



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

UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID - TLEMCCEN

MEMOIRE

Présenté à :

FACULTE DES SCIENCES – DEPARTEMENT DE CHIMIE

Pour l'obtention du diplôme de :

MASTER EN CHIMIE

Spécialité : Chimie physique

Par :

Mr Abdelmoumene Abdeldjebbar

Sur le thème

Contribution à l'étude des performances de la station de traitement des eaux de barrage Sekkak-Tlemcen.

Soutenu publiquement le 13 juin 2024 à Tlemcen devant le jury composé de :

Mr Larabi Lahcen	Professeur	Université de Tlemcen	Président
Mr Harek Yahia	Professeur	Université de Tlemcen	Encadrant
Mr Bouras Brahim	Professeur	Université de Tlemcen	Examineur

Année Universitaire : 2023 ~ 2024

Remerciements

J'exprime ma gratitude envers Dieu le tout-puissant pour nous avoir accordé la santé et la motivation nécessaires pour commencer et conclure ce mémoire.

D'abord, ce travail n'aurait pas été aussi enrichissant et n'aurait pas pu être réalisé sans l'assistance et l'encadrement de Monsieur HAREK YAHIA. Nous lui exprimons notre gratitude pour la qualité de son encadrement exceptionnel, sa patience, sa rigueur et sa disponibilité tout au long de notre préparation de ce mémoire. Merci à Mme Oujdi Karima pour son soutien pratique, son soutien moral et ses encouragements. Chaque membre de l'équipe de la station de barrage Sekkak.

Nos remerciements vont également à tous nos enseignants pour leur générosité et leur patience exceptionnelle malgré leurs responsabilités académiques et professionnelles.

Dédicace

Je dédie ce travail :

À ma mère qui m'a soutenu et encouragé tout au long de mes années d'études. Qu'elle puisse voir ici le signe de ma sincère gratitude.

À ma sœur Hanane qui m'a soutenu et encouragé tout au long de mon parcours, elle a partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail.

À l'ensemble de mes amis qui m'ont toujours soutenu et à qui je souhaite davantage de succès.

Merci.

REMERCIEMENTS
DEDICACES
TABLE DES MATIERES
RESUME
LISTE DES ABREVIATIONS
LISTE DES FIGURES
LISTE DES TABLEAUX
Introduction générale

Chapitre I: Généralités sur l'eau et leur traitement	
Partie I: Généralités sur l'eau	Page 1
I.1.Introduction	Page 1
I.2.Définition de l'eau	Page 1
I.2.1. Les ressources en eaux	Page 1
I.3.Paramètre de la qualité de l'eau	Page 2
I.3.1.Paramètre physico-chimiques	Page 2
I.3.1.1.La Température	Page 2
I.3.1.2.Potentiel d'hydrogène (pH)	Page 2
I.3.1.3.La Turbidité	Page 2
I.3.1.4.Les matières en suspension(MES)	Page 2
I.3.1.5.Conductivité électrique(CE).	Page 2
I.3.1.6.Dureté totale(TH)	Page 2
I.3.1.7.Alcalinité	Page 2
I.3.1.8.Les chlorures	Page 3
I.3.1.9.Les sulfates	Page 3
I.3.2. Paramètre Indésirables/Métaux Lourds	Page 3
I.3.2.1.Le fer	Page 3
I.3.2.2.L'Ammonium	Page 3
I.3.2.3.Le Manganèse	Page 4
I.3.2.4.Les Phosphates	Page 4
I.3.2.5.Les Nitrates	Page 4
I.3.2.6.Les Nitrites	Page 4
I.4.Normes de qualité des eaux potables	Page 4
Partie II: Généralités sur le traitement des eaux	Page 6
II.1.Introduction	Page 6
II.2.Etapes de Traitement	Page 6
II.2.1.Dégrillage–Microtamisage	Page 6
II.2.1.1.Dégrillage	Page 6
II.2.2.Dessablage– Déshuilage	Page 7
II.2.2.1.Dessablage	Page 7
II.2.2.2.Déshuilage– Dégraissage	Page 7
II.2.3.Pré-chloration	Page 8
II.2.4.Aération	Page 8
II.2.5. Clarification	Page 8
II. 2.5.1. Coagulation– Flocculation	Page 8
II.2.5.2.Décantation	Page 9
II.2.5.3.Filtration	Page 9
II.2.6.Désinfection	Page 10

Chapitre II :Descriptive de la station de traitement Sekkak	
II.1.Présentation de la station de traitement Sekkak	Page 11
II.2.Les étapes de traitement	Page 11
II.2.1.Salle de mixage	Page 12
II.2.2. Pré-chloration	Page 12
II.2.3. Coagulation – Flocculation	Page 13
II.2.4. Décantation	Page 14
II.2.5. Filtration à sable	Page 15
II.2.6.Désinfection / Chloration	Page 15
II.2.7. Stockage d'eau traitée	Page 16
II.3.Conclusion	Page 16

Chapitre III : Matériels et méthodes	
III.1. Introduction	Page 17
III.2.Prélèvement de l'eau à analyser	Page 17
III.3. Matériels d'analyses des paramètres physico-chimiques	Page 17
III.3.1Méthodes d'analyse	Page 17
III.3.1.1. Analyses physico-chimique	Page 17
III.3.1.1.1. Mesure du Ph	Page 17
III.3.1.1.2. Mesure de la Conductivité	Page 17
III.3.1.1. 3. Mesure de la Turbidité	Page 17
III.3.1.1.4.Mesure de la bicarbonates/carbonates (TAC)	Page 18
III.3.1.2. la chromatographie ionique	Page 20
III.4.Conclusion	Page 22
Chapitre IV :Résultats et discussions	
IV. 1.Introduction	Page 23
IV. 2.Résultats des analyses	Page 23
IV.2.1.Le potentiel hydrique pH	Page 23
IV.2.2.La conductivité CE	Page 23
IV.2.3.l'Alcalinité	Page 24
IV.2.4.Chlorure (Cl ⁻)	Page 24
IV.2.5.Nitrate (NO ₃ ⁻)	Page 25
IV.2.6.Sulfates (SO ₄ ⁻²)	Page 25
IV.2.7.Sodium	Page 26
IV.2.8.Calcium	Page 26
IV.2.9. Magnesium Mg ²⁺	Page 27
IV.2.10.La turbidité	Page 27
IV.3.Conclusion	Page 28
Conclusion générale	Page 29

LISTE DES FIGURES

Figure.1	L'eau sous toutes ses formes.	Page 1
Figure.2	Les différentes étapes de traitement de l'eau.	Page 6
Figure.3	Le dégrillage.	Page 7
Figure.4	Le processus de Dessablage – Déshuilage.	Page 7
Figure.5	Un bassin de clarification.	Page 8
Figure.6	L'étape de coagulation-floculation-décantation.	Page 9
Figure.7	Le processus de la décantation.	Page 9
Figure.8	Le processus de la filtration.	Page 10
Figure.9	Localisation de station de traitement des eaux potables Sekkak	Page 11
Figure.10	Station de traitement des eaux potables Sekkak	Page 11
Figure.11	Chambre de mélange.	Page 12
Figure.12	Chambre des vannes.	Page 13
Figure.13	les bassins de Coagulation – Floculation.	Page 13
Figure.14	Le jar-test.	Page 14
Figure.15	Bassin de décantation	Page 15
Figure.16	Bassin de Filtration.	Page 15
Figure.17	La chloration.	Page 16
Figure.18	Réservoir de stockage.	Page 16
Figure.19	Le pH mètre.	Page 18
Figure.20	Le conductimètre.	Page 18
Figure.21	Le turbidimètre.	Page 18
Figure.22	Balance analytique	Page 20
Figure.23	881 compact ic pro.	Page 21
Figure.24	la variation de potentiel hydrique pour différents échantillons analysés.	Page 23
Figure.25	la variation de la conductivité pour différents échantillons analysés.	Page 24
Figure.26	la variation de TAC pour différents échantillons analysés.	Page 24
Figure.27	la variation de Chlorure pour différents échantillons analysés.	Page 25
Figure.28	la variation de Nitrate pour différents échantillons analysés.	Page 25
Figure.29	la variation de Sulfate pour différents échantillons analysés.	Page 26
Figure.30	la variation de Sodium pour différents échantillons analysés.	Page 26
Figure.31	la variation de Calcium pour différents échantillons analysés.	Page 27
Figure.32	la variation de Magnésium pour différents échantillons analysés.	Page 27
Figure.33	la variation de la turbidité pour différents échantillons analysés.	Page 28

LISTE DES TABLEAUX

Tableau. 1 : Les paramètres de qualité de l'eau utilisée par les humains (avec des valeurs limites) ont été publiés dans le Journal Officiel de la République Algérienne N°18du23mars2011.....	4
---	---

Résumé :

Le barrage de Sekkak est l'une des principales réserves d'eau de l'ouest algérien, indispensable pour alimenter Tlemcen en eau potable et pour irriguer le réservoir de Hennaya. Sa qualité a été affectée par les rejets d'eaux usées, les rejets industriels et les infiltrations des terres agricoles voisines.

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer la qualité de l'eau du barrage de Sekkak avant et après passage par la station d'épuration, sur la période du 20 février 2024 au 05 mars 2024. Cette évaluation est réalisée à partir d'analyses physico-chimiques basées sur les normes des eaux algériennes, de qualité de l'eau ainsi que les normes de l'Organisation mondiale de la santé.

En analysant la qualité physicochimique (potentiel hydrique, température, conductivité, sulfate, nitrate, calcium, magnésium, chlorure, alcalinité, sodium et turbidité) de l'eau non traitée, nous avons pu conclure que cette eau était riche en matières en suspension. Après traitement, cette eau apparaît propre et conforme à la consommation. Ceci indique que cette plante est efficace dans cette zone de traitement pour cette période d'étude.

Mots-clés : Station de traitement des eaux, Eaux potables, Qualité de l'eau, Analyse physico-chimique, Évaluation de la performance.

