

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

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE CHIMIE



Domaine : **SCIENCE DE LA MATIERE**

Filière : **CHIMIE**

Spécialité : **CHIMIE DE L'ENVIRONNEMENT**

Mémoire de Master

Thème

**Evaluation de l'impact des eaux de lavage recyclées sur
la qualité de l'eau brute**

Présenté par : **AMIROU Yasmine**
KHOUMERI Yasmine

Soutenues publiquement, le 13/07/2022 devant le Jury composé de :

<i>Mme ALI</i>	<i>Oumessaad</i>	<i>MCB</i>	<i>UMMTO</i>	<i>Présidente</i>
<i>Mme FERRAG</i>	<i>Fatiha</i>	<i>MCA</i>	<i>UMMTO</i>	<i>Examinatrice</i>
<i>Mme CHEIKH</i>	<i>Assira</i>	<i>MCB</i>	<i>UMMTO</i>	<i>Promotrice</i>
<i>Mme CHIKHI</i>	<i>Akila</i>	<i>Responsable du laboratoire SEAAL</i>		<i>Co-Promotrice</i>

Session 2021 / 2022

REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à remercier **Dieu** le tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la force et la volonté pour réaliser ce travail.

A notre promotrice **M^{me} CHEIKH**

Nous tenons à exprimer nos profonds respects pour notre promotrice **M^{me} CHEIKH**. Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir jour sans votre aide et votre encadrement.

Nous vous remercions pour la qualité de votre encadrement exceptionnel, pour votre patience, votre rigueur et votre disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Votre soutien actif, vos compétences et votre clairvoyance nous ont été d'une aide inestimable.

A **M^{me} CHIKHI**

Nous tenons à remercier **Madame CHIKHI** responsable du laboratoire de la station SEAAL à TIZI-OUZOU pour le temps qu'elle nous a consacré, pour son aide et collaboration pour élaborer ce travail.

Votre rigueur et vos qualités humaines nous ont profondément touchées. Nos vives reconnaissances pour votre accueil.

Veillez accepter l'assurance de notre profonde considération et notre sincère remerciement.

A notre présidente **M^{me} ALI**

Nous tenons à vous remercier pour l'honneur que vous avez fait en acceptant de présider notre jury. Nous vous remercions de votre enseignement et nous vous sommes très reconnaissantes de bien vouloir porter l'intérêt à ce travail. Nous avons bénéficié, au cours de nos études, de votre enseignement clair et précis. Veuillez trouver ici l'expression de nos sincères remerciement.

A l'examinatrice **M^{me} FERRAG**

Nos vifs remerciements vont également à vous madame pour l'intérêt que vous portez à notre étude, en acceptant avec grande sympathie d'examiner notre travail et de l'enrichir par vos propositions.

Nos remerciements aussi vont pour votre intérêt envers nos ressources d'apprentissage et de votre encouragement pendant ces années d'étude.

A **Madame AKLIOUAT**

Nous tenons à remercier **Madame AKLIOUAT**, Assistante au laboratoire de la station SEAAL à TIZI-OUZOU pour son aide pour élaborer ce travail malgré ses multiples sollicitations professionnelles.

Nous Tenons à remercier vivement Mr. HADDADI, Mlle BACHI et Mme KHALI qui nous ont vraiment guidées et conseillées durant notre stage sans oublier l'ensemble du personnel du laboratoire SNC LAVALIN et le personnel de la station de TAKSEBT de Tizi-Ouzou.

L'ensemble des enseignants du département de chimie de la faculté des sciences de TIZI-OUZOU trouvent ici nos plus profonds remerciements et notre très grande reconnaissance.

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

DÉDICACES

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents qui m'ont toujours soutenue tout le long de mon parcours, que dieu me
les garde.

A mes frères Karim, Yanis et sa femme Imene.

A mon petit neveu Kenzy.

A mon fiancé et à toute ma belle-famille.

A ma chère binôme Yasmine.

A tous mes ami(e)s.

A toute ma famille.

AMIROU. Y

Je dédie ce modeste travail

*A ma très chère mère **RATIBA***

celle qui m'a donné la vie, le symbole
de tendresse, qui s'est sacrifiée pour
mon bonheur et ma réussite.

*A mon très cher père **AMAR***

école de mon enfance, qui a été mon
ombre durant toutes les années des
études, et qui a veillé tout au long de ma
vie à m'encourager, à me donner l'aide et
à me protéger.

Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de vos sacrifices, de l'amour et de la
tendresse dont vous n'avez jamais cessé de faire preuve.
Que Dieu, tout puissant, vous procure longévité et bonne santé.

*A mes sœurs **SARAH, ANISSA et KENZA***

je dédie ce travail dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs
conseils, aides, et encouragement.

*A mon frère **AMINE***

puisse Dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout réussite

*A ma nièce **LEA***

source de joie et de bonheur
je t'aime

*A madame **CHEIKH***

Je vous remercie de l'honneur que vous avez bien voulu nous faire en acceptant
de diriger ce travail, et pour votre précieux appui et votre profond engagement.

*A ma chère binôme **YASMINE***

Je te remercie et je te souhaite un avenir radieux et plein de réussites à toi et à
toute ta famille.

*A la mémoire de mes **grands-mères***

*A ma chère tante **FARIDA**, mes amis, et à tous ceux qui me sont chers.*

KHOUMERI. Y

LISTE DES ABRÉVIATIONS

NTU : Néphélométrique Turbidity Unit.

pH : Potentiel d'hydrogène.

m³ : Mètre cube

m³/j : Mètre cube par jours.

m³/an : Mètre cube par an.

m³/h : Mètre cube par heure.

m³/m².h : Mètre cube par mètre carré heure.

Km³ : Kilomètre cube.

g : Gramme.

mg/l : Milligramme par litre.

ml : Millilitre.

l/s : Litre par secondes.

μS/cm : Microsiemens par centimètre.

Abs/cm : Absorbance par centimètre.

% : Pourcentage.

MES : Matières en suspension.

°C : Degré Celsius.

°F : Degré français.

SEAAL : Société des eaux et de l'assainissement d'Alger.

Al₂(SO₄)₃ : Sulfate d'alumine.

FeCl₃ : Chlorure ferrique

NP: Norme de potabilization

NM: Norme Mondial

MO: Matière organique

MES : Matière en suspension

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Ouvrage d'entrée.....	7
Figure I.2 : Chambre de mélange.....	8
Figure I.3 : Les décanteurs.....	8
Figure I.4 : Filtre Aquazur type V	9
Figure I.5 : Réservoir d'eau traitée	10
Figure I.6 : Filtre Aquazur, phase de lavage à l'air et à l'eau.....	11
Figure I.7 : Bâche de reprise	12
Figure I.8 : L'épaississeur.....	13
Figure I.9 : La lagune.....	13
Figure II.1 : Le sulfate d'aluminium en poudre.....	17
Figure III.1 : JAR TEST utilisé au laboratoire.....	21
Figure IV.1: Variation de la turbidité du mélange en fonction des volumes d'eau de lavage....	28
Figure IV.2 : Variation de la couleur du mélange en fonction des volumes d'eau de lavage	29
Figure IV.3 : Variation de la conductivité et du pH du mélange en fonction des volumes d'eau de lavage.	29
Figure IV.4 : Variation de l'aluminium résiduel dans le mélange en fonction des volumes d'eau de lavage.....	30
Figure IV.5: Variation de l'absorbance à 254 nm du mélange en fonction des volumes d'eau de lavage.....	31
Figure IV.6 : Variation de la turbidité du mélange en fonction des volumes d'eau de lavage après traitement	32
Figure IV.7 : Variation de la couleur du mélange en fonction des volumes d'eau de lavage après traitement	33
Figure IV.8 : Variation de l'absorbance à 254 nm du mélange en fonction des volumes d'eau de lavage après traitement.....	34
Figure IV.9 : Variation de l'aluminium résiduel dans le mélange en fonction des volumes d'eau de lavage après traitement	34

Figure IV.10 : Variation de la turbidité du mélange avant et après traitement en fonction des volumes d'eau de lavage.	35
Figure IV.11: Variation de la turbidité en fonction des doses du coagulant $Al_2(SO_4)_3$	36
Figure IV.12: Taux d'abattement de la turbidité en fonction des doses du coagulant $Al_2(SO_4)_3$	37
Figure IV.13 : Variation de la couleur en fonction des doses du coagulant $Al_2(SO_4)_3$	37
Figure IV.14 : Variation de l'absorbance à 254nm en fonction des doses du coagulant $Al_2(SO_4)_3$	37
Figure IV.15 : Variation de l'aluminium résiduel en fonction des doses du coagulant $Al_2(SO_4)_3$	38
Figure IV.16: Variation de la turbidité en fonction des doses du flocculant	39
Figure IV.17 : Taux d'abattement de la turbidité en fonction des doses du flocculant.....	40
Figure IV.18 : Variation l'absorbance à 254 nm en fonction des doses du flocculant.....	40
Figure IV.19: Variation de la couleur du mélange en fonction des doses du flocculant	41
Figure IV.20 : Variation l'aluminium résiduel en fonction des doses du flocculant.....	41

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1: Caractéristiques des eaux de surfaces et des eaux souterraines	4
Tableau I.2: Volume d'eau terrestre sous forme liquide, solide, gazeuse	5
Tableau II.1: Différents coagulants et flocculants utilisés dans la coagulation-floculation.....	17
Tableau III.1 : Paramètres, méthodes et appareils utilisés	20
Tableau III.2 : Différentes proportions d'eau de lavage et d'eau brute utilisées	22
Tableau IV.1: Caractérisation des eaux de lavage et de l'eau brute	25
Tableau IV.2 : Caractérisation des mélanges avant leur traitement	28
Tableau IV.3: Caractérisation des mélanges après leur traitement.....	32

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction Générale 1

Première partie : Étude bibliographique

CHAPITRE I

Les eaux de surface et la station de traitement de TAKSEBT

Introduction	3
I.1. Généralités sur les eaux de surface	3
I.1.1. Définition	3
I.1.2. Caractéristiques des eaux de surface et des eaux souterraines.....	3
I.1.3. Répartition des eaux de surface en Algérie et dans le monde	5
I.1.3.1. Dans le monde	5
I.1.3.2. En Algérie.....	5
I.2. Présentation de la station de potabilisation	6
I.2.1. Capacité de la station.....	6
I.2.2. Chaîne de traitement.....	6
I.2.3. Fonctionnement de la station.....	7
I.2.3.1. Entrée d'eau brute.....	7
I.2.3.2. Chambre de mélange	7
I.2.3.3. Décantation.....	8
I.2.3.4. Entrée filtre à sable (Aquazur V).....	9
I.2.3.5. Désinfection.....	9
I.2.3.6. Réservoir d'eau traitée.....	10
I.2.4. Étapes auxiliaires du traitement	10
I.2.4.1. Lavage des filtres.....	10

I.2.4.1.1. Mécanisme de lavage des filtres Aquazur V	10
I.2.4.2. Étapes du traitement des bouesA.....	11
I.2.4.2.1. Dessableurs	11
I.2.4.2.2. Bâches de reprise	12
I.2.4.2.3. Bassin d'équilibre	12
I.2.4.2.4. Épaississeurs	12
I.2.4.2.5. La lagune.....	13
Conclusion.....	13

CHAPITRE II

Processus de la coagulation-floculation

Introduction	14
II.1. Coagulation-floculation	14
II.2. Rôle de la coagulation-floculation.....	14
II.3. Mécanisme de la coagulation-floculation.....	15
II.4. Facteurs influençant la coagulation-floculation.....	15
II.5. Différents coagulants et floculants utilisés	16
II.6. Avantages et inconvénients de la coagulation-floculation	18
II.6.1. Avantages.....	18
II.6.2. Inconvénients	19
Conclusion.....	19

Deuxième partie : Étude expérimentale

CHAPITRE III

Matériels et Méthodes

Introduction	20
III.1. Appareils de mesures et analyses	20
III.1.1. Le JAR-Test.....	21
III.2. Protocole expérimental.....	21
III.2.1. Influence du mélange eau de lavage et eau brute sur la qualité d'eau à traiter	22
III.2.2. Optimisation de la dose du coagulant.....	23
III.2.3. Détermination de la dose optimale du floculant.....	23
Conclusion.....	24

CHAPITRE IV

Interprétation Des Résultats

Introduction	25
IV.1. Caractérisation des eaux de lavage et l'eau brute	26
IV.2. Interprétation des paramètres physico-chimiques	26
IV.2.1. Turbidité	26
IV.2.2. Ph.....	26
IV.2.3. Conductivité	27
IV.2.4. Couleur	27
IV.2.5. Absorbance à 254 nm	27
IV.2.6. Aluminium résiduel	27
IV.3. L'influence du mélange eau brute et eau de lavage sur la qualité d'eau à traiter	27
IV.3.1. Caractérisation du mélange avant traitement par coagulation-floculation	27
IV.3.2. Caractérisation du mélange après traitement par coagulation-floculation	31
IV.4. Essai de coagulation-floculation	36
IV.4.1. Optimisation de la dose du coagulant $Al_2(SO_4)_3$	36
IV.4.2. Optimisation de la dose du flocculant	39
Conclusion.....	42
Conclusion générale	43
Références bibliographiques	



Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale

L'eau n'est pas un produit commercial comme un autre, elle doit être considérée comme un héritage qui doit être protégé. Elle est non seulement vitale pour l'Homme indispensable pour toute activité agricole, industrielle et autre.

La problématique de l'eau concerne sa quantité et sa qualité c'est-à-dire ces ressources et sa pollution. En ce qui concerne les ressources, nous avons les eaux de surface avec un taux de renouvellement rapides selon les précipitations et les eaux souterraines avec leur écoulement très lent. Les eaux de surface sont alors disponibles en plus grandes quantités que les eaux souterraines. Cependant, elles sont plus vulnérables à la pollution naturelle et anthropique.

Pour répondre aux besoins de la population, les eaux de surface sont généralement recueillies dans des barrages. La chaîne de traitement de ces eaux destinées à la consommation comprend généralement les étapes suivantes: le prétraitement, la coagulation-floculation, décantation, filtration et désinfection. Cette chaîne de traitement est mise en place pour la réduction de la turbidité ainsi que pour l'élimination de toute matière et particules en suspension.

