

N° d'ordre :

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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI 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

***Élimination de l'aluminium des eaux traitées de la station SEAAL
par le procédé d'adsorption***

Présenté par : **DERRIDJ Melissa**

CHABANE Dihia

Soutenu le 12 /10/2021 devant le Jury composé de :

M^r KADOUCHE Slimane

MCA

UMMTO

Président

M^{me} ALI Oumessaad

MCB

UMMTO

Examinatrice

M^{me} ANNANE Kahina

MCB

UMMTO

Promotrice

Session 2020 / 2021

Remerciements

Nous remercions en premier lieu, Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage et les capacités nécessaires pour réaliser ce modeste travail.

Nous tenons à remercier SEAAL de nous avoir ouvert ses portes, et la responsable du laboratoire d'analyse de la station SEAAL Madame A.CHIKHI de nous avoir donné la chance d'exercer nos compétences.

Nous adressons nos plus sincères et vifs remerciements à Madame K.ANNANE pour ses conseils pertinents et ses orientations judicieuses.

Nous remercions également Monsieur N.HADDADI pour son accueil à l'entreprise et son encadrement, sans oublier madame B.Bachi ainsi que toute l'équipe du laboratoire de SEAAL sans exception.

Nous exprimons notre profonde gratitude et notre vive reconnaissance à l'égard des membres de jury (M^r KADOUCHE Slimane (MCA) et M^{me} ALI Oumessaad (MCB) pour avoir accepté de juger et d'examiner ce travail.

Dédicaces

A dieu source de toute connaissance

*A la mémoire de mes grands-parents, Puisse dieu les accueillir dans
son infini miséricorde.*

*A mes chers parents Pour leur amour, leurs sacrifices et leurs
encouragements.*

A mon frère Mayas et ma sœur Ouardia et son mari Sofiane

A mes cousins salah et kahina

A mes amis

A toutes les personnes qui m'ont soutenu d'une façon ou d'une autre,

A tous ceux qui m'aiment Aimablement je dédie ce modeste travail.

Melissa DERRIDJ .

Dédicaces

Avec l'aide et la grâce de Dieu, nous avons achevé ce modeste travail dont je dédie :

A la mémoire de mon grand-père Moussa que dieux l'accueil dans son vaste paradis.

A mes grands parents Idir, Fatima et Ouisna

A mes parent Abdelkader et Zaina qui sont la source intarissable d'amour, de tendresse et de sacrifice, que dieu les protège et les entourent de sa bénédiction.

A mes oncles et mes tentes surtout Kahina et Dalila qui sont la source d'amour et d'encouragement.

A mes sœurs mes frères mes cousines et mes cousins que j'aime bien.

A mon fiancé sofiane qui m'a toujours soutenue

A mes amis surtout sonia, lahna, ghiles avec qui j'ai partagé les meilleurs et les pires moments.

Dihia CHABANE

LISTES DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Liste des figures

Liste des figures

Figure I.1:Etapes de traitement des eaux brutes.....	11
Figure II. 1: Abondance des éléments chimiques dans la croûte terrestre	15
Figure II. 2: Diagramme de spéciation de l'aluminium en fonction du pH	16
Figure III. 2: Phénomène d'adsorption	22
Figure III. 3 : Processus de l'adsorption physique	23
Figure III.4:Processus de l'adsorption chimique.....	24
Figure III.4: Structure chimique de la chitine (a) et du chitosane (b)	28
Figure IV. 5 : Localisation du barrage de Taksebt.....	32
Figure IV. 6:Localisation de la station de traitement Taksebt	34
Figure IV. 7: Les étapes de traitement d'eau de TAKSEBT	35
Figure IV.4:Injection du chlore (pré-chloration).....	35
Figure IV.5: Injection du sulfate d'alumine	36
Figure IV.6: Décanteurs (Pulsa tube).....	36
Figure IV.7: Point de prélèvement de l'eau traitée	37
Figure IV.8: Turbidimètre	38
Figure IV.9:pH mètre	39
Figure IV.10: Conductimètre	39
Figure IV.11:Tubes à LCK301 (réactif A et réactif B).....	40
Figure IV.12 : Spectrophotomètre type DR6000 (HACH-LANGE).....	40
Figure IV. 13Détermination de la masse optimale du chitosane.....	41
Figure IV. 14:Détermination de la masse de la bentonite	42
Figure IV.15: Détermination du temps de décantation optimal	42
Figure IV. 16: Préparation des billes alginate-bentonite	43
Figure IV.17 : Détermination de la masse de bille d'alginate-bentonite.....	44
Figure IV.18:Détermination de la masse optimale du chitosane	44
Figure V. 8: Variation de la turbidité de l'eau brute et traitée en fonction du temps.....	46
Figure V. 9 : Evolution du pH de l'eau brute et de l'eau traitée en fonction du temps	47
Figure V.3: Variation la température de l'eau brute et traitée en fonction du temps.....	48
Figure V.4: Variation de la conductivité de l'eau brute et traitée en fonction du temps	49
Figure V.5: Variation du taux d'aluminium de l'eau traitée en fonction du temps	50
Figure V.6 : Pourcentage d'élimination d'Al en fonction de la masse de bentonite.....	52

Liste des figures

Figure V.7: Pourcentage d'élimination d'aluminium en fonction de la masse de chitosane	53
Figure V.8: Pourcentage d'élimination d'aluminium en fonction du temps de décantation.....	54
Figure V.9: Evolution du pourcentage d'élimination de l'aluminium en fonction de la vitesse d'agitation.....	54
Figure V.10: Etude comparative sur l'élimination de l'aluminium de l'eau brute et traitée par le mélange bentonite-chitosane	55
Figure V. 10 : Etude comparative des différents paramètres physicochimiques de l'eau brute et traitée par le mélange bentonite-chitosane	56
Figure V.11: Turbidité de l'eau brute et traitée en absence et en présence des billes d'alginate de bentonite	58
Figure V.12: Variation de la concentration d'aluminium dans l'eau brute et traitée en absence et en présence des billes d'alginate de bentonite.....	58

Liste des tableaux

Tableau III.1: Comparaison entre l'adsorption physique et l'adsorption chimique	24
Tableau IV.1 : Caractéristique de la station de traitement de Taksebt (Station Taksebt).....	34
Tableau V.1: Les paramètres physico-chimiques après l'adsorption de l'aluminium par la bentonite....	51
Tableau V.2: Les paramètres physico-chimiques de l'eau traitée avant et après adsorption par le mélange bentonite-chitosane	53
Tableau V.3: Les résultats des paramètres physico-chimiques avant et après adsorption en fonction du temps de décantation	54
Tableau V.4: Paramètres physico-chimiques de l'eau brute et traitée avant et après adsorption par les billes d'alginate	58

SOMMAIRE

Liste des figures.....	I
Liste des tableaux.....	II
Liste des abréviations.....	III
Introduction Générale.....	1

Chapitre I : Généralités sur l'eau

I.1. Introduction.....	4
I.2. Définition de l'eau	4
1.3.Ressources en eau.....	4
1.4.Ressources en eau	4
1.4.1.Eaux souterraines	5
1.4.2.Eaux de surface	5
1.4.3.Eaux usées	5
1.3.1Eaux de mer.....	5
I.4.1 Types de pollution.....	5
I.4.1.1. Pollution physique	5
I.4.1.2. Pollution chimique	6
I.4.1.3. Pollution organique.....	6
I.4.1.4. Pollution biologique.....	7
I.5. Qualité de l'eau	7
I.5.1. Eau potable	7
I.5.2. Paramètres de la qualité des eaux potables	7
I.5.2.1 Paramètres organoleptiques	8
I.5.2.2 Les paramètres physico-chimiques	8
I.6. Différents procédés de traitements des eaux.....	10
I.6.1 Pré-chloration	10
I.6.2 Clarification	10
Références bibliographiques	12

CHAPITRE II : Aperçu sur l'aluminium

II.1 Généralités	15
II.2. Propriétés physico-chimiques de l'aluminium	15

II. 3. Aluminium dans l'eau	16
II. 3.1. Dans l'eau brute	16
II. 3.2. Dans l'eau potable	16
II.4. Utilisation de l'aluminium	16
II.5. Toxicité de l'aluminium	17
II.5.1. Effet sur l'organisme aquatique	17
II.5.2. Effet sur les végétaux	17
II.5.3. Effet sur l'homme	17
Références bibliographiques	20

CHAPITRE III : Phénomène d'adsorption

III.1 Introduction	22
III.2. Définition de l'adsorption	22
III.3. Types d'adsorptions	23
III.3.1. Adsorption physique	23
III.3.2. Adsorption chimique	23
III.4. Facteurs influençant l'adsorption.....	24
III.5. Les adsorbants	26
III.5.1. Bentonite	26
a. Origine de la bentonite	26
b. Utilisation de la bentonite	26
c. Type de bentonite	27
d. Propriétés de la bentonite	27
III.5.2. Chitosane	28
III.5.1.a. Caractéristiques du chitosane	29
III.5.1.b. Utilisation du chitosane	29
Références bibliographiques	30

CHAPITRE IV: Matériel et méthodes

IV.1. Introduction	33
IV.2. Généralités sur le barrage Taksebt	33
IV.2.1. Description du barrage de Taksebt	33
IV.2.2. Présentation de la station de potabilisation SEAAL	34
A) Capacité de la station	34

B) Fonctionnement de la station.....	34
IV.3. Matériels et méthodes	35
IV.3.1. Prise d'échantillons	37
IV.3.2. Matériels et Produits	37
IV.3.3. Techniques expérimentales et analytiques	37
IV.3.3.1. Suivi de la potabilité et la concentration résiduelle de l'eau traitée du barrage Taksebt	38
IV.3.3.2. Réduction de la concentration de l'aluminium par le procédé d'adsorption	
A) Adsorption par la bentonite.....	40
B) Adsorption par les billes d'alginate-bentonite	42

CHAPITRE V: Résultats et discussions

V.1. Introduction	46
V.2. Suivi des analyses de potabilité de l'eau traitée et brute du barrage de taksebt	46
V.1.1. Turbidité	46
V.1.2. pH.....	47
V.1.3. Température	48
V.1.4. Conductivité	48
V.1.5. Aluminium.....	49
V.2. Elimination de l'aluminium par adsorption sur la bentonite	50
V.2.1. Effet de la masse de la bentonite sur l'élimination de l'aluminium	51
V.2.2. Effet de la masse de chitosane.....	52
V.2.3. Influence du temps de décantation	54
V.2.4. Influence de la vitesse d'agitation	55
V.3. Etude comparative	56
V.4. Etude des paramètres physico-chimique en utilisant les billes d'alginate bentonite comme adsorbant	57
Conclusion Générale et perspectives	62
Références bibliographique.	

Liste des abréviations

LISTE DES ABREVIATIONS

Al ³⁺ :	Ions Aluminium ;
CAP :	Charbon active en poudre;
CO ₂ :	Dioxyde de Carbone ;
H ⁺ :	Ion hydrogène ;
MES :	Matières en suspension (mg/l) ;
mg/l :	Milligramme par litre;
NTU :	Néphélométric Turbidity Unite;
O ₃ :	Ozone ;
OH ⁻ :	Ions hydroxyde ;
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé ;
EB :	Eau brute ;
ET :	Eau traitée ;
SEAAAL:	Société des Eaux et l'Assainissement d'Alger ;
T :	Température (°C) ;
M O :	Matière organique ;
pH :	potentiel Hydrogène ;
µg/l :	Microgramme par litre ;
UV :	Ultra-violet ;
C°:	Degré Celsius ;
Max :	Maximum ;
Min:	Minimum ;
Moy:	Moyenne ;
TA :	Titre Alcalimétrique (°F) ;
TAC :	Titre Alcalimétrique Complet (°F) ;
R(%):	Rendement d'élimination de l'aluminium ;
tr/min :	Tours par minute ;
DF° :	Degré français ;

Liste des abréviations

- CaCO₃ : Carbonate de calcium ;
- STEP : Station de traitement des eaux potables ;
- DA : Degré d'acétylation ;
- DDA : Degré de désacétylation ;

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

L'eau est un élément essentiel pour la vie, elle représente un pourcentage très important dans la constitution de tous les êtres vivants. Pour les besoins de l'homme et de l'environnement, l'eau doit être de bonne qualité en raison de son rôle essentiel au développement de la vie. Cependant, la population mondiale continue de croître régulièrement, ce qui signifie que la consommation d'eau va également augmenter.

Au fil des années, la qualité de l'eau se détériore principalement en raison des activités anthropiques, de la croissance démographique, de l'urbanisation non planifiée, de l'industrialisation rapide et de l'utilisation non qualifiée des ressources naturelles en eau. Si la qualité de l'eau est altérée, c'est tout un équilibre qui est menacé.

Pour pallier aux problèmes de pollution qui menacent la potabilité de l'eau, la technologie moderne nous a permis la conception de stations de traitement des eaux, entre autres, la station SEAAL du barrage de Taksebt qui permet l'élimination des matières en suspension par le procédé de clarification et la destruction des microorganismes par le processus de désinfection avant son utilisation et sa distribution aux consommateurs, l'eau doit impérativement faire l'objet de plusieurs procédés de traitement et de désinfection.

Dans le traitement de clarification d'une eau de surface, on utilise les sels d'aluminium ou de fer comme coagulant, la présence de ces produits dans l'eau peut poser un problème sanitaire majeur. Les sels d'alumine peuvent porter préjudice à long terme pour la santé du consommateur et pour l'environnement ; Ils peuvent limiter la fertilité des sols acides et le développement des plantes et favoriser la maladie d'Alzheimer. C'est pour cela que les nouvelles recherches ne cessent de remettre en cause la norme actuelle établie par l'OMS qui est de 0,2 mg/l et ce suite à plusieurs griefs portés contre les sels d'alumines d'où leurs retraits dans le cosmétique et l'alimentaire.

L'élimination de ce dernier par un procédé efficace est alors nécessaire pour éviter tout risque de toxicité. Plusieurs procédés de traitement ont été développés au cours des dernières années parmi eux l'adsorption. L'adsorption est l'une des techniques les plus intéressantes pour le traitement des eaux en raison de sa faible consommation d'énergie, de sa simplicité et de sa grande efficacité par rapport aux autres techniques conventionnelles.

Ce procédé nécessite l'utilisation de différents supports solides tels que les adsorbants naturels (bentonite) en raison des avantages qu'ils procurent en termes de leur abondance, le faible coût et la bonne rentabilité.

Introduction générale

Dans ce travail nous nous sommes intéressés à l'élimination de l'aluminium des eaux traitées de la station SEAAL par le procédé d'adsorption.

Ce mémoire est constitué de deux parties : une partie théorique composée de quatre chapitres et une partie expérimentale composée de deux chapitres.

Dans le premier chapitre, nous avons présenté les généralités sur l'eau, la qualité de l'eau potable, la pollution des eaux ainsi que les différents procédés utilisés dans le traitement des eaux.

Le chapitre II donne un aperçu sur l'aluminium, son utilisation et sa toxicité chez l'homme.

Le troisième chapitre est consacré aux notions de base concernant le phénomène d'adsorption ainsi que les différents adsorbants utilisés.

Le quatrième chapitre présente la description du matériel ainsi que les différentes méthodes expérimentales et les techniques d'analyse.

Le chapitre V rassemble les résultats expérimentaux réalisés ainsi que leurs discussions.

Enfin, une conclusion générale récapitule les principaux résultats de cette étude.

PARTIE THEORIQUE

CHAPITRE I:
GENERALITES SUR L'EAU

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'EAU

I.1. Introduction :

L'eau joue un rôle essentiel dans le développement durable de tout pays. La majeure partie de l'eau de notre planète se trouve dans les océans, alors que l'eau douce ne représente que 2,5 % de toutes les réserves. Dans un pays semi-aride comme l'Algérie, la question de l'eau constitue un enjeu central, social, environnemental, sanitaire, alimentaire, économique et financier. Pour les besoins de l'homme et de l'environnement, l'eau doit être de bonne qualité en raison de son rôle essentiel au développement de la vie.

Etant l'eau une ressource vitale pour l'homme, mais aussi le réceptacle universel de tout type de pollution, il est donc essentiel de la préserver. Le problème de la pollution des eaux représente sans aucun doute un des aspects les plus inquiétants de la dégradation du milieu naturel, les polluants peuvent être transportés par l'eau à toutes les étapes du cycle de l'eau [1]. Ces contaminants sont très dangereux pour la vie aquatique et terrestre et, par conséquent, pour les humains qui sont exposés à ces toxines d'une manière ou d'une autre [2-3]. Toutes les statistiques mondiales prouvent à quel point la pollution de l'eau est réellement dangereuse.

I.2. Définition de l'eau :

C'est une substance naturelle, souvent liquide et inodore, incolore et sans saveur à l'état pur, de formule chimique H_2O , et peut se trouver dans les trois états de la matière (solide, liquide ou gazeux). L'eau est l'un des agents ionisants les plus connus, on l'appelle fréquemment le solvant universel.

1.3. Ressources en eau :

Les réserves disponibles d'eaux naturelles sont constituées des eaux souterraines (infiltrations, nappes), des eaux de surface retenues ou en écoulement (barrages, lacs, rivières) et des eaux de mer [4].

1.3.1 Eaux souterraines :

Les eaux souterraines sont les eaux de sources, c'est-à-dire une sortie de nappe phréatique ou une résurgence de rivière souterraine ou alors un puits. Elles sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique [5].

1.3.2 Eaux de surface:

Les eaux de surface qui sont les eaux de rivière se répartissent en eaux circulantes (courantes) ou stockées (stagnantes). Elles sont très sensibles à la pollution minérale et organiques des types nitrates et pesticides d'origine agricole [5].

1.3.3 Eaux usées:

Les eaux usées sont toutes les eaux des activités domestiques, agricoles et industrielles chargées en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissement. Les eaux usées englobent également les eaux de pluies et leur charge polluante.

1.3.4 Eaux de mer :

Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsqu'il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce. Elles sont caractérisées par leur concentration en sels dissous.

1.4 Pollution des eaux :

La pollution est une modification défavorable des caractéristiques physique, chimique ou bactériologiques d'un milieu naturel par différent type de polluants produites directement ou indirectement par les activités humaines.