Abstract:

The Sekkak Dam is one of the main water reserves in western Algeria, being indispensable for supplying Tlemcen with drinking water and for irrigating the Hennaya reservoir. Its quality has been affected by sewage discharge, industrial discharges and seepage from nearby agricultural lands.

The main objective of this study is to evaluate the water quality of Sakak Dam before and after passing through the treatment plant, over the period from February 20, 2024 to March 05, 2024. This evaluation is performed using physico-chemical analyzes based on Algerian water suitability standards as well as World Health Organization standards.

By analyzing the physicochemical quality (water potential, temperature, conductivity, sulphate, nitrate, calcium, magnesium, chloride, alkalinity, sodium and turbidity) of the untreated water, we were able to conclude that this water was rich in suspended matter. After treatment, this water appears suitable and consistent for consumption. This indicates that this plant is effective in this treatment area for this study period.

Keywords: Sekkak dam, treatment station, analysis, physicochemical, performance.

ملخص

بعد سد سكاك أحد احتياطات المياه الرئيسية في غرب الجزائر، حيث لا غنى عنه لإمداد تلمسان بمياه الشرب ولري خزان الحنايا. وقد تأثرت جودتها بتصريف مياه الصرف الصحي والتصريفات الصناعية والتسرب من الأراضي الزراعية القريبة.

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تقييم جودة المياه لسد سكاك قبل وبعد مرور عبر محطة المعالجة ، على مدى الفترة من 18 مارس 2024 إلى 20 مارس 2024. يتم إجراء هذا التقييم باستخدام التحليلات الفيزيائية الكيميائية بناءً على معايير صلاحية المياه الجزائرية وكذلك معايير منظمة الصحة العالمية.

من خلال تحليل الجودة الفيزيائية الكيميائية (إمكانات الماء ودرجة الحرارة والتوصيل والكبريتات والنترات والكالسيوم والمغنيسيوم والكلوريد والقلوية والصدويوم والتعكر) للمياه غير المعالجة، تمكنا من استنتاج أن هذه المياه كانت غنية بالمواد المعلقة. بعد العلاج، تبدو هذه المياه مناسبة ومتسقة مع الاستهلاك. هذا يشير إلى أن هذه المحطة فعالة في مجال العلاج هذا لفترة الدراسة هذه .

الكلمات الرئيسية: سد سكاك، محطة معالجة، تحليل، فيزيائي كيميائي، أداء.

LISTE DES ABREVIATIONS

Abréviations	Significations
OMS	Organisation Mondiale de la Santé.
H₂O	Eau.
Ca²⁺	Calcium.
Mg²⁺	Magnésium.
Na⁺	Sodium.
K⁺	Potassium.
HCO₃⁻	Bicarbonate.
CO₃²⁻	Carbonates.
SO₄²⁻	Sulfate.
Cl⁻	Chlorures.
NO₃⁻	Nitrates.
CO₃²⁻	Carbonates.
pH	Potentiel d'hydrogène
CaCO₃	Carbonate de calcium.
TAC	Titre alcalimétrique complet.
NaCl	Chlorures de sodium.
KCl	Chlorures de potassium.
SO₄⁻	Sulfates
Al₂(SO₄)₃	Sulfate d'alumine.
FeCl₃	Chlorure ferrique.
Fe₂ (SO₄)₃	Sulfate ferrique
NaOCl	Hypochlorite de sodium
ANBT	Agence Nationale des Barrages et Transfert

Introduction générale

La surface terrestre est recouverte par les eaux pour environ trois quarts. L'eau demeure le principal constituant (60 à 90%) des êtres vivants et l'élément indispensable à toute forme de vie. Cela démontre l'importance de l'eau pour la vie sur terre. Néanmoins, la qualité de l'eau à consommer est un défi pour l'homme. Il ne sait pas qu'elle peut transmettre de nombreuses maladies, voire lui causer la mort.

L'Algérie fait partie des pays où la quantité d'eau disponible est restreinte malgré une forte augmentation des besoins. La croissance est due à l'augmentation de la population, aux progrès industriels et agricoles. Afin de pallier cette lacune, la construction de barrages semble être la solution la plus adaptée pour satisfaire les divers besoins. Il est indéniable que ces constructions sont indispensables pour garantir l'approvisionnement en eau dans notre pays en tout temps. Il est essentiel d'assurer le contrôle de la qualité de l'eau des barrages et de préserver de différentes sources de pollution, telles que les activités humaines, telles que l'agriculture, l'industrie et les rejets urbains.

Le barrage hydraulique de Sekkak est situé dans la wilaya de Tlemcen. Il a été ouvert en octobre 2004 et possède une capacité de 27 millions de m³, alimentant la ville de Tlemcen, Ain Youcef et El Hennaya. Les eaux du barrage Sekkak sont traitées selon un procédé de traitement conventionnel pour les eaux de surface.

L'objectif de cette étude est d'analyser la qualité des eaux utilisées pour la consommation avant et après le traitement ainsi que les performances de cette station après traitement.

Le présent travail est présenté en quatre chapitres :

La première partie du chapitre est dédiée à rappeler quelques généralités concernant les eaux, tandis que la deuxième partie aborde les généralités liées au traitement des eaux.

Dans le deuxième chapitre, nous examinerons un cas concret, à savoir le barrage Sekkak et sa station de traitement. Nous présenterons également la zone d'étude.

Le troisième chapitre est consacré à la présentation du Matériel et Méthodes employés pour réaliser cette étude.

Dans le quatrième chapitre on présente les résultats et la discussion des diverses

analyses obtenus.

Une conclusion générale fera le point sur l'ensemble des résultats obtenus, ainsi que des recommandations qui offrent de nouvelles opportunités pour améliorer le traitement de ces eaux.

Chapitre I :

GENERALITES SUR L'EAU ET LEUR TRAITEMENT

Partie I : Généralités sur l'eau

I.1. Introduction :

La vie est essentiellement basée sur l'eau, qui est le principal facteur de production de tous les êtres vivants. Ses principales caractéristiques sont : insignifiant, incolore et sans saveur [1]. Bien que 70 % de la surface du globe soit couverte par l'eau, 97 % de cette eau est salée et non potable et ne peut pas être utilisé pour l'arrosage. Donc que de 3 % est une eau douce. Ce faible pourcentage est constitué de 0,3 % de rivières et de lacs, tandis que le reste est constitué de calottes polaires glacières [2].

I.2. Définition de l'eau :

L'eau est un fluide naturel (liquide), essentiel, sans couleur, sans odeur et sans saveur, transparent à l'état pur, résistant à la lumière et capable de dissoudre de nombreux organes. On a découvert sa composition H₂O en 1783 par Lavoisier et Meusnier [3].

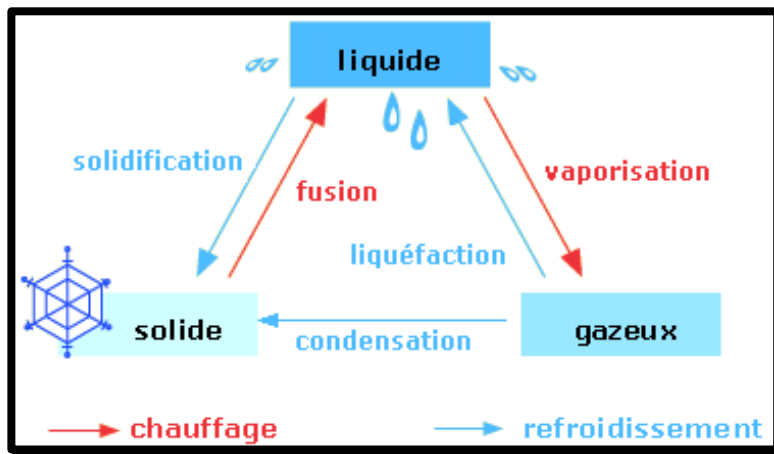


Figure .1 : L'eau sous toutes ses formes.

I.2.1. Les ressources en eaux :

Les ressources en eau sont réparties en deux grandes catégories :

Ressources en eaux conventionnelles :	Ressources en eaux non conventionnelles :
Les eaux naturelles	Les eaux de mers et les eaux saumâtres
L'eau de l'atmosphère	Les eaux usées
Les eaux de surface	
Les eaux souterraines	

I.3. Paramètre de la qualité de l'eau :

I.3.1. Paramètre physico-chimiques :

I.3.1.1. La Température :

Elle joue un rôle essentiel dans la production biologique. Cela s'explique par son influence sur les propriétés physiques et chimiques de celle-ci. Plus spécifiquement, il s'agit de la densité, de la viscosité, de la solubilité de ses gaz et de la vitesse des réactions chimiques et biochimiques [4].

I.3.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH) :

Ce paramètre mesure la quantité de protons H^+ dans l'eau. Les eaux naturelles ont généralement un pH de 6 à 8,5. Il diminue et augmente pendant l'étiage, lorsque l'évaporation est importante, en présence de matière organique élevée [5].

I.3.1.3. La Turbidité :

La turbidité de l'eau dépend des particules en suspension. Notamment les substances colloïdales comme les argiles, les limons, les grains de silice, les matières organiques, etc. On évalue le niveau de turbidité en étudiant l'abondance de ces particules. Il diminuera encore davantage lorsque la gestion de l'eau sera plus performante [6].

I.3.1.4. Les matières en suspension (MES) :

les particules solides présentes dans l'eau qui peuvent être capturées par un filtre. Le MES est mesuré en filtrant l'échantillon d'eau à l'aide d'un filtre prépondérant. Le reste conservé sur le filtre est séché dans un four à une température de 103 à 105 °C jusqu'à ce que le poids du filtre ne fluctue plus. Les MES correspondent à l'augmentation du poids du filtre [7].

I.3.1.5. Conductivité électrique (CE) :

La conductivité électrique est une évaluation de la capacité de l'eau à transporter un courant électrique. Plus la quantité de substances chimiques chargées dissoutes (appelées aussi sels) dans l'eau est élevée, plus le courant électrique peut être émis. L'eau des rivières contient naturellement des ions chargés tels que le calcium, le potassium, le chlorure, le sulfate et le nitrate [8].