Le travail qui nous a été confié dans le cadre de notre mémoire de fin d'étude s'inscrit autour de cette problématique. Défini en partenariat entre notre université et la station potabilisation de TAKSEBT, notre thème est l'évaluation de l'impact des eaux de lavage recyclées sur la qualité d'eau produite. Le principe de ce travail est l'analyse de la qualité du mélange eau de lavage, eau brute à différentes proportions en utilisant le sulfate d'aluminium et le polymère synthétique.

Allant des généralités sur les eaux aux résultats expérimentaux, ce travail est structuré comme suit :

- Le premier chapitre est consacré à des généralités sur les eaux de surface, leurs caractéristiques ainsi que leur répartition à travers le monde et en Algérie. Dans ce contexte-là, la station de potabilisation de TAKSEBT, sa chaîne de traitement et son fonctionnement sont présentés.

Introduction générale

- Parmi les étapes de traitement, nous nous sommes intéressées au processus de coagulation-floculation. Les différents coagulants et floculants, les avantages et inconvénients de ce processus font l'objet du deuxième chapitre.
- Dans le troisième chapitre, sont présentés les différents paramètres suivis, les méthodes adoptées, les différents appareils utilisés ainsi que le protocole expérimental.
- Les résultats obtenus sont présentés dans le quatrième chapitre d'abord sous forme tabulaire ensuite sous forme graphique, ce qui rend leur interprétation plus souple.

Enfin, nous concluons sur ce travail en faisant apparaître ce que nous avons appris sur ce thème et ce que nous avons apporté à travers les expériences que nous avons menées sur le terrain.



Références bibliographiques



Chapitre I

Les eaux de surface et la station
de traitement de
TAKSEBT

Introduction

La sûreté et qualité de l'eau destinée à la consommation est un enjeu important qui menace la vie humaine. La mort de plusieurs millions de personnes est due à l'utilisation d'une eau polluée. C'est dans cette vision que l'organisation Mondiale de la Santé et les réglementations nationales et internationales ont mis en place des normes et des recommandations, afin d'éviter la présence de micro-organismes et de substances chimiques indésirables dans l'eau potable [1].

En se basant sur la qualité de l'eau brute à l'entrée, on définit les processus de traitement les mieux adaptés afin de débarrasser l'eau de toutes les matières en suspension et colloïdales qu'elles contiennent et les substances dissoutes indésirables, de garantir également une bonne protection vis-à-vis du risque parasitaire.

I.1.Généralités sur les eaux de surfaces

Comme son nom l'indique, elles englobent toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface du continent (nappes, lacs, rivières, ...). Ce sont le siège, dans la plupart des cas, d'un développement d'une vie microbienne à cause des déchets rejetés dedans et de l'importante surface de contact avec le milieu extérieur. Pour améliorer leur qualité (potabilité), elles nécessitent des traitements appropriés, c'est-à-dire leur faire subir des modifications physico-chimiques ou biologiques, dans une chaîne de traitement classique [2].

I.1.1. Définition

L'eau de surface est l'eau qui se trouve à la surface ou proche de la surface du sol. Il s'agit pour l'essentiel des cours d'eau, des océans, des mers, des lacs et des eaux de ruissellement [3].

I.1.2. Caractéristiques des eaux de surfaces et des eaux souterraines

La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains rencontrés durant leur parcours. Au cours de son cheminement, l'eau dissout les différents éléments constitutifs des terrains.

Le tableau I.1 donne les éléments caractéristiques des eaux de surface par rapport aux eaux souterraines.

Chapitre I Les eaux de surface et la station de traitement TAKSEBT

Tableau I.1 : Caractéristiques des eaux de surfaces et des eaux souterraines. [2]

Caractéristiques	Eaux de surfaces	Eaux souterraines
Température	Variable suivant la saison.	Relativement constant.
Turbidité, MES	Variable, parfois élevée.	Faible ou nulle.
Couleur	Liée surtout aux MES (algues, argiles) sauf dans les eaux très douces et acides (acides humiques).	Liée surtout aux matières en solution (acide humiques) ou due à une précipitation (Fe-Mn).
CO ₂ agressif	Généralement absents.	Présents, parfois en grande quantité.
O ₂ dissout	Le plus souvent au voisinage de la saturation ; absent dans le cas d'eaux très polluées.	Teneur faible ou nulle.
Ammoniaque NH ₄ ⁺	Présent seulement dans les eaux polluées.	Présent fréquemment sans être un indice systématique de pollution bactérienne.
Nitrates NO ₃ ⁻	Peu abondant en général.	Teneur parfois élevée.
Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , HCO ₃ ⁻	Variable selon la région.	Teneur souvent élevée si la roche est calcaro-magnésienne ou calcaire
Solvants chlorés	Rarement présents	Peuvent être présents (pollution de la nappe).
Eléments vivants	Bactéries (dont certaines pathogènes), virus, plancton (animal ou végétal).	Ferrobactéries et sulfatoréductrices fréquentes.

I.1.3. Répartition des eaux de surface dans le monde et en Algérie

I.1.3.1. Dans le monde

Dans le monde les eaux de surfaces sont très peu nombreuses comme le montre le tableau I.2

Tableau I.2 : Volume d'eau terrestre sous forme liquide, solide, gazeuse [4].

	Volume (Km ³)	%
Océans	1.348.000.000	97.39
Icebergs, glaciers	27.820.000	2.01
Nappes, humidité du sol	8.062.000	0.58
Lacs et rivières	225.00	0.02
Atmosphère	13.000	0.001
TOTAL	1 384.120.000	100.00
Eau douce	36.020.000	2.61

I.1.3.2. En Algérie

Les potentiels en eau sont estimés à 18 milliards de m³/an répartis comme suit :

- 12.5 Milliards de m³/an dans les régions nord dont 10 milliards en écoulements superficiels et 2.5 milliards en ressource souterraines (renouvelable).
- 5.5 milliards de m³/an dans les régions sahariennes dont 0.5 milliard en écoulements superficiels et 5 milliards en ressources souterraines (fossiles). [5]

Nous voyons bien que seulement 2,6% de l'eau est douce. Donc un traitement des eaux de surfaces est nécessaire afin de répondre aux besoins humains en eau. Parmi les stations de traitement des eaux de surface, en Algérie, on cite la station de TAKSEBT qui fera l'objet de la prochaine section.

I.2. Présentation de la station de potabilisation TAKSEBT

La station de traitement des eaux de surface se situe à environ 4 km du barrage de TAKSEBT et occupe une superficie de 34 hectares.

Cette station, mise en service en mai 2007, a été construite par SNC LAVALIN/DEGREMONT puis exploitée par SNC LAVALIN jusqu'en 2013 et est considérée comme le plus important ouvrage de traitement d'eau potable géré par la SEAAL. C'est aussi la plus importante station de traitement d'eau potable, avec une capacité de 616 000m³/j.

Elle a une vocation régionale, puisqu'elle alimente 25 communes et assure l'approvisionnement de 03 wilayas, Alger, Boumerdes et Tizi-Ouzou, alimentée à partir du barrage de TAKSEBT de capacité 181 Millions m³.

I.2.1. Capacité de la station

La production nominale de la station de traitement de TAKSEBT est de 605 000m³/j, soit 7000 l/s qui sont basées sur un approvisionnement en eau brute de 616 000m³/j. [6]

Débit d'eau brute	616 000m ³ /j
Volume des boues extraites des clarificateurs	7 400m ³ /j
Volume des boues extraites des filtres	3 600m ³ /j
Production d'eau traitée	605 000m ³ /j

I.2.2. Chaîne de traitement

L'eau brute, provenant du barrage TAKSEBT, subit un traitement éventuel avant acheminement vers la station de pompage. Et pour cela la station de traitement comporte :

- Entrée de l'eau brute.
- Chambre de mélange.
- Entrée floculation-décantation.
- Entrée filtres à sables.
- Bâtiment chlore gazeux (désinfection).
- Dessableurs, bâches de reprise des eaux de lavage (traitement des eaux de lavage).
- Bassins d'équilibre, épaisseurs (Traitement des boues).
- 02 réservoirs de 38000 m³.

I.2.3. Fonctionnement de la station

I.2.3.1. Entrée de l'eau brute

L'arrivée d'eau brute à la station de TAKSEBT et l'eau surnageant des dessaleurs se fait dans la chambre de dissipation d'un volume de 430m^3 (figure I.1). Son rôle principal est la tranquillisation du débit d'eau brute et assurer une aération et un temps de contact nécessaire en cas d'injection du chlore gazeux liquéfié (pré-chloration).

Le chlore liquéfié dégrade la matière organique et tous les micro-organismes ainsi que les virus et les bactéries. L'acide sulfurique (H_2SO_4) est aussi injecté pour corriger le pH.



Figure I.1 : Ouvrage d'entrée.

I.2.3.2. Chambre de mélange

Dans le but de réaliser le premier traitement concernant la potabilisation des eaux, des réactifs chimiques sont utilisés et injectés dans le sens du flux (figure I.2) :

- a) **Charbon actif en poudre (CAP)** : utilisé pour contrôler le goût et l'odeur en captant les micropolluants organiques ;
- b) **Permanganate de potassium (KMnO_4)** : utilisé pour la précipitation du manganèse ou contrôler la charge biologique ;
- c) **Sulfate d'alumine ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)** : utilisés pour coaguler les matières en suspension très fines (matières colloïdales).



Figure I.2 : Chambre de mélange.

I.2.3.3. Décantation

A la sortie de la chambre de mélange, l'ajout d'un polymère (adjuvant de floculation) permet la concentration des MES en floes facilement décantées. L'eau est répartie dans les décanteurs (figure I.3) dont le débit maximal théorique unitaire est de $4500\text{m}^3/\text{h}$, correspondant à une vitesse ascensionnelle de $7,55\text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$.

L'objectif de la décantation est de séparer les particules floculées de l'eau clarifiée.



Figure I.3 : Les décanteurs.

I.2.3.4. Entrée filtres à sable (aquazur V)

L'eau venant des décanteurs est répartie entre les 24 filtres à sable de granulométrie homogène (type Aquazur V).

Cette étape permet de retenir les matières en suspension qui n'ont pas été piégées lors des étapes précédentes.

Les filtres Aquazur V (figure I.4) sont caractérisés par :

- Une grande hauteur d'eau au-dessus du lit filtrant (1,20m) ;
- Une hauteur de matériaux filtrants homogènes comprise entre 0,8 et 1,5 m ;
- Une taille effective du matériau filtrant (sable) ;
- Un lavage simultané à l'air et à l'eau, accompagné d'un balayage en surface à l'eau décantée, suivi d'un rinçage à l'eau. Ce balayage permet d'évacuer plus rapidement les impuretés à l'égout.

A la fin de filtration, la turbidité doit avoir des valeurs inférieures ou égales à 0.5NTU.



Figure I.4 : Filtres Aquazur V.

I.2.3.5. Désinfection

A ce niveau de la station l'eau subira une désinfection. Cette étape, commune à tous les traitements, est la plus importante. Elle a pour but de neutraliser tous les virus et bactéries pathogènes. Elle n'est efficace que si l'eau a été préalablement bien traitée.

I.2.3.6. Réservoir d'eau traitée

Les réservoirs d'eau traitée (figure I.5) permettent de conserver une réserve de production de $605\,000\text{m}^3/\text{j}$. Les pompes d'eau de service, ainsi que les pompes de dilution de chaux sont alimentées depuis cette chambre.



Figure I.5: Réservoir d'eau traitée.

I.2.4. Étapes auxiliaires du traitement

I.2.4.1. Lavage des filtres

L'opération de nettoyage des filtres est programmée automatiquement chaque 7 jours. Cependant, la perte de charge au travers du filtre est mesurée en permanence pour indiquer le niveau du colmatage du filtre. Lorsque le filtre est colmaté, une demande automatique pour le nettoyage est générée.

I.2.4.1.1. Mécanisme de lavage des filtres Aquazur V

Le lavage s'effectue suivant les séquences suivantes :

- Abaissement du plan d'eau jusqu'au niveau des bords supérieurs de la goulotte de lavage par arrêt de l'alimentation ;
- Constitution du matelas d'air ;
- Soufflage par injection d'air et d'eau avec courant de balayage (figure I.6) ;
- Rinçages à l'eau, avec maintien du courant de balayage, jusqu'à ce que l'eau évacuée à l'égout soit claire.

A la fin de ce processus on obtiendra d'énormes quantités d'eau qu'on appelle eau de lavage.



Figure I.6 : Filtre Aquazur, phase de lavage à l'air et à l'eau.

➤ **Eau de lavage**

Le lavage des filtres se fait simultanément à l'air et à l'eau. Cette opération est accompagnée d'un balayage en surface à l'eau décantée suivi d'un rinçage à l'eau. Une grande quantité d'eau chargée en ions est alors obtenue. Ces eaux appelées eaux de lavage présentent une charge importante en MES comprises entre 300 et 400 NTU. Vu la quantité considérable de ces eaux, leur recyclage en tête de station est préconisé. Cependant, un compromis doit être fait entre la quantité d'eau de lavage à recycler et la qualité souhaitée de l'eau obtenue.

I.2.4.2. Étapes du traitement des boues

I.2.4.2.1. Dessableurs

L'eau de lavage est envoyée en tête de station après avoir été débarrassé des sables dans les dessableurs.

I.2.4.2.2. Bâches de reprise

L'eau va ensuite vers des bâches de reprise des eaux de lavage (figure I.7). Ces bâches fonctionnent selon le cycle suivant :

- Remplissage en eau sale.
- Décantation des boues au fond de l'ouvrage.
- Récupération des eaux surnageants qui seront pompées en tête de station.
- Extraction des boues vers le bassin d'équilibre.



Figure I.7: Bâches de reprise.

I.2.4.2.3 Bassin d'équilibre

Le bassin d'équilibre permet d'uniformiser le débit acheminé vers les épaisseurs. Les boues sont maintenues en suspension par un agitateur mécanique.

I.2.4.2.4 Épaisseurs

La boue arrive dans un répartiteur et sera répartie entre deux épaisseurs (figure I.8). L'injection du polymère se fait par deux conduites débouchant dans le répartiteur.