La pollution de l'eau est une altération des qualités naturelles (physique ou chimique) qui rend son utilisation dangereuse et inadéquate aux usages souhaités [6]. Elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) ou souterraines.

1.4.1 Types de pollution:**1.4.1.1. Pollution physique :**

On peut distinguer trois types de polluants ayant un caractère physique selon leur nature et leur dimension.

- **Polluants mécaniques**

Ils sont dus aux effluents solides rejetés par les usines, ces particules solides contribuent à l'altération de l'écosystème par perturbation de la photosynthèse en limitant la pénétration des rayons solaires [7].

- **Polluants thermiques**

La pollution thermique correspond à une augmentation ou diminution de la température d'un milieu par rapport à la température normale, elle concerne les eaux (cours d'eau, lac de barrage, etc.) et influence sur la vie aquatique. Les principales causes de pollution thermique sont le déversement dans le milieu aquatique (fleuves, eaux littorales) de quantités considérables d'eaux utilisées pour le refroidissement, des centrales électriques et les eaux usées de traitement [8].

- **Polluants radioactifs**

La radioactivité est potentiellement la plus dangereuse des polluants physique. La source majeure réside dans les rejets chargés d'éléments instables et radioactifs comme l'Uranium, le Radium et le Thorium issus d'explosion nucléaires et des résidus des usines utilisant l'énergie atomique [9]. Leurs accumulations dans l'organisme provoquent des toxicités.

I.4.1.2. Pollution chimique

La pollution chimique de l'eau est due essentiellement au déversement des rejets industriels et des sels de métaux lourds qui sont non biodégradables. Le plus souvent, ces industries rejettent vers le milieu naturel plusieurs catégories de polluants, dont les plus menaçants sont les métaux lourds [8].

I.4.1.3. Pollution organique

Elle provient des eaux domestiques et de certaines industries (agro-alimentaires). Les matières organiques déversées en milieu aquatique sont dégradées par les bactéries qui pour cela doivent consommer l'oxygène de l'eau et finissant par asphyxier la faune et la flore aquatique [10-11].

I.4.1.4. Pollution biologique

L'eau peut être contaminée par de nombreux micro-organismes pathogènes (bactéries, virus, parasites, champignons, efflorescences planctoniques.....etc). Les polluants biologiques entraînent un déficit en oxygène dissous et une apparition des odeurs désagréables par fermentation. Ils sont nocifs, dangereux pour la santé humaine et ils provoquent des maladies mortelles comme la typhoïde et le choléra.

L'accumulation des polluants dans les cours d'eau induit l'apparition de mauvais goûts, prolifération bactérienne, odeurs et colorations anormales, qui rendent l'eau impropre à la consommation [12]. Donc le traitement des eaux chargées en matières indésirables s'avère indispensable pour la sauvegarde de l'environnement.

I.5. Qualité de l'eau

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S) [13], l'eau destinée à la consommation urbaine ne doit contenir ni substances chimiques, ni germes nocifs pour la santé. L'assurance de la qualité et de l'hygiène de l'eau est l'une des exigences prioritaires de la santé publique et les contrôles sont de plus en plus rigoureux.

I.5.1. Eau potable :

Une eau est dite potable quand elle satisfait à un certain nombre de caractéristiques la rendant propre à la consommation humaine. C'est une eau qui doit répondre aux exigences d'hygiène, écartant tout risque menaçant la santé publique. Elle doit être claire, inodore et saveur agréable, et elle ne doit contenir qu'un certain nombre d'éléments minéraux et aucune substance toxique ou indésirable. Comme elle ne doit pas avoir des propriétés agressives vis-à-vis des canalisations (bétons, plastique et métaux).

I.5.2. Paramètres de la qualité des eaux potables :

Dans cette partie, nous présentons les principaux paramètres organoleptiques et physico-chimiques qui caractérisent la qualité des eaux potables après leur traitement par le procédé de coagulation-floculation, par les sels d'aluminium.

I.5.2.1 Paramètres organoleptiques :

➤ **Couleur**

La coloration d'une eau peut être due à la présence des matières organiques dissoutes ou colloïdes. Une eau potable doit être incolore [14].

➤ **Odeur**

Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. Les odeurs résultent de présence dans l'eau de substances volatiles (qui peuvent être minérales ou organiques) en solution, telles que NH_3 et H_2S . La présence d'une odeur est généralement l'indice de pollution ou de fermentation microbienne [15].

➤ **Gout (saveur)**

C'est un critère d'appréciation gustative de la qualité de l'eau, une eau potable de bonne qualité à un bon gout. La saveur dépend essentiellement de la qualité et la teneur des corps dissous.

➤ **Turbidité**

La turbidité a pour origine la présence de matières en suspension qui donnent un aspect trouble à l'eau, c'est l'inverse de sa transparence due à la présence de matière non dissoute. La turbidité d'une eau doit être inférieure à 5 NTU pour qu'elle soit admise dans la catégorie des eaux pures [16]. En effet, la clarté et la transparence de l'eau sont l'image d'une haute qualité de l'eau.

I.5.2.2 Les paramètres physico-chimiques:

➤ **Température :**

C'est une caractéristique physique importante parcequ'elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz et aussi la détermination du pH. Pour l'eau potable, la température optimale est de 15°C , car on admet que l'eau doit être rafraîchissante. Quand les eaux naturelles sont au-dessus de 15°C , il y a risque de croissance accélérée de micro-organismes, d'algues, entraînant des goûts et des odeurs désagréables ainsi qu'une augmentation de couleur et de la turbidité.

➤ **Potentiel d'hydrogène (pH) :**

Le pH (potentiel hydrogène) mesure la concentration en ion H^+ de l'eau qui lui confère son caractère acide ou basique. Les normes algériennes des eaux de

consommation fixent comme valeur recommandée une gamme de pH comprise entre 6.5 et 8.5 [17].

➤ **Conductivité :**

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant électrique et permet d'avoir une idée sur la concentration de l'eau en sels dissous. Plus l'eau contient d'ions, plus elle est capable de conduire un courant électrique et plus la conductivité mesurée est élevée.

➤ **Oxygène dissous :**

L'eau contient toujours des gaz dissous dont les conditions dépendent notamment de la température ainsi que de la composition et de la pression de l'atmosphère gazeux avec laquelle elle est en contact.

➤ **Alcalinité**

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des constituants alcalins tels que les bicarbonates, carbonates et les hydroxydes. Elle est mesurée soit par le titre alcalimétrique (TA) ou par le titre alcalimétrique complet (TAC) [14].

Le titre alcalimétrique permet de connaître la teneur en hydroxyde (OH^-) et la moitié de la teneur en carbonates CO_3^{2-} . Le titre alcalimétrique complet assure la détermination de la teneur en carbonates.

➤ **Matières en suspension :**

Il s'agit des matières non solubilisées dans l'eau, elles représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux. Elles sont fonction de la nature des sols traversés, de la saison et du régime d'écoulement des eaux. Les teneurs élevées en matières en suspension peuvent être considérées comme une forme de pollution [18] et empêchent la pénétration de la lumière par conséquent, la photosynthèse.

➤ **Dureté ou titre hydrométrique (TH)**

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau est associée à la présence en solution et à l'état dissous des ions bivalents calcium (Ca^{2+}) et magnésium (Mg^{2+}), elle est directement liée à la nature des terrains traversés [19]. La dureté de l'eau est souvent exprimée en degré français (DF°) ou en mg/l de CaCO_3 .

$$1\text{DF}^\circ = 10 \text{ mg/l } (\text{CaCO}_3)$$

$$1\text{DF}^\circ = 4 \text{ mg/l } (\text{Ca}^{2+})$$

$$1\text{DF}^\circ = 2.4 \text{ (Mg}^{2+}\text{)}.$$

I.6. Différents procédés de traitements des eaux potables:

Afin de produire une eau potable et pour répondre aux exigences réglementaires établies par les organismes de la santé publique [20], l'eau brute plus ou moins polluée subit un certain nombre de traitements réalisés dans différentes unités de la station de traitement des eaux potables (STEP) [21].

I.6.1. Prétraitement:

Le prétraitement a pour but d'éliminer, par procédés mécaniques, tous les éléments grossiers qui pourraient détériorer les équipements de la filière ou constituer une gêne pour les traitements ultérieurs. Il est surtout valable pour l'eau de surface.

Dégrillage

Le dégrillage consiste à retenir tous les corps flottants volumineux qui pourraient boucher les pompes et obstruer les canalisations. Pour ce faire, un système de grille est mis en place, dont l'espacement dépend de la nature des déchets [22].

Déshuilage

Cette étape est indispensable pour éviter le bouchage des canalisations et protéger les équipements contre l'abrasion. Elle permet d'éliminer les matières en suspension de taille importante ou de densité élevée.

I.6.2. Pré-chloration :

La pré-chloration est une opération essentielle à tout traitement des eaux. Si les eaux à traiter contiennent beaucoup de matières organiques, ou encore de l'ammoniac, du fer ou du manganèse, une étape de pré-chloration préalable est nécessaire. La pré-chloration est effectuée avant le procédé de clarification. Le chlore qui est le plus réactif et économique est fréquemment utilisé afin d'assurer la désinfection de l'eau potable afin de détruire la vie animale, les algues et oxyder l'azote ammoniacal, le fer et le manganèse de façon à faciliter leur élimination [23-24].

I.6.3. Clarification :

La clarification a pour but d'éliminer la turbidité causée par les matières en suspension organique et minérales. La clarification des eaux de surface se déroule en plusieurs étapes: coagulation, floculation, décantation et filtration.

➤ **La coagulation :**

La coagulation consiste en la déstabilisation des particules en suspension par la neutralisation de leurs charges négatives; à l'aide d'un produit chimique de charge opposée, appelé coagulant avec une agitation importante. Il existe deux principaux types de coagulant: les sels de fer (chlorure ferrique) et les sels d'aluminium (sulfate d'aluminium) [25].

➤ **La floculation :**

La floculation est l'étape de traitement qui suit la coagulation au cours duquel des matières en suspension dans un liquide s'agglomèrent pour former des particules plus grosses (flocs). Elles peuvent être facilement éliminées par les procédés de décantation ou flottation et de filtration [26].

➤ **La décantation :**

Elle a pour objectif d'éliminer les flocs issus de la coagulation et floculation. Ces flocs sont récupérés pour s'accumuler au fond et constituent des boues, qui sont extraites périodiquement [24].

➤ **La filtration :**

La filtration a pour objectif de retenir les dernières particules en suspension non éliminées dans le décanteur en faisant circuler l'eau à travers un milieu poreux tel que le sable, le gravier, le charbon etc. L'efficacité de la filtration dépend de la taille des grains du matériau, de la hauteur de la couche et de la vitesse de filtration [5].

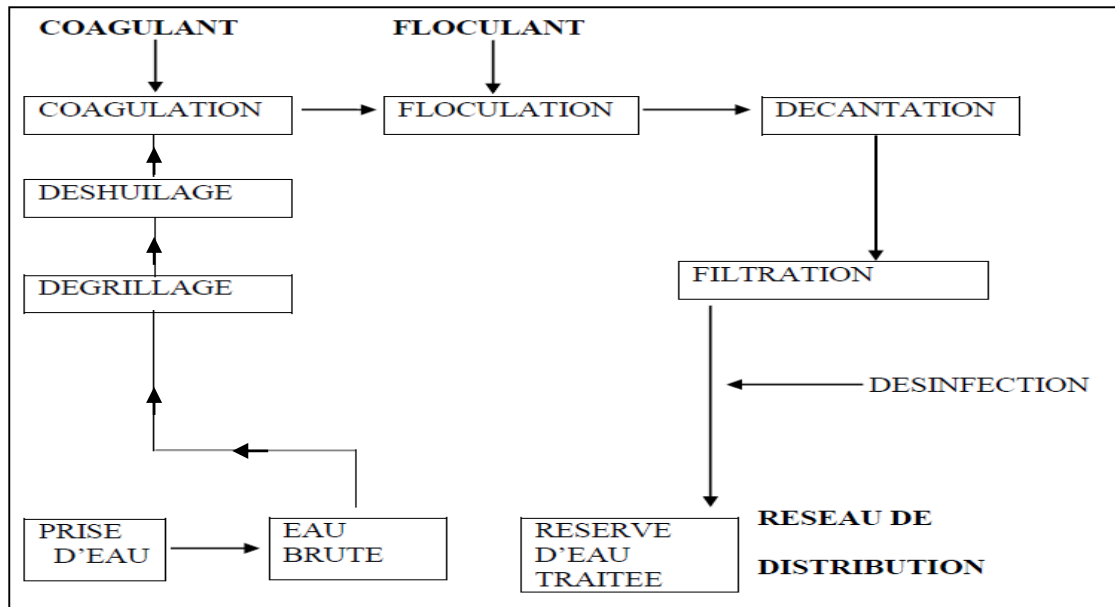


Figure I.1 : Etapes de traitement des eaux brutes.

Références bibliographiques

- [1] Ramade.F. (1998).Dictionnaire encyclopédique de l'eau. Ediscience international.Paris.
- [2] Ashbolt, N. J. (2015). Microbial contamination of drinking water and human health from Community water systems. *Current Environmental Health Reports*, 2(1), 95–106.
- [3] Luby, S. P., Halder, A. K., Huda, T. M., Unicomb, L., Islam, M. S., Arnold, B. F., et al. (2015). Microbiological contamination of drinking Water associated with subsequent Child diarrhea. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 93(5), 904–911.
- [4] Degremont. (2005).mémento technique de l'eau.Tome 1, 10eme édition, ed tec et doc.p878.
- [5] Cheikh.A. (2020). Cours de chimie de la Pollution des eaux et de l'environnement master 1.Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- [6] Metahri. (2003).Caractérisations de l'état de pollution et modélisation du pouvoir auto épurateur du Sebaou par la méthode du bilan d'oxygène et évaluation de la pollution par les nitrates. Mémoire de Magistère de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- [7] Arouya.K. (2011). Pollution des eaux, éd. Universitaires Européennes, 26 p.
- [8] Festy.B.et AL. (2003).qualité de l'eau ; environnement et santé publique. Edition/tec &doc, acton vale/paris. P 333-368.
- [9] Arouya.K. (2011). Pollution des eaux, impacte des eaux usées sur la qualité des eaux de surface, édition université européenne.
- [10] Bourgoïn-Bareilles.A. (2000).Guide de l'environnement : A l'usage des citoyens et des collectivités territoriales. Paris: Édition Frison-Roche.
- [11] Mizi.A. (2006).traitement des eaux de rejet d'une raffinerie-région de Bejaia et valorisation de déchet oléicoles. Thèse docteur d'état. Université d'Annaba.
- [12] Capon.M, Courilleu.V, Valette.M. (1999).Chimie des couleurs et des odeurs, Culture et technique.
- [13] WHO.G. (2004). World Health Organization.Guidelines for drinking-water quality. P.488-493.
- [14] Bouziani.M. (2000). La pénurie aux maladies, édition Ibn-khaldoun.
- [15] Rodier.J, Legube.B, Merlet.N. (2009).L'analyse de l'eau. 9eme édition entièrement mise à jour. Dunod paris, 1526p.
- [16] Rodier. J. (2005). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 9eme édition.Dunod Paris.1381p.
- [17] Reiser. (2002). Analyse des eaux, aspect règlementaire et technique. Edition centre régionale de documentation pédagogique CRDP, d'aquitaine, France 330p.

Références bibliographiques

- [18] Makhoukh, M., Sbaa, M., Berrahou, A., & Van Clooster, M. (2011). Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'Oued Moulouya (Maroc oriental). LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (9).
- [19] Tazibt.S, Ouazar.A. (2011). Thèse de doctorat de l'Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.
- [20] John. P, Donald .A. (2010) .Microbiologie, 3ème Édition, 1216 p.
- [21] Elder, D., & Budd, G. C. (2011). Overview of water treatment processes. Water quality and treatment: à handbook on drinking water. 6th ed. New York: McGraw-Hill/American Water Works Association.
- [22] Degremont. (2005).mémento technique de l'eau ; 10 ème édition ; tome1.880p.
- [23] Harrat, N. (2013). Elimination de la matière organique naturelle dans une filière conventionnelle de potabilisation d'eaux de surface (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider–Biskra).186p.
- [24] Valentin, N. (2000). Construction d'un capteur logiciel pour le contrôle automatique du procédé de coagulation en traitement d'eau potable (Doctoral dissertation, Compiègne).168p.
- [25] De León, H. R. H. (2006). Supervision et diagnostic des procédés de production d'eau potable (Doctoral dissertation, INSA de Toulouse).
- [26] Duguet, J. P., Bernazeau, F., Cleret, D., Gaïd, A., Helmer, C., & Laplanche, A. (2006). La réglementation et les traitements des eaux destinées à la consommation humaine. Astee, Paris.839p.

CHAPITRE II: APERÇU SUR L'ALUMINIUM

CHAPITRE II : APERÇU SUR L'ALUMINIUM

II.1 Généralités

L'**aluminium** est un élément chimique de symbole Al et de numéro atomique 13. Il appartient au groupe IIIA de la classification périodique de Mendeleïev avec le gallium, l'indium et le thallium dont il partage certaines propriétés chimiques. C'est en 1825 que le chimiste Oersted annonça aux membres de l'Académie du Danemark la découverte de cet élément. C'est le métal le plus abondant dans notre environnement et le troisième constituant de la croûte terrestre. A l'état naturel, l'aluminium (**Al**) est très réactif et il se trouve sous forme combinée avec d'autres éléments tels que l'oxygène et le silicium.

L'aluminium est largement répandu dans la nature, il peut être présent dans l'eau de sources naturelles ou à la suite d'activités humaines. Il est utilisé comme additif alimentaire et comme composant de matériaux d'emballage de produits alimentaires et également dans le traitement des eaux potables sous forme de coagulant (sels d'aluminium).