I.3.1.6. Dureté totale (TH) :

Elle résulte de la présence de cations métalliques divalents (Ca^{2+} et Mg^{2+}), et elle peut être évaluée en additionnant les concentrations de Ca^{2+} et de Mg^{2+} en meq/L, ce qui correspond à $CaCO_3$ [9].

I.3.1.7. Alcalinité :

L'alcalinité est un indicateur de la capacité de l'eau à neutraliser l'acide et est généralement

calculée en titrant contre l'acide sulfurique jusqu'à la fin de la réaction acide-base. Les espèces de carbonates sont dominantes dans les eaux souterraines et un pH final d'environ 4,5 est le point de consommation de bicarbonate en solution [10].

I.3.1.8. Les chlorures :

Dans les eaux naturelles, les chlorures sont des anions inorganiques essentiels présents à des concentrations variées, principalement sous forme NaCl et KCl. On peut transformer le chlore dans l'eau et les eaux usées en chlorure de métaux, oxychlorure et précipités de sel de Friedel en ajoutant des précipitants métalliques. Différentes électrodes peuvent également précipiter électrochimiquement le chlorure, comme le Cu, l'Ag et le Bi [11].

I.3.1.9. Les sulfates :

Dans certains environnements aquatiques, le sulfate peut se métamorphoser en substances toxiques, ce qui entraîne la diminution des éléments métalliques essentiels des plantes aquatiques et des modifications de la fonction écohydrologique initiale. Presque toutes les eaux naturelles contiennent des sulfates (SO_4^{2-}) [12].

I.3. 2. Paramètre Indésirables/Métaux Lourds:

I.3.2.1. Le fer :

Il est relativement présent dans les roches (environ 1%) sous forme de silicates, d'oxydes et d'hydroxydes, de carbonates et de sulfures. Les nodules de marcasite (sulfure) se trouvent dans la craie, tandis que les terrains jurassiques contiennent des niveaux d'oolithes en oxydes de fer. Le fer se dissout en tant qu'ion Fe^{2+} (ion ferreux), mais ne se dissout pas en tant qu'ion Fe^{3+} (ion ferrique). Le fer dissous se déverse dans un environnement oxydant, notamment près des sources et à la sortie des conduites. L'eau contenant du fer peut encourager la croissance de certaines souches de bactéries qui précipitent le fer ou corrodent les conduites [13].

I. 3.2.2. L'Ammonium :

L'ammonium est un inorganique qui se trouve dans l'eau à un pH inférieur à 9. Les effets toxiques de l'ammonium sur la santé humaine sont inconnus, mais sa présence dans l'eau peut suggérer une pollution des eaux. Les conditions de réduction de l'aquifère déterminent largement la présence d'ammonium dans la source d'eau souterraine, tandis que dans les sources d'eaux de surface, il n'est présent que dans les eaux polluées. Un excès d'ammonium dans l'eau brute n'est pas désirable dans les systèmes d'approvisionnement en eau, car il peut entraîner des problèmes tels que des odeurs désagréables, la prolifération des microbes dans le système de distribution d'eau, une diminution de l'efficacité de la désinfection au chlore et une augmentation de la consommation de chlore. Au fil du temps, diverses techniques ont été mises

au point afin de diminuer la concentration d'ammonium dans l'eau, que ce soit de manière physique, chimique, biologique ou combinée [14].

I. 3.2.3. Le Manganèse :

Le manganèse (Mn) est un métal fréquemment présent dans l'eau potable, mais il n'est pas connu le niveau de sécurité pour la consommation. Le manganèse joue un rôle crucial, que ce soit pour les êtres humains ou les animaux. Pour des raisons de santé, le manganèse a été limité à 0.05 mg/L, ce qui équivaut à 50 µg/L [15].

I. 3.2.4. Les Phosphates :

Les phosphates représentent des oxydes de phosphore, ce qui en fait l'un des polluants les plus fréquents de l'eau. L'élément le plus abondant sur la surface de la Terre est le phosphore. Le phosphore est un non-métal extrêmement réactif, ce qui signifie qu'il n'est jamais découvert dans un état non combiné [16]. C'est un minerai présent dans l'écorce terrestre, principalement la fluorapatite $[Ca_{10}(PO_4)_6F_2]$ et l'hydroxyapatite $(Ca_{10})_6H_2O$ [17].

I. 3.2. 5. Les Nitrates :

Correspondent à la forme azotée la plus prédominante dans les rivières et les nappes d'eau souterraines. En général, ces produits sont issus de la dégradation de la matière organique par oxydation bactérienne des nitrites et sont donc le résultat final de la nitrification [47]. Les nitrates sont peu toxiques, mais leur toxicité ne peut se manifester que dans deux cas : s'il y a une ingestion réelle et massive de ces composés ou s'ils sont convertis en nitrites par la microflore digestive dans l'organisme.

I. 3.2.6. Les Nitrites :

On considère les nitrites comme des ions intermédiaires entre les nitrates et l'azote ammoniacal, ce qui explique les faibles quantités observées dans les eaux. L'OMS a établi une norme de 0,1 mg/L pour les nitrites en 2002 [18].

I.4. Normes de qualité des eaux potables :

Selon l'OMS ou l'Algérie, les normes de potabilité sont données par le tableau 1 :

Tableau. 1: Les paramètres de qualité de l'eau utilisée par les humains (avec des valeurs limites) ont été publiés dans le Journal Officiel de la République Algérienne N°18 du 23 mars 2011.

Chapitre I

Groupe de paramètres	Paramètres	Unités	Valeurs limites
Paramètres organoleptiques	Couleur	mg/L platine	15
	Turbidité	NTU	5
	Odeur à 12°C	Taux dilution	4
	Saveur à 25°C	Taux dilution	4
Paramètres physicochimiques en relation avec la structure naturelle de l'eau	Alcalinité	mg/L en CaCO ₃	500
	Calcium	mg/L en CaCO ₃	500
	Chlorures	mg/L	500
	Concentration en ions d'hydrogènes	Unité pH	≥6.5 et ≤9
	Conductivité à 20°C	µS/cm	2800
	Dureté	mg/L en CaCO ₃	200
	Potassium	mg/L	12
	Résidu sec	mg/L	1500
	Sodium	mg/L	200
	Sulfates	mg/L	400
	Température	°C	25
Paramètres chimiques	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 d'O ₂	5
	Phosphor	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	70
	Mercure	µg/L	6
	Nickel	µg/L	70
	Plomb	µg/L	10
	Sélénium	µg/L	10
	Zinc	mg/L	5
Chlore	mg/L	5	
Paramètres microbiologiques	Escherichia coli	n/100ml	0
	Entérocoques	n/100ml	0
	Bactéries sulfitoréductrices	n/200ml	0

Partie II : Généralités sur le traitement des eaux

II.1.Introduction :

La production d'eau potable peut être définie comme la manipulation d'une source d'eau pour obtenir une qualité de l'eau qui satisfait à des buts spécifiés ou des normes érigées par la communauté au travers de ses agences régulatrices [2].

II. 2.Etapes de Traitement :

le traitement se déroule en plusieurs étapes (Fig.2).

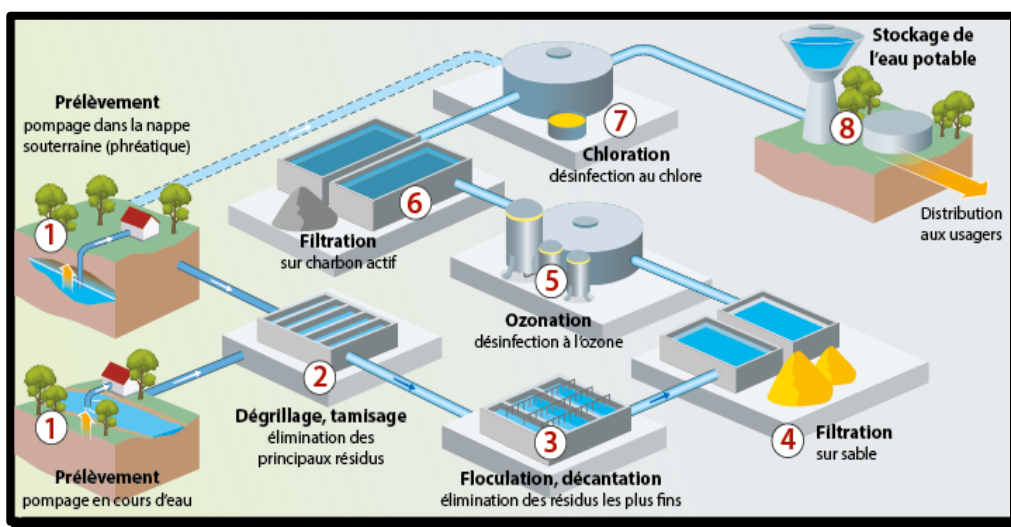


Figure.2: Les différentes étapes de traitement de l'eau.

II.2.1. Dégrillage – Microtamisage :

II.2.1.1. Dégrillage :

Au départ, elle assure la protection des structures en aval contre l'arrivée de gros corps transportés par l'eau brute (Fig.3), ce qui peut entraîner des blocages dans diverses unités de traitement, ce qui peut avoir un impact sur l'efficacité des traitements ultérieurs [19].

On peut classer les dégrilleurs en fonction du système d'élimination des déchets :

- Dégrilleurs manuelles : nécessitant un nettoyage régulier à la main,

- Dégrilleurs mécaniques : équipés d'un système de nettoyage automatique.



Figure.3:Le dégrillage.

II.2.2. Dessablage – Déshuilage :

II.2.2.1. Dessablage :

Autant que possible, il est nécessaire de retirer les abrasifs du sable et d'autres particules fines sous une forme ou une autre afin de préserver les pompes et les équipements de la station de l'usure obstruée qu'elles pourraient causer en cas de dépôt de ces particules (de diamètre supérieur à 200 micromètres) [20].