Les boues des décanteurs sont mélangées aux boues du traitement des eaux de lavage des filtres dans le bassin d'équilibre, ces deux boues seront dirigées vers les épaisseurs ; la boue est extraite vers les lagunes de stockage, le surnageant et évacué vers le trop-plein.



Figure I.8 : L'épaisseur.

I.2.4.2.5 La lagune

Ce procédé revient à laisser faire la nature en exposant les eaux usées à la lumière du soleil (figure I.9). Les bactéries épuratrices vont se reproduire en présence de l'eau, l'air et l'oxygène dégagé par les micro-algues vivant dans ces eaux.



Figure I.9 : La lagune.

Conclusion

L'accès à l'eau potable est non seulement un besoin mais surtout un droit humain fondamental.

Au cours de ce chapitre nous avons essayé de décrire les principaux ouvrages de la station de potabilisation TAKSEBT.

Vu le bon état actuel de la station, elle ne nécessite aucune rénovation des installations (filtres, flocculateurs...).

A decorative graphic of a scroll with a light gray gradient background and a dark gray border. The scroll is unrolled on the left and right sides, with the top corners curled up. The text is centered on the scroll.

CHAPITRE II

Processus de la coagulation- floculation

Introduction

L'un des processus de traitement le plus efficace dont l'objectif capital est l'élimination de la portion des matières en suspension non décantables représentées essentiellement par les colloïdes, est la coagulation-floculation.

Dans ce présent chapitre nous allons définir ce processus, les facteurs qui l'influencent ainsi que les différents produits utilisés.

II.1. Coagulation-floculation

Les colloïdes sont la cause du changement de couleur et la turbidité d'une eau. Ces derniers sont d'une grande stabilité [7], leur élimination ne peut se baser sur la simple décantation. En effet, leur vitesse de sédimentation est très faible. Le temps nécessaire pour parcourir 1m en chute libre peut être de 66600 années [8].

La coagulation et floculation sont des procédés physico-chimiques souvent indissociables, visant la déstabilisation des particules colloïdales présentes dans l'eau [9]. La coagulation, en diminuant les forces de répulsion entre les particules ; et la floculation, en permettant la croissance des agrégats, accélère la séparation des phases.

II.2. Rôle de la coagulation-floculation

Les procédés de la coagulation et la floculation permettent l'élimination des matières en suspension en les rassemblant sous formes de floc dont la séparation est ensuite effectuée par des systèmes de décantation, flottation et/ou filtration. Ils sont des traitements de base appliqués pour corriger tout ou partie des défauts de l'eau liés aux fractions particulières inertes (limons, argiles, colloïdes) ou vivantes (micro algues planctoniques ; micro-invertébrés, en particulier les kystes des protozoaires parasites : amibes, Giardia, Cryptosporidium... ; bactéries).

Ils assurent aussi l'élimination de la fraction « floculable » des matières organiques (macromolécules, en particulier la plupart des acides humiques responsable de la couleur) et de certains métaux lourds, plus généralement de la fraction des micropolluants associé à ces MES et macromolécules colloïdales (dont les virus, pratiquement toujours portés par les MES et colloïdes de l'eau) [10].

II.3. Mécanisme de la coagulation floculation

La coagulation représente l'ensemble des phénomènes physico-chimiques visant à la déstabilisation des particules colloïdales par neutralisation de leurs charges négatives. On utilise, pour ce faire, des réactifs chimiques nommés coagulants. Le procédé nécessite une agitation importante [11].

Généralement les particules colloïdales possèdent une charge électrique négative et identique donc elles se repoussent et ne forment pas de floes. La coagulation permet la neutralisation de la surface de la charge des colloïdes par l'addition d'ions à charge positive, sels métalliques ou minéraux.

La floculation est l'ensemble des phénomènes physico-chimiques menant à l'agrégation des particules stabilisées pour former des floes.

La décantation quant à elle, a pour but d'éliminer les particules en suspension dont la densité est supérieure à celle de l'eau. Les particules s'accumulent au fond du bassin de décantation d'où on les extrait périodiquement. L'eau clarifiée, située près de la surface, est dirigée vers l'unité de filtration.

On peut ajouter un autre réactif appelé flocculant ou adjuvant de floculation pour faciliter la formation de floes.

II.4. Facteurs influençant la coagulation floculation

Plusieurs paramètres sont à tenir en compte. Ces paramètres sont liés à la qualité de l'eau à traiter : le pH, la turbidité, la couleur, les sels dissouts et la température. D'autres sont liés au traitement lui-même : la nature, la dose des coagulants et flocculants, le mode d'injection, le temps de décantation et d'agitation [12].

- **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. Il influence le signe de l'électrisation des colloïdes suivant qu'il est acide ou basique [13]. Les flocons d'hydroxyde de fer se forment dans des limites de pH assez large entre 4 et 11. Pour les hydroxydes d'aluminium, les limites sont plus étroites. Il a aussi également une influence sur l'élimination des matières organiques [14] [15].
- **La température :** un facteur physique important qui joue un rôle non négligeable lors de la coagulation [16]. Quand elle est basse, la viscosité de l'eau augmente ce qui empêche le bon déroulement du processus.

- **La nature et la dose du coagulant** : le choix du coagulant et sa dose sont des paramètres à prendre en compte pour ce processus. Un dosage insuffisant fait que l'eau traitée soit de mauvaise qualité.
- **La turbidité** : influe aussi sur la coagulation. Dans certaines plages de la turbidité, l'augmentation de la concentration des particules doit être suivie d'une augmentation de la dose de coagulant.
- **La couleur** : la quantité de coagulant requise est fonction de la couleur initiale ; pour un pH optimal, la couleur résiduelle décroît proportionnellement avec l'augmentation de la quantité de coagulant utilisée. Le pH optimal pour l'élimination de la couleur varie entre 4 et 6 [17].
- **La vitesse d'agitation** : la pratique consiste à mettre en œuvre deux séquences d'agitation : une rapide qui favorise le mélange des réactifs et la déstabilisation des particules (phase de coagulation), et une lente pour favoriser les collisions entre les particules déstabilisées (phase de floculation). Pour des valeurs trop élevées du gradient de vitesse, le floc formé peut subir un cisaillement mécanique entraînant sa destruction.

II.5. Différents coagulants et floculant utilisés

Les coagulants sont des produits qui neutralisent les charges de surface des matières colloïdales. Le choix du coagulant pour le traitement de l'eau de consommation doit tenir compte de l'innocuité du produit, de son efficacité et de son coût [11].

Les floculants sont des substances qui ont la propriété de floculer ou d'agréger sous forme de flocons, des particules de colloïdes en suspension dans un solvant. Majoritairement ce sont des polymères de poids moléculaire très élevé [18]. Ils peuvent être de nature minérale, organique naturelle ou organique de synthèse [19][20][21].

Les différents coagulants et floculants utilisés dans la coagulation-floculation sont résumés dans le tableau II.1.

Tableau II.1 : Différents coagulants et floculants utilisés dans la coagulation-floculation.

Coagulants			Floculants	
Sels métalliques	Sel d'aluminium	<ul style="list-style-type: none"> - Sulfate d'alumine: $Al_2(SO_4)_3$. - Chlorure d'alumine: $AlCl_3$. 	Minéral	<ul style="list-style-type: none"> - Silice active - Silicoaluminate
	Sel de fer	<ul style="list-style-type: none"> - Sulfate ferrique : $Fe_2(SO_4)_3$. - Chlorure ferrique : $FeCl_3$. - Sulfate ferreux: $FeSO_4$. 	Organique	<ul style="list-style-type: none"> - Alginate de sodium. - Pectine - Carraghénane.
			Polymère synthétique	<ul style="list-style-type: none"> - Polyélectrolyte

Dans la station de potabilisation TAKSEBT, le coagulant et le floculant utilisés sont le sulfate d'alumine et le polymère synthétique qui porte le nom de code AN910.

• **Le sulfate d'aluminium**

Un sel basique, hydraté, commercialisé sous la forme solide $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ (figure II.1) se dissocie dans l'eau en ions aluminium et sulfate conduisant à des réactions chimiques avec les ions hydroxydes de l'eau [9].



Figure II.1. : Le sulfate d'aluminium en poudre [22]

- **Le polymère synthétique**

De manière générale, ce sont des composés de haut poids moléculaire 10⁴-10⁶ Da de types anioniques, cationiques ou non ioniques. L'intensité de la charge d'un polymère dépend de son degré d'ionisation qui elle à son tour dépend des charges sur les groupes fonctionnels, du degré de copolymérisation et de la quantité de groupes fonctionnels qui ont été substitués.

En solution, ils ont un taux de diffusion relativement bas et ils augmentent la viscosité. Le brassage est donc nécessaire à la dispersion des polymères. Ils peuvent être employés pour la neutralisation, l'émulsion et/ou pour créer des ponts entre les particules colloïdales.

II.6 Avantages et inconvénients de la coagulation-floculation

II.6.1. Avantages

- ❖ L'utilisation de ce procédé chimique est très répandue, il y a donc beaucoup d'équipement déjà existant et une multitude d'agents chimiques disponibles ;
- ❖ Les systèmes de coagulation-floculation chimiques sont généralement automatisés et demandent donc peu de surveillance et d'entretien. Une main-d'œuvre hautement qualifiée n'est souvent pas nécessaire ;
- ❖ Contrairement aux systèmes biologiques, ce système requiert moins d'espace et les coûts d'installation sont moins importants ;
- ❖ Une réduction significative est obtenue en termes de micropolluants, de métaux lourds, de bactéries et virus ;
- ❖ Les systèmes chimiques de coagulation-floculation peuvent être conçus afin d'obtenir un produit à valeur ajoutée [23].

II.6.2 Inconvénients

- ❖ Puisqu'il y a plusieurs réactions en compétition dans ce type de systèmes chimique et plusieurs degrés d'alcalinité, en plus des autres facteurs influençant le procédé, il est particulièrement difficile d'établir les bons dosages. Beaucoup d'essais à l'échelle du laboratoire sont donc nécessaires pour trouver un traitement optimal. Une surdose de coagulant chimique peut diminuer l'efficacité du système ;
- ❖ Les coagulants utilisés sont souvent corrosifs, des normes de sécurité doivent être respectées afin que les travailleurs manipulent ces substances avec précautions ;
- ❖ La présence d'aluminium résiduel peut entraîner des problèmes importants pour la santé comme l'Alzheimer et autres pathologies de ce genre. Il est donc toxique pour les écosystèmes. Le fer aussi est toxique pour la faune. Cette toxicité génère plusieurs inquiétudes au niveau du grand public ;
- ❖ Eau froide, le processus est peu efficace ;
- ❖ Pour les pays en voie de développement, les coagulants chimiques peuvent être trop coûteux [23].

Conclusion

La coagulation et la floculation sont deux étapes complémentaires. Elles permettent une clarification des eaux non potables en éliminant les colloïdes très stables présents dans cette dernière. L'objectif de notre travail, est d'étudier certains paramètres qui peuvent influencer ce procédé. Ceci sera traité dans le prochain chapitre qui représentera notre partie expérimentale.

Deuxième partie

Étude expérimentale



Chapitre III

Matériels et méthodes

Introduction

Le travail qui nous a été confié est articulé autour d'une problématique qui concerne les eaux de lavage qui sont mélangées à l'eau brute. Notre objectif est d'évaluer l'effet de ces mélanges sur la qualité de l'eau produite et effectuer un traitement par coagulation floculation. Pour cela, nous allons procéder comme suit :

- Dans un premier temps, réaliser différents mélanges d'eaux de lavage et eau brute et voir l'effet de ces mélanges sur l'évolution de certains paramètres à savoir, la turbidité, le pH, la couleur, l'absorbance à 254 nm, le taux d'aluminium résiduel.
- Ensuite, réaliser un test de coagulation- floculation où nous allons optimiser la dose du coagulant et flocculant tout en suivant les paramètres relatifs à la potabilisation de l'eau produite.

Ce chapitre va alors présenter le matériel, la méthodologie et les techniques expérimentales d'analyse que nous avons exploitée pour répondre à cette problématique.

III.1. Appareils de mesures et analyses

Afin de réaliser nos expériences, nous avons effectué les analyses suivantes pour la détermination des paramètres étudiés avant et après le JAR TEST. Les paramètres à analyser, les méthodes respectives utilisées et l'appareillage nécessaire sont résumés dans le tableau III.1.

Tableau III.1 : Paramètres, méthodes et appareils utilisés.

Le paramètre	La méthode	Appareil utilisé
Le pH	Mesure directe avec un pH-mètre.	pH-mètre.
La turbidité	Mesure directe avec un turbidimètre.	Turbidimètre.
La conductivité	Mesure directe avec un conductimètre.	Conductimètre.
L'Oxygène dissout	Mesure directe avec un oxymètre.	Oxymètre.
L'Absorbance à 254 nm	Mesure directe avec un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 254 nm	Spectrophotomètre.
La couleur	Mesure directe avec un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 455 nm	Spectrophotomètre.
L'Aluminium	Méthode des codes-barres, mesurés avec un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 620 nm	Spectrophotomètre.
Le TA	Titration	

Le TAC	Titration	Verrerie courante de laboratoire.
Le TH	Titration	
[Ca ²⁺]	Titration	
La matière organique	Titration	

III.1.1. Le JAR TEST

Depuis plus de 50 ans, le JAR TEST est la technique standard utilisée pour optimiser l'addition de coagulants et de flocculants pour l'eau à traiter. C'est la méthode la plus ancienne, la moins onéreuse, la plus simple et de ce fait, la plus utilisée. Elle consiste à remplir des bécards d'eau à traiter et à ajouter à chacun d'entre eux et à des temps précis une dose de coagulant puis une dose de flocculant avec agitation.

Les essais de coagulation-floculation de cette présente étude sont réalisés dans un flocculateur de type JAR-Test de marque Lovibond (figure III.1). Il est composé de six bécards d'une capacité de 1000 ml. Chaque bécard est muni d'une pale rectangulaire à vitesse de rotation variable. Cette vitesse est déterminée à l'aide d'un régulateur de vitesse manuel.



Figure III.1 : JAR-Test utilisé au laboratoire.