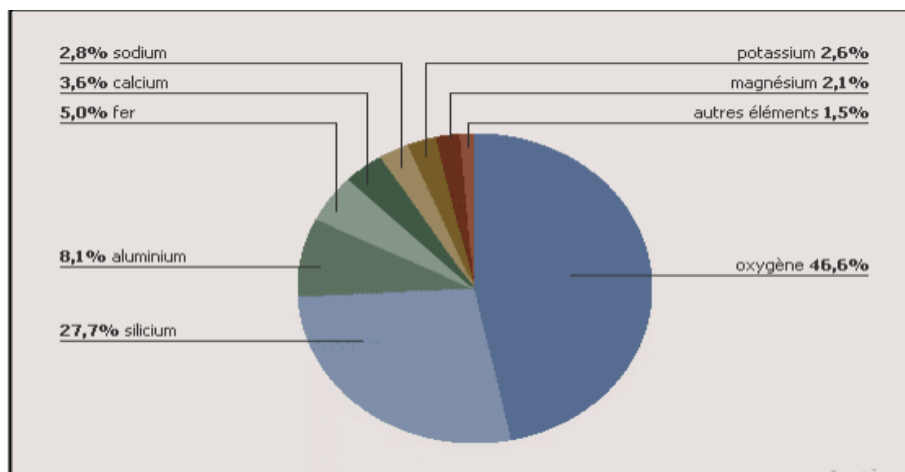


Figure II.1: Abondance des éléments chimiques dans la croûte terrestre

II.2. Propriétés physico-chimiques de l'aluminium

L'aluminium est un métal gris argenté et brillant. Il est trois fois plus léger que l'acier avec une masse atomique de 26,98 et une densité égale à 2,7. Il présente une grande malléabilité, ductilité, une bonne conductivité électrique et chimique et il résiste à la corrosion. Son point de fusion est de 660 °C et son point d'ébullition de 2467 °C. Il ne s'altère pas au contact de l'air en raison de la formation d'une couche protectrice d'alumine en

surface, ce qui le rend très résistant à la corrosion de l'air mais aussi de l'eau. Il est en plus totalement recyclable [1].

L'aluminium comme tout élément de la famille du bore possède trois électrons de valence. Il s'agit d'un métal amphotère qui réagit avec les acides (Chlorhydrique, perchlorique, sulfurique) et les bases fortes [2].

II. 3. Aluminium dans l'eau

II. 3.1. Dans l'eau brute

Les eaux de surface et les eaux souterraines renferment l'aluminium sous forme de micropoussières. Ces particules peuvent être d'origine **minérale** (argile, glaise, silice) ou d'origine **organique**, être hydrophobes ou hydrophiles.

II. 3.2. Dans l'eau potable

L'aluminium est présent dans les eaux potables, cela est dû au coagulant sulfate d'alumine ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) utilisé dans la station de traitement, on trouve la plus grande partie de ce dernier sous forme d'aluminium dissous [3].

Le pH est le facteur qui détermine la forme d'aluminium présente dans l'eau. A de faibles valeurs de pH, la solubilité de l'aluminium augmente en raison de la formation de $\text{Al}(\text{OH})_2^+$, $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ et de $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$; abrégé en Al^{3+} . Le $\text{Al}(\text{OH})_3$ solide est l'espèce prédominante à des pH se situant entre 5,2 et 8,8 tandis qu'à des valeurs de pH supérieures à 9, l'espèce prédominante est le $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ qui est soluble [4].

Dans des conditions acides, les formes solubilisées d'aluminium ont des effets toxiques sur les microorganismes et les plantes [5].

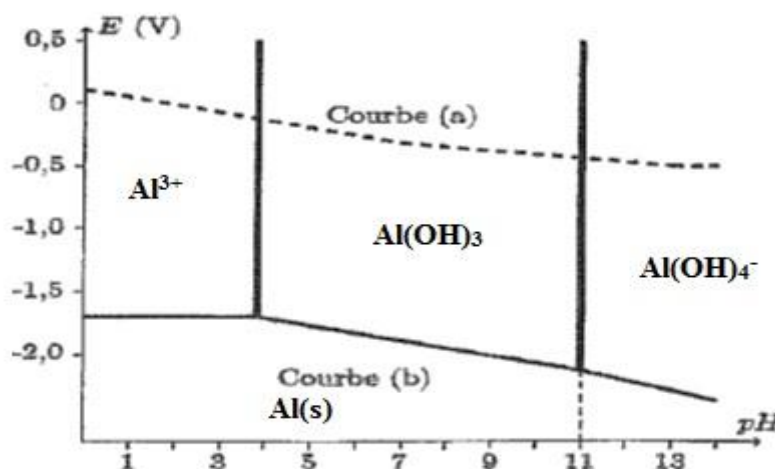


Figure II.2 : Diagramme de spéciation de l'aluminium en fonction du pH.

II.4. Utilisation de l'aluminium

L'aluminium se retrouve dans de très nombreuses applications industrielles et il est utilisé sous plusieurs formes telles que:

- **Métallique** : L'aluminium est principalement utilisé dans l'industrie des transports, dans les constructions, dans les emballages et dans les équipements électriques.
- **Poudre** : L'aluminium est principalement utilisé comme pigments pour la peinture, additif pour le carburant et dans les combustibles.
- **Oxydes d'aluminium** : L'aluminium est utilisé comme additif pour la nourriture et dans les manufactures pour fabriquer les céramiques, les isolants électriques, le papier, les bougies et les catalyseurs.
- **Hydroxyde d'aluminium** : L'aluminium est largement utilisé dans l'industrie pharmaceutique et dans la fabrication des produits de soin personnel. Il est utilisé également dans l'alimentation courante en tant que conservateurs, colorants, agents antiagglomérants, émulsifiants et levures artificielles et dans les laits infantiles.
- **Minéral naturel** : Il est utilisé pour la purification de l'eau de boisson, le raffinage du sucre, la brasserie et l'industrie du papier [6].

II.5. Toxicité de l'aluminium

L'aluminium peut se trouver dans l'air, l'alimentation, dans l'eau et dans d'autres sources. On connaissant la spéciation de cet élément on estime la toxicité selon la forme qu'il présente. Les éléments les plus réactif et toxique sont Al^{3+} , $AlOH^{+2}$, $AlOH^{+2}$ et les complexes très instable principalement inorganique. Ce phénomène de complexation est responsable de la toxicité de l'aluminium dans l'eau ce qui affecte les organismes aquatiques, les végétaux et l'homme [7].

II.5.1. Effet sur l'organisme aquatique

L'aluminium peut s'accumuler dans l'organisme des poissons ce qui entraine une baisse de leur population, les forme toxique de l'aluminium envers ces poissons sont Al^{3+} , $Al(OH)^{2+}$ et probablement $Al_2(SO_4)_3$ [6].

II.5.2. Effet sur les végétaux

L'aluminium limite la croissance des plantes dans les sols acides ($pH < 5$), il pénètre par les racines et il prend la même voie que les ions calcium et magnésium, ce qui provoque

une inhibition de développement des racines secondaires ainsi que le dysfonctionnement de certaines enzymes [8].

II.5.3. Effet sur l'homme

La toxicité de l'aluminium chez l'homme est récemment découverte, cet élément pris par voie orale (l'eau potable) ou injecté (issue de composant de certains médicaments, ou la contamination lors de la dialyse) provoque des intoxications chroniques tels que l'Alzheimer, des maladies du système nerveux, des détériorations cérébrales, des décalcifications osseuses avec fractures spontanées, des destructions de cellules hépatiques, des lésions cardiaques et des anémies [7-8].

On a également suggéré que l'aluminium présent en faibles concentrations dans les eaux des boissons constitue l'une des causes du déclenchement de la maladie Alzheimer [9].

Actuellement les coagulants les plus utilisés dans le procédé de coagulation floculation pour le traitement des eaux sont de type sel d'alumine. Ces derniers présentent des critères désavantageux du point de vue économique, environnemental et de la santé humaine.

L'eau mise à disposition du consommateur doit être traitée pour qu'elle devienne « potable » c'est-à-dire répondre à la réglementation en vigueur pour les eaux destinées à la consommation humaine. En effet tout cela a poussé à de nouvelles méthodes pour la protection de l'environnement et l'amélioration de la qualité des eaux.

Dans ce contexte, l'adsorption est considérée comme une méthode largement utilisée en raison de sa simplicité et de son efficacité à faible coût en plus de, l'utilisation d'adsorbants disponibles pour la décontamination de l'eau [10-13]. Elle offre une flexibilité de conception et d'exploitation et permettra de produire des eaux traitées de meilleure qualité.

Références bibliographiques

- [1] Cherifi.M. (2013).Décontamination électrocinétique d'une boue d'eau potable contenant de l'aluminium. Thèse de doctorat de l'université Badji Mokhtar.
- [2] Schaller K.H., Letzel S., Angerer J., Seiler HG., Sigel A., Sigel E. (1994). Aluminum, Editors. Handbook on metals and clinical and analytical chemistry.217–226.
- [3] Aguentil.K., Boudjenoun.K. (2017).Mémoire de Magistère de l'Université M'Hamed Bougara Boumerdes.
- [4] Cathalifaud G., Ayele J., Mazet M. (1977). Etude de la complexation des ions aluminium par des molécules organiques : constantes et stœchiométrie des complexes. Application au traitement de potabilisation des eaux, *Water Research*, 31(4), 689-698.
- [5] Akbarzadeh, N., Shariati, M. (2014). Aluminum remediation from medium by Dunaliella. *Ecological engineering*. 67 (9), 76-79.
- [6] Esquerre, N. (2016). L'aluminium, facteur de risque environnemental impliqué dans la physiopathologie des maladies intestinales (Doctoral dissertation, Université du Droit et de la Santé-Lille II). (249) ,35p.
- [7] Jalba, D.I., Cromar, N.J., Pollard, S.J.T., Charrois, J.W., Bradshaw, R., Hrudey, S.E. (2010). Safe drinking water: critical components of effective inter-agency relationships. *Environnement International*. 36, 51–59.
- [8] Chen, M., Qin, X., Zeng, G., Li, J. (2016). Impacts of human activity modes and climate On heavy metal “spread” in groundwater are biased. *Chemosphere* 152,439-445.
- [9]: Medjdoul, F., & Kadjite, K. (2018). Abattement des concentrations en sels d'alumine dans les eaux traitées de la station SEAAL du barrage de TAKSEBT par des procédés d'adsorption (Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri).
- [10] Taka.AL., Pillay. K., & Mbianda. XY. (2017). Nano sponge cyclodextrin polyurethanes and their modification with nanomaterial's for the removal of pollutants from waste water: A review. *Carbohydrate Polymers*, 159, 94–107.
- [11] Leudjo Taka, A., Fosso-kankeu, E., Pillay, K., & Mbianda, X. Y. (2018). Removal of cobalt and lead ions from wastewater samples using an insoluble Nano sponge biopolymer composite: Adsorption isotherm, kinetic, thermodynamic, and regeneration studies. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 21752–21767.
- [12] Santhosh, C., Velmurugan, V., Jacob, G., Jeong, S. K., Grace, A. N., & Bhatnagar, A. (2016). Role of nanomaterials in water treatment applications: A review. *Chemical Engineering Journal*, 306, 1116–1137.

Références bibliographiques

[13] Qu, X., Alvarez, P. J. J., Li, Q. (2013). Applications of nanotechnology in water and wastewater treatment. *Water Research*, 47(12), 3931–3946.

***CHAPITRE III: PHENOMENE
D'ADSORPTION***

CHAPITRE III : PHENOMENE D'ADSORPTION**III.1 Introduction**

Afin de réduire au maximum le risque potentiel que représente l'aluminium résiduel dans l'eau traitée avec des coagulants à base d'aluminium, les procédés de traitement des eaux devraient être optimisés de façon à réduire le plus possible cet élément. L'adsorption constitue une technique de choix pour l'élimination d'éléments dissous, le plus souvent organiques et à l'état de traces. Les composés adsorbés sont donc en très faible concentration lorsque l'équilibre d'adsorption est atteint. L'eau est alors considérée comme une solution diluée pour laquelle se produira une adsorption préférentielle d'un soluté par rapport aux autres solutés du mélange. Ces phénomènes d'adsorption par les solides présentent un caractère universel et sont dus à des forces d'interaction essentiellement physiques.

III.2. Définition de l'adsorption

L'adsorption est un phénomène exothermique qui se produit avec un dégagement de chaleur, au cours duquel des molécules d'un fluide (gaz ou liquide), appelé adsorbat, se fixent sur la surface d'un solide appelé adsorbant par des interactions physiques ou chimiques [1-2].

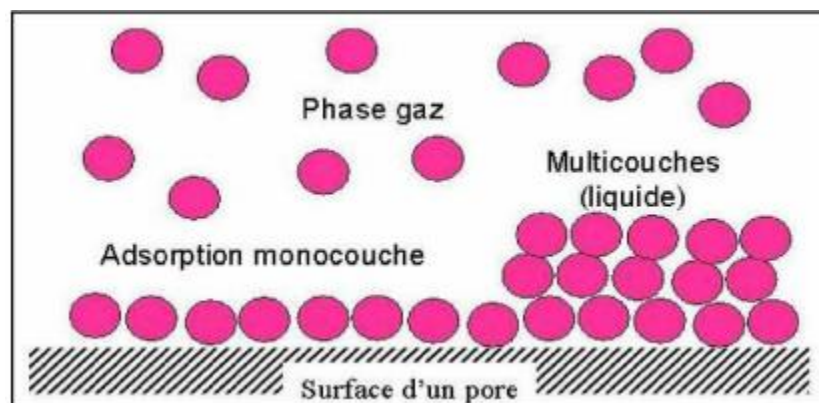


Figure III.1: Phénomène d'adsorption.

III.3. Types d'adsorptions

Selon la nature des forces qui retiennent les solutés à la surface de l'adsorbant, on distingue deux types d'adsorption : l'adsorption physique (physisorption) et l'adsorption chimique (chimisorption).

III.3.1. Adsorption physique

La physisorption est un phénomène qui se produit à basse températures où les molécules s'adsorbent sur une ou plusieurs couches (multicouches) avec des chaleurs d'adsorption souvent inférieure à 20 kcal/mol. [3]. Les forces d'interaction mises en jeu sont essentiellement, des forces électrostatiques de types dipôle, liaisons hydrogène ou Van Der Waals [4]. Ce processus est rapide, réversible et n'entraîne pas de modification de la structure des molécules adsorbées.

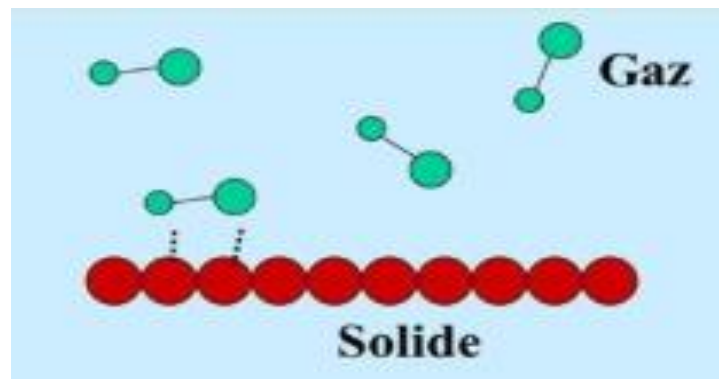


Figure III.2 : Processus de l'adsorption physique.

III.3.2. Adsorption chimique

La chimisorption est un phénomène irréversible produisant une modification des molécules adsorbées. Cette adsorption est due à une liaison chimique forte de type covalent ou ionique entre les atomes superficiels du solide et les molécules adsorbées. Ce type d'adsorption est généralement limité à une seule couche d'adsorbat (monocouche) lié chimiquement à la surface de l'adsorbant et caractérisé par des énergies d'adsorption plus élevées (20 à 200 Kcal/mol) [5].

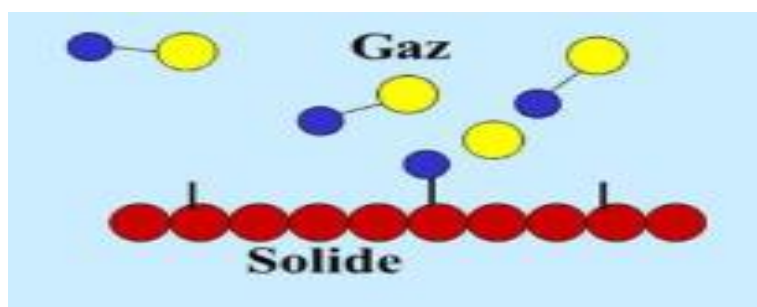


Figure III.3: Processus de l'adsorption chimique.

Le tableau III.1 résume Les majeures caractéristiques des deux types d'adsorption.

Tableau III.1: Comparaison entre l'adsorption physique et l'adsorption chimique [6]

Propriétés	Physisorption	Chimisorption
Liaison	Force de Van der waals	Chimique covalente ou ionique
Température du processus	Relativement basse	Elevée
Chaleurs d'adsorption	Inférieure à 20 Kcal.mol ⁻¹	20-200 Kcal.mol ⁻¹
Cinétique	Très rapide	Lente
Formation de couches	Formation de multicouches	Formation de monocouches
Réversible ou non	Réversible	Irréversible
Désorption	Facile	Difficile
Energie mise en jeu	Faible	Elevée

III.4. Facteurs influençant l'adsorption

La capacité et la cinétique de la rétention d'un soluté sur un adsorbant dépend de nombreux facteurs tels que les propriétés physicochimiques de l'adsorbant, de l'adsorbat et celles du milieu [7-8]. Il s'agit des paramètres suivants:

➤ La température

L'adsorption peut être endothermique ou exothermique suivant la nature du matériau adsorbant et la nature des molécules adsorbées. L'augmentation de la température favorise le processus de chimisorption tandis que son abaissement favorise l'adsorption physique [9].

➤ **Porosité :**

La porosité est liée à la répartition de la taille des pores. L'adsorption d'une substance augmente avec la diminution de la taille des particules et l'augmentation des pores de l'adsorbant.

➤ **Surface spécifique**

La surface spécifique est une donnée essentielle de la caractérisation des solides et des matériaux poreux. Elle désigne la surface accessible par rapport à l'unité de poids de l'adsorbant. La quantité de substance adsorbée est proportionnelle à la surface spécifique de l'adsorbant [10].

➤ **La polarité :**

Un soluté polaire aura plus d'affinité pour un solvant ou pour l'adsorbant le plus polaire.