II.2.2.2. Déshuilage – Dégraissage :

L'extraction liquide-liquide est le déshuilage, tandis que le dégraissage est une extraction solide-liquide (Fig. 4). Le déshuilage ou dégraissage peut être défini comme l'extraction de toutes les matières flottantes dont la densité est inférieure à celle de l'eau. Ces substances sont extrêmement variées (huiles, hydrocarbures, graisses...). Ils ont la possibilité de créer une émulsion stable qui est maintenue par le brassage de l'eau ou de former une phase indépendante qui n'est pas émulsionnée [23].

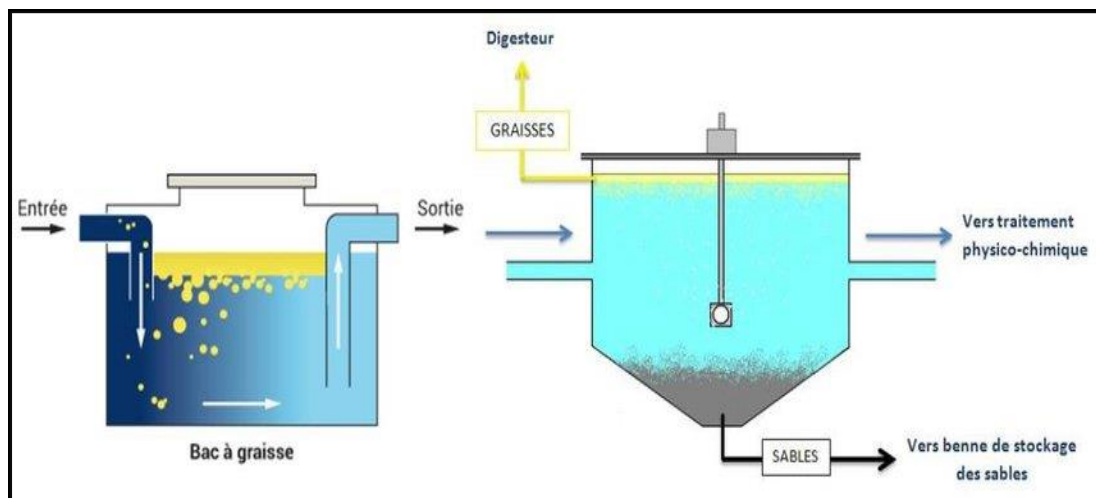


Figure. 4:Le processus de Dessablage – Déshuilage.

II. 2.3. Pré-chloration :

Le traitement par chloration est un processus essentiel qui vise à purifier l'eau. Son rôle primordial est d'éliminer l'ammoniac et de réduire de manière significative la présence de micro-organismes tels que les bactéries fécales et les organismes pathogènes [24].

II. 2.4. Aération :

Ce procédé permet d'injecter de l'air dans l'eau, il favorise les réactions d'oxydation, améliorant l'efficacité du traitement, il contribue à l'élimination des gaz dissous [25].

II.2.5. Clarification :

vise à éliminer les matières insolubles qui ne se déposent pas ou ne se dégradent pas naturellement, telles que les colloïdes [26].



Figure.5 : Un bassin de clarification.

II.2.5.1. Coagulation – Flocculation :

La coagulation-flocculation est un processus de traitement des eaux courant et important. Il vise à rassembler les particules fines et les colloïdes présents dans l'eau sous forme de particules plus grosses, appelées floes, qui pourront ensuite être plus facilement éliminées par décantation ou filtration [27].

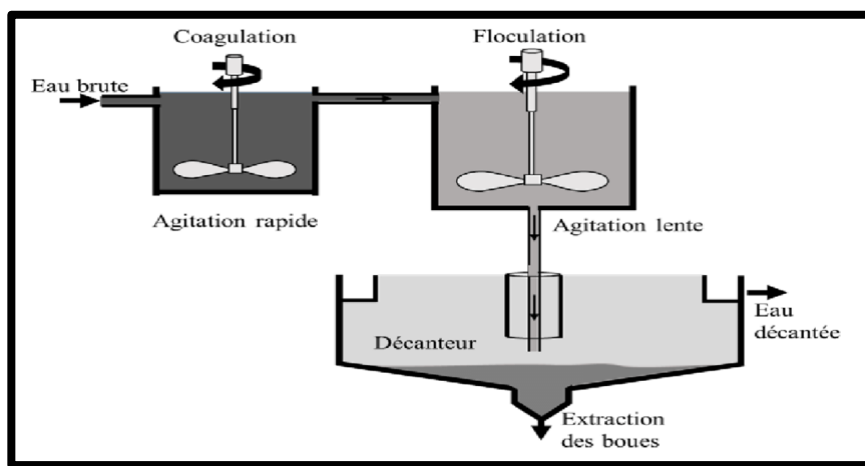


Figure.6 : L'étape de coagulation-floculation-décantation.

II.2.5.2. Décantation :

Les matières en suspension (MES), les matières colloïdales floculables et les liquides non miscibles de différentes densités sont considérés comme des produits décantables [28]. Les particules décantées se rassemblent au fond du bassin, d'où elles sont extraites régulièrement. L'eau collectée en surface est connue sous le nom de clarification [29].

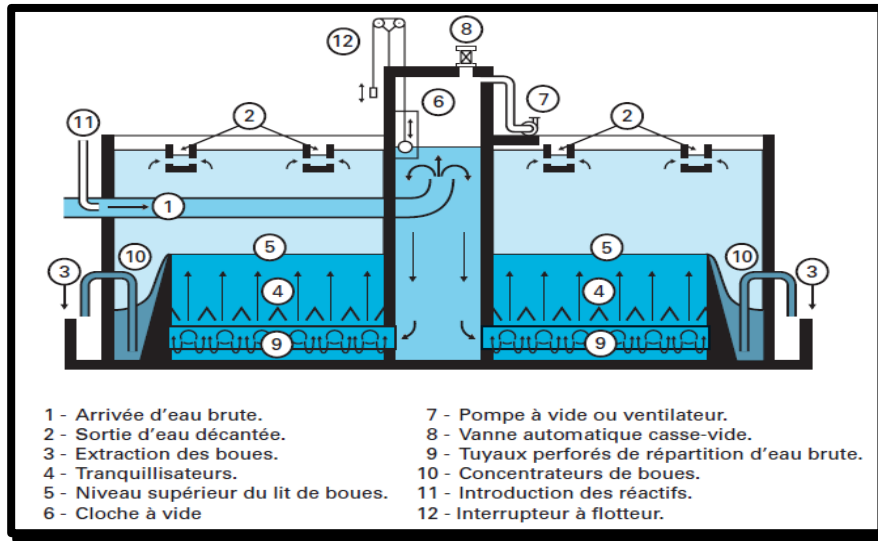


Figure. 7: Le processus de la décantation.

II.2.5.3. Filtration :

Le processus de filtration consiste à faire passer un mélange solide-liquide à travers un environnement poreux (filtre) qui, dans l'idéal, retient les particules solides et laisse passer le liquide (filtrat) (Fig. 8) [30].

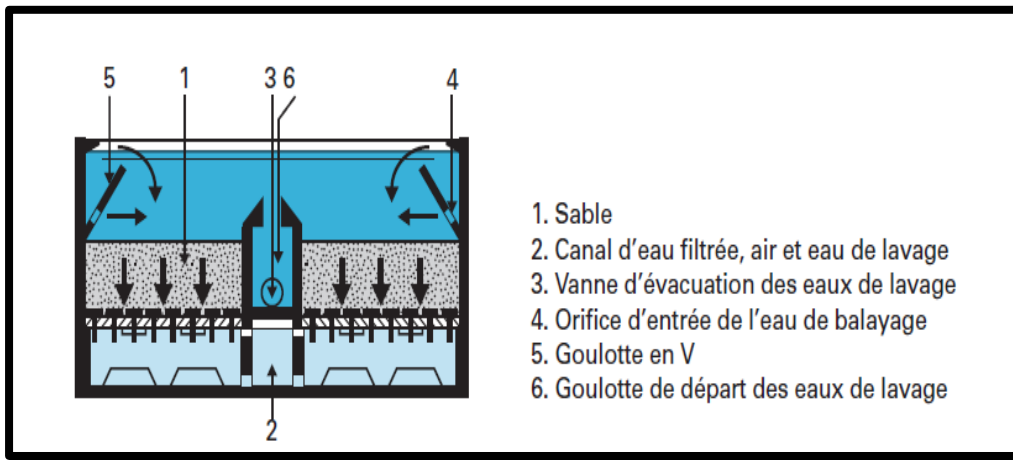


Figure.8 : Le processus de la filtration.

II.2.6. Désinfection :

La désinfection de l'eau destinée à la consommation humaine constitue la dernière étape essentielle dans tout processus de traitement de, potabilisation de l'eau avant sa distribution et consiste à éliminer ou à inhiber les microorganismes pathogènes pour l'homme [31].

Les principales méthodes de désinfection actuellement employées pour atteindre ce résultat sont :

La désinfection physico-chimique implique l'incorporation de réactifs chimiques tels que :

- Des substances chlorées telles que le chlore gazeux, le dioxyde de chlore ou l'eau de Javel.
- -L'ozone,

La désinfection physique en particulier :

- La stérilisation peut être réalisée en utilisant des rayonnements ultraviolets (lampes).
- Ou en utilisant un traitement membranaire comme l'osmose inverse.

Les oxydants les plus couramment employés pour la désinfection de l'eau destinée à la consommation humaine sont le chlore gazeux, l'eau de Javel ou le dioxyde de chlore.

Les principales usines font davantage usage de l'ozone, ce qui ne permet pas d'éviter une chloration finale avant la distribution [31].

Chapitre II :

DESCRIPTIVE DE LA STATION DE TRAITEMENT SEKKAK

Chapitre II. Descriptive de la station de traitement Sekkak

II.1. Présentation de la station de traitement Sekkak :

Située à village d'Ain Youcef et 30 km au nord de la wilaya de Tlemcen, la station de traitement est mise en service le 13 octobre 2008.