III.2. Protocole expérimental

Afin de bien mener nos expériences, nous avons respecté un protocole expérimental. Nous avons récupéré les eaux de lavage à partir de leurs baches de reprise. La turbidité de ces eaux est fixée à 330 NTU, les points suivants décrivent ce protocole.

III.2.1. Influence du mélange eau de lavage et eau brute sur la qualité d'eau à traiter

Dans cette manipulation, les doses du coagulant $Al_2(SO_4)_3$ et du floculant polymère synthétique AN910 sont respectivement de l'ordre de 4 mg/l et de 0.2 mg/l. Le choix de ces doses est imposé par les conditions de fonctionnement de la station d'épuration de TAKSEBT. Après avoir récupéré les eaux de lavage de leurs bâches de reprise et fixé leur turbidité à 330 NTU, nous avons effectué différentes dilutions. Ces dernières sont regroupées dans le tableau III.2.

Tableau III.2: Différentes proportions d'eau de lavage et d'eau brute utilisées.

Volumes d'eau de lavage (ml)	Volumes d'eau brute (ml)	Volume total (ml)
50	950	1000
75	925	1000
100	900	1000
125	875	1000
150	850	1000
200	800	1000
500	500	1000

Les étapes de l'essai de coagulation-floculation sont les suivantes :

- ❖ Caractériser les eaux de mélanges avant de commencer l'essai de coagulation-floculation ;
- ❖ Verser les mélanges dans des béchers de 1000 ml et les placer dans un JAR TEST ;
- ❖ Mettre en route l'agitation jusqu'à atteindre une vitesse de 100 tr/min pendant quelques minutes afin d'homogénéiser les mélanges ;
- ❖ Ajouter la dose du coagulant puis augmenter la vitesse jusqu'à 120 tr/min pendant 30 secondes ; c'est l'étape de coagulation ;
- ❖ Après 30 secondes, diminuer la vitesse à 40 tr/min ;
- ❖ Attendre 2 min pour ajouter la dose du floculant ; c'est l'étape de floculation ;
- ❖ Après 20 min à vitesse lente (40 tr/min), arrêter l'agitation et retirer les béchers pour l'étape suivante qui est la décantation ;
- ❖ Après 30 min de décantation, prélever un volume représentatif du surnageant de chaque échantillon pour lequel seront effectuées les différentes analyses. Ce prélèvement se fait avec une seringue et sans perturber la phase décantée.

III.2.2. Optimisation de la dose du coagulant

L'optimisation de la dose se fait une fois le rapport de mélange déterminé. Pour cela, différentes doses de coagulant $Al_2(SO_4)_3$ ont été testées (2 mg/l à 12 mg/l) par pas de 2. La procédure expérimentale est la suivante :

- ❖ Introduire 1000 ml d'eau de mélange dans des béchers de 1000 ml et les placer dans un JAR TEST ;
- ❖ Mettre en route l'agitation jusqu'à atteindre une vitesse de 100 tr/min afin d'homogénéiser les mélanges ;
- ❖ Ajouter simultanément les doses croissantes du coagulant du premier au sixième bécher puis augmenter la vitesse jusqu'à 120 tr/min pendant 30 secondes; c'est l'étape de coagulation ;
- ❖ Après 30 secondes, diminuer la vitesse à 40 tr/min ;
- ❖ Après 20 min à vitesse lente (40 tr/min), arrêter l'agitation et retirer les béchers pour l'étape suivante qui est la décantation ;
- ❖ Après 30 min de décantation, prélever un volume représentatif du surnageant de chaque échantillon pour lequel seront effectuées les différentes analyses. Ce prélèvement se fait avec une seringue et sans perturber la phase décantée.

III.2.3. Détermination de la dose optimale du floculant

Dans cette manipulation, la dose du coagulant $Al_2(SO_4)_3$ est fixée à sa dose optimale déterminée dans le précédent essai. Celle du floculant « polymère synthétique (AN910) » est différente d'un bécher à un autre. Celle-ci étant variable de (0,2 – 1,2) mg/l par pas de 0,2.

Pour l'essai de coagulation- floculation, nous suivons les mêmes étapes citées précédemment, seulement une fois la vitesse est réduite à 40 tr/min :

- ❖ Attendre 2 min et injecter le floculant ;
- ❖ Après 20 min à vitesse lente (40 tr/min), arrêter l'agitation et retirer les béchers pour l'étape suivante qui est la décantation ;
- ❖ Après 30 min de décantation, prélever un volume représentatif du surnageant de chaque échantillon pour lequel seront effectuées les différentes analyses. Ce prélèvement se fait avec une seringue et sans perturber la phase décantée.

Conclusion

Une fois les valeurs des paramètres suivis sont prélevées, leurs résultats sont représentés graphiquement afin d'illustrer la corrélation entre les différents paramètres. Des discussions seront apportées dans le prochain chapitre.

Deuxième partie

Étude expérimentale



Chapitre IV

Résultats et discussions

Introduction

Les eaux de lavage des filtres de la station de TAKSEBT présentent une charge importante de matières en suspensions. Cette charge est comprise entre 300 et 400 NTU. Le traitement de ces eaux par coagulation-floculation est alors nécessaire pour diminuer leur turbidité afin de les recycler en tête de station pour atteindre les normes fixées par la réglementation algérienne pour les eaux potables.

Pour cela, un processus de coagulation-floculation est réalisé sur une même eau de lavage de turbidité 330 NTU. Durant le stage que nous avons effectué au sein de cette station, nous avons réalisé plusieurs expériences autour de cette problématique :

- Dans premier temps, nous avons effectué des mélanges entre les eaux de lavage et l'eau brute avec une caractérisation du mélange. Par la suite, nous avons procédé à un essai de coagulation-floculation.
- En deuxième partie, nous avons optimisé la dose du coagulant pour la dilution optimale.
- La troisième expérience consiste à optimiser la dose du flocculant.

Dans chaque expérience, plusieurs mesures ont été effectuées afin d'aboutir à une représentation graphique. Les paramètres qui ont fait l'objet de ces mesures sont :

- La turbidité.
- La conductivité.
- L'absorbance à 254nm.
- L'aluminium résiduel.
- Le pH des échantillons.
- Titre Alcalimétrique Complet (TAC)
- Dureté totale (TH)
- La dureté calcique

IV.1. Caractérisation des eaux de lavage et de l'eau brute

Dans le but de réaliser nos différentes expériences, des analyses physico-chimiques ont été effectuées. Leurs résultats sont regroupés dans le tableau IV.1.

Tableau IV.1 : Caractérisation des eaux de lavage et de l'eau brute.

Paramètre	Eau de lavage	Eau brute	Norme de potabilisation
Turbidité(NTU)	330	2,28	< 5
pH	7,46	7,79	6,5 – 8,5
Conductivité(μ S/cm)	493	502	< 2800
M.O (mg/l)	9,79	0,25	----
Couleur (PtCo)	1796	26	< 15
UV(Abs)	1,427	0,08	----
TA($^{\circ}$ F)	0	0	0
TAC($^{\circ}$ F)	----	17,5	----
Dureté totale TH($^{\circ}$ F)	----	34	----
[Ca ²⁺](mg/l)	64,16	72	----
[Mg ²⁺](mg/l)	12,84	38,88	----
Aluminium résiduel (mg/l)	>3,5	0,006	<0.2

IV.2. Interprétation des paramètres physico-chimiques

IV.2.1. Turbidité

Comme son nom l'indique, une eau turbide est une eau trouble, non limpide. Elle est causée par la présence dans cette eau, de particules minérales ou organiques, vivantes ou détritiques en suspension.

La norme algérienne sur la qualité de l'eau potable a fixé la valeur de 5 NTU comme norme. La turbidité des eaux de lavage au barrage de TAKSEBT est de 330 NTU. Cette dernière dépasse largement la norme.

IV.2.2. pH

La valeur optimale du pH de l'eau est comprise entre 6,5 et 8,5. Dans le cas des eaux de lavage ainsi que l'eau brute de la station de TAKSEBT, le pH correspondant appartient à cet intervalle.

IV.2.3. Conductivité

La conductivité d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques en platine de 1cm^2 de surface distante l'une de l'autre de 1cm. La valeur limite de la conductivité est de $2800\mu\text{S}/\text{cm}$.

La mesure de la conductivité des eaux de lavage a donné une valeur de $493\mu\text{S}/\text{cm}$, elle se situe dans la norme.

IV.2.4. Couleur

Comme son nom l'indique, la mesure de la couleur permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. Elle se fait à une longueur d'onde de 455nm. Sa valeur limite est de 15 PtCo. Les eaux de lavage sont largement loin de la norme avec une valeur de 1796 PtCo.

IV.2.5. Absorbance à 254nm

La mesure de l'absorbance à 254nm est un indice spécifique des substances contenant une ou plusieurs doubles liaisons. L'absorbance UV constitue un critère de qualité de l'eau. En effet, de nombreux composés organiques que l'on retrouve dans les eaux naturelles et traitées absorbent fortement dans l'ultra-violet (UV). Cette mesure, constitue un indice général de la quantité de rayonnement UV nécessaire à la décontamination de l'eau et fournit de l'information quant au type et à la concentration de matières organique présentes dans l'eau.

IV.2.6. Aluminium résiduel

L'aluminium est très répandu sur terre. Lorsqu'il est en solution, on le trouve sous forme d' Al^{3+} . Il se précipite sous forme d'hydroxyde $\text{Al}(\text{OH})_3$. Ce paramètre étant dangereux pour la santé, son suivi est impératif lors de l'analyse des eaux. Notons que la valeur limite de l'aluminium résiduel est de $0,2\text{mg}/\text{l}$ et que les eaux de lavage de la station de TAKSEBT dépassent largement cette norme.

IV.3. Influence du mélange eau brute et eau de lavage sur la qualité de l'eau à traiter**IV.3.1. Caractérisation du mélange avant traitement par coagulation - floculation**

Dans le but de déterminer l'influence de l'ajout d'eau de lavage sur la qualité de l'eau brute, nous avons utilisé différents volumes d'eau de lavage à savoir : 0, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 500 ml que nous avons complété à 1000 ml avec l'eau brute. Et nous avons effectué des analyses sur ce mélange. Les résultats sont représentés sur le tableau IV.2. Nous les avons représentés graphiquement aussi afin de mieux visualiser l'effet du mélange sur la qualité de l'eau obtenue.

Tableau IV.2: Caractérisation des mélanges avant leur traitement.

	0ml	50ml	75ml	100ml	125ml	150ml	200ml	500ml	NP	NM
Turbidité (NTU)	2,28	18,2	26,6	36	42,8	50,5	64,2	167	<5	<5
pH	7,46	7,79	7,77	7,76	7,72	7,67	7,65	7,60	-	6,5-8,5
Absorbance (Abs/cm)	0,08	0,104	0,128	0,137	0,166	0,171	0,208	0,270	-	-
Couleur (PtCo)	26	94	143	177	214	259	311	400	<15	-
Conductivité (μS/cm)	502	503	516	520	521	527	536	572	-	<2500
Aluminium résiduel (mg/l)	0,006	0,013	0,023	0,033	0,040	0,058	0,073	0,132	<0,2	0,2
TAC ($^{\circ}$F)	-	17,5	17	18,5	16,5	17	18	16,5	0	-
TH ($^{\circ}$F)	-	12	11,3	11,2	11,7	9,5	8,5	10	-	-
TH calcique ($^{\circ}$F)	-	8,8	7,8	6,5	7,9	8,1	7,7	7,5	-	-

- **Variation de la turbidité**

La variation de la turbidité du mélange en fonction des différents volumes d'eau de lavage est présentée par la figure IV.1.

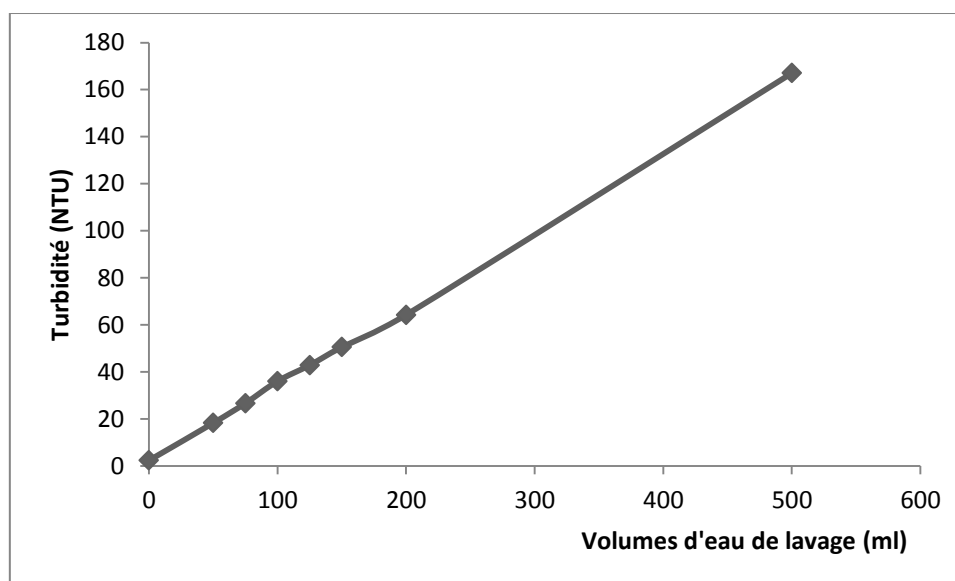


Figure IV.1: Variation de la turbidité du mélange en fonction des volumes d'eau de lavage.

L'allure de la courbe représentant l'évolution de la turbidité du mélange en fonction des volumes d'eau de lavage montre une augmentation de la turbidité allant de 2,28 jusqu'à 167 NTU cela est dû à l'augmentation des volumes d'eau de lavage qui contiennent une quantité importante de MES ce qui engendre une augmentation de la turbidité. Valeur qui dépasse la norme.

- **Variation de la couleur**

La variation de la couleur du mélange en fonction des différents volumes d'eau de lavage est présentée par la figure IV.2.