➤ **pH initial:**

Le pH a parfois un effet non négligeable sur les caractéristiques de l'adsorption. Dans la plupart des cas, le pH faible favorise l'adsorption des anions alors que le milieu alcalin favorise celle des cations.

➤ **Nature de l'adsorbat :**

Les propriétés physico-chimiques de l'adsorbat jouent un rôle primordial lors de son adsorption sur une surface solide de l'adsorbant. Plus la structure moléculaire est volumineuse plus sa rétention par les solides est difficile ainsi que les solides polaires adsorbent préférentiellement d'autres corps polaires. Par contre les solides non polaires adsorbent préférentiellement des substances non polaires.

➤ **Nature de l'adsorbant :**

Si la taille des pores de l'adsorbant est inférieure au diamètre des molécules de l'adsorbat, l'adsorption de ce composé sera limitée, même si la surface de l'adsorbant a une forte affinité pour ce composé.

III.5. Les adsorbants

Le charbon actif commercial a été largement reconnu comme l'un des adsorbants les plus efficaces et le plus utilisé pour plusieurs contaminants. Bien que cet adsorbant commercial fournisse des taux d'élimination élevés, il présente également un grand inconvénient : son coût élevé qui limite son application dans les systèmes à grande échelle. Par conséquent, les industriels et les chercheurs se sont focalisés sur l'utilisation des matériaux naturels en raison de leur disponibilité et de leur bonne résistance mécanique et chimique. Dans cette étude Nous avons opté pour le choix de la bentonite et le chitosane comme adsorbants abondants et disponibles.

III.5.1. Bentonite

La bentonite est une argile naturelle constituée essentiellement de la montmorillonite de formule brute :



- **R** = Mg, Fe, Mn, Zn, Ni
- **Ce (cations échangeables)** = Ca, Na, Mg.

A l'état naturel, la bentonite est sodique ou calcique (ions compensateurs Na^+ ou Ca^{2+}) et elle est caractérisée par une capacité élevée d'adsorption, d'échange ionique et de gonflement. [11]. En Algérie, les gisements de bentonite les plus importants se trouvent à Oran (Ouest Algérien). On révèle en particulier la carrière de Maghnia (Hammam Boughrara) dont les réserves sont estimées à un million de tonnes et de celle de Mostaganem (M'zila) avec des réserves de deux millions de tonnes. [12-13]

a. Origine de la bentonite

La bentonite est une argile friable au toucher que l'on retrouve dans les cendres volcaniques. C'est une roche tendre, blanchâtre, grisâtre ou légèrement jaune [14]. Sa teinte dépend des composés minéraux et impuretés qui lui sont étroitement associés.

Il existe deux types de bentonite : la bentonite à base de sodium qui a un pouvoir de dispersion élevé en eau douce et la bentonite à base de calcium (calcique), composée d'agrégats plus grands et d'une microstructure plus agrégée.

b. Utilisation de la bentonite

Les bentonites ont de larges application, elles sont utilisées dans différents domaines tels que l'épuration des eaux, décoloration des huiles et des graisses, elles sont aussi utilisées

comme charge dans l'industrie du papier, en pharmacie, cosmétiques et dans l'industrie pétrolière. [11]. La majeure partie de la bentonite exploitée dans le monde est utilisée comme liant du sable de moulage, dans l'industrie de la fonderie et aussi pour épaissir les fluides de forage.

Ces argiles sont soumises à des préparations et/ou des transformations adaptées aux exigences de leur utilisation.

c. Type de bentonite

On distingue trois types de bentonites selon leur pouvoir de rétention de molécules organiques, qui sont :

- **Bentonite sodique naturelle** : le sodium est le cation échangeable majoritaire, un fort pouvoir de gonflement et d'adsorption.
- **Bentonite calcique naturelle** : le calcium est le cation échangeable majoritaire, elles ont un pouvoir de gonflement et d'adsorption plus faible que les bentonites sodiques.
- **Bentonite activée** : Elles sont activées par du carbonate de sodium puis séchées et broyées; on obtient ainsi des bentonites calciques activées dont les propriétés sont égales ou supérieures à celles des bentonites sodiques.

d. Propriétés de la bentonite

Les bentonites se caractérisent par une capacité élevée d'adsorption, d'échange ionique et de gonflement, cela lui permet de se disperser facilement dans l'eau et on obtient une suspension. [15]

Le gonflement

Ce gonflement est dû à son adsorption de l'eau par la structure de sa molécule qui s'effectue entre les feuillets et écarte les uns des autres.

L'adsorption de l'eau par la bentonite est un processus exothermique qui se traduit par la formation des liaisons d'hydrogène entre les molécules d'eau et les groupements hydroxyles de la montmorillonite et l'hydratation des cations échangeables. [16]

Cations échangeables et adsorption

Les argiles peuvent fixer pratiquement tous les cations d'une manière générale, l'affinité des argiles pour ces cations est d'autant plus grande que leur valence et leur masse

molaire est plus élevée. Les cations courants peuvent être classés par affinité croissante de la façon suivante : Li; Na; K; NH₄; H; Mg; Ca; Sr; Ba.

Dans le cas de la montmorillonite, les cations compensateurs ont la propriété d'être échangeables par d'autres cations du milieu dans lequel se trouve l'argile. Cette propriété est quantifiée par la capacité d'échange cationique.

III.5.2. Chitosane

Le chitosane est un aminopolysaccharide constitué d'unités D - glucosamine (2-amino-2-deoxy-D-glucose) liées entre elles par des ponts β (1 \rightarrow 4). C'est un matériau naturel avec un aspect solide floconneux, blanc et inodore de haut poids moléculaire, non toxique, renouvelable, biodégradable et biocompatible [17]. Il est préparé généralement à partir de la chitine qui se trouve dans de nombreuses sources naturelles [18]. Le chitosane est caractérisé par son degré d'acétylation (DA) correspondant au nombre de groupements acétamide présents le long d'une chaîne, exprimé en pourcentage. Ces deux biopolymères (chitine, chitosane) se distinguent par le degré d'acétylation.

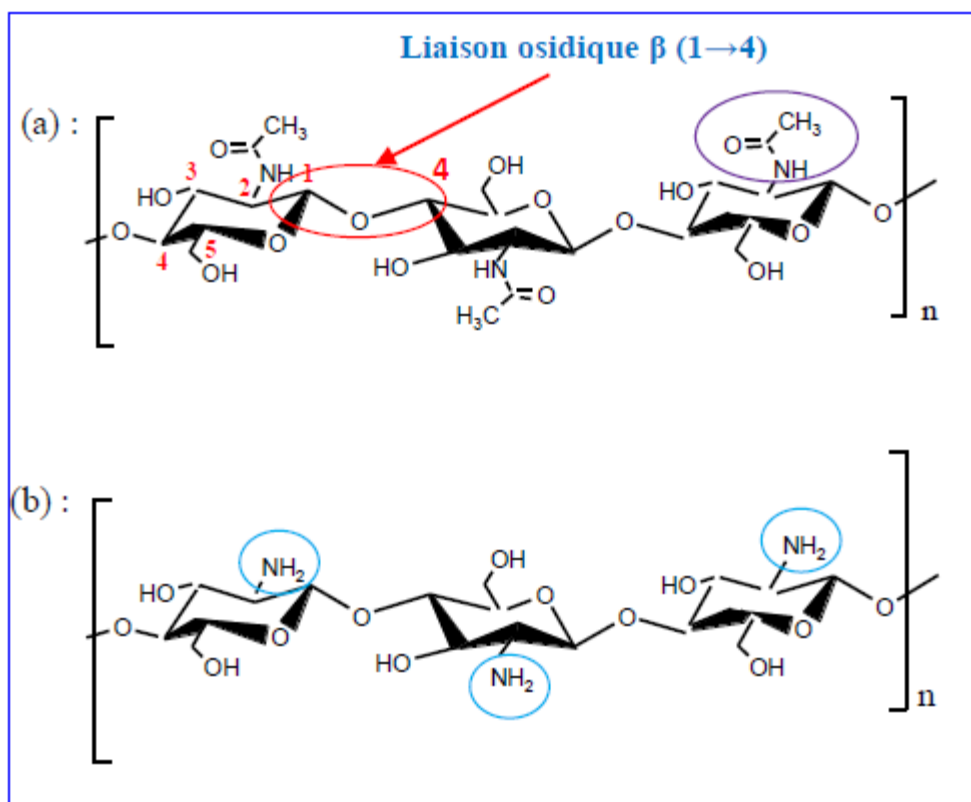


Figure III.4: Structure chimique de la chitine (a) et du chitosane (b)

III.5.1.a. Caractéristiques du chitosane

➤ Cristallinité

La cristallinité du chitosane est un paramètre important. Elle contrôle un certain nombre de propriétés comme l'accessibilité aux sites internes dans la chaîne macromoléculaire, les propriétés de gonflement dans l'eau et les propriétés diffusionnelles.

➤ Degré de désacétylation (DDA)

Le degré de désacétylation représente la proportion d'unités amine-D-glucosamine par rapport au nombre total d'unités glycosidiques. Le paramètre DDA est extrêmement important car il influe directement sur le comportement de ce polymère en solution.

➤ Solubilité [2]

Le chitosane est insoluble dans les solvants organiques mais soluble en milieu aqueux d'acide dilué, et ce grâce à la protonation de ces fonctions amines. NH_2 faisant du chitosane un polyélectrolyte. Sa solubilité dépend du pH du milieu, de la masse molaire, la force ionique du milieu et la nature de l'acide utilisé.

➤ Viscosité

La viscosité de chitosane dépend essentiellement de son DDA, plus il est désacétylé plus il ya des groupements amines libres et plus le chitosane est soluble donc sa viscosité est importante. Elle dépend aussi de sa concentration, de son poids moléculaire et de la température.

III.5.1.b. Utilisation du chitosane

Le chitosane est utilisé dans plusieurs domaines tels que [19-20] :

- Agent coagulant et flocculant efficace dans le traitement des eaux usées industrielles.
- Dans le domaine environnemental, l'utilisation de ce biopolymère est fort acceptable puisqu'il contribuerait à réduire l'utilisation de pesticides et de fertilisants chimiques.
- En agroalimentaire, notamment dans l'enrobage des semences, comme agent fertilisant, comme pellicule protectrice pour les fruits et légumes, comme pellicule antigel et enfin comme stimulateur de la floraison et de la fructification.

Il possède également des propriétés lui permettant de se lier à certains métaux [21].

Références bibliographiques

- [1] Bestani, B., Benderdouche, N., Benstaali, B., Belhakem, M., & Addou, A. (2008). Methylene blue and iodine adsorption onto an activated desert plant. *Bioresource technology*, 99(17), 8441-8444.
- [2] Uğurlu, M. (2009). Adsorption of a textile dye onto activated sepiolite. *Microporous and mesoporous Materials*, 119(1-3), 276-283.
- [3] Traoré, M. (2014). Conception d'une matrice de nanofibres par électrofilage et étude de son pouvoir adsorbant (Doctoral dissertation, Université du Québec à Trois-Rivières).
- [4] Bouchemal, N., Merzougui, Z., & Addoun, F. (2011). Adsorption en milieux aqueux de deux colorants sur charbons actifs à base de noyaux de datte. *Journal de la Société Algérienne de Chimie*, 21(1), 1-14.
- [5] Moumenine, S. (2011). Elimination de polluants des eaux d'usines par adsorption sur charbon de chêne en combinaison avec un désinfectant. Mémoire d'ingénieur en chimie, Université de Tlemcen.
- [6] Bisson, R. (2004). Interaction de l'hydrogène atomique avec les surfaces de silicium: réalisation du système expérimental, caractérisation et premiers résultats (Doctoral dissertation, Palaiseau, Ecole polytechnique).
- [7] Perrat, C. (2001). Devenir pesticides dans les sols: validation des méthodes d'analyse et isothermes d'adsorption. Mémoire de DEA. Laboratoire de Chimie, Physique appliquées et environnement, INSA Lyon.
- [8] Mekaoui, M. (2001). Etude de l'adsorption, de la persistance et de la photo dégradation de l'herbicide Tribenuron Méthyle (TBM) dans le sol et l'eau. Doctorat, Université Mohammed V-AGDAL, Rabat, Maroc.
- [9] Bouchemal, N. (2011). Adsorption en milieux aqueux de deux colorants sur charbons actifs à base de noyaux de datte, *Journal de la Société Algérienne de Chimie*.
- [10] Errais, E. (2011). Réactivité de surface d'argiles naturelles: Etude de l'adsorption de colorants anioniques (Doctoral dissertation, Strasbourg) 190p.
- [11] Mimanne, G., Benhabib, K., Benghalem, A., & Taleb, S. (2014). Etude de l'Adsorption des Métaux Lourds (Pb et Cd) en Solution Aqueuse sur Charbon Actif et Montmorillonite Sodée de l'Ouest Algérien (Study of the Adsorption of Heavy Metals (Pb and Cd) in Aqueous Solution on Activated Carbon and Sodium Montmorillonite from Western Algeria). *J. Mater. Environ. Sci*, 5(4)1298-1307.
- [12] Abdelouahab, C., Ait-Amar, H., Obretenov, T. Z., & Gaid, A. (1987). Fixation sur des argiles bentoniques d'ions métalliques présents dans les eaux résiduaires industrielles (Cd II et Zn II). *Rev. Int. Sci. Eau*, 3(2), 33-40.

Références bibliographiques

- [13] Arris, S. (2008). Chebira, «Etude expérimentale de l'élimination des polluants organiques et inorganiques par adsorption sur des sous-produits de céréales» (Doctoral dissertation, thèse de doctorat, université de Mentour Constantine, 26p).
- [14] Kùlah, T., Erkoyun, H., & Elliott, W. C. (2017). Mineralogy, geochemistry, and genesis of bentonites in Miocene volcanic-sedimentary units of the Ankara-Çankiri basin, central Anatolia, Turkey. *Clays and Clay Minerals*, 65(2), 64-91.
- [15] Bouchemal, F., & Achour, S. (2007). Essais d'adsorption de la tyrosine sur charbon actif en grains et en poudre. *LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782*, (6).
- [16] Uddin, F. (2018). Montmorillonite: An introduction to properties and utilization (pp. 3-23). London: IntechOpen.
- [17] DJELAD, A. (2011). Préparation des matériaux composites Chitosane-Zéolithes: Application dans l'adsorption du cuivre (Doctoral dissertation, Université d'Oran1-Ahmed Ben Bella).
- [18] Roberts, GA (1992). Structure de la chitine et du chitosane. Dans la chimie de la chitine (pp. 1-53). Palgrave, Londres.
- [19] Kadouche, S. (2013). Utilisation des biomatériaux dans le traitement des eaux (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- [20] Morin-Crini, N., Lichtfouse, E., Torri, G., & Crini, G. (2019). Fondamentaux et applications du chitosane. Dans *Sustainable Agriculture Reviews* 35 (p. 49-123). Springer, Cham.
- [21] Vold, I. M., Vårum, K. M., Guibal, E., & Smidsrød, O. (2003). Binding of ions to chitosan-selectivity studies. *Carbohydrate Polymers*, 54(4), 471-477.

PARTIE
EXPERIMENTALE

***CHAPITRE VI: MATERIEL ET
METHODES***

CHAPITRE IV: MATERIEL ET METHODES

IV.1. Introduction :

L'objectif de cette partie consiste à effectuer des analyses physico-chimiques sur des échantillons de l'eau de la station SEAAL du barrage de Taksebt afin de déterminer la qualité de l'eau en référence aux normes nationales de l'eau potable. Nous avons également étudié l'élimination de l'aluminium présent dans les eaux traitées de cette station. Pour cela, le procédé d'adsorption a été appliqué afin d'éliminer cet élément en utilisant le jar-test de la station SEAAL du barrage de Taksebt.

IV.2. Généralités sur le barrage de Taksebt

IV.2.1. Description du barrage de Taksebt

Taksebt est actuellement un grand barrage hydraulique sur la rivière de Takhoukth, dans la wilaya de Tizi-Ouzou en Kabylie. Le barrage de Taksebt, mis en service le 5 juillet 2007, s'étend sur une surface de 550 hectares. Il est alimenté par les eaux de pluie et aussi de la fonte du manteau neigeux du Djurdjura. Il comprend une station de traitement, une station de pompage et des tunnels dont une canalisation de 95 km pour permettre le transfert de 150 millions de mètres cube par an. Le barrage est doté d'une capacité de stockage de 175 millions de mètres cubes permettant une régularisation de 180 millions de m³, destinée à l'alimentation en eau potable (173 000 m³/jour pour Tizi-Ouzou, 60 000 m³/jour pour Boumerdes et 235 000 m³/jour pour Alger) [1].



Figure IV.1 : Localisation du barrage de Taksebt.

IV.2.2. Présentation de la station de potabilisation SEAAL

La station de traitement de l'eau potable SEEAL est une station importante, elle a été mise en service en 2008 et elle occupe une superficie de 34 hectares et assure l'approvisionnement de trois wilayas Alger, Boumerdes et Tizi-ouzou. Cette station est alimentée à partir du barrage de Taksebt et la production nominale est de $605\,000\text{ m}^3/\text{jours}$, elle contient le plus grand réservoir de stockage d'eau traitée en Algérie avec $56\,000\text{ m}^3$.

Le transport d'eau traitée se fait d'une manière gravitaire de la station jusqu'aux autres réservoirs, le personnel du laboratoire d'analyse de la station assure la surveillance du réseau d'approvisionnement en eau potable et de la prise d'eau brute jusqu'aux points des transferts d'eau aux consommateurs.



Figure IV.2: Localisation de la station de traitement de Taksebt.

A. Capacité de la station

La production nominale de la station de traitement de Taksebt est de $605\,000\text{ m}^3/\text{j}$ (soit $7\,000\text{ l/s}$) basée sur un approvisionnement en eau brute de $616\,000\text{ m}^3/\text{j}$.

Tableau IV.1 : Caractéristique de la station de traitement de Taksebt (Station Taksebt).