Figure.9 : Localisation de station

La capacité de production de la station est de 20 000 m³/j.



Figure .10 : Station de traitement des eaux potables Sekkak.

II.2. Les étapes de traitement :

Les différentes étapes de traitement des eaux de surface au niveau de la station du barrage de Sekkak seront ensuite mentionnées :

- Pré-chloration

- Coagulation -Floculation
- Décantation
- Filtration à sable
- Désinfection

II.2.1.Salle de mixage :

Les réactifs (Sulfate d'Alumine, Hypochlorite de Calcium et polymère) sont mélangés hydrauliquement dans une chambre de mélange située dans la station de traitement.



Figure.11 : Chambre de mélange.

II.2.2. Pré-chloration :

La station de traitement reçoit l'eau brute via une chambre de dissipation, un système de pré-chloration. L'injection d'hypochlorite de calcium $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ et de sulfate d'alumine $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ est effectuée dans une chambre des vannes (figure.12)



Figure .12 : Chambre des vannes.

II.2.3. Coagulation – Flocculation :

Le processus de coagulation-floculation est une méthode physico-chimique employée pour traiter les eaux de surface. Il vise principalement à créer des trames floconneuses connues sous le nom de floccs.

Dans un bassin, on injecte du réactif sulfate d'alumine $Al_2(SO_4)_3$. Une fois que le mélange est bien réalisé, l'eau est passée dans un flocculateur(Figure.13).

En complément de la phase de coagulation, l'étape de flocculation est effectuée sur un bassin équipé d'une unité mécanique d'agitation lente. L'injection du flocculant, qui est le polymère anionique.



Figure.13: les bassins de Coagulation – Flocculation.

✓ **Jar-test** : Il s'agit d'une méthode utilisée pour évaluer la qualité du coagulant et du floculant à injecter dans l'eau brute afin d'obtenir une meilleure clarification. On ajoute des quantités croissantes de coagulant et de floculant dans une série de 6 béchers d'un litre chacun, remplis d'eau brute (Figure.14). Une fois que l'eau est décantée, on la filtre sur un papier filtre, puis on enregistre le pH et la turbidité de l'eau en ajoutant d'abord du floculant, puis en utilisant le floculant. Il est important de respecter le temps et la vitesse d'agitation.



Figure.14: Le jar-test.

II.2.4. Décantation :

La décantation traditionnelle utilisant des plaques lamellaires est une méthode physique qui se produit après l'étape de coagulation.

Cette méthode implique la séparation mécanique des matières naturelles insolubles (les floes) sous l'effet de la gravité (figure.15).



Figure.15 : Bassin de décantation

II.2.5. Filtration à sable :

Est une méthode de filtration rapide qui vise à améliorer la clarté de l'eau (Figure.16).

II.2.6. Désinfection / Chloration :

Il s'agit de la dernière étape du processus de traitement des eaux potables avant leur distribution aux consommateurs, avec pour but de détruire tous les organismes pathogènes grâce à l'injection de chlore (Figure.17).



Figure.16 : Bassin de Filtration.



Figure.17 : La chloration.

II.2.7. Stockage d'eau traitée :

L'eau traitée est stocké dans un réservoir de 1000 m³ (Figure.18).



Figure.18 : Réservoir de stockage.

II.3.Conclusion : Dans ce chapitre, nous avons présenté de manière générale le barrage Sakkak, qui constitue la zone d'étude.

Chapitre III :

MATERIELS ET METHODES

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1. Introduction

L'analyse de la qualité de cette eau a été réalisée pendant une période de trois jours, allant du 18/03/2024 au 20/03/2024.

III.2. Prélèvement de l'eau :

On ne prend que deux types d'eaux de la station pour le premier relevé : Le flux d'eau brute provient directement du barrage sans aucun traitement. Après les traitements, l'eau est traitée vers des utilisations. Il est nécessaire de conserver ces prélèvements dans un glacier afin de préserver leurs caractéristiques physicochimiques pendant le transfert et de les étiqueter en respectant ces principaux renseignements :

- Nom du préleveur.
- Le jour et l'heure du prélèvement
- Le genre d'analyse requise
- Point d'observation

III.3. Matériels d'analyses des paramètres physico-chimiques :

Dans notre laboratoire, nous avons effectué des analyses des paramètres essentiels à la potabilité de l'eau tels que le pH, la turbidité et la conductivité.

III.3.1. Méthodes d'analyse :

III.3.1.1.1. Mesure du pH :

Le pH est pris avec un pH mètre électrométrique modèle (215) Denver Instrument, en plongeant l'électrode (Figure. 19). Le pH mètre est étalonné avec des solutions. Étalons pH 4 et 7 et pH 10 à 20 °C. Les résultats sont exprimés en unités pH.

III.3.1.1.2. Mesure de La Conductivité :

On mesure la Conductivité à l'aide d'un conductimètre (CONSORT c831) (figure.20). Les résultats sont donnés en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

III.3.1.1. 3. Mesure de la Turbidité :

on mesure la turbidité présente dans l'eau par un turbidimètre (figure.21).

Chapitre III



Figure.19 : Le pH mètre.

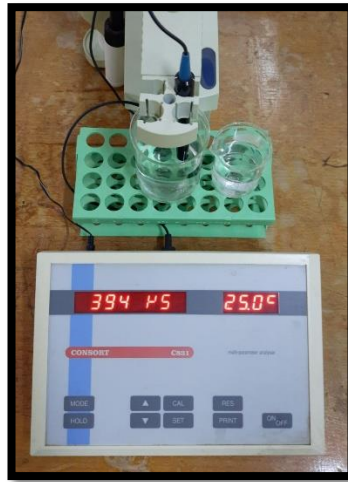


Figure.20 : Le conductimètre.



Figure. 21 : Le turbidimètre.

III.3.1.1. 4. Mesure de la bicarbonates/carbonates (TAC) :

➤ Préparation de HCL a 36% :

$$\frac{36}{36,5} = 0,98 \longrightarrow \frac{100}{1,19} = 84,03 \text{ ml}$$

$$11,66 \longrightarrow 1000$$

$$C1 * V1 = C2 * V2$$

$$V1 = \frac{C2 * V2}{C1} = \frac{1 * 2000}{11,66} = 172 \text{ ml}$$

Pour préparer 0,1 M de HCL, on fait une dilution de 10 fois d'échantillon.

Chapitre III

$$V_1=2L \quad \text{et} \quad V_2=1L ; \quad V_2=\frac{1*1000}{0,1}=-$$

En prendre 100 ml de solution mère dans un flacon de 1000 ml, puis on en ajoute 900 ml après en mélangeant le flacon.

-Pour la vérification de 0.1N :

On a fait le dosage de HCL avec Na₂CO₃

– Préparation de Na₂CO₃ : on prend 1 g en le mettant dans l'étuve à 105 C° pendant 24 heures, après on pèse 0.53 g de ce dernier, puis on mélange avec 100 ml d'eau distillé.

$$N_A * V_A = N_B * V_B \quad N_A = \frac{N_B * V_B}{V_A} = \frac{0,1 * 10}{0,1} \quad N_A = 10$$

-10 ml de Na₂CO₃ titré avec HCL avec 0.05N :

En trouve que V_{eq} = 4,9 ml.

$$N_A * V_A = N_B * V_B \quad N_A = \frac{0,05 * 10}{4,9} = 0,1 \text{ N}$$

Donc notre HCL est 0.1N

- **Préparation des indicateurs colorés :**

- Phénolphthaléine : en pesant 0,5 g de phénolphthaléine (5 %) plus de 80 ml d'éthanol, puis en remplir avec l'eau distillée jusqu'à 100 ml.
- Orange méthyle : en pèse 0,02 g pour préparer 100 ml, après en chauffer l'eau distillé (200 ml).

-**Le Titrage :** en mettre du HCL 0.1 M préparé dans une micro burette (figure.22) et en mettre 50 ml de notre échantillon dans un erlenmeyer sur un agitateur magnétique, après en mettre l'indicateur coloré (2 gouttes à 10 gouttes) et en noter le changement de couleur (virage) et en noter le volume :

$$\text{HCO}_3^- = \frac{N(\text{HCL}) * V_{eq}(\text{HCL}) * 1000 * 50}{V_{\text{échantillon}}} = \text{CaCO}_3 = \text{mg/l}$$

Noter bien que toutes les pesées sont faites avec une balance analytique très sensible 0.01mg

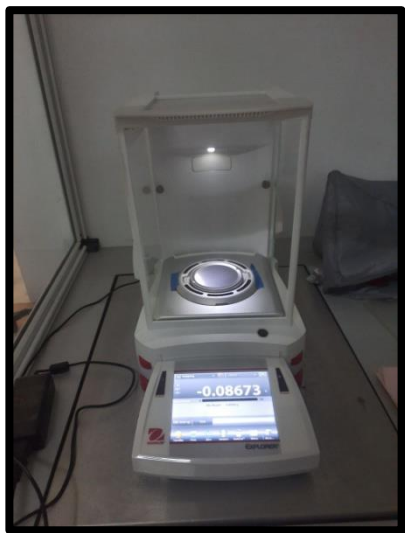


Figure. 22 : Balance analytique

III.3.1.2 : la chromatographie ionique :

-Principe :

La chromatographie ionique consiste à identifier les ions en utilisant des résines échangeuses d'ions [65].

Les molécules sont séparées par la chromatographie en échangeant des ions en fonction de leurs groupes chargés respectifs. Lorsqu'ils interagissent avec des charges opposées fixées sur la phase stationnaire, les ions de l'analyte se rétractent [66].

– **L'appareillage** : elle comprend une pompe à air, un éluant, une vanne d'injection et une colonne et une cellule de conductimétrie.



Figure. 23 : 881 compact ic pro.

-Mode Opérateur :

-tout d'abord en allumer l'appareille c'est un Metrohm 881 compact ic pro puis en lancer leur programme dans le computer

-en allume le four a colonne et en régler la température 30°C pour les cations et 40°C pour les anions et en attente que la température devient constante et après en allume la pompe de l'éluant.