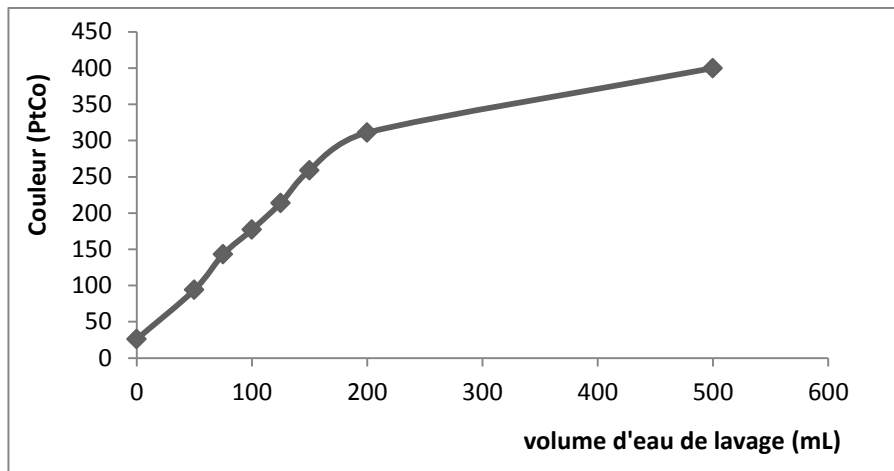


Figure IV.2: Variation de la couleur du mélange en fonction des volumes d'eau de lavage.

L'allure de la courbe qui représente la variation de la couleur du mélange en fonction des volumes d'eau de lavage augmente. Elle passe de 26 à 400 PtCo, ceci est justifié par l'ajout croissant des eaux de lavage qui sont chargées en MES. Ces valeurs dépassent la norme.

- **Variation de la Conductivité et du pH**

La variation de la conductivité et le pH du mélange en fonction des différents volumes d'eau de lavage sont présentés par la figure IV.3.

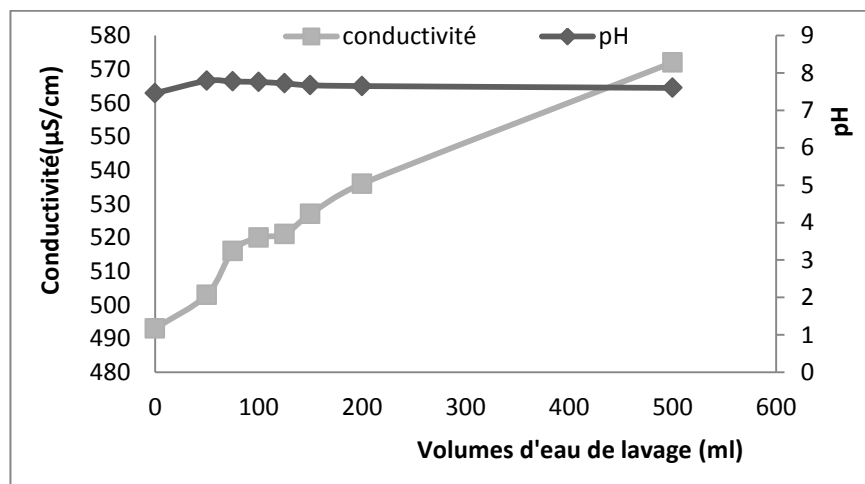


Figure IV.3: Variation de la conductivité et du pH du mélange en fonction des volumes d'eau de lavage.

L'allure de la courbe qui donne la variation de la conductivité et du pH du mélange en fonction des différents volumes d'eau de lavage est stable. Les valeurs retrouvées sont dans la norme.

- **Variation de l'aluminium résiduel**

Dans le traitement des eaux, l'un des paramètres à prendre particulièrement en considération, est l'aluminium résiduel, car il présente un danger pour la santé des consommateurs. Les différentes concentrations en Aluminium que nous avons obtenues en faisant varier le volume d'eau de lavage est présenté sur la figure IV.4.

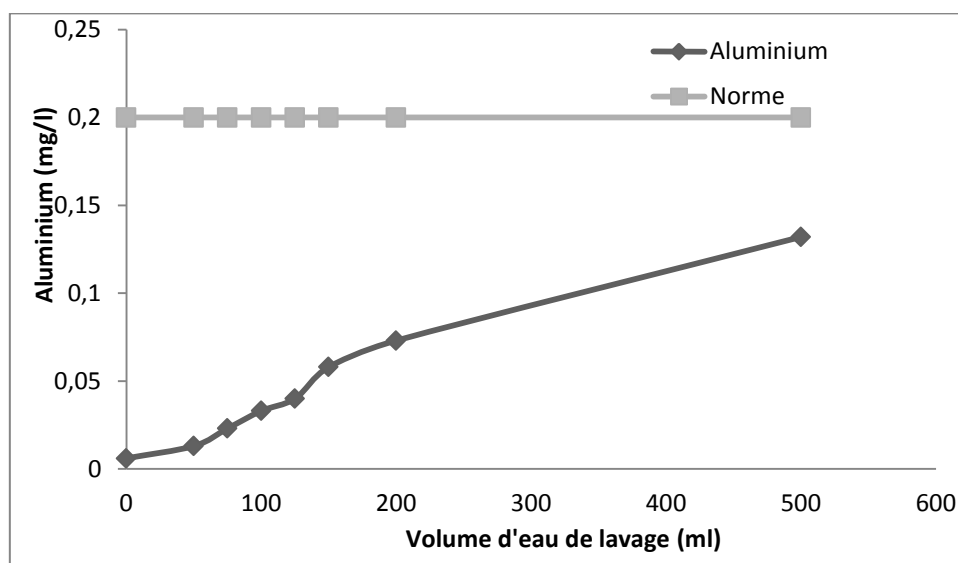


Figure IV.4: Variation de l'aluminium résiduel dans le mélange en fonction des volumes d'eau de lavage.

L'allure de la courbe qui représente la variation du taux d'aluminium résiduel en fonction des volumes des eaux de lavages montre une augmentation pour ce paramètre ; il passe de 0,006 à 0,123 mg/l. Cette variation s'explique par la présence d'aluminium dans les eaux de lavage. En effet, ces dernières proviennent des différents filtres utilisés pour l'élimination des floccs issus de la coagulation-floculation (floccs qui ne se sont pas décantés). Néanmoins, cette augmentation ne dépasse pas la norme fixée pour le traitement d'eau potable qui est de 0,2 mg/l.

- **Variation de L’Absorbance à 254 nm**

Un autre paramètre important à prendre en considérations pour le traitement des eaux, est son absorption pour les Ultras Violet (UV).

La figure IV.5 présente les résultats de l’absorbance obtenus en faisant varier le volume d’eau de lavage.

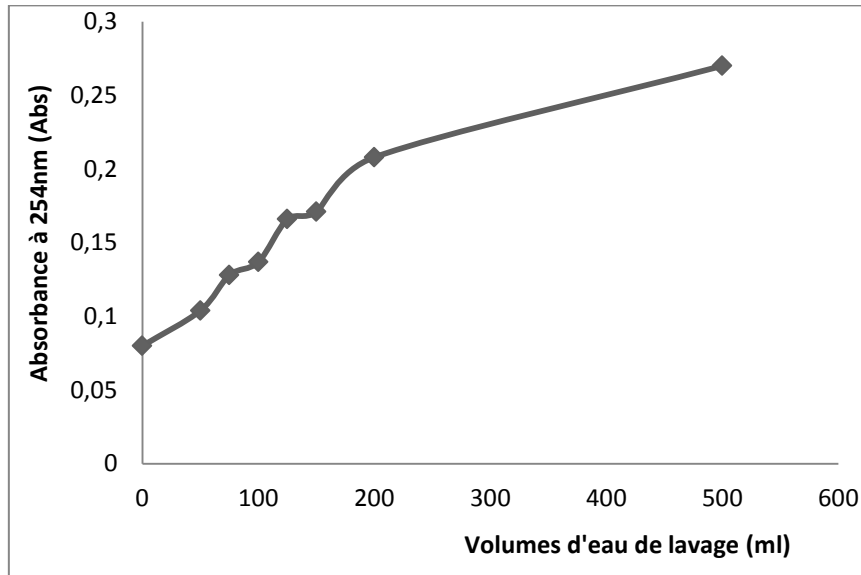


Figure IV.5: Variation de l’absorbance à 254 nm du mélange en fonction des volumes d’eau de lavage.

L’allure de la courbe est croissante. Elle passe d’une valeur de 0,08 Abs à 0,132 Abs. Ceci est dû à la présence de matières organiques dans les échantillons.

De cette première analyse, nous constatons qu’il y a effectivement un dépassement dans la valeur des paramètres de potabilisation. Donc, pour chaque mélange cité précédemment nous avons procédé à un essai de coagulation. Cette partie sera traitée dans la section suivante.

IV.3.2. Caractérisation du mélange après traitement par coagulation - floculation

Afin de traiter ces échantillons, nous avons effectué un essai de JAR-TEST pour chaque mélange selon le mode opératoire adopté au laboratoire. Pour ce faire, nous avons utilisé une dose de 4 mg/l de coagulant $Al_2(SO_4)_3$ et 0,2 mg/l de floculant (polymère synthétique). Par la suite, nous avons effectué les différentes analyses physico-chimiques indiquées sur le tableau IV.4 et ce afin de montrer si le processus de coagulation-floculation est adéquat. Les résultats respectifs de ces tests sont indiqués par les figures IV.6, IV.7, IV.8, IV.9, IV.10.

Tableau IV.3: Caractérisation des eaux de mélange après leur traitement.

	0ml	50ml	75ml	100ml	125ml	150ml	200ml	500ml	NP	NM
Turbidité (NTU)	0,28	1,27	1,4	2,80	3,21	3,64	4,10	6,20	< 5	<5
pH	7,57	7,86	7,83	7,81	7,79	7,77	7,74	7,71	-	6,5-8,5
Absorbance (Abs/cm)	0,041	0,055	0,058	0,060	0,063	0,065	0,068	0,075	-	-
Couleur (PtCo)	2	13	22	26	30	35	46	50	< 15	-
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	519	521	522	528	532	542	544	547	-	<2500
Aluminium résiduel (mg/l)	0,074	0,260	0,297	0,315	0,322	0,332	0,353	0,407	< 0,2	<0,2
TAC ($^{\circ}\text{F}$)	17	17,5	17	17,5	17,5	17,5	17	18	-	-
TH ($^{\circ}\text{F}$)	12,75	13,4	13	14,1	14	16,4	13	12,2	-	-
TH calcique ($^{\circ}\text{F}$)	6,9	7,3	7,7	7,5	7,9	8,7	8,3	8	-	-

- **Variation de la turbidité**

La variation de la turbidité du mélange après traitement en fonction des différents volumes d'eau de lavage est présentée par la figure IV.6.

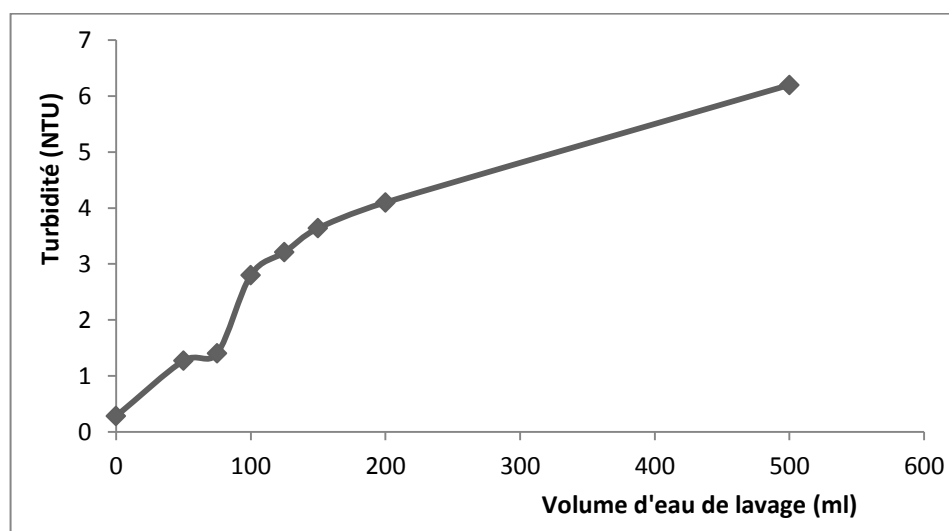


Figure IV.6 : Variation de la turbidité des eaux du mélange en fonction des volumes d'eau de lavage après traitement.

L'allure de la courbe représentant l'évolution de la turbidité en fonction des volumes d'eau de lavage montre une augmentation de la turbidité allant de 0,28 jusqu'à 6,20 NTU.

En fait, la courbe se divise en deux parties :

- Avec un volume allant de 0 à 200 ml, l'essai de coagulation-floculation, permet d'avoir une eau claire avec une turbidité de finale inférieure à 5NTU, c'est-à-dire sous la norme.
- Avec un volume de 500 ml, la turbidité finale est de 6,20. Soit une valeur supérieure à 5 NTU, elle dépasse la norme.

- **Variation de la couleur**

La variation de la couleur du mélange en fonction des différents volumes d'eau de lavage est présentée par la figure IV.7 où nous constatons une augmentation de la valeur de la couleur qui est proportionnelle à l'augmentation des volumes d'eau de lavage, elle passe de 2 PtCo à 53 PtCo. Cependant, ces valeurs sont largement inférieures à ceux trouvées avant traitement, preuve de l'efficacité du traitement, mais dépasse la norme de potabilisation.