Caractéristiques	Capacités
Débit d'eau brute	$616\,000\text{ m}^3/\text{j}$
Volume des boues extraites des clarificateurs	$7\,400\text{ m}^3/\text{j}$
Volume des boues extraites des filtres	$3\,600\text{ m}^3/\text{j}$
Production d'eau traitée	$605\,000\text{ m}^3/\text{j}$

B. Fonctionnement de la station

Les différentes étapes de traitement sont détaillées dans la figure suivante

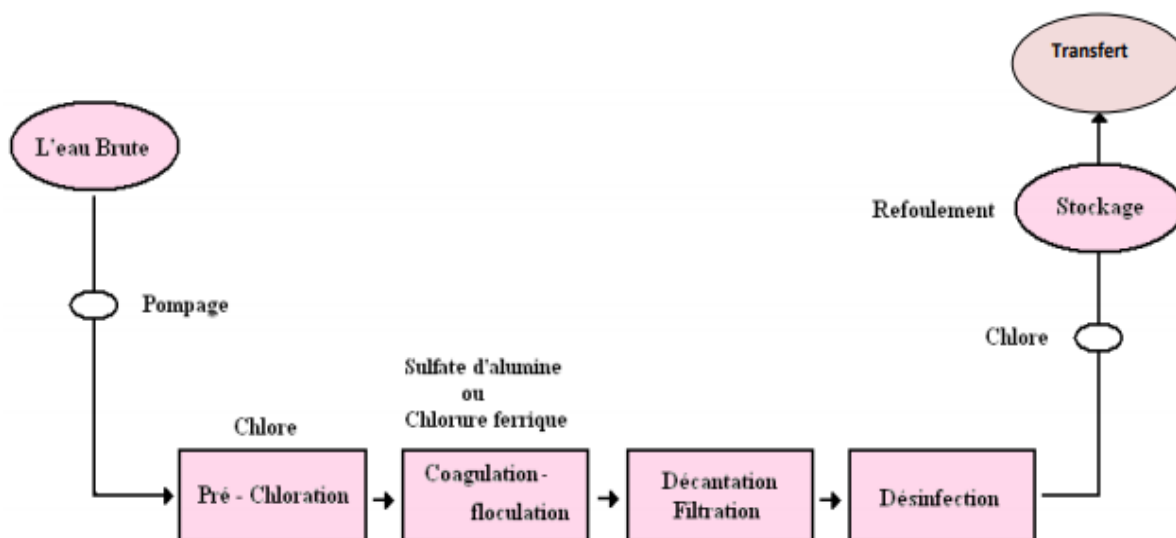


Figure IV.3: Les étapes de traitement d'eau de TAKSEBT.

➤ Pré-chloration (Injections du chlore)

C'est la première phase de traitement qui consiste à injecter le chlore dans l'eau brute afin de limiter la présence d'organismes (algues, bactéries et planctons), susceptibles de proliférer dans les filières de traitement et les matières organiques. Le taux d'injection est déterminé par un test de «demande en chlore».

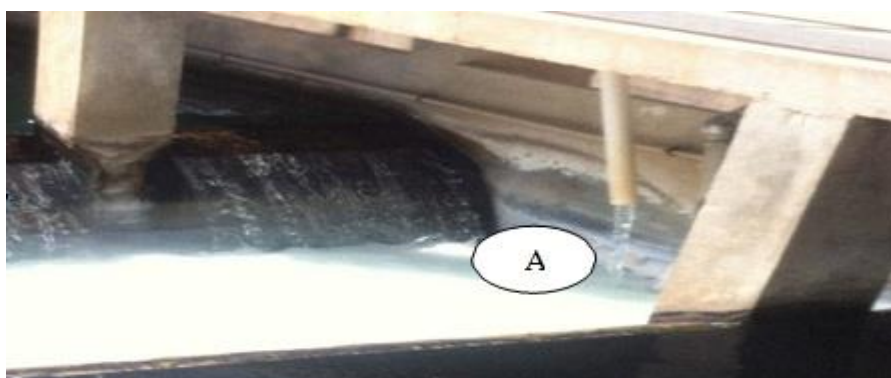


Figure IV.4: Injection du chlore (pré-chloration).

➤ Coagulation –Floculation

La station utilise le sulfate d'alumine $Al_2(SO_4)_3$ pour coaguler les matières en suspension colloïdales très fines. La coagulation étant optimale à un pH proche de **6,4 à 7**,

dans le cas où le pH est optimal l'ajout de l'acide sulfurique n'est pas nécessaire. Le taux d'injection de l'acide sulfurique est déterminé par un test appelé «le jars test».



Figure IV.5: Injection du sulfate d'alumine.

➤ **Décantation**

A la sortie de la chambre de mélange on ajoute un polymère (adjuvant de floculation) qui permet la formation de flocs facilement décantés. L'eau est répartie dans des décanteurs en deux filières, pour éliminer les particules de floc et former des lit de boue qui occupe un volume apparent selon la densité et la vitesse d'eau et le liquide surnageant est acheminer vers les filtres [2].



Figure IV.6: Décanteurs (Pulsa tube).

➤ **Filtration**

L'eau venant des décanteurs ou des flocculateurs est répartie entre les 24 filtres à sable de granulométrie homogène. Les filtres fonctionnent en alternance par groupe de 12 pour éliminer les petites particules en suspension d'une manière gravitaire à travers les couches de sable. L'accumulation des impuretés conduit à colmater le lit filtrant et pour cela on doit laver le filtre.

Après l'injection du chlore à l'eau filtrée (post chloration), des cuve de contact débouchant sur le réservoir pour assurer un stockage avant distribution.

➤ **Désinfection**

A la sortie des filtres, on trouve un point d'injection de chlore. La station utilise le chlore gazeux pour désinfecter l'eau filtrée. Le chlore est très utilisé car il est économique et sa durée de vie est longue; qui assure une bonne qualité d'eau dans les conduites.

IV.3. Matériels et méthodes

IV.3.1. Prise d'échantillons

Le prélèvement s'effectue à partir d'un robinet qui se trouve dans le laboratoire de la station de traitement, ouvert 24h/24h pour ne pas modifier les paramètres organoleptiques, physicochimiques et bactériologiques de l'eau.



Figure IV.7: Point de prélèvement de l'eau traitée.

IV.3.2. Matériels et Produits

➤ **Matériels**

- Jar-test à six béciers d'un litre
- Turbidimètre HACH 2100N avec une cuvette de verre incolore de 50mm de diamètre
- pH mètre WTW avec terminal 730 et électrode en verre
- Agitateur magnétique (VWR)
- Conductimètre, WTW avec terminal 740
- Spectrophotomètre HACH-LANGE DR 6000
- Etuve réglable BINDER
- Balance analytique OHAUS AdventurerPro
- Filtre en acétate de cellulose (0,45µm de diamètre des pores)
- Seringue

➤ **Produits**

- Sulfate d'aluminium
- Bentonite
- Charbon actif
- L'eau distillée
- Aluver 3
- Bleaching
- Réactif A (Ammonium acétate;méthanol;sodiumacétate) ;
- Réactif B (Acide ascorque;sodiumthiosulfate);
- Chitosane

IV.3.3. Techniques expérimentales et analytiques

IV.3.3.1. Suivre de la potabilité et la concentration résiduelle de l'eau traitée du barrage Taksebt

Nous avons étudié et mesuré tous les paramètres physico-chimique de l'eau traitée quotidiennement tels que la turbidité, la conductivité, le pH ainsi que la concentration de l'aluminium et pour cela, nous avons suivi les modes opératoire suivants :

➤ **Mesure de la turbidité :**

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyée avec de l'eau traitée en vérifiant l'absence de bulle d'air, puis effectuer rapidement la mesure avec un turbidimètre. La mesure est obtenue directement en NTU (Nephelometry Turbidity Unit).



Figure IV.8: Turbidimètre.

➤ **Mesure du pH**

Nous avons étalonné le pH mètre avec une solution tampon à pH=7. L'électrode est immergée dans un bécher contenant 60ml d'eau à analyser. On agite puis on effectue la lecture après stabilisation du pH.



Figure IV.9: pH mètre.

➤ **Mesure de la conductivité**

On rince la cellule à conductivité avec de l'eau distillée puis on verse une quantité de l'eau à examiner dans un bécher. On allume le conductimètre et on sélectionne l'échelle de conductivité appropriée. On plonge la sonde dans l'échantillon et attendre jusqu'à ce que la mesure se stabilise et faire la lecture, le résultat obtenu est exprimé en « $\mu\text{S}/\text{cm}$ ».



Figure IV.10: Conductimètre.

➤ **Mesure de la température:**

La température d'une eau destinée à la consommation ne doit pas dépasser 25°C. On mesure la température de l'eau avec un thermomètre et on lit la valeur en degré Celsius.

➤ **Dosage d'Aluminium par la méthode LCK301:**

- 1-Pipeter 2 ml de la solution A (LCK301A) et les introduire dans le tube à LCK301.
- 2-Pipeter 3 ml d'eau traitée et les introduire dans le tube à LCK301.
- 3-Introduire dans le tube à LCK301 une cuillère rasée du réactif B(LCK301B).
- 4-Fermer le tube et mélanger le contenu jusqu'à la dissolution du réactif B puis le laisser 25 min.
- 5- Une fois les solutions sont prêtes, on introduit le tube du blanc(ZEROLCK301) dans la porte cuvette adéquat au tube de LCK301 du spectrophotomètre DR6000.

6- On introduit le tube d'eau traitée et puis lire directement la concentration en mg/l.



Figure IV.11: Tubes à LCK301
(réactif A et réactif B).



Figure IV.12 : Spectrophotomètre type
DR6000(HACH-LANGE).

IV.3.3.2. Réduction de la concentration de l'aluminium par le procédé d'adsorption

A) Adsorption par la bentonite

➤ *Détermination de la masse optimale de la bentonite*

- Dans un jar test, on place six béchers de 100ml remplis d'eau traitée.
- On ajoute une masse de la bentonite qui varie comme suit: 0,05; 0,10; 0,15; 0,20 ; 0,30 et 0,40g
- Le mélange est mis sous agitation à une vitesse de 200 tours par min pendant 15min.
- Après avoir décanté pendant 45min, on prélève le surnageant et on filtre puis on mesure les paramètres physicochimique tels que : le pH, turbidité, conductivité, température ainsi que les différentes concentrations d'aluminium avec la méthode LCK 301 pour l'eau traitée avant et après adsorption afin de déterminer la masse optimale de bentonite.



Figure IV.13: Détermination de la masse optimale du chitosane.

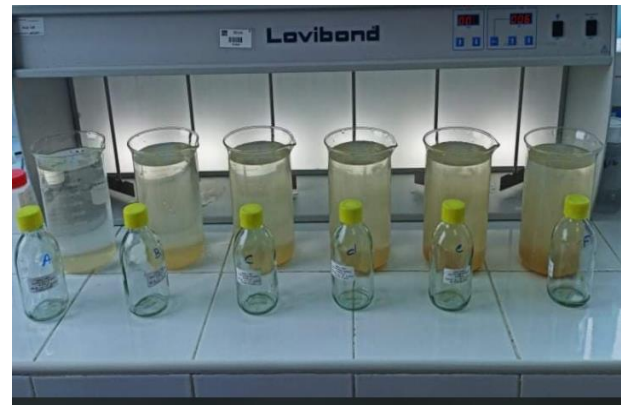


Figure IV.14: Détermination de la masse de la bentonite.

➤ *Détermination de la masse de Chitosane optimale*

- Dans un jar teste, on place six bécher de 100 ml contenant l'eau traitée.
- La masse de la bentonite a été fixée à 0,3g.
- Différentes masses de chitosane ont été ajoutées: 0,02; 0,04 et 0,06g. La vitesse d'agitation est de 200 tours/min.
- On laisse décanter pendant 45 min puis on prélève le surnageant et on le filtre.
- On mesure les paramètres suivants: pH, turbidité, conductivité, température ainsi que la concentration de l'aluminium avec la méthode LCK 301 pour l'eau traitée avant et après ajout du chitosane afin de déterminer la meilleure masse de ce dernier.

➤ *Détermination du temps de décantation optimal*

- Dans un jar test, on place six béchers de 100ml remplis d'eau traitée.
- Dans chaque bécher, on ajoute une masse de 0,3g de bentonite et 0,04g de chitosane sous agitation à une vitesse 200 tr/min pendant 15min.
- Le temps de décantation a été varié de: 30min, 45min, 1h, 1h30, 2h et 3h puis on prélève le surnageant et on filtre.
- Afin de déterminer le meilleur temps de décantation, nous avons mesuré les paramètres suivant: pH, turbidité, conductivité, température et la concentration de l'aluminium avec la méthode LCK 301.



Figure IV.15: Détermination du temps de décantation optimal.

➤ *Effet de la vitesse d'agitation*

- Dans un jar test, on place six béchers de 100ml remplis d'eau traitée avec une masse de 0,3g de bentonite sous agitation à une vitesse qui varie de : 50;100; 150; 200; 250 et 300 tr/min. Le temps de décantation a été fixé à 45min.
- On prélève le surnageant et on le filtre et on mesure les paramètres physico-chimique afin de déduire la meilleure vitesse d'agitation.

➤ *Etude comparative entre l'eau brute et traitée*

- Dans un jar test, on place deux béchers remplis de l'eau traitée et brute respectivement.
- On ajoute dans chaque bécher 0,3g de bentonite et 0,04g de chitosane.
- Le mélange est agité à une vitesse de 200 tr/min pendant 15 min puis on laisse décanter pendant 45mn.
- On prélève le surnageant puis on filtre afin de mesurer les paramètres physico-chimiques tels que: la conductivité, pH, turbidité, concentration de l'aluminium, matière organique, ultra violet (UV), titre alcalimétrique (TA) et titre alcalimétrique complet (TAC).

B) Adsorption par les billes d'alginate-bentonite

➤ *Préparation des billes d'alginate de bentonite*

Les adsorbants sous forme de petits grains ou poudre fine comme la bentonite sont indésirables parce qu'ils sont très difficiles à récupérer ou à séparer de la suspension après le processus d'adsorption. Afin de résoudre ce problème, il a été plus judicieux d'encapsuler la poudre adsorbante dans des copolymères comme l'alginate et l'utiliser pour réduire la concentration de l'aluminium et avoir une meilleure turbidité.

Pour la préparation des billes d'alginate nous avons procédé au mode opératoire suivant: On verse 2g d'alginate de sodium dans 100 mL d'eau distillée sous agitation jusqu'à solubilité puis on ajoute la bentonite avec une agitation rapide jusqu'à l'homogénéité. Ensuite, le mélange bentonite-alginate est introduit goutte à goutte dans 200 mL de chlorure de calcium CaCl_2 (4%) à l'aide d'une burette sous une agitation moyenne afin d'obtenir des billes. Ces dernières sont filtrées et rincées plusieurs fois avec de l'eau distillée puis elles sont séchées à l'air libre pendant 24h.



Figure IV.14: Préparation des billes alginate-bentonite.

➤ *Détermination de la masse de bille d'alginate-bentonite optimale*

- On ajoute des masses de billes de bentonites (0,10; 0,15; 0,20 et 0,3g) dans des béchers placés dans un jar test contenant l'eau traitée.
- Le mélange est agité à une vitesse de 200 tr/min pendant 15min puis on le laisse décanter pendant 45min.
- On mesure les paramètres physico-chimiques précédents pour fixer la meilleure masse d'alginate-bentonite.



Figure IV.15 : Détermination de la masse de bille d'alginate-bentonite.

➤ *Détermination de la masse optimale de chitosane*

- Dans des béchers placés dans un jar test contenant l'eau traitée, on ajoute une masse de 0,15g de billes de bentonites et différentes masses (0,02 ; 0,04 ; 0,06 et 0,08g) de chitosane.
- Le mélange est agité à une vitesse de 200 tr/min pendant 15min puis on le laisse décanter pendant 45min.
- On mesure les paramètres physico-chimiques précédents pour fixer la meilleure masse de chitosane.



Figure IV.18:Détermination de la masse optimale du chitosane.

***CHAPITRE V: RESULTATS ET
DISCUSSIONS***

V.1. Introduction :

Dans la première partie de ce chapitre, nous présentons les résultats de l'étude des paramètres physico-chimiques de l'eau brute et traitée analysés quotidiennement au laboratoire de SEAAL, puis les comparés aux normes de potabilités qui sont illustrées dans le tableau 4 en annexe.

Dans un deuxième temps, nous allons étudier l'influence de quelques paramètres sur l'élimination de l'aluminium par adsorption en utilisant la bentonite, à savoir la masse de l'adsorbant, le temps de décantation et la vitesse d'agitation ainsi qu'une étude comparative.

V.2. Suivi des analyses de potabilité de l'eau traitée et brute du barrage de Taksebt:

V.1.1. Turbidité

La figure V.1 représente les résultats de la variation de la turbidité de l'eau brute et de l'eau traitée en fonction du temps.

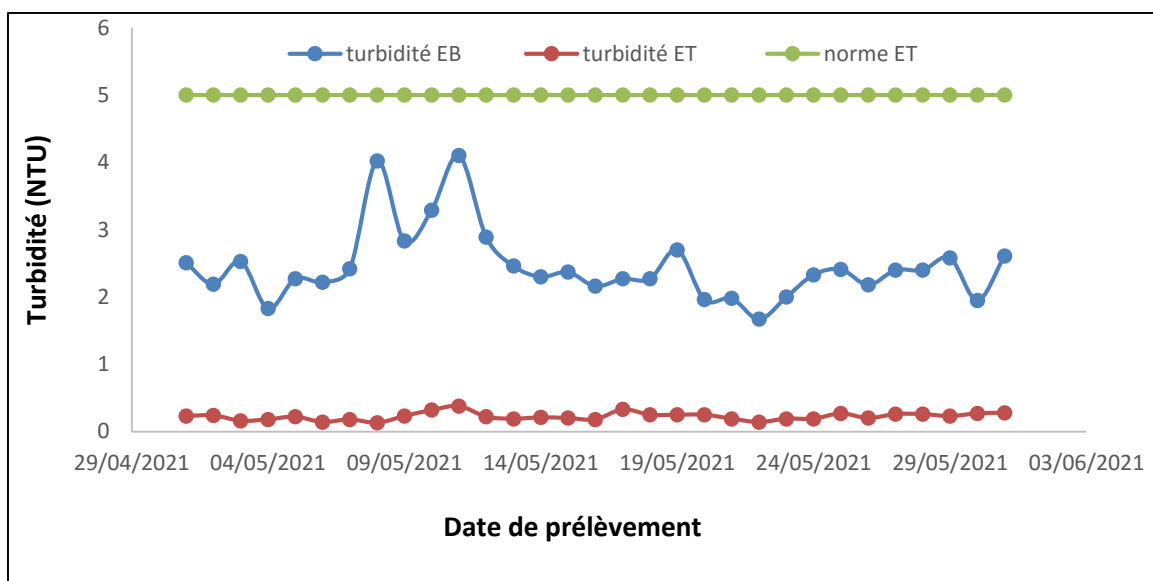


Figure V.1: Variation de la turbidité de l'eau brute et de l'eau traitée en fonction du temps.