En lancer le stabilisation jusque que la ligne de conductivité dans le graph reste stable environ 18min puis en lancer notre déterminations

Pour chaque mesure notre l'échantillon est injecte en utilisant une seringue

-Préparation de l'éluant : Acide nitrique

$$\frac{69}{63,01} \longrightarrow 1,09 \text{ mol}$$

$$\frac{100}{1,40} \longrightarrow 71,43$$

$$C_0 \longrightarrow 1000$$

$$C_0=15,26 \text{ M on va préparer } 500 \text{ ml} \quad V_1 = \frac{500 \times 1}{15,26}$$

Donc on a V=32,76 ml + Acétone jusque 500 ml. On prend 3,4 ml de ce dernier V dans 2 L d'acétone, plus de 0.234 g de C7 H9 NO4, puis on chauffe pour éliminer les particules, puis on fait une filtration sous vide :

Chapitre III

-La phase mobile doit être microfiltrée et dégagée par 0.45 μm pour ne pas boucher la colonne de chromatographie.

III.4. Conclusion :

Au cours de cette section, nous avons exposé les équipements utilisés pour analyser l'eau brute et l'eau traitée par la station de barrage de Sekkak. En règle générale. La qualité de l'eau potable est fortement influencée par les paramètres physico-chimiques et bactériologiques Les analyses effectuées à la station de traitement sont en accord avec la plupart des normes d'eau potable (Algérienne et celles de l'OMS).

Chapitre IV :

Résultats et discussions

Chapitre IV : Résultats et discussions

IV. 1. Introduction :

Grâce à l'analyse des différents échantillons prélevés dans la station de et aux échantillons analysés dans le laboratoire de l'université, nous avons pu évaluer les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques de l'eau de la station. Les échantillons ont été prélevés entre le 18/03/2024 et le 20/03/2024.

IV. 2. Résultats des analyses :

IV.2.1. Le pH :

Pendant toute la période d'échantillonnage, le pH des eaux échantillonnées sont basiques (Figure.24). Elles se conforment et ne dépassent pas les normes de l'OMS et de l'Algérie. Les eaux brutes sont conformes à la norme de pH de 9,5 [32]. Les valeurs pour l'eau du barrage sont de 7,73 à 7,76 et pour l'eau traitée de 7,55 à 7,69.

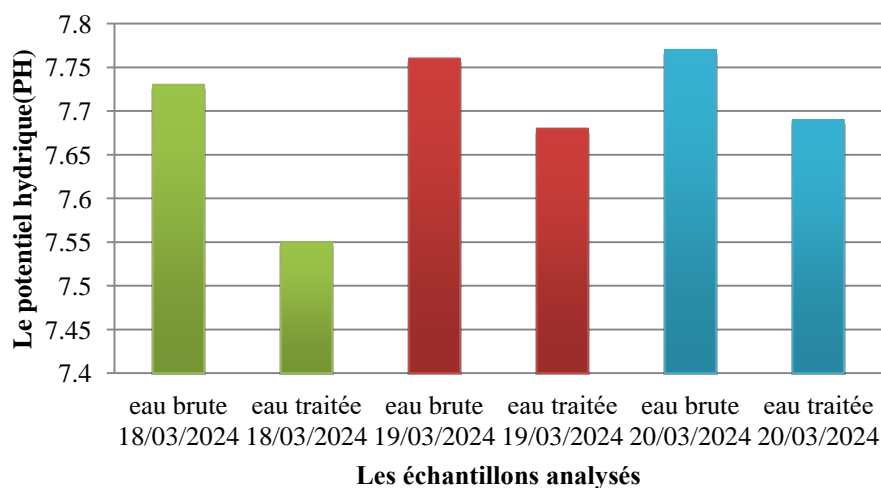


Figure. 24 : la variation de potentiel hydrique pour différents échantillons analysés.

IV.2.2. La conductivité CE :

Les valeurs sont inférieures à la norme qui est 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour les deux types d'eau (figure.25). Elles varient entre 1410 et 1499 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour l'eau à l'entrée de la station et entre 1464 et 1534 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour l'eau à la sortie de la station.

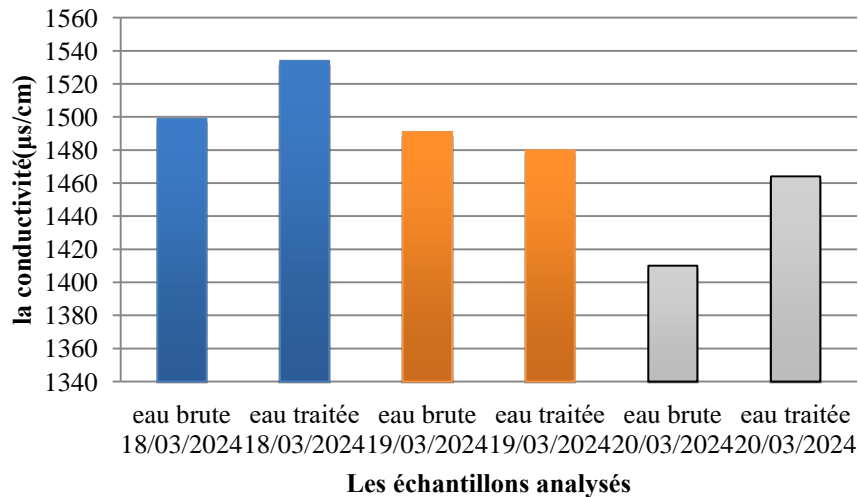


Figure. 25 : la variation de la conductivité pour différents échantillons analysés.

IV.2.3. L'Alcalinité :

L'alcalinité est souvent bicarbonatée dans les eaux naturelles, notamment en Algérie, car le pH est généralement inférieur à 8,3 [33]. Selon les résultats (figure.26), les valeurs de TAC dans les échantillons étudiés fluctuent entre 193 et 198,5 mg/L en CaCO₃ pour les eaux brutes de barrage et 208 à 213 mg/L en CaCO₃ pour les eaux traitées par la station. Les résultats indiquent que les eaux traitées respectent la norme de <500 mg/L.

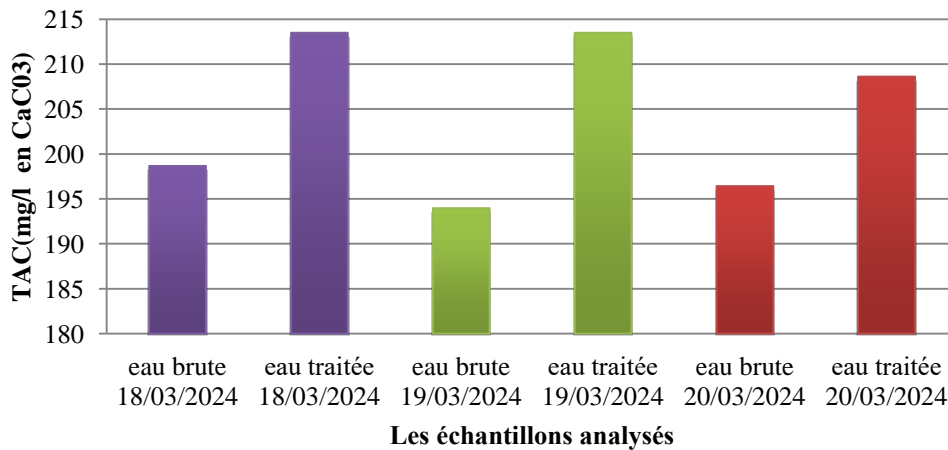


Figure.26 : la variation de TAC pour différents échantillons analysés.

IV.2.4. Chlorure (Cl⁻) :

Selon la figure.27, Les valeurs de ces taux varient de 232 mg/L pour les eaux brutes du barrage. Concernant les eaux traitées, les niveaux sont en augmentation et varient de 190 à 247,55 mg/L.

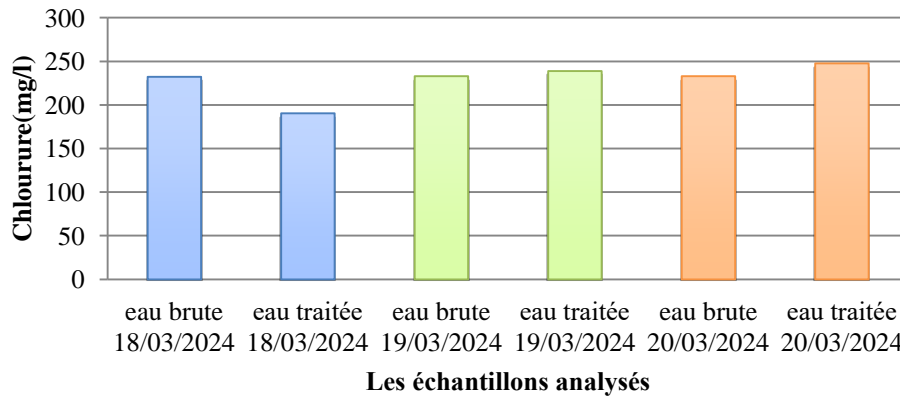


Figure.27 : Variation de Chlorure pour différents échantillons analysés.

IV.2.5. Nitrate (NO₃⁻) :

Il s'agit de composés chimiques naturels qui participent au cycle de l'azote. Selon la figure.28, on constate une augmentation des concentrations après le traitement, mais avec des valeurs qui demeurent inférieures à la norme avec aucun risque pour la consommation. Les valeurs moyennes pour les eaux brutes sont de 17,50 mg/L et pour les eaux traitées de 18,5 mg/L. Il est important de noter que la station n'a pas été soumise à d'analyses de nitrates depuis septembre 2009.

