7.62 | 8.06 | 6,5<pH<8,5 |
| Turbidité (NTU) | 0.19 | 10 | < 0,5 |
| [Al ³⁺] (mg/l) | 0 | 0 | < 0,2 |
| TA (titre alcalimétrique) (méq/l) | 0 | 0 | |
| TAC (titre alcalimétrique complet) (méq/l) | 3.13 | 3.88 | < 6 |
| Oxydabilité par KMnO ₄ (mg/l) | 0.73 | 2,4 | < 2 |

Conclusion

Les eaux destinées directement à la consommation humaines doivent être saines et sans danger pour la santé du consommateur à court comme à long terme et ne doivent pas se dégrader lors de leurs transport dans les réseaux de distribution.

L'étude expérimentale que nous avons menée a été consacrée à l'élimination, par coagulation-floculation, les matières en suspensions et les colloïdes existants dans l'eau traitée de la station de traitement des eaux du BARRAGE EL KANSERA .

A partir des résultats et discussions présentés, nous avons pu conclure que :

- La détermination de la concentration du coagulant est un paramètre essentiel pour la déstabilisation des colloïdes. La concentration optimale du coagulant (sulfate d'aluminium) qui donne la meilleure élimination des matières en suspension et la turbidité.
- L'ajout d'un flocculant à des faibles doses, améliore la qualité des eaux traitées.
- Le pH est l'un des paramètres les plus importants qu'il faut noter, du fait qu'il joue un rôle déterminant dans la coagulation.
- Enfin cette mémoire a donc consisté un état des connaissances sur les différents critères de qualité de potabilisation, procédés de traitement des eaux de surface en particulier le procédé de coagulation-floculation et enfin, la description et le fonctionnement de la station de potabilisation du BARRAGE EL KANSERA.

Références bibliographiques

AMZAD MOHAMMED ; 2015 PFE ; l'optimisation des paramètres par coagulation floculation.

BOULAALA Mohammed Amine ; 2014 ; rapport de stage sous le thème traitement et production de l'eau potable à la station de traitement BAB LOUTA

Manuel des analyses physico-chimiques de l'ONEE (branche eau)

Manuel des Normes marocaines relatives aux eaux d'alimentation humain

LAKEHAL L-SENHAJI. M (2014). L'optimisation des adjuvants dans le traitement de l'eau potable ; ONEE Meknès ; FST

NEP, « normes marocaines relatives aux eaux d'alimentation humain »

Méthodes d'essai Janvier 1990.

Références web graphiques

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Coagulation-floculation>

www.memoireonline.com/02/09/1994traitement-des-eaux-quot-traitement-de-de-leau-de-source-bousfer-ORAN.html