D'après les résultats de la figures V.1, nous remarquons que les valeurs de la turbidité de l'eau brute du barrage Taksebt sont situées entre 1,67 et 4,10 NTU, avec une moyenne égale à 2,45 NTU, ces faibles valeurs indiquent que l'eau brute du barrage Taksebt est une eau de bonne qualité du point de vue turbidité, car ces eaux ont un temps de séjour très important qui permet une bonne sédimentation des particules en suspensions et élimination de toutes les particules qui obéissent à la loi de gravitation.

D'autre part, nous observons que les valeurs de la turbidité de l'eau traitée sont comprises entre 0,13 et 0,38 NTU. Cela est dû aux différents traitements de clarification (coagulation-floculation décantation et filtration). La turbidité est réduite à une valeur moyenne égale à 0,22 NTU, cependant la norme la fixe à 5NTU, ces faibles valeurs indiquent que l'eau traitée est de très bonne qualité du point de vue turbidité.

V.1.2. pH

La figure V.2 représente le suivi du pH de l'eau brute et traitée.

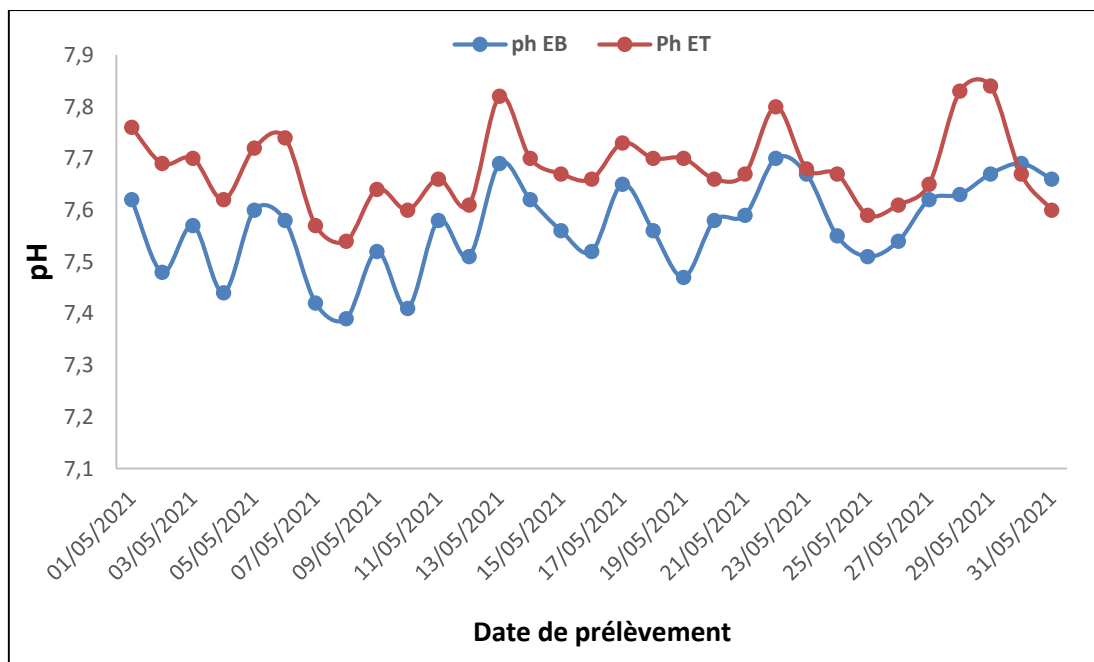


Figure V.2 : Evolution du pH de l'eau brute et de l'eau traitée en fonction du temps.

D'après la figure V.2, nous observons que les valeurs enregistrées sont égales à 7,84 pour l'eau traitée et 7,70 pour l'eau brute de la station du traitement de Taksebt. Ces valeurs sont proches à la neutralité et à la norme qui est entre 6,5 et 8,5.

La variation du pH est due à l'application de différentes doses de coagulant (sulfate d'alumine) au niveau de la chambre d'arrivée qui consomme le titre alcalimétrique complet (TAC) selon la relation suivantes :



V.1.3. Température

La figure V.3 représente les résultats de la variation de la température de l'eau brute et traitée en fonction du temps.

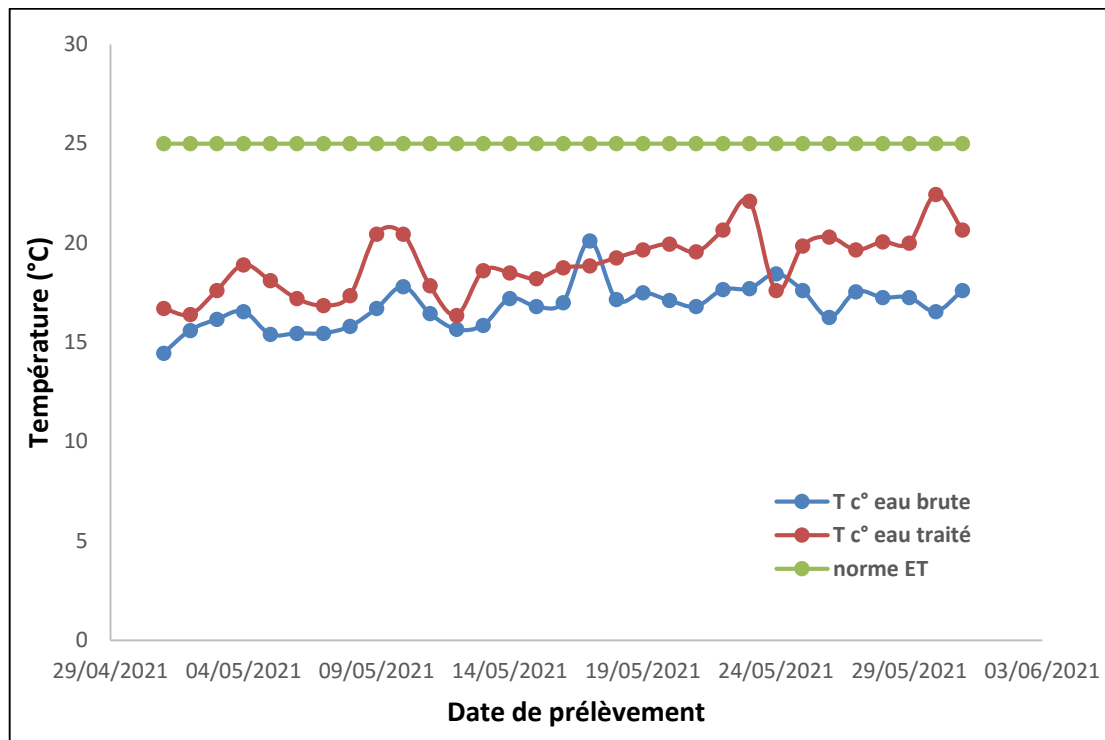


Figure V.3: Variation de la température de l'eau brute et traitée en fonction du temps.

D'après la figure V.3, nous constatons que la température de l'eau brute du barrage de Taksebt est comprise entre 14,45°C et 20,10°C, avec une valeur moyenne de 16,80°C. Cette eau reste légèrement fraîche car elle est alimentée par les eaux de surface à une profondeur importante. Pour l'eau traitée les valeurs de la température sont entre 16,35 °C et 22,45°C, avec une valeur moyenne de 18,99 °C, sachant que la norme est fixée à 25 C°.

V.1.4. Conductivité

La figure V.4 représente les résultats de la variation de la conductivité de l'eau brute et de l'eau traitée en fonction du temps.

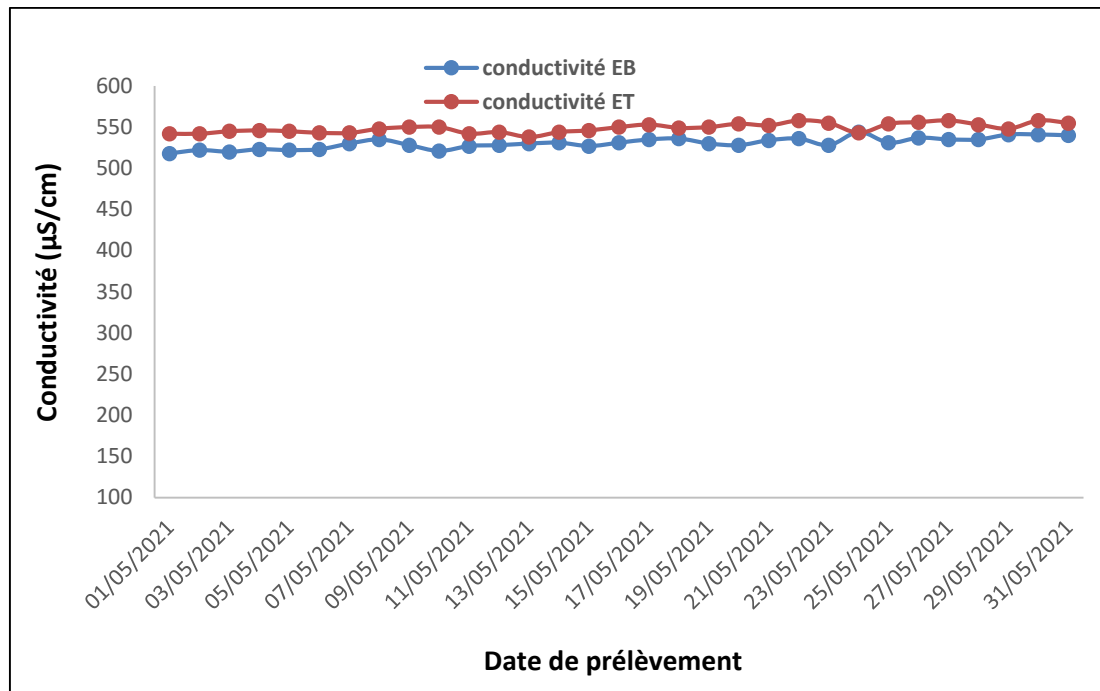


Figure V.4: Variation de la conductivité de l'eau brute et de l'eau traitée en fonction du temps.

D'après les résultats obtenus dans la figure V.5, la conductivité de l'eau brute varie entre 518 et 544 $\mu\text{S}/\text{cm}$, avec une valeur moyenne de 530 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et pour l'eau traitée les valeurs sont comprises entre 538 et 558 $\mu\text{S}/\text{cm}$, avec une valeur moyenne de 549 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et s'avèrent donc selon ce classement, moyennement minéralisées, ces valeurs sont inférieures à la norme qui est de 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

On constate aussi que la conductivité de l'eau traitée est légèrement élevée par rapport à celle de l'eau brute, cela s'explique par la présence des ions Al^{3+} et SO_4^{2-} provenant lors du traitement en utilisant le sulfate d'alumine ainsi que la présence des ions chlorures et des ions Na^+ qui sont issus de l'hypochlorite de sodium utilisé pour l'oxydation.

V.1.5. Aluminium

La figure V.5 représente le suivi de la concentration de l'aluminium de l'eau traitée de la station Taksebt.

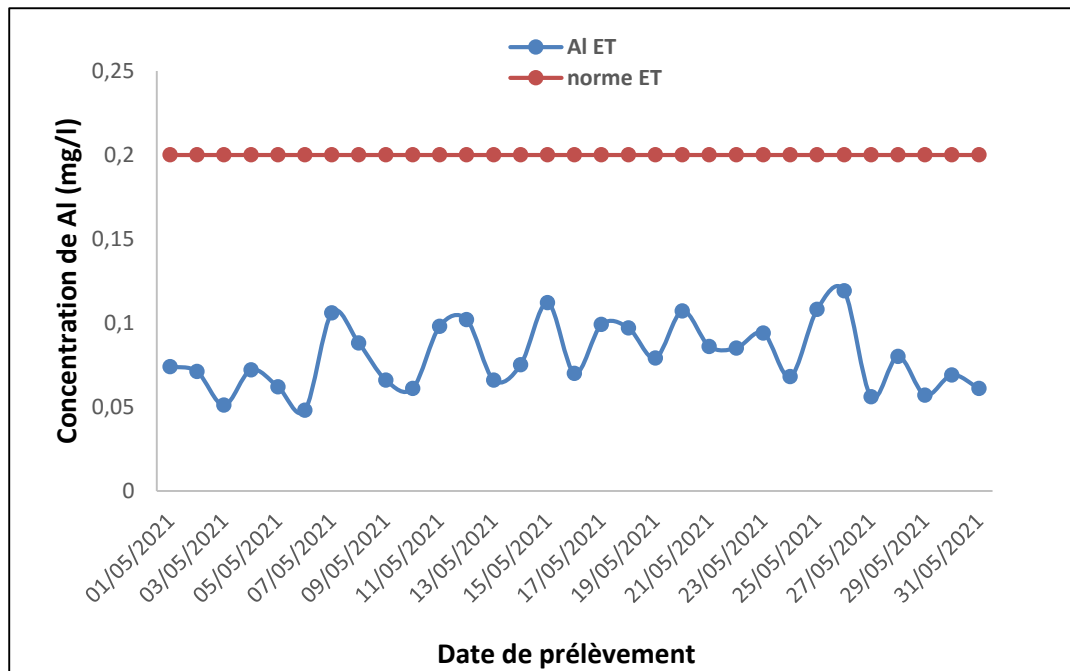


Figure V.5: Variation de la concentration de l'aluminium de l'eau traitée en fonction du temps

D'après la figure V.5, nous constatons que la concentration maximale de l'aluminium de l'eau traitée est de 0,119 mg/l et la valeur minimale est de 0,049 mg/l. Les deux valeurs obtenues sont en dessous de la norme qui est fixée à 0,2 mg/l. Cette variation de la concentration dans l'eau traitée est due aux différentes doses du coagulant sulfate d'alumine injectée pendant le processus de coagulation, ainsi que le dosage dans des conditions acides peut augmenter le taux de l'aluminium [2].

V.2. Elimination de l'aluminium par adsorption sur la bentonite

Dans cette partie, nous avons fait varier plusieurs facteurs afin de fixer les conditions optimales pour une meilleure réduction de l'aluminium présent dans l'eau traitée. Les résultats sont exprimés en fonction du pourcentage d'élimination de l'aluminium (le rendement) comme le montre l'équation suivante:

$$\text{Rendement (\%)} = \frac{[Al]_{\text{initial}} - [Al]_{\text{final}}}{[Al]_{\text{initial}}} \times 100$$

V.2.1. Effet de la masse de la bentonite sur l'élimination de l'aluminium

Après avoir mesuré les paramètres physicochimiques pour l'eau traitée initiale, nous avons obtenue une concentration de l'aluminium égale à 0,12mg/l.

Afin de réduire cette concentration, nous avons procédé à la variation de la masse de la bentonite dans la gamme de 0,05 à 0,4g. Le mélange a été ensuite agité à 200 tr/min pendant 1 heure. Les résultats des paramètres physico-chimique après la variation de la masse de la bentonite sont récapitulés dans le tableau V.1.

Tableau V.1: Les paramètres physico-chimiques de l'eau traitée avant et après adsorption par la bentonite.

	Eau traitée initiale	Eau traitée après adsorption					
		0,05	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4
Masse d'adsorbant (g)	/						
pH	7,64	8,14	7,95	8,1	8,13	8,12	8,12
Conductivité $\mu\text{S}/\text{Cm}$	543	552	556	560	563	562	554
Température (°C)	16,4	22,4	22,3	22,4	22,5	22,5	22,7
Turbidité NTU	0,27	1,16	1,17	1,37	1,56	1,94	1,76
Aluminium mg/l	0,122	0,052	0,053	0,045	0,035	0,024	0,036

La figure V.6 représente le pourcentage d'élimination de l'aluminium en fonction de la masse de la bentonite. Les résultats de ce paramètre révèlent que l'élimination de l'aluminium par la bentonite est favorable.

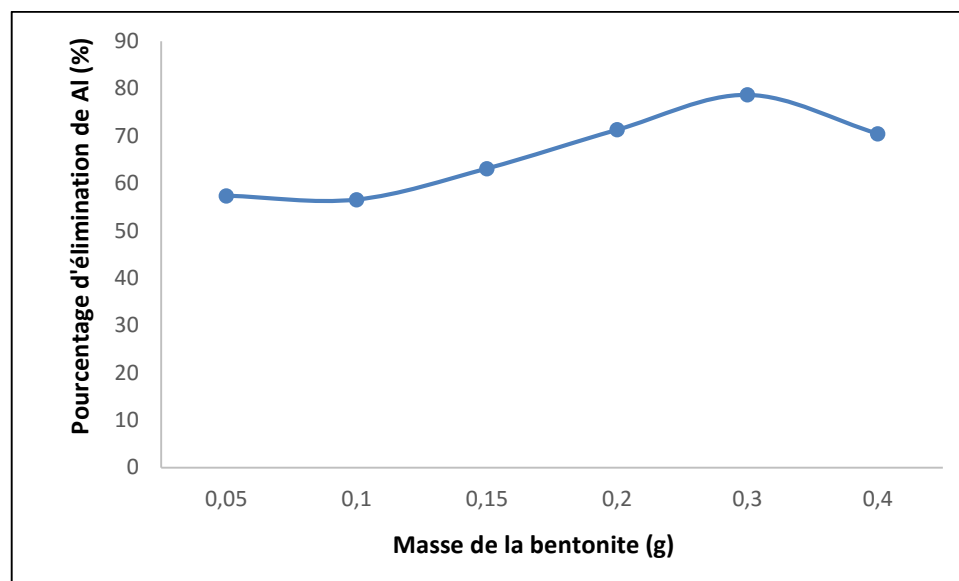


Figure V.6: Pourcentage d'élimination de l'aluminium en fonction de la masse de bentonite.