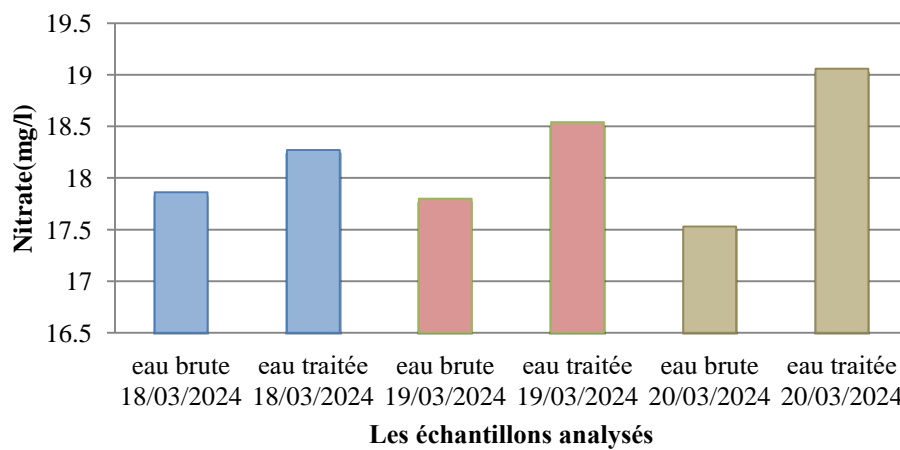


Figure.28 : la variation de Nitrate pour différents échantillons analysés.

IV.2.6. Les Sulfates (SO₄²⁻) :

L'aspect de l'histogramme (figure.29) révèle une légère variation des niveaux de sulfates d'un jour à l'autre. La teneur la plus basse a été enregistrée à 76 mg/l pour les eaux de barrage, tandis que la teneur la plus élevée a été enregistrée à 103 mg/l pour les eaux traitées par la station. Cependant, il est observé que toutes les valeurs de l'eau traitée sont moine de 400 mg/L.

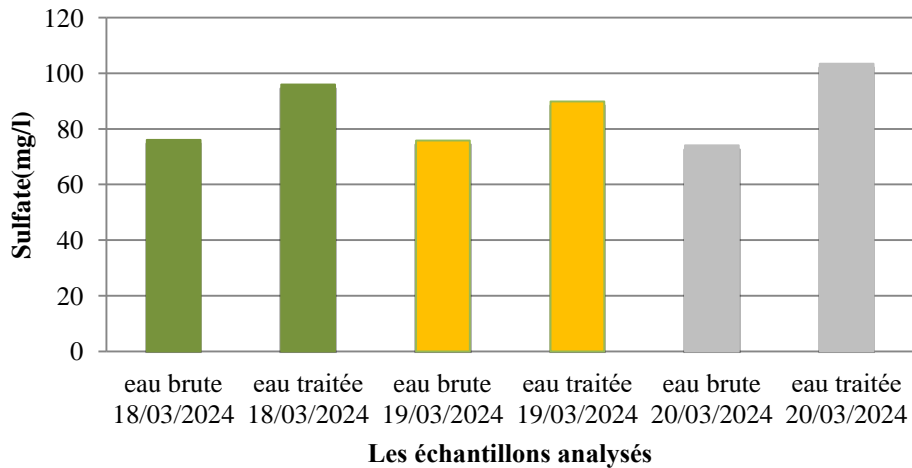


Figure.29 : Variation de Sulfate pour différents échantillons analysés.

IV.2.7. Le Sodium :

On peut le voir dans la figure.30, Le sodium est à une valeur maximale de 150,55 mg/L au barrage de Sekkak. Les valeurs de sodium pour les eaux traitées varient entre 155 et 164 mg/L. D'après l'OMS, le sodium peut atteindre une valeur maximale de 200 mg/l et tous ces résultats d'analyse respectent la norme [34].

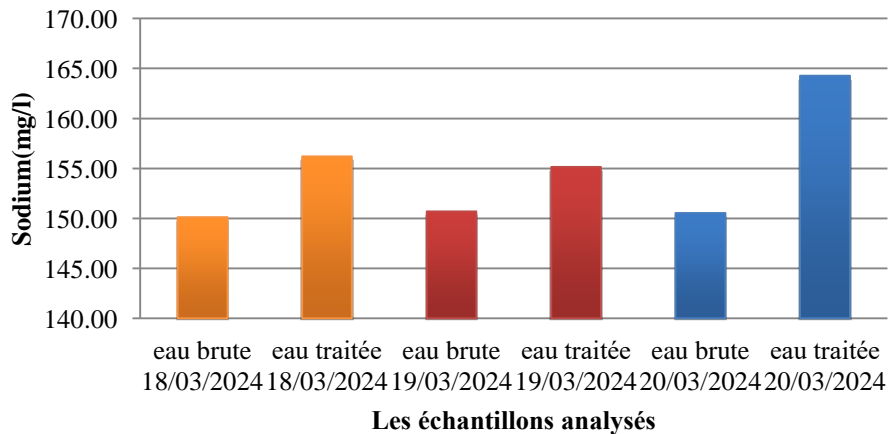


Figure.30 : la variation de Sodium pour différents échantillons analysés.

IV.2.8. Calcium :

Toutes les concentrations de calcium sont inférieures à la valeur de référence de 200 mg/L en CaCO₃ pour les deux types d'eau (figure.31). Les valeurs de l'eau brute sont de 77,3 à 77,9 mg/l et de 76 à 78 mg/l pour l'eau traitée.

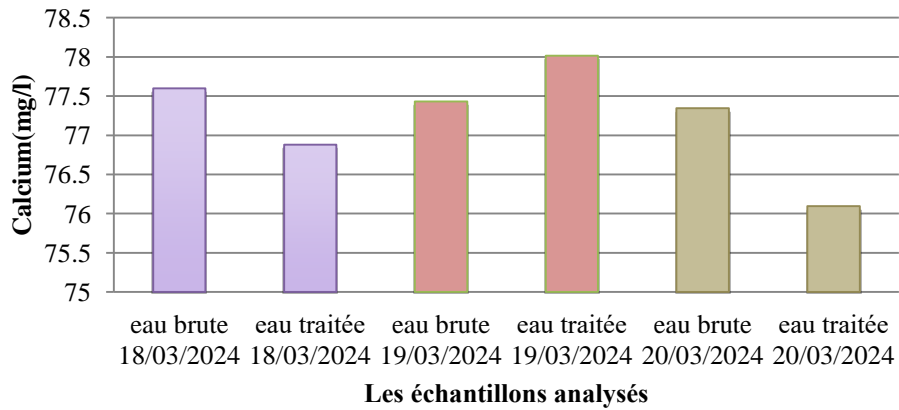


Figure.31 : la variation de Calcium pour différents échantillons analysés.

IV.2.9. Le Magnésium Mg²⁺ :

Les valeurs maximales de magnésium enregistrées au barrage de Sekkak sont de 45,42 mg/l, tandis que les valeurs de magnésium pour les eaux traitées varient entre 45,1 et 45,2 mg/l. Il est important de noter que les valeurs de cet élément pour les eaux traitées sont inférieures à 50 mg/l(Figure.32), conformément à la norme fixée par l'OMS.

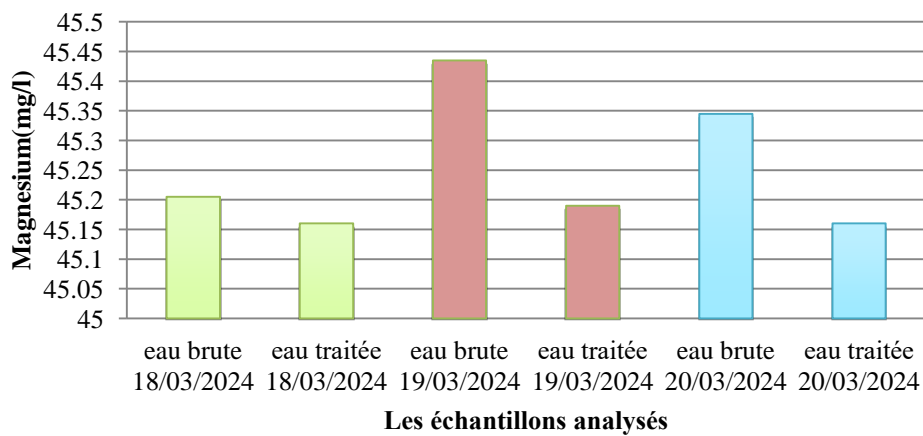


Figure.32 : Variation de Magnésium pour différents échantillons analysés.

IV.2.10. La turbidité :

la figure 33 montre que pour les eaux brutes, la turbidité dépasse la norme qui est de 5 NTU, les valeurs varient entre 4,3 à 6,1 NTU, et pour les eaux traitées, les valeurs sont toutes dans la norme <5 NTU grâce à l'efficacité de traitement élaborée dans la station de traitement.

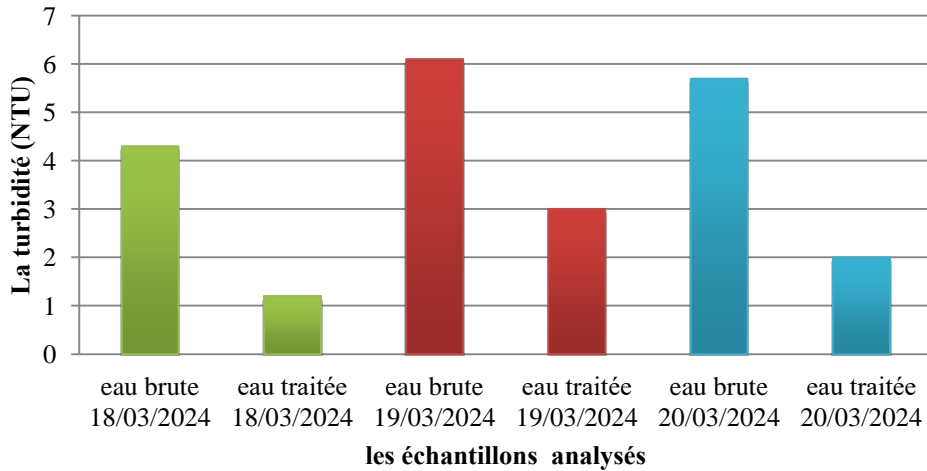


Figure.33 : la variation de la turbidité pour différents échantillons analysés.