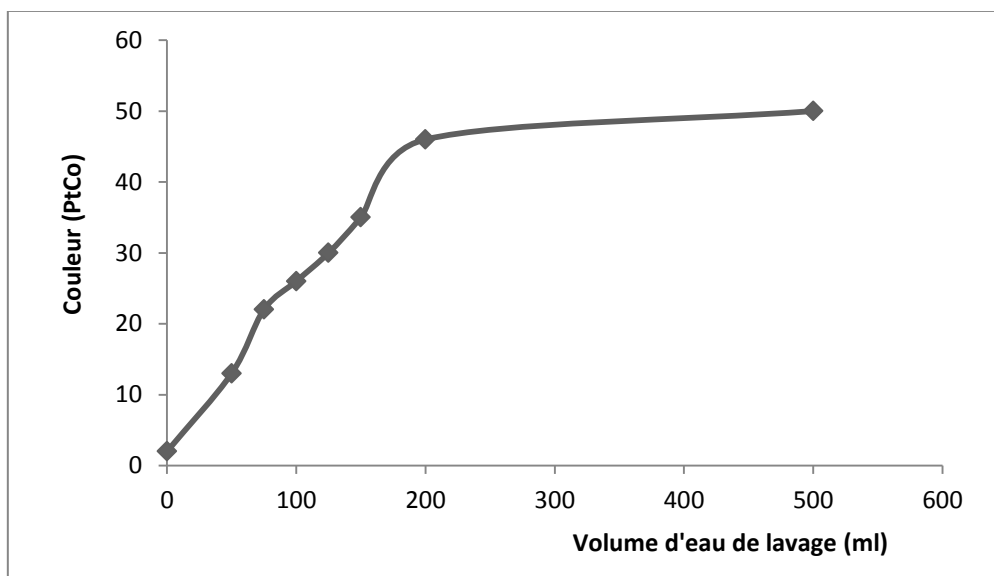


Figure IV.7 : Variation de la couleur des eaux du mélange en fonction des volumes d'eau de lavage après traitement.

- **Variation de l'absorbance à 254 nm**

L'allure de la courbe qui décrit la variation de l'absorbance en fonction des volumes d'eau de lavage (figure IV.8) est aussi croissante.

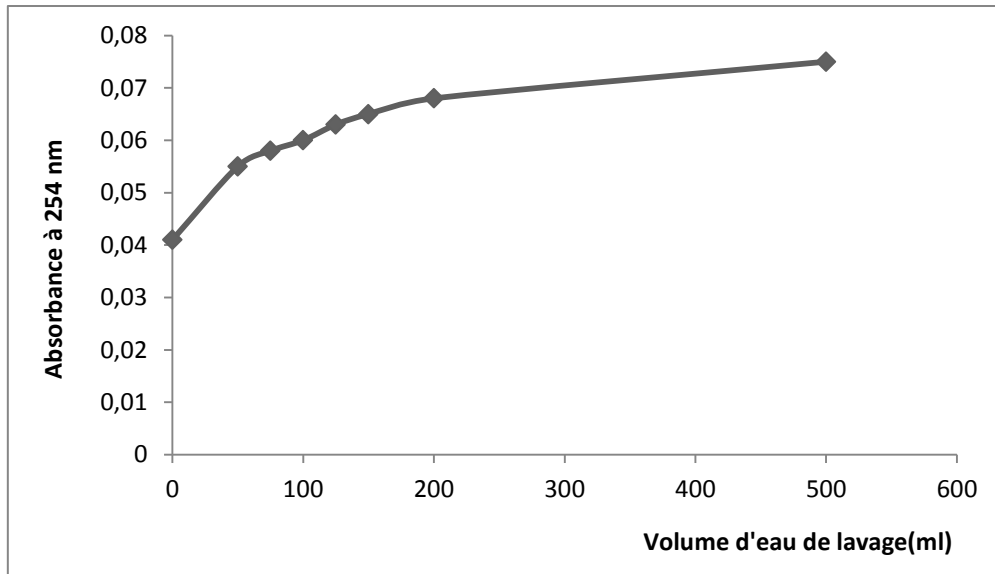


Figure IV.8 : Variation de l'absorbance à 254 nm des eaux du mélange en fonction des volumes d'eau de lavage après traitement.

Elle passe d'une valeur de 0.041Abs à 0,132Abs. Mais inférieure aux valeurs trouvées avant traitement, la matière organique s'est éliminée après le processus de la coagulation-floculation.

- **Variation de l'aluminium résiduel**

La variation de l'aluminium résiduel en fonction des différents volumes d'eau de lavage est représentée sur la figure IV.9

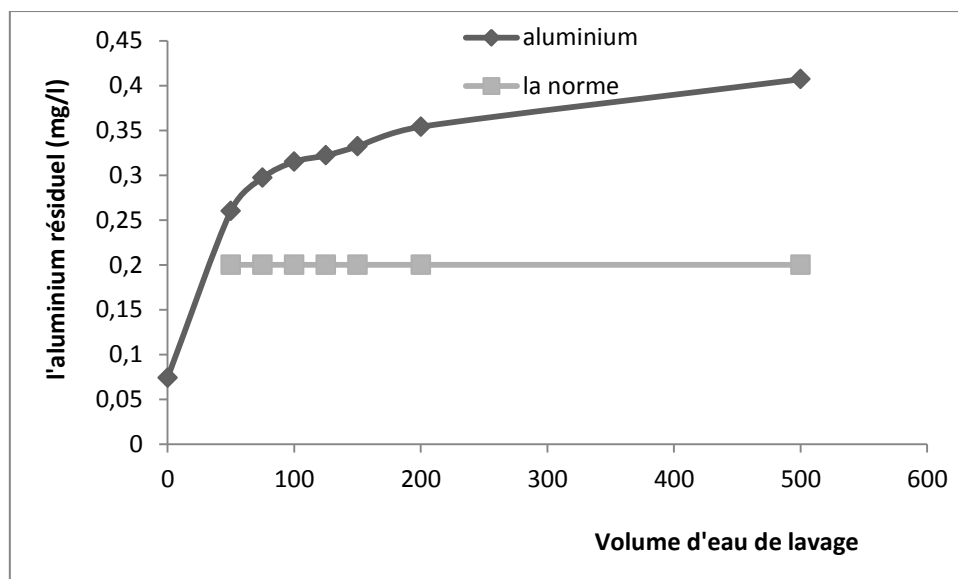


Figure IV.9 : Variation de l'aluminium résiduel dans des eaux du mélange en fonction des volumes d'eau de lavage après traitement.

L'allure de la courbe de la figure IV.9 présente la variation du taux d'aluminium en fonction des volumes d'eau de lavage. Nous remarquons que plus le volume d'eau de lavage augmente, plus le taux d'aluminium dans le mélange augmente. Toutes les valeurs obtenues sont supérieures à la norme de potabilisation qui est de 0.2 mg/L. Cela peut être expliqué par le fait que les eaux de lavage contiennent déjà de l'aluminium et à cela s'ajoute la quantité de coagulant utilisé dans le traitement qui est le $Al_2(SO_4)_3$.

- **Comparaison entre la turbidité du mélange avant et après traitement**

Nous avons jugé nécessaire de comparer la turbidité de ces eaux avant et après le traitement. Les résultats sont respectivement représentés par les figures IV.10.

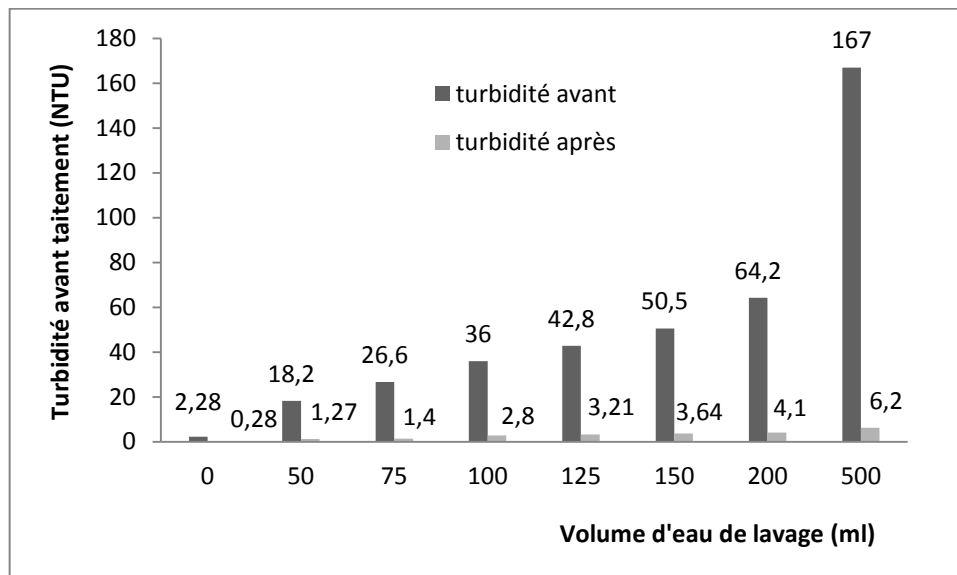


Figure IV.10 : Variation de la turbidité des eaux du mélange avant et après traitement en fonction des volumes d'eau de lavage.

Les histogrammes de la figure IV.10, représentent la variation de la turbidité du mélange avant et après traitement par coagulation-floculation. Nous voyons bien une chute de la turbidité après le traitement et ce pour les des différents mélanges. Valeurs en dessous de la norme de potabilisation, sauf pour le dernier mélange où nous obtenons une turbidité finale supérieure à 5 NTU.

De même que pour les autres paramètres (Couleur, aluminium résiduel), nous constatons que la dose de coagulant et floculant utilisés par la station de TAKSEBT ne permet pas d'avoir un abattement des paramètres de potabilisation surtout lorsque le mélange se fait avec une eau de lavage de 500 ml.

Donc et afin d'améliorer le traitement, nous allons faire des essais de coagulation-floculation en optimisant la dose du coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ tout en suivant les paramètres déjà cité précédemment.

IV.4. Essai de coagulation-floculation

IV.4.1. Optimisation de la dose du coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Dans le but d'optimiser la dose du coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ sur le processus de la coagulation-floculation, une série d'essais est effectuée avec plusieurs doses de ce dernier allant de 2 mg/l à 12 mg/l avec un pas de 2. La dose optimale du coagulant sera déterminée en fonction de l'abattement de la turbidité, de la couleur et de l'aluminium résiduel.

- **Variation de la turbidité**

Commençons par la turbidité, la variation de cette dernière en fonction des différentes doses du coagulant est représentée sur le graphe de la figure IV.11.

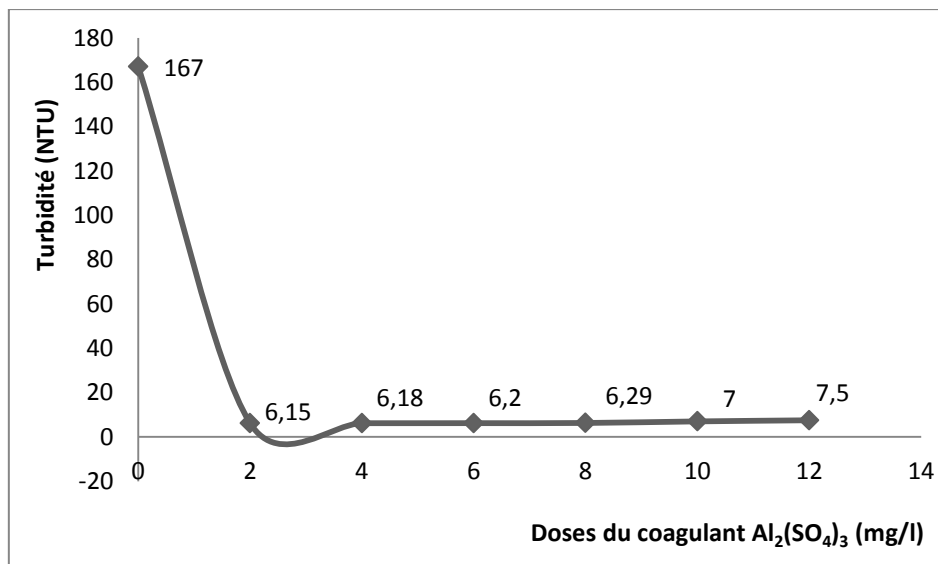


Figure IV.11 : Variation de la turbidité du mélange en fonction des doses du coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

L'allure de la courbe représentant l'évolution de la turbidité en fonction des doses du coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ montre que l'addition progressive des doses de coagulant de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ a entraîné une diminution de la turbidité de sa valeur initiale pour atteindre une valeur minimale de 6,15 (NTU) pour une dose de 2 mg/L et se stabilise au-delà de cette dose. Cela revient à dire que l'ajout des doses de coagulant, n'améliore pas l'abattement de la turbidité.

De plus le calcul du taux d'abattement de celle-ci (figure IV.12) confirme nos remarques puisqu'un maximum est atteint (96,32%) pour la dose de 2 mg/L.

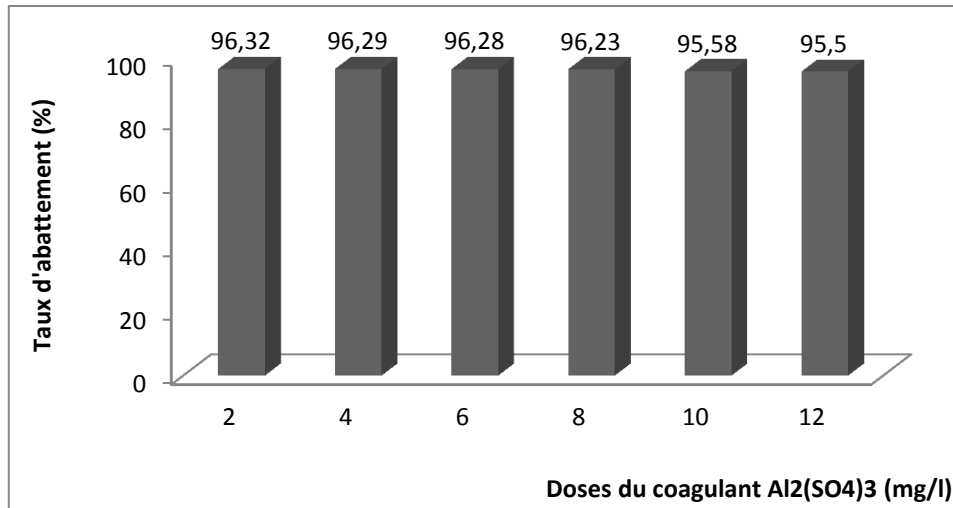


Figure IV.12 : Taux d'abattement de la turbidité en fonction des doses du coagulant $Al_2(SO_4)_3$.

- **Variation de la couleur et de l'absorbance à 254 nm**

Afin de confirmer que la dose optimale du coagulant $Al_2(SO_4)_3$ pour notre échantillon est de 2 mg/l, nous avons mesuré puis représenté la couleur et l'absorbance à 254 nm sur les figures IV.13 et IV.14 respectivement.