La figure V.6 représente le pourcentage d'élimination de l'aluminium en fonction de la masse de la bentonite. Les résultats de ce paramètre révèlent que l'élimination de l'aluminium par la bentonite est favorable et que le pourcentage d'élimination augmente de 56% à 79 % lorsque la quantité de bentonite passe de 0,05 à 0,3 g, l'élimination maximale d'Al qui est égale à 79% est obtenue pour une masse d'adsorbant égale à 0,3g.

Pour les masses supérieures à 0,3g, le pourcentage d'élimination diminue et cela peut s'expliquer par la saturation des sites actifs de l'adsorbant.

V.2.2. Effet de la masse du chitosane

Afin d'avoir une meilleure décantation et pour améliorer l'élimination de l'aluminium par la bentonite, nous avons utilisé le chitosane en variant sa masse de 0,02 à 0,06g. La masse de la bentonite a été fixée à 0,3g.

La mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau traitée avant et après adsorption sont regroupés dans le tableau V.2.

Tableau V.2: Les paramètres physico-chimiques de l'eau traitée avant et après adsorption par le mélange bentonite-chitosane.

	Eau traitée initiale	Eau traitée après adsorption		
Masse de chitosane (g)	/	0,02	0,04	0,06
pH	7,60	8,11	8,14	8,11
Conductivité $\mu\text{S}/\text{Cm}$	554	553	556	569
Température ($^{\circ}\text{C}$)	18,3	20,6	20,4	20,7
Turbidité NTU	0,27	1,58	1,92	1,74
Aluminium mg/l	0,122	0,034	0,013	0,013

La figure V.7 représente le pourcentage d'élimination de l'aluminium par le mélange chitosane-bentonite.

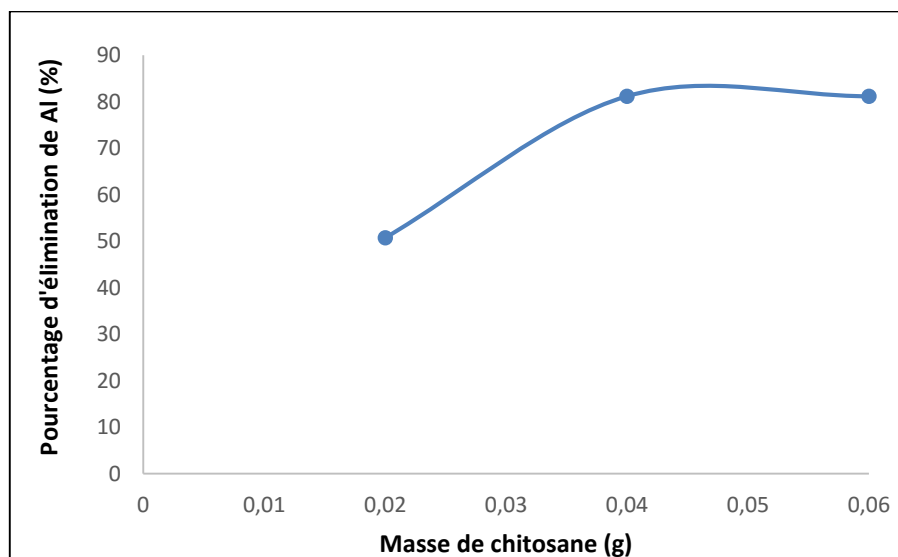


Figure V.7: Pourcentage d'élimination de l'aluminium en fonction de la masse du chitosane.

Les résultats de la figure V.7 montre que le plus grand rendement d'élimination de l'aluminium par le mélange chitosane-bentonite est observé pour une masse de chitosane égale à 0,04g avec un pourcentage maximal de 81%, ceci peut être dû au fait que la bentonite s'avère une particule colloïdale idéale en combinaison avec le chitosane pour accroître l'efficacité d'élimination de l'aluminium [3].

V.2.3. Influence du temps de décantation

Le temps de décantation est un facteur important ayant une influence significative sur la turbidité d'une eau. Nous avons étudié le pourcentage d'élimination de l'aluminium en fonction du temps de décantation. La mesure des paramètres physicochimiques de l'eau traitée avant et après adsorption par le mélange chitosane –bentonite en fonction du temps de décantation sont regroupés dans le tableau V.3.

Tableau V.2: Les résultats des paramètres physico-chimiques avant et après adsorption en fonction du temps de décantation.

Paramètres	Eau traitée initiale	Eau traitée après adsorption					
		30	45	60	90	120	180
Temps de décantation (min)							
Conductivité	554	563	562	566	562	562	566
Température	17,5	22,9	22,9	22	23,2	23,2	23,4
pH	7,56	7,87	7,91	7,89	7,89	7,90	7,83
Turbidité	0,34	5,99	6,00	7,27	5,43	6,26	5,53
Al	0,12	0,018	0,014	0,014	0,018	0,020	0,022

Le tracé de la courbe du pourcentage d'élimination de l'aluminium en fonction du temps de décantation (figure V.8) nous a permis de déterminer le temps optimal de décantation qui est égale à 45min avec un rendement maximal de 72%.

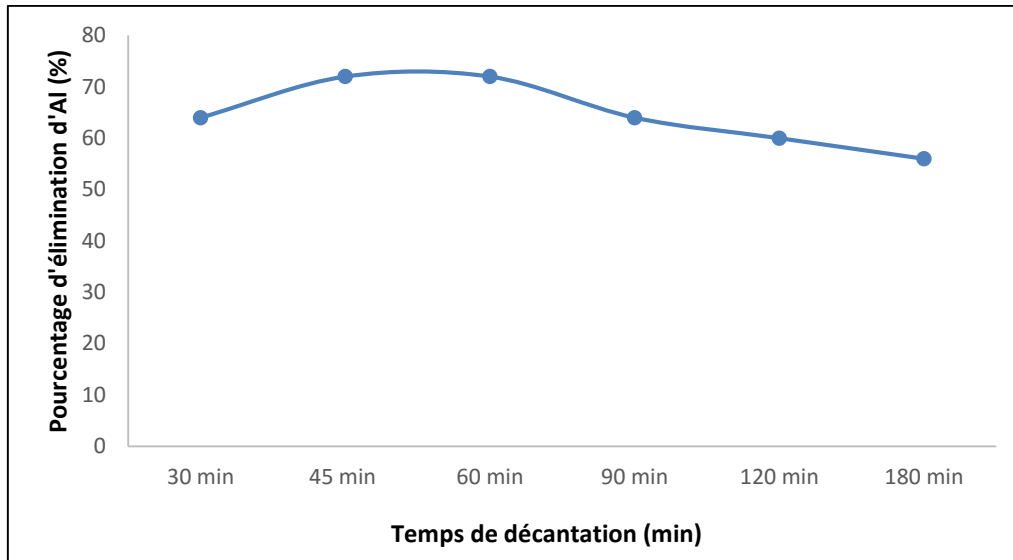


Figure V.8: Pourcentage d'élimination de l'aluminium en fonction du temps de décantation.

V.2.4. Influence de la vitesse d'agitation

Dans le but de déterminer l'effet de l'agitation sur le rendement d'élimination de l'aluminium, nous avons varié la vitesse d'agitation de 50 à 300 tr/min. Les résultats représentés sur la figure V.9 montrent que le pourcentage d'élimination augmente avec l'augmentation de la vitesse jusqu'à atteindre la valeur de 200tr/min avec un rendement maximal de 53%.

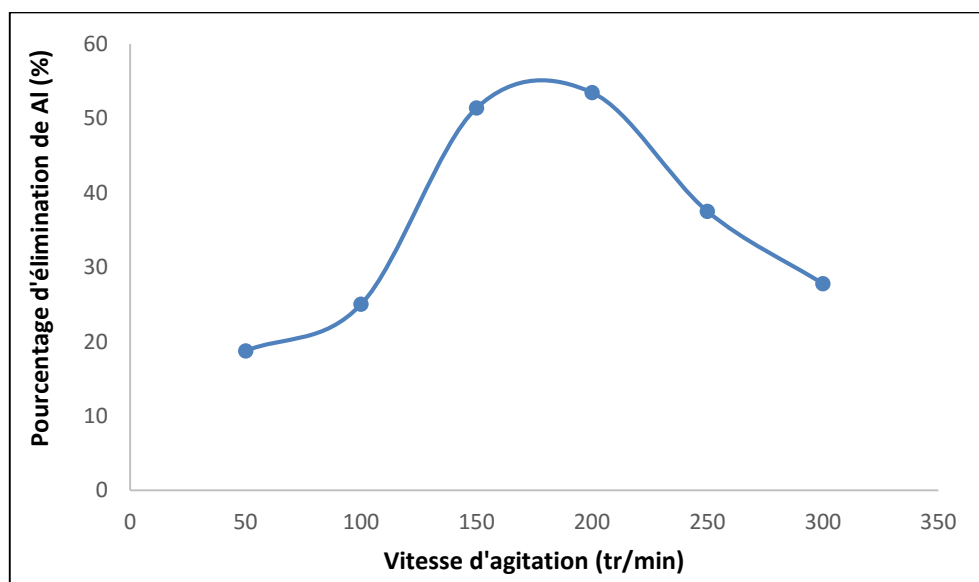


Figure V.9: Evolution du pourcentage d'élimination de l'aluminium en fonction de la vitesse d'agitation.

Les faibles quantités adsorbées, observées pour des vitesses d'agitation inférieures à 100 tr/ min, sont dues à une mauvaise dispersion des particules de la bentonite. Par contre, pour des vitesses supérieures à 250tr/min, nous observons une diminution du rendement (28%), ceci peut être expliqué par la formation de grands tourbillons au sein de la solution, ce qui réduit le contact adsorbant-adsorbat.

V.3. Etude comparative

Dans le but de comparer les différents paramètres physico-chimiques de l'eau traitée et brute, nous avons réalisé une expérience qui consiste à ajouter le mélange bentonite-chitosane pour les deux solutions avec les masses optimales obtenues (0,3g et 0,04g respectivement). Les résultats obtenus sont illustrés sur les figures V.10 et V.11 sous forme d'histogrammes.

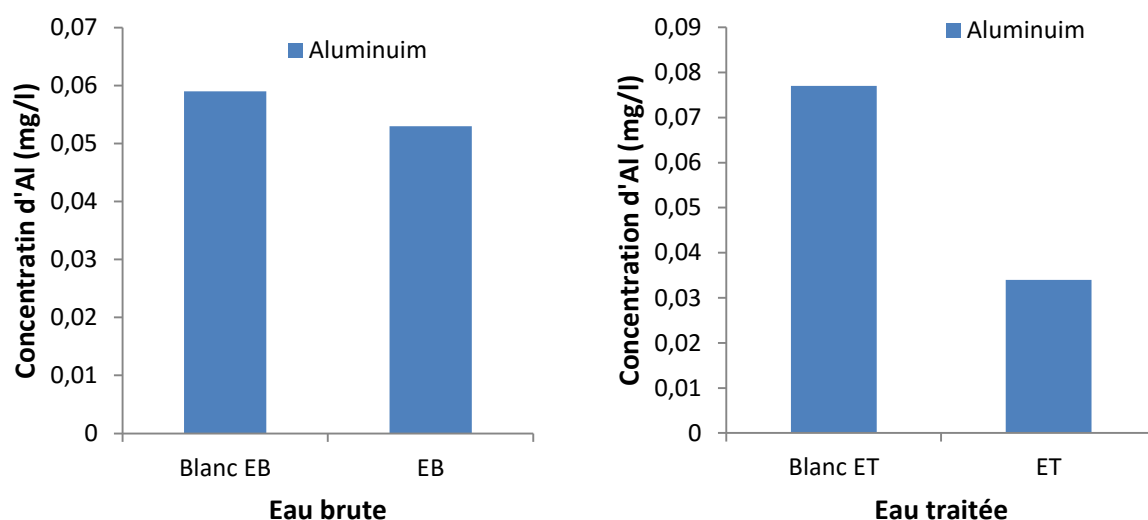


Figure V.10: Etude comparative sur l'élimination de l'aluminium de l'eau brute et traitée par le mélange bentonite-chitosane.

Les histogrammes de la figure V.10 montrent que la concentration de l'aluminium diminue dans les deux types d'eaux (brute et traitée) après avoir ajouté le mélange bentonite - chitosane, d'où l'efficacité de ces adsorbants à éliminer l'aluminium de l'eau potable afin de protéger la santé humaine.

Concernant les autres paramètres présentés sur la figure V.11, on observe une légère diminution de la turbidité, ultra violet (UV), titre alcalimétrique complet (TAC) et de la matière organique (MO) après traitement avec le mélange bentonite-chitosane pour les deux types d'eaux (brute et traitée). Une légère augmentation du pH est constatée, celle-ci est due à l'effet coagulant floculant du chitosane, cependant ces valeurs sont conformes aux normes citées dans la littérature.

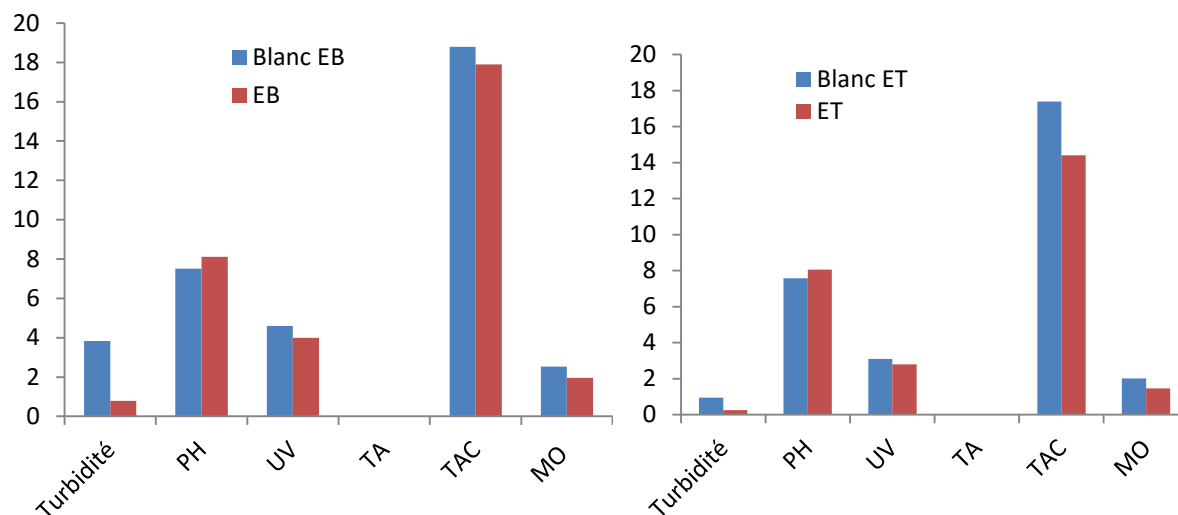


Figure V.4 : Etude comparative des différents paramètres physico-chimiques de l'eau brute et traitée par le mélange bentonite-chitosane.

V.4. Etude des paramètres physico-chimiques en utilisant les billes d'alginate de bentonite comme adsorbant

Les adsorbants sous forme de poudre fine comme la bentonite sont très difficile de les récupérer ou de les séparer de la suspension après le processus d'adsorption. Pour résoudre ce problème, il était plus approprié d'encapsuler la poudre d'adsorbant dans des copolymères comme l'alginate.

Le but de cette expérience est d'améliorer la turbidité de l'eau brute et traitée. Pour cela nous avons étudié les paramètres physico-chimiques de l'eau brute et traitée avant et après adsorption par les billes d'alginate de bentonite (tableau V.5). La masse des billes a été fixée à 0,3g à une vitesse d'agitation de 200tr/min. Le temps d'agitation ainsi que le temps de décantation sont de 15 et 45 min respectivement.

Les résultats du tableau montrent que les billes d'alginate de bentonite améliorent tous les paramètres étudiés pour l'eau brute et traitée.

Tableau V.4 : Paramètres physico-chimiques de l'eau brute et traitée avant et après adsorption par les billes d'alginate .

Paramètres physico-chimiques	Eau brute	Eau traitée	Eau brute en présence de billes d'alginate	Eau traitée en présence de billes d'alginate
Turbidité (NTU)	2,84	0,42	0,7	0,16
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	555	552	635	641
Température ($^{\circ}\text{C}$)	23,7	21,8	32,6	24,3
pH	7,57	7,61	7,73	7,79
Couleur	14	2	6	2
UV	4,5	2,8	5,1	3,1
Aluminium (mg/l)	0,051	0,073	0,024	0,054

D'après les histogrammes de la figure V.12, on constate une très bonne amélioration de la turbidité qui atteint 0,7 NTU pour l'eau brute et 0,16 NTU pour l'eau traitée. On remarque également (figure V.13) que l'utilisation des billes d'alginate de bentonite permet de réduire l'aluminium contenu dans l'eau brute et traitée en dessous de la norme recommandée par l'OMS (0,2mg /l).

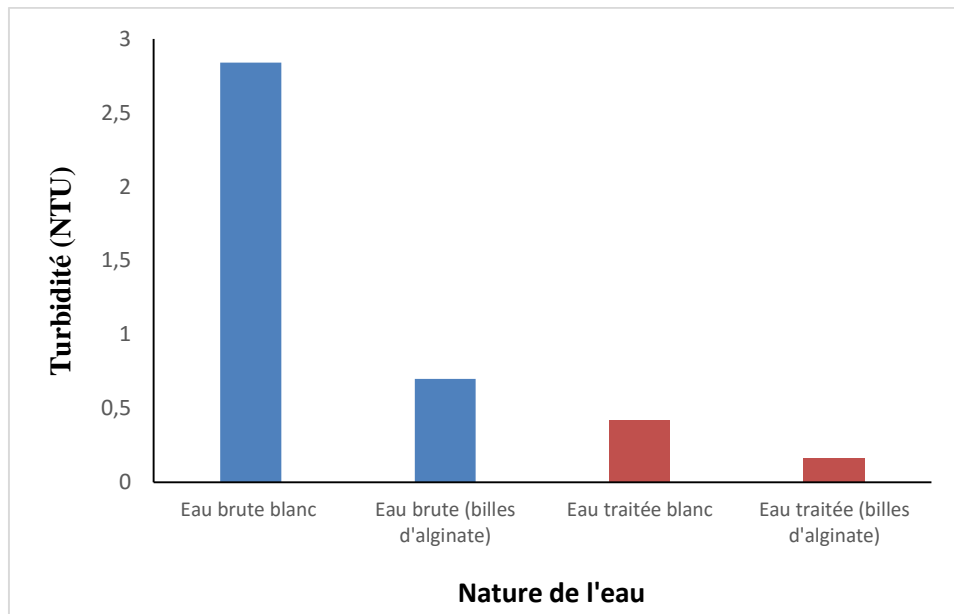


Figure V.5: Turbidité de l'eau brute et traitée en absence et en présence des billes d'alginate de bentonite.