IV.3. Conclusion :

L'objectif principal de cette étude était d'analyser la qualité des eaux brute et traitée par la station de traitement.

Les analyses effectuées sur les échantillons d'eau du barrage Sekkak ont permis de mieux comprendre les variations des critères de qualité et physico-chimiques. Les résultats obtenus révèlent une nette amélioration des différents paramètres entre l'eau brute et celle traitée, lesquels respectent les normes de potabilité en vigueur en Algérie et à l'échelle internationale

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Pour terminer cette étude, il est important de souligner que le barrage de Sekkak joue un rôle essentiel dans l'approvisionnement en eau en Algérie. Il sert à fournir de l'eau potable et à l'irrigation, et englobe les besoins en eau de deux villes. C'est pourquoi il est essentiel de surveiller régulièrement la qualité physicochimique de ces eaux.

Notre recherche avait pour but principal de surveiller l'évolution de la qualité physicochimique de l'eau brute du barrage de Sekkak et de l'eau traitée par cette station, de 18/03/2024 à 20/03/2024.

Les résultats des analyses effectuées sur trois échantillons prélevés quotidiennement ont révélé que les eaux traitées par la station du barrage Sekkak se distinguent par les caractéristiques suivantes :

- ✓ Une température de 15 °C inférieure à 25 °C.
 - ✓ Un pH entre 7,5 et 7,7.
 - ✓ Une conductivité électrique moyenne de 1493 $\mu\text{S}/\text{cm}$, qui est élevée, mais ne dépasse pas les normes.
 - ✓ Les teneurs en azote des nitrates, chlorure et sulfate sont de 19, 226, 96 mg/l ainsi que les concentrations des sodiums, calciums et magnésiums sont de 159, 77 et 45 mg/l.
 - ✓ Les niveaux de turbidité et de bicarbonates faibles, qui ne dépassent pas la norme établie par l'OMS, témoignent d'une eau de station de qualité.
- En somme, les analyses ont été effectuées en respectant les normes algériennes pour les eaux traitées. Ainsi, notre étude a mis en évidence que l'eau provenant de la station de traitement du barrage de Sekkak était d'une qualité physico-chimique satisfaisante. De la même manière, le niveau de pollution était considérablement diminué en relation avec les résultats des travaux réalisés en 2021.

Après cette analyse, notre recommandation est la suivante : Il est primordial de maintenir une surveillance régulière de tous les paramètres physico-chimiques des sédiments pour établir une base de données permettant de suivre l'évolution de la qualité de l'eau.

Références bibliographiques

[1] Grosclaude, Gérard, dir. (1999) L'eau, tome 1 : Milieu naturel et maîtrise et tome 2 : Usages et polluants. Versailles, Institut National de la recherche Agronomique (Coll. « Un point sur ... »), 204 p. et 210 p. (ISBN 2-7380-0855-0 et 2-7380-0864-X) Cahiers de géographie du Québec, 44 (122), 249–250. <https://doi.org/10.7202/022911ar>.

[2] Hernandez De Leon. H. R., (2006): Supervision et diagnostic des procédés de production d'eau potable. Thèse préparée au laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes du CNRS, en vue de l'obtention du titre de Docteur de l'Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse Spécialité Systèmes Automatiques. 165p.

[3] GERARD. G. (1999) : L'eau: Usages et polluants, Editions INRA, Paris, 210 P.

[4] M. Belghiti, A. Chahlaoui, D. Bengoumi, R. El Moustaine, LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (2013).

[5] E. Derwich, L. Benaabidate, A. Zian, O. Sadki, D. Belghity, LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (2010).

[6] J. Rodier, B. Legube, N. Merlet, R. Brunet, L'analyse de l'eau - 9e éd.: Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, Dunod, 2009.

[7] Yiming Li, Zhongzhu Yang, Kaihua Yang, Jingjing Wei, Zihao Li, Chi Ma, Xu Yang, Tantan Wang, Guangming Zeng, Guanlong Yu, Zhigang Yu, Chang Zhang, Removal of chloride from water and wastewater: Removal mechanisms and recent trends, Science of The Total Environment, Volume 821,2022, 153174, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153174>.

[8]Centre d'expertise En Analyse Environnementale Du Québec. Détermination de la conductivité : méthode électrométrique, MA. 115 – Cond. 1.1, rév. 1, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2015, 9 p.

[9]Ahmad Fauzi Ismail, Kailash Chandra Khulbe, Takeshi Matsuura, Chapter 8 - RO Membrane Fouling, Editor(s): Ahmad Fauzi Ismail, Kailash Chandra Khulbe, Takeshi

Matsuura, Reverse Osmosis, Elsevier, 2019, Pages 189-220, ISBN 9780128114681, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811468-1.00008-6>.

[10] Boeglin. J. C., (2001) : Propriétés des eaux naturelles. Environnement technologie de l'eau, technique de l'ingénieur, Dossier G1110.

[11] Kirati. B. & Brahmia. N., (2006) : Impact des eaux d'irrigation sur les eaux souterraines de la plaine alluviale de Guelma. Mémoire d'ingénieur en hydrogéologie. Université Badji-Mokhtar, Annaba. 113p.

[12] Sudhir Kumar Singh, Ram Bharose, Jasna Nemčić-Jurec, Kishan S. Rawat, Dharmveer Singh, Chapter 7 - Irrigation water quality appraisal using statistical methods and WATEQ4F geochemical model, Editor(s): Prashant K. Srivastava, Manika Gupta, George Tsakiris, Nevil Wyndham Quinn, Agricultural Water Management, Academic Press, 2021, Pages 101-138, ISBN 9780128123621,

[13] Proulx, F., Rodriguez, M. & Sérodes, J.-B. (2010). Les goûts et les odeurs dans l'eau potable : revue des composés responsables et des techniques de mesure. REVUE DES SCIENCES DE L'EAU / JOURNAL OF WATER SCIENCE, 23(3), 303–323. <https://doi.org/10.7202/044691ar>

[14] Belghiti. M. L., Chahlaoui. A., Bengoumi. D. & EL Moustaine. R., (2013): Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quadernaire dans la région de MEKNES (MAROC) Larhyss journal, Issn 1112-3680, N°14, pp. 21-36.

[15] G Radu And G Racoviteanu ,Removing Ammonium From Water Intended For Human Consumption. A Review Of Existing Technologie Published Under Licence By Iop Publishing Ltd Iop Conference Series: Earth And Environmental Science, Volume 664, The 7th Conference Of The Sustainable Solutions For Energy And Environment 21-24 October 2020, Bucharest, Romania

[16] Friedman, A., Boselli, E., Ogneva-Himmelberger, Y. et al. Manganese in residential drinking water from a community-initiated case study in Massachusetts. J Expo Sci Environ Epidemiol 34, 58–67 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41370-023-00563-9>

[17] Hamza Badamasi*, Muhammad N. Yaro, Ali Ibrahim, Iliyasu A. Bashir

Impacts of Phosphates on Water Quality and Aquatic Life Chemistry Research Journal, 2019, 4(3):124-133 ISSN:2455-8990

[18] Harris P, Poulsen JC, Jensen KF, Larsen S (2002) substrate binding induces domain movements in orotidine 5'-monophosphate decarboxylase. J MOL BIOL .318(4):1019-29

[19]Hoffmann. F., Auly. T. & Meyer. A.M., (2014): L'eau. Edition Confluence p.43.

[20]Balaska. A., (2005): Traitement de l'eau usée de la laiterie Edough-Annaba par des procédés Physicochimiques et Biologiques.Thèse de Magister en génue de procédés. Université Badji-Mokhtar Annaba.

[23]Brahim Amel, Bouali Farida, (2021); Etude De Qualite Des Eaux Et De Performance D'une Station De Traitement : Cas De La Station Du Barrage Sekkak (W. Tlemcen). Memoire De Master Academique en Hydraulique, Ouvrages Hydrauliques 109page.

[24]Mekhalif. F., (2009) : Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement. Mémoire de Magister. Université du 20 Aout 1955 Skikda. Faculté des sciences, Département des sciences fondamentales.

[25]Samake. H., (2002): Analyse Physico-chimique et Bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000 à 2001. Thèse de doctorat d'état en Pharmacie. Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odonto Stomatologie. Bamako.

[26]ANONYME 14, 2008 : Direction des politiques de l'eau. Service des eaux municipales. Portrait des stations municipales de production d'eau potable approvisionnées en eau de surface au Québec.

[27]Achour. S. & Guesbaya. N., (2005): Coagulation –Floculation par le sulfate d'aluminium de composés organiques phénoliques et de substances humiques. Larhyss Journal. ISSN 1112-3680, N° 04, Juin 2005, pp. 153-168.

[28] Dagot. C. & Laurent. J., (2014): Module d'enseignement ASTEP. Version 1.0. Université virtuelle environnement & développement.

[29] Lounnas. A., (2009): Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station Hammadi-Kroma de Skikda. Thèse de Magister Présenté à l'université du 20 Août 1955 Skikda. Faculté des Sciences, Département des Sciences Fondamentales, Spécialité: Chimie. Option: Pollutions Chimiques & Environnement.

[30] <https://www.suezwaterhandbook.fr/eau-et-generalites/processus-elementaires-du-genie-physico-chimique-en-traitement-de-l-eau/filtration>, Consulter le 08/04/2024.

[31] Seine-et-Marne, Désinfection Eau potable, Fiche technique 1 Décembre 2011.

[32] O.M.S (Organisation mondiale de santé), (1994) : Protection et amélioration de la qualité de l'eau. 2ème édition. Volume 1.Genève:18.

[33] REHI R., GAID A. (1987), Optimisation du traitement physico-chimique d'une eau de surface. Cas de l'oued Kessir alimentant la ville de Jijel, T.S.M L'eau, 4, 169-171.

[34] TARDAT-HENRY M, BEAUDRY J. (1984), Chimie des eaux, Ed. Le Griffon d'argile, INC, Québec.