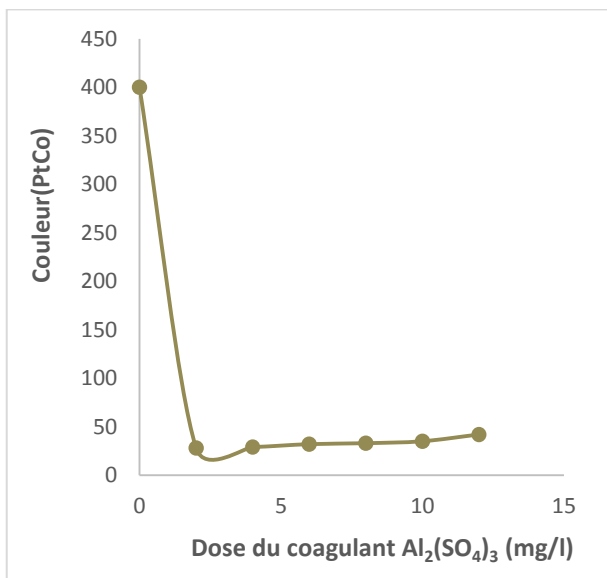


Figure IV.13 : Variation de la couleur en fonction des doses du coagulant $Al_2(SO_4)_3$.

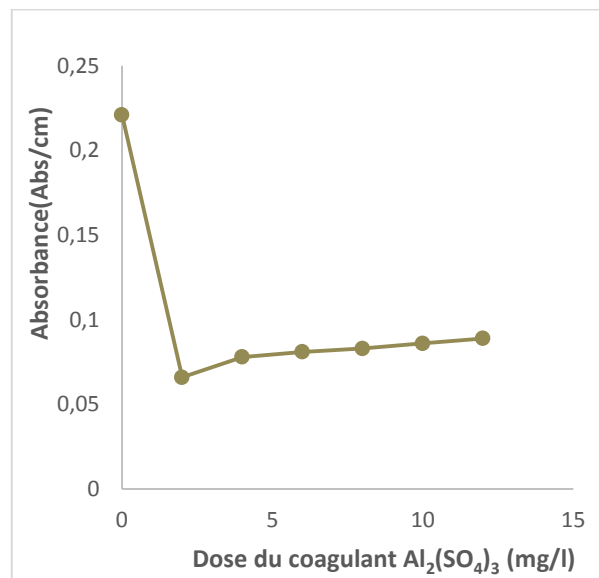


Figure IV.14 : Variation de l'absorbance à 254 nm en fonction des doses du coagulant $Al_2(SO_4)_3$.

Nous remarquons que la couleur et l'absorbance à 254 nm diminuent progressivement avec l'augmentation de la dose du coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ jusqu'à la dose de 2 mg/l. Après cette dose, ces deux paramètres augmentent légèrement. Cette augmentation s'explique par le fait qu'il y est un surdosage du coagulant, qui re-stabilise les particules.

- **Variation de l'aluminium résiduel**

La courbe de la figure IV.15 représente la variation de l'aluminium en fonction des doses du coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

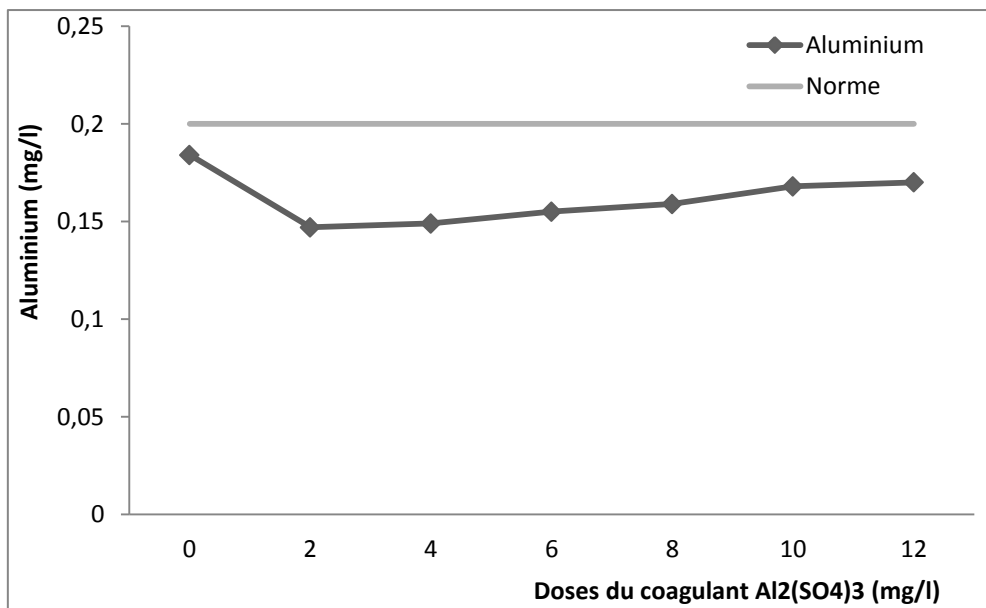


Figure IV.15 : Variation de l'aluminium résiduel en fonction des doses du coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

Le taux d'aluminium résiduel diminue lorsque la dose du coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ augmente jusqu'à 2 mg/l. A cette dose, le taux d'aluminium atteint sa valeur minimale qui est 0,147 mg/l. Au-delà de cette dose, le taux d'aluminium augmente jusqu'à atteindre une valeur de 0.17 mg/l.

Avec le graphe qui représente la variation de la couleur et de l'UV en fonction des doses du coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ et le graphe qui définit l'évolution du taux d'aluminium en fonction des doses du coagulant, nous avons confirmé que la dose optimale du coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ est de 2 mg/l.

IV.4.2. Optimisation de la dose du flocculant « polymère synthétique »

Après avoir déterminé la dose optimale du coagulant $Al_2(SO_4)_3$ qui est de 2mg/l. Cette dernière est utilisée dans le processus de coagulation-floculation afin de déterminer la dose optimale du flocculant. Le choix de la dose optimale du flocculant sera faite en fonction de l'abattement de la turbidité.

Dans le but d'étudier l'effet de la dose du flocculant « polymère synthétique » sur le processus de la coagulation-floculation, une série d'essais est effectuée avec plusieurs doses de flocculant allant de 0,2mg/l à 1,2mg/l avec un pas de 0,2mg/l. Les résultats obtenus sont indiqués par la courbe de la figure IV.16.

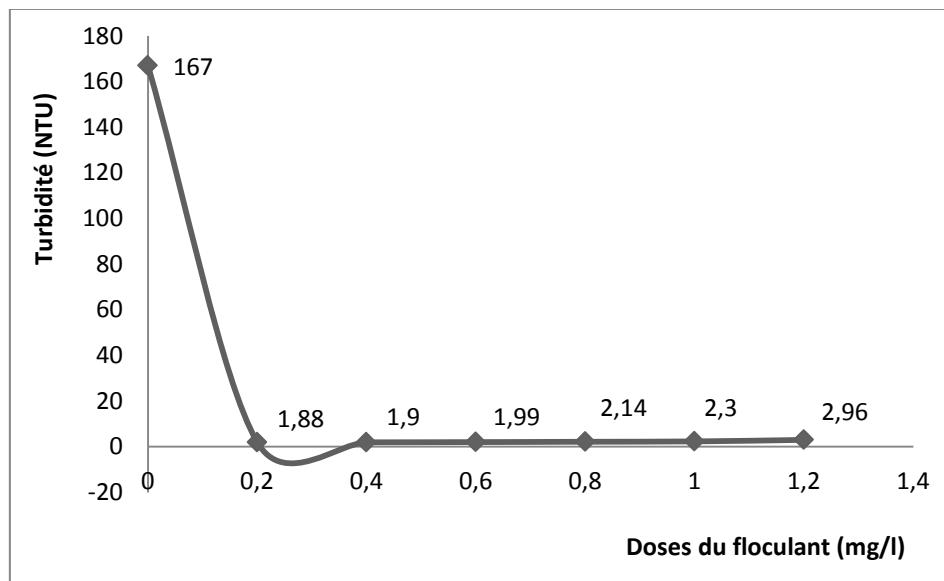


Figure IV.16 : Variation de la turbidité en fonction des doses du flocculant.

Cette courbe montre que lorsque la dose du flocculant augmente, la valeur de la turbidité qui était initialement égale à 167NTU, diminue jusqu'à atteindre une valeur de 1,88NTU, est justifiée par le fait que le coagulant additionné déstabilise les particules colloïdales. En y ajoutant les doses du flocculant, ces dernières s'agglomèrent en floc. La diminution des particules colloïdales entraîne alors la diminution de la turbidité.

La dose optimale du flocculant obtenue et qui est de 0,2mg/l est soutenue par l'histogramme de la figure IV.17 représentant le taux d'abattement de turbidité où le meilleur taux (98,87%) est obtenu pour la dose de 0,2mg/l.

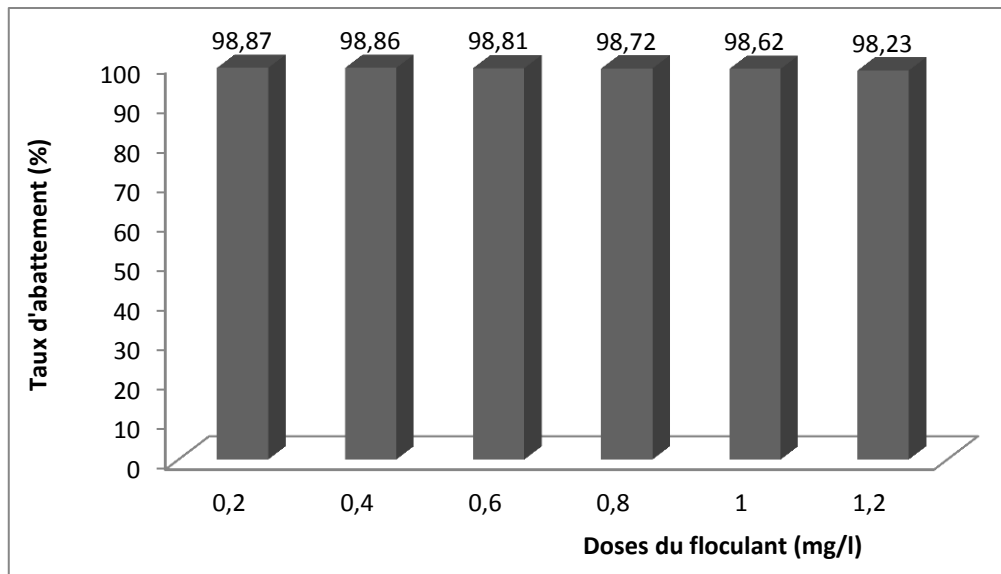


Figure IV.17 : Taux d'abattement de la turbidité en fonction des doses du flocculant.

Afin de confirmer encore que la dose optimale du flocculant « polymère synthétique » de notre échantillon est de 0,2 mg/l, Nous avons examiné la variation de l'absorbance à 254 nm, de la couleur et de l'aluminium en fonction de la variation de la dose du flocculant. Les résultats de ces tests sont respectivement illustrés par les figures IV.18, IV.19 et IV.20.

- **Variation de l'absorbance à 245 nm**

La variation de l'absorbance à 245 nm du mélange en fonction des différentes doses du flocculant est présentée par la figure IV.18.

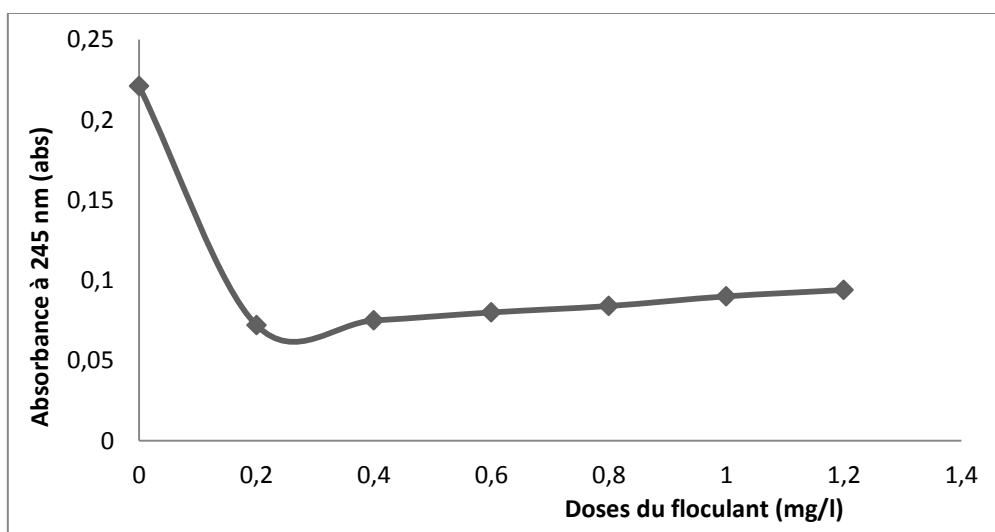


Figure IV.18 : Variation de l'absorbance à 245 nm du mélange en fonction de la dose du flocculant.

- **Variation de la couleur**

La variation de la couleur du mélange en fonction des différentes doses du floculant est présentée par la figure IV.19.