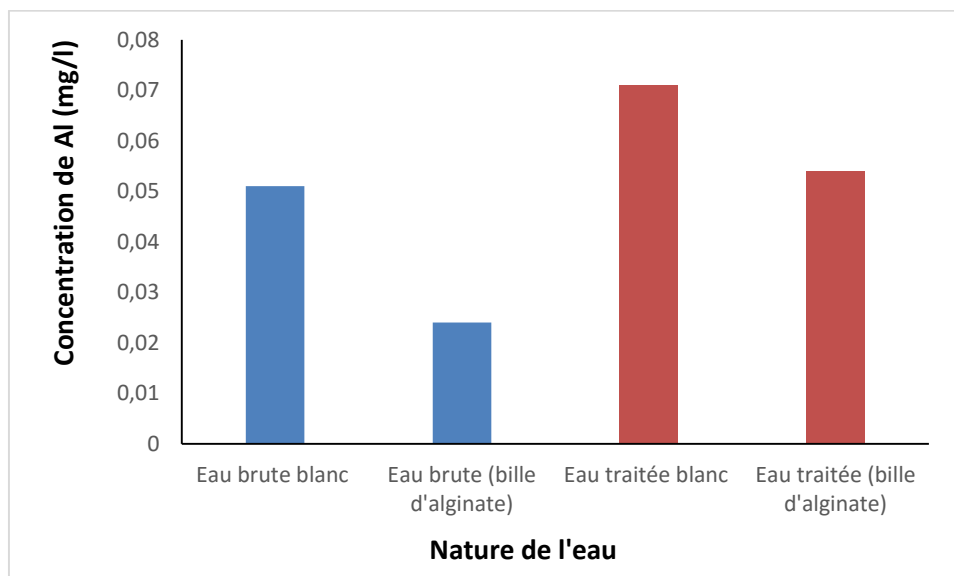


Figure V.6: Variation de la concentration de l'aluminium dans l'eau brute et traitée en absence et en présence des billes d'alginate de bentonite.

Références bibliographiques

- [1] Degremont, (2005). Mémento technique de l'eau ; 10^{ème} édition ; tome1. (880 pages).
- [2] Gani.F, (2001). Analyse et traitement des eaux du barrage de Taksebt, mémoire de magistère. UMMTO.
- [3] Guidas, M. (1998). Etude de la performance du chitosane comme coagulant pour l'enlèvement du cuivre et de la turbidité des eaux usées. Montréal: Université Montréal.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Conclusion générale

Notre travail a été réalisé à la station de traitement des eaux (SEEAL) du barrage de Taksebt et il est divisé en deux parties comme suit :

Dans la première partie nous avons suivi les différents paramètres physico-chimiques de l'eau ainsi que l'évaluation de sa qualité. Les différents résultats obtenus nous ont permis de déduire les conclusions suivantes: l'eau brute du barrage de Taksebt est de bonne qualité et elle est améliorée par le traitement effectué au niveau de la station SEEAL et qui respecte la norme algérienne ainsi que la norme fixée par l'OMS. Nous avons constaté un pH proche de la neutralité et des températures fraîches dues à la profondeur importante de l'eau alimentée par les eaux de surface. Nous avons également remarqué de faibles valeurs de turbidité, ceci est dû au temps de séjour de l'eau brute et au traitement qui a permis l'élimination de différentes particules colloïdales. L'ajout du coagulant sulfate d'alumine lors du processus de coagulation floculation montre une teneur moyenne en aluminium qui ne dépasse pas la norme de 0,2 mg/l.

Dans la deuxième partie nous avons appliqué le procédé d'adsorption afin de réduire la concentration d'aluminium dans l'eau traitée. Cet élément a un effet néfaste sur la santé humaine malgré son rôle important dans le traitement. Pour cela, nous avons utilisé la bentonite comme adsorbant. Dans un premier temps, nous avons déterminé la masse optimale qui correspond au meilleur rendement d'élimination de l'aluminium (0,3g), ensuite nous avons déterminé les différents paramètres influençant le processus d'adsorptions tels que : le temps de décantation; vitesse d'agitation ainsi que la masse de chitosane.

Les différents résultats obtenus montre qu'une élimination importante de l'aluminium correspond à une vitesse d'agitation de 200tr/min, temps de décantation = 45min et la masse du mélange bentonite–chitosane est égale à 0,3 et 0,04g respectivement.

Nous avons aussi préparé et testé les billes d'alginate de bentonite afin d'améliorer la turbidité de l'eau ainsi la réduction de la concentration de l'aluminium présent dans l'eau traitée par des coagulant (sulfate d'alumine).

Nous avons constaté une diminution remarquable de la turbidité et une élimination importante de l'aluminium de l'eau traitée.

Conclusion générale

Cette étude a révélé que la bentonite, à faible coût, est un adsorbant naturel efficace pour éliminer l'aluminium des eaux traitées par les sulfates d'alumine par la technique d'adsorption qui est peu coûteuse et compatible avec la politique de préservation de l'environnement et qui utilise des adsorbants très disponibles.

En perspective :

- Chercher des bio-coagulant pour remplacer sulfate d'alumine.
- Utiliser la méthode d'électrocoagulation pour le traitement de l'eau (nous avons commencé cette technique mais par manque de temps nous n'avons pas terminé le travail.

ANNEXES

Annexes

Tableau 1 : Résultats des analyses de l'eau brute en fonction du temps effectué au niveau du laboratoire Taksebt.

Point de surveillance	Dates	Eau brute de Taksebt			
		T °C	PH	Turbidité(NTU)	Conductivité (µS/Cm)
Eau Brute Taksebt	01/05/2021	14,45	7,62	2,51	518
	02/05/2021	15,60	7,48	2,19	522
	03/05/2021	16,15	7,57	2,53	520
	04/05/2021	16,55	7,44	1,83	523
	05/05/2021	15,40	7,60	2,27	522
	06/05/2021	15,45	7,58	2,22	523
	07/05/2021	15,45	7,42	2,42	530
	08/05/2021	15,80	7,39	4,02	535
	09/05/2021	16,70	7,52	2,83	528
	10/05/2021	17,80	7,41	3,29	521
	11/05/2021	16,45	7,58	4,10	527
	12/05/2021	15,65	7,51	2,89	528
	13/05/2021	15,85	7,69	2,46	530
	14/05/2021	17,20	7,62	2,30	531
	15/05/2021	16,80	7,56	2,37	527
	16/05/2016	17,00	7,52	2,16	531
	17/05/2021	20,10	7,65	2,27	535
	18/05/2021	17,15	7,56	2,27	536
	19/05/2021	17,50	7,47	2,70	530
	20/05/2021	17,10	7,58	1,96	528
	21/05/2021	16,80	7,59	1,98	534
	22/05/2021	17,65	7,70	1,67	536
	23/05/2021	17,70	7,67	2,00	528
	24/05/2021	18,45	7,55	2,33	544
	25/05/2021	17,60	7,51	2,41	531
	26/05/2021	16,25	7,54	2,18	537
	27/05/2021	17,55	7,62	2,40	535
	28/05/2021	17,25	7,63	2,40	535
	29/05/2021	17,25	7,67	2,58	541
	30/05/2021	16,55	7,69	1,95	541
	31/05/2021	17,60	7,66	2,61	540
Min		14,45	7,39	1,67	518
Max		20,10	7,70	4,10	544
Moyenne		16,80	7,57	2,45	530

Annexes

Tableau 2 : Résultats des analyses de l'eau traitée en fonction du temps effectué au niveau du laboratoire Taksebt.

Point de surveillance	Dates	Eau traitée de Taksebt			
		T °C	PH	Turbidité(NTU)	Conductivité (µS/Cm)
Eau traitée Taksebt	01/05/2021	16,70	7,76	0,23	542
	02/05/2021	16,40	7,69	0,24	542
	03/05/2021	17,60	7,70	0,16	545
	04/05/2021	18,90	7,62	0,18	546
	05/05/2021	18,10	7,72	0,22	545
	06/05/2021	17,20	7,74	0,14	543
	07/05/2021	16,85	7,57	0,18	543
	08/05/2021	17,35	7,54	0,13	548
	09/05/2021	20,45	7,64	0,23	550
	10/05/2021	20,45	7,60	0,32	550
	11/05/2021	17,85	7,66	0,38	542
	12/05/2021	16,35	7,61	0,22	544
	13/05/2021	18,60	7,82	0,19	538
	14/05/2021	18,50	7,70	0,21	550
	15/05/2021	18,20	7,67	0,20	546
	16/05/2016	18,75	7,66	0,18	550
	17/05/2021	18,85	7,73	0,33	553
	18/05/2021	19,25	7,70	0,25	549
	19/05/2021	19,65	7,70	0,25	550
	20/05/2021	19,95	7,66	0,25	554
	21/05/2021	19,55	7,67	0,19	552
	22/05/2021	20,65	7,80	0,14	558
	23/05/2021	22,10	7,68	0,19	555
	24/05/2021	17,60	7,67	0,19	543
	25/05/2021	19,85	7,59	0,27	554
	26/05/2021	20,30	7,61	0,20	556
	27/05/2021	19,65	7,65	0,26	558
	28/05/2021	20,05	7,83	0,26	553
	29/05/2021	20,00	7,84	0,23	548
	30/05/2021	22,45	7,67	0,27	558
	31/05/2021	20,65	7,60	0,28	555
Min		16,35	7,54	0,13	538
Max		22,45	7,84	0,38	558
Moyenne		18,99	7,68	0,22	549

Annexes

Tableau 3: les résultats des analyses de l'eau traitée d'aluminium en fonction du temps effectué au niveau de laboratoire Taksebt.

la date	Matin	Soir	La moyenne/jrs
01/05/2021	0,080	0,067	0,074
02/05/2021	0,064	0,078	0,071
03/05/2021	0,052	0,050	0,051
04/05/2021	0,077	0,066	0,072
05/05/2021	0,071	0,052	0,062
06/05/2021	0,037	0,058	0,048
07/05/2021	0,116	0,096	0,106
08/05/2021	0,086	0,089	0,088
09/05/2021	0,068	0,064	0,066
10/05/2021	0,052	0,070	0,061
11/05/2021	0,053	0,143	0,098
12/05/2021	0,125	0,078	0,102
13/05/2021	0,059	0,073	0,066
14/05/2021	0,076	0,074	0,075
15/05/2021	0,123	0,100	0,112
16/05/2021	0,052	0,088	0,070
17/05/2021	0,081	0,116	0,099
18/05/2021	0,087	0,107	0,097
19/05/2021	0,091	0,066	0,079
20/05/2021	0,080	0,133	0,107
21/05/2021	0,097	0,075	0,086
22/05/2021	0,097	0,072	0,085
23/05/2021	0,063	0,125	0,094
24/05/2021	0,052	0,083	0,068
25/05/2021	0,117	0,099	0,108
26/05/2021	0,116	0,122	0,119
27/05/2021	0,061	0,050	0,056
28/05/2021	0,106	0,053	0,080
29/05/2021	0,057	0,056	0,057
30/05/2021	0,069		0,069
31/05/2021	0,050	0,072	0,061

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 18 2 MARS

2011

**PARAMETRES DE QUALITE DE L'EAU DE CONSOMMATION HUMAINE
(PARAMETRES AVEC VALEURS LIMITES)**

Tableau 4 : PARAMETRES AVEC VALEURS LIMITES

Groupe de paramètres	Paramètres	Unités	Valeurs limites
Paramètres organoleptique	Couleur	Mg/l platine	15
	Turbidité	NTU	5
	Odeur à 12 ° C	Taux dilution	4
	Saveur 25 ° C	Taux dilution	4
Paramètres physicochimiques en relation avec a structure naturelle de l'eau	Alcalinité	Mg/l en Ca Co3	500
	Calcium	Mg/l en Ca Co3	200
	Chlorures	Mg/l	500
	Concentration en ions d'hydrogènes	Unité pH	>6,5 et <9
	Conductivité à 20 ° C	μ S/cm	2800
	Dureté	mg/l en Ca Co3	200
	Potassium	mg/l	12
	Résidu sec	mg/l	1500
	Sodium	mg/l	200
	Sulfates	mg/l	400
	Température	° C	25

Annexes

Paramètres chimique	Aluminium	mg/l	0.2
	Ammonium	mg/l	0.5
	Baryum	mg/l	0.7
	Bore	mg/l	1
	Fer total	mg/l	0.3
	Fluorures	mg/l	1.5
	Manganèse	µg/l	50
	Nitrates	mg/l	50
	Nitrites	mg/l	0.2
	Oxydabilités	mg/l O ₂	5
	Phosphore	mg/l	5
	Acrylamide	µg/l	0.5
	Antimoine	µg/l	20
	Argent	µg/l	100
	Arsenic	µg/l	10
	Cadmium	µg/l	3
	Chrome total	µg/l	50
	Cuivre	µg/l	2
	Cyanure	µg/l	20
	Mercure	µg/l	6
	Nickel	µg/l	70
	Plomb	µg/l	10
	Sélénium	µg/l	10
	Zinc	mg/l	5
Chlore	mg/l	5	

Tableau 5 : Résultats des paramètres physico-chimique après la variation de masse de la bentonite.

Masse bentonite (g)	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
pH	8,14	7,95	8,10	8,13	8,12	8,12
Conductivité	552	556	560	563	562	554
Température	22,4	22,3	22,4	22,5	22,5	22,7
Turbidité	1,16	1,17	1,37	1,56	1,94	1,76
Aluminium	0,052	0,053	0,045	0,035	0,026	0,036

Annexes

Tableau 6 : Résultats des paramètres physico-chimique après la variation de la masse de chitosane.

Bentonite	Bentonite (0,3g)		
Chitosane	Chitosane (0,02g)	Chitosane (0,04g)	Chitosane (0,06g)
Turbidité	1,58	1,92	1,74
Conductivité	553	556	569
Température	20,6	20,4	20,7
pH	8,11	8,14	8,11
Al	0,034	0,013	0,013

Tableau 7 : Résultats des paramètres physico-chimique après la variation du temps de décantation.

Temps	30min	45 min	1h	1h15	1h30	2h
Conductivité	563	562	566	562	562	566
Température (°C)	22,9	22,9	22	23,2	23,2	23,4
pH	7,87	7,91	7,89	7,89	7,90	7,83
Turbidité (NTU)	5,99	6,00	7,27	5,43	6,26	5,53
Aluminium (mg/l)	0,018	0,014	0,014	0,018	0,020	0,022

Tableau 8 : Résultats des paramètres physico-chimique après la variation de la vitesse d'agitation.

	B 01	B 02	B 03	B 04	B 05	B 06
Vitesse (tr/min)	50 tr/m	100 tr/m	150 tr/m	200 tr/m	250 tr/m	300 tr/m
Bentonite	0, 30 g					
Décantation	Toutes les 45 minutes pour chaque bécher					
pH	7,96	8,00	7,97	8,01	8,15	8,21
Turb (NTU)	0,26	0,16	0,17	0,16	0,14	0,13
Al³⁺ (mg/l)	0,117	0,108	0,070	0,067	0,090	0,104

Annexes

Tableau 9 : Résultats de la comparaison entre l'eau brute et l'eau traitée.

	Blanc EB	EB : bentonite (0,3g)+ 0,04 g chitosane	Blanc ET	ET : 0,3g bentonite+ 0,02 g chitosane
Turbidité	3,84	0,79	0,95	0,25
pH	7,51	8,12	7,58	8,05
UV	4,6	4,00	3,1	2,8
Aluminium	0,059	0,053	0,077	0,034
TA	00	00	00	00
TAC	18,8	17,9	17,4	14,4
MO	2,53	1,96	2,02	1,46

Élimination de l'aluminium des eaux traitées de la station SEAAL par le procédé d'adsorption

Résumé

Ce travail consiste à suivre et évaluer la qualité de l'eau du barrage de Taksebt et à diminuer la concentration de l'aluminium dans l'eau traitée par le procédé d'adsorption. Dans un premier temps, nous avons mesuré les paramètres physico-chimiques afin de déduire la qualité de l'eau en vue de sa potabilisation. Ensuite, nous avons utilisé la bentonite et des billes d'alginate que nous avons préparées en optimisant les meilleures masses de ces dernières ainsi que le meilleur temps de décantation et la vitesse d'agitation. Les résultats obtenus montrent que l'eau du barrage de Taksebt est de bonne qualité et amélioré par le traitement, les valeurs trouvées sont inférieures aux normes fixées par l'Algérie et l'OMS. Nous avons également remarqué une élimination importante de l'aluminium et une amélioration de la turbidité après l'ajout de la bentonite et les billes d'alginate.

Mots clés : Adsorption, eau traitée, aluminium, bentonite et bille d'alginate de bentonite.

Removal of aluminum from treated water at the SEAAL station by the adsorption process

Abstract

This work consists in following and evaluating the quality of the water of the dam of Taksebt and to decrease the concentration of aluminum in the treated water by the process of adsorption. Initially we measured the physico-chemical parameters in order to deduce the quality of the water for its potabilization. Then, we used bentonite and alginate beads that we prepared by optimizing the best masses of the latter as well as the best settling time and the speed of agitation. The results obtained show that the water of Taksebt dam is of good quality and improved by the treatment. The values are lower than the standards set by Algeria and the OMS. We also noticed an important elimination of aluminum and an improvement of the turbidity after the addition of bentonite and alginate beads.

Key words: Adsorption, treated water, aluminum, bentonite and alginate beads.