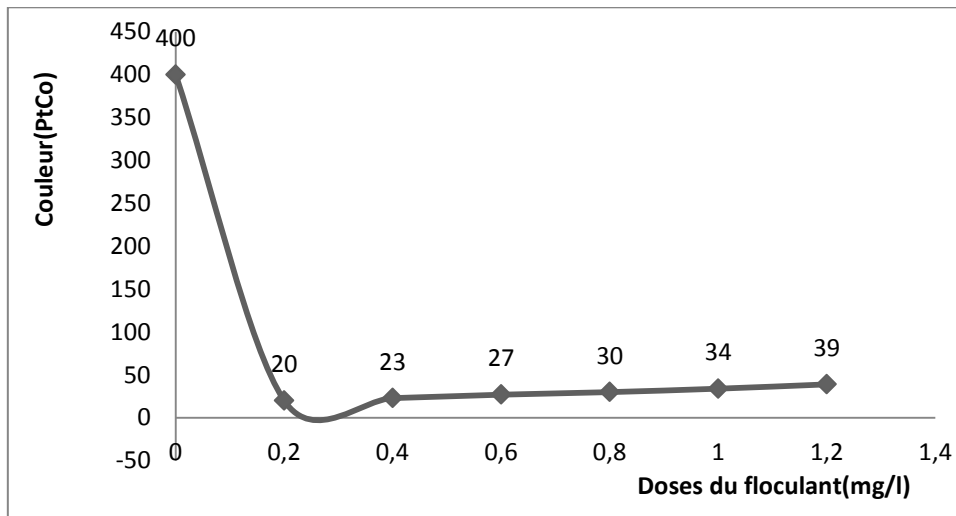


Figure IV.19 : Variation de la couleur du mélange en fonction de la dose du floculant.

- **Variation de l’aluminium résiduel**

La variation de l’aluminium résiduel du mélange en fonction des différentes doses du floculant est présentée par la figure IV.20.

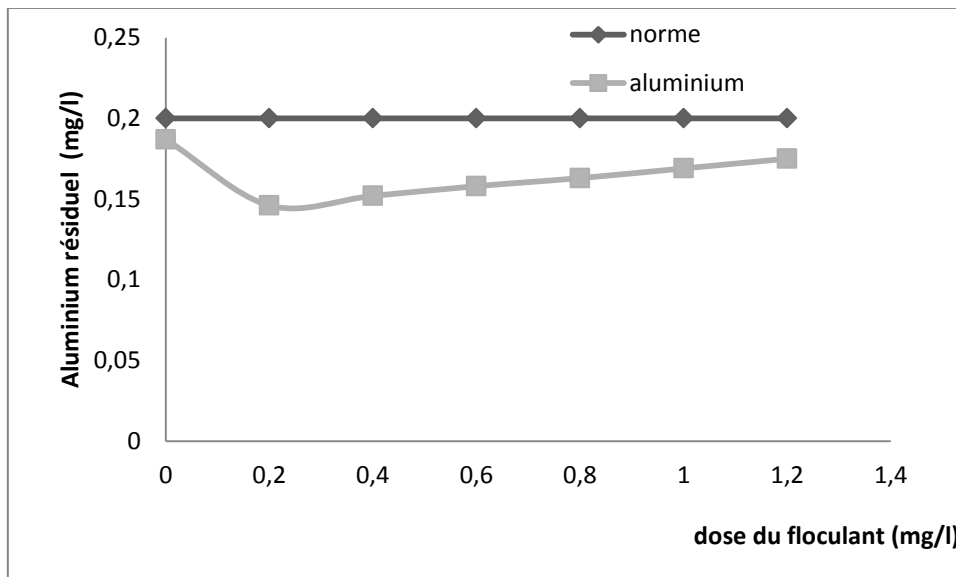


Figure IV.20 : Variation de l’aluminium résiduel en fonction des doses du floculant.

Sur la figure IV.18, nous remarquons que l’absorbance diminue progressivement lorsque la dose du floculant augmente jusqu’à la valeur 0,2mg/l. Après cette dose, l’absorbance augmente légèrement.

La même chose est constatée quant à la couleur qui diminue jusqu'à une valeur minimale de 14 PtCo puis augmente légèrement.

Ces valeurs minimales correspondent à une dose de 0,2mg/l du flocculant. Après cette dose l'augmentation est due à la surdose du flocculant.

L'augmentation de l'absorbance et de la couleur est dû à l'ajout des doses du flocculant ce qui fait un surdosage. Ce dernier ne permet pas l'élimination des particules présentes dans les échantillons.

Le taux d'aluminium diminue avec l'augmentation de la dose du flocculant jusqu'à 0,2 mg/l. A cette dose le taux d'aluminium atteint son minimum qui est égal à 0,146 mg/l. Au-delà de cette dose, le taux d'aluminium augmente jusqu'à atteindre une valeur de 0.175 mg/l.

Ces trois résultats confirment que la dose optimale du flocculant est de 0,2 mg/l pour notre échantillon.

Conclusion

Les résultats obtenus sont cohérents avec les conditions expérimentales. Cependant, pour un volume de 500ml d'eau de lavage, nous avons constaté que la dose optimale du coagulant était de 2mg/l. Les résultats ont révélé que la dose optimale du flocculant est de 0.2mg/l. Notons cependant que les doses optimales de coagulant et de flocculant utilisées à la station SEAAL sont respectivement de 4mg/l et de 0.2mg/l.



Conclusion générale

Conclusion générale

Ce travail que nous avons eu le plaisir d'effectuer en partie à la station SEAAL de TAKSEBT rentre dans le cadre du traitement des eaux. Il nous a permis d'enrichir les connaissances acquises durant notre formation d'une part et de les mettre en pratique d'autre part.

La problématique posée et à laquelle nous nous sommes intéressées concerne les eaux de lavage et leur impact sur la qualité de l'eau produite. En effet, Le lavage des filtres se fait simultanément à l'air et à l'eau. Cette opération est accompagnée d'un balayage en surface à l'eau décantée suivi d'un rinçage à l'eau. Une grande quantité d'eau chargée en ions est alors obtenue. Ces eaux appelées eaux de lavage présentent une charge importante en MES comprises entre 300 et 400 NTU. Vue la quantité considérable de ces eaux, leur recyclage en tête de station est préconisé. Cependant, un compromis doit être fait entre la quantité d'eau de lavage à recycler et la qualité souhaitée de l'eau obtenue.

L'objectif de cette étude était donc de poursuivre et d'observer l'évolution de la qualité de l'eau en fonction de la quantité d'eau de lavage mélangée à l'eau brute ainsi que d'effectuer un traitement par coagulation-floculation. Pour ce faire, nous avons réalisé différents mélanges d'eaux de lavage avec l'eau brute selon les proportions indiquées au quatrième chapitre. Ceci, afin d'évaluer l'effet de ces mélanges sur l'évolution de certains paramètres à savoir, la turbidité, le pH, la couleur, l'absorbance à 254nm et le taux d'aluminium résiduel. Par la suite, un test de coagulation-floculation a été réalisé. Ce test consiste à optimiser la dose du coagulant et floculant tout en suivant les paramètres relatifs à la potabilisation de l'eau produite.

Les différents tests réalisés ont montré des résultats cohérents avec les conditions expérimentales. En augmentant le volume d'eau de lavage dans le mélange, nous avons constaté une augmentation de la turbidité même après le traitement par coagulation-floculation selon la procédure expérimentale de SEAAL. A 500ml d'eau de lavage, volume retenu comme optimal, c'est à dire 50% du mélange, la turbidité était égale à 6.2 NTU.

Conclusion générale

Elle reste légèrement au-dessus de la norme qui est de 5NTU. Notons que dans les mélanges successifs, une augmentation des autres paramètres a également été constatée. Néanmoins, un abattement de certains paramètres analysés a été observé après traitement. L'abattement obtenu avec le volume optimal d'eau de lavage est de 94,96%, 87,5% et 72,22% pour la turbidité, la couleur et l'absorbance respectivement. Cependant, certains paramètres restent au-dessus des normes de potabilisation. C'est le cas de l'aluminium résiduel qui augmente à cause de sa présence dans les eaux de lavage. Pour cela, nous avons ré-optimisé la dose du coagulant.

Pour un volume de 500ml d'eau de lavage, nous avons constaté que la dose optimale du coagulant était de 2mg/l. Pour cette dose, le taux d'aluminium résiduel est passé à 0.147mg/l, valeur inférieure à la norme qui est de 0.2mg/l. Par ailleurs, ces conditions ont révélé que la dose optimale du flocculant est de 0.2mg/l. Notons cependant que les doses optimales de coagulant et de flocculant utilisées à la station SEAAL sont respectivement de 4mg/l et de 0.2mg/l.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

Références bibliographiques

[1] J.C. BOEGLIN, **Propriétés des eaux naturelles**, Technique de l'ingénieur, traité environnement, G1 110 (2001).

[2] Dégrement : **Mémento technique de l'eau**, Tome I, Lavoisier, Paris (2005).

[3] B. JACQUES, **L'eau dans son environnement rural : Hydraulique et cycle de l'eau, l'alimentation en eau potable, l'assainissement des agglomérations**, Edition Johanet (2007).

[4] A. KETTAB, **Traitement des eaux « eau potable »**, édition O.P.U, Alger (1992).

[5] M. MOZAS et A.GHOSN, **État des lieux du secteur de l'eau en Algérie**, IPIMED, Etude et Analyse, Octobre (2013)

[6] **Notice générale d'exploitation destine au personnel de maitrise**. Degrément suez : station de traitement des eaux. TAKSEBT., p 3-12., (2008)

[7] R.M. Barrer, **Zeolites and clay animals as sorbents and molecular sieves**, Ed Academic Press, (1978).

[8] C. Desjardins, **Simulation et étude en laboratoire de la floculation lestée (actiflo) à l'aide d'une procédure modifiée de jar test**, Mémoire pour l'obtention du diplôme de maitrise des sciences appliquées, École polytechnique de Montréal, Canada, (1999).

[9] S. Ezziane, **Traitement des eaux de rejets de l'unité CERAMIT «TENES »**, Mémoire de Magister, Département de génie de précédés, Faculté des sciences et sciences de l'ingénieur ; Université Hassiba Ben Bouali, Chlef, (2007).

[10] Y. Mottot, **Coagulants et floculants**, Texte de la 279^e conférence de l'université de tous les savoir donnée, 5 octobre, (2000).

<http://docplayer.fr/15444273-Coagulants-et-floculants-par-yves-mottot.html>

[11] Lenntech (European Head Office), **Water Treatment & Purification Holding B.V. Solutions de traitement de l'eau pour tous types d'application, équipement domestiques.** <http://www.lenntech.fr/colloide.htm> (cite consulté le 12/04/2022).

[12] F.N. Kemmer, **Manuel de l'eau**. Ed NALCO, (1984).

[13] C. Jessem et M. Sodney, **Coagulation-floculation, water quality traitement**, Edition et production GRETEN BLEU TERESA F. London (1974).

Références bibliographiques

- [14] F. Belarbi, **Etude comparative de l'effet des caractéristiques physico-chimiques des particules solides sur la coagulation-floculation**, mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état, département de Génie Rural, université de Blida, (2000).
- [15] C. Lind, **Coagulation Control and Optimization: Part 1**, Public Works, Oct, p 56-57, (1994).
- [16] H.R.H. De Leon, **Supervision et diagnostic des procédés de production d'eau potable**, Mémoire pour l'obtention de diplôme de Docteur de l'Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse, (2006).
- [17] R. Desjardins, **Traitement des eaux**, Edition de l'école polytechnique de Montréal, 2ème édition revue et améliorée, (1997).
- [18] S.A. Degrémont, **Mémento technique de l'eau**, Tome 1, Edition Degrémont, (1989).
- [19] F. Valiron, **Gestion des Eaux: alimentation en eau-assainissement**, Edi Presses de l'école nationale des ponts et chaussés, Paris, (1989).
- [20] J. Vigouret, **Le potentiel Zeta et son principe dans le domaine de l'eau potable**. Techniques et Sciences municipales, (1980) NR 3).
- [21] F. Fiessinger, **La coagulation: errements anciennes et nouveaux**. Technologie et Sciences, p 147-162, (1976).
- [22] **Fournitures chimiques industrielles**,
<http://iran-banner.com/en-US/cat37/ads152321> (page consultée le 01/07/2022).
- [23] Colin L. et all, **Évaluation d'un procédé de coagulation-floculation au chitosane pour l'enlèvement de phosphore dans les effluents piscicoles**. Rapport de recherche, Université du Québec, école de technologie supérieure, (2008).

Résumé

Pour répondre aux besoins de la population, les eaux de surface sont généralement recueillies dans des barrages afin d'être traitées puis distribuées. Parmi les étapes de traitement, la filtration qui engendre des eaux chargées en ions et en MES comprises entre 300 et 400 NTU. Ces eaux appelées eaux de lavage sont en quantité considérable. Leur recyclage en tête de station est alors préconisé avec un compromis à faire entre la quantité à recycler et la qualité souhaitée de l'eau obtenue.

L'objectif de cette étude est l'évaluation de l'impact des eaux de lavage recyclées sur la qualité d'eau produite. Son principe est l'analyse de la qualité du mélange eau de lavage, eau brute à différentes proportions. L'impact de la proportion d'eau de lavage sur certains paramètres à savoir, la turbidité, le pH, la couleur, l'absorbance à 254nm et le taux d'aluminium résiduel a été examiné. Par la suite, un test de coagulation-floculation a été réalisé. Ce test consiste à optimiser la dose du coagulant et flocculant tout en suivant les paramètres relatifs à la potabilisation de l'eau produite. Les résultats obtenus ont révélé que les doses optimales sont respectivement 2mg/l pour le coagulant et 0.2mg/l pour le flocculant. Notons cependant que les doses optimales respectives utilisées à la station SEAAL sont 4mg/l et 0.2mg/l.

Mots clés : NTU, coagulation-floculation, coagulant, flocculant.

Abstract

To respond to population needs, surface water is generally collected in dams to be treated and then distributed. Among the treatment steps, filtration which generates water loaded with ions and suspended solids between 300 and 400 NTU. These waters called washing waters are in considerable quantity. Their recycling at the head of the station is then recommended with a compromise to be made between the quantity to be recycled and the desired quality of the obtained water.

The objective of this study is to assess the impact of recycled washing water on the quality of produced water. Its principle is the analysis of the quality of the mixture of washing water, raw water in different proportions. The impact of the proportion of washing water on some parameters, namely turbidity, pH, color, absorbance at 254 nm and the residual aluminum content was examined. Subsequently, a coagulation-flocculation test was performed. This test consists of optimizing the dose of coagulant and flocculent while following the parameters relating to the water purification. The obtained results revealed that the optimal doses are respectively 2mg/l for the coagulant and 0.2mg/l for the flocculant. Notice however that the respective optimal doses used at the SEAAL station are 4mg/l and 0.2mg/l.

Keys words: NTU, flocculation- coagulation, coagulant, flocculent.