



MEMOIRE DE MASTER

Pour l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique

Option : ALIMENTATION EN EAU POTABLE

THEME :

**Etude de la qualité physico-chimique des eaux alimentant la ville
de Mascara à partir du barrage de Bouhanifia (W.Mascara)**

Présenté par :

MERINE Fatima Zohra

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
AMMARI Abdelhadi	M.C.A	Président
HACHEMI Abdelkader	M.C.A	Examineur
KADI Latifa	M.A.A	Examineur
KAHLERRAS Djilali	M.C.A	Promoteur

Session Mars 2024

Remerciements

Je suis reconnaissant à Allah, le Tout-Puissant, pour la force et la patience qu'il m'a données, qui m'ont permis de surmonter les difficultés de mes études.

Je souhaite exprimer ma gratitude particulière envers mes parents et mes sœurs, qui ont constamment fait preuve de présence, de sacrifices, de contributions, de soutien et de patience à mon égard.

Avec une profonde gratitude et une considération particulière envers mon encadrant, M. KALHERASS Djilali, pour son encadrement, ses conseils, son orientation et son soutien tout au long de ce travail, ainsi que pour le temps précieux qu'il a généreusement consacré à mon projet.

Je remercie chaleureusement les membres du jury pour avoir pris le temps d'examiner mon travail avec soin et pour avoir apporté des contributions constructives qui m'ont permis de le rendre encore meilleur.

J'aimerais témoigner ma reconnaissance envers M. YADRI Dahou, qui a été une véritable inspiration pour moi tout au long de cette période de travail. Son soutien a été une lueur de motivation.

*Un sincère remerciement à mes amis qui ont laissé une empreinte mémorable dans ma vie.
Votre amitié est un trésor précieux que je chérirai toujours.*

ملخص

تركز هذه المذكرة على مسألة تتعلق بنوعية المياه لتجنب أي عدوى ناجمة عنها، مع تسليط الضوء على هدف دراسة الخصائص الفيزيائية، الكيميائية والبكتيرية لمياه سد بوحنيفية، وهو أمر بالغ الأهمية لإمدادات المياه لمدينة معسكر. وللقيام بذلك تم إجراء التحليلات باستخدام الطرق القياسية على مدى ثلاثة أشهر، من أوت إلى أكتوبر 2023. ركزت التحليلات على عوامل مختلفة مثل التركيب الكيميائي، معايير التلوث والخصائص الفيزيائية. كما اشارت الاستنتاجات المستخلصة من هذه التحليلات إلى أن نوعية المياه المعالجة تتوافق مع معايير المنظمة الصحة العالمية والجزائرية. وفي ختام هذا العمل، اقترحنا توصيات لتحسين نوعية هذه المياه. **الكلمات المفتاحية :** جودة المياه، الفيزيائية والكيميائية، البكتيرية، المعايير.

Résumé

Le mémoire traite d'une problématique liée à la qualité de l'eau, avec pour objectif la prévention des infections causées par celle-ci. Il met en lumière l'objectif d'une étude portant sur les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des eaux du barrage Bouhanifia, crucial pour l'approvisionnement en eau de la ville de Mascara. Pour ce faire, des analyses ont été réalisées par des méthodes standard, sur une période de trois mois, d'août à octobre 2023.

Les analyses ont porté sur divers paramètres, tels que la composition chimique, les paramètres de pollutions et les propriétés physiques. Les conclusions tirées de ces analyses indiquent que la qualité des eaux traitées est conforme aux normes algériennes et de l'OMS.

Pour conclure ce travail, nous avons formulé des recommandations en vue d'améliorer la qualité de ces eaux.

Les mots clés : Qualité d'eau, analyses, physico-chimique, bactériologiques, paramètres.

Abstract

The dissertation addresses an issue related to water quality preventing infections caused by water, underscoring the objective of a study on the physic-chemical and bacteriological characteristics of the waters from the Bouhanifia dam, crucial for the water supply of the city of Mascara. To achieve this, analyses were conducted using standard methods over a three-month period, from August to October 2023.

The analyses focused on various parameters, including chemical composition, pollution parameters and physical properties. The conclusions drawn from these analyzes indicate that the quality of the treated water complies with Algerian and WHO standards.

To conclude this work, we have formulated recommendations aimed at improving the quality of this water.

Keywords: water quality, physic-chemical, bacteriological, analyses, parameters.

SOMMAIRE

Introduction générale.....	2
-----------------------------------	----------

Chapitre I : Généralités sur la zone d'étude

I.1 Introduction.....	5
I.2 Situation Climatique de la région de Bouhanifia	5
I.2.1 Précipitations.....	5
I.2.2 Températures.....	5
I.3 Barrage de Bouhanifia	6
I.3.1 Historique.....	6
I.3.2 Les utilisations des eaux de barrage	7
I.3.3 Les caractéristiques physiques du barrage de Bouhanifia	7
I.4 Description de la station de traitement du barrage de Bouhanifia	7
I.5 Situation géographique de la station de traitement des eaux du barrage de Bouhanifia.....	7
I.6 Refoulement de l'eau traitée	8
I.7 Conclusion	8

Chapitre II : Les paramètres de contrôle de la qualité de l'eau potable

II.1 Introduction	10
II.2 Définition de l'eau potable.....	10
II.3 Paramètres caractéristiques de la qualité des eaux	10
II.4 Les étapes de traitement dans une station de traitement.....	10
II.5 Matériels et méthodes des analyses de l'eau du barrage Bouhanifia	11
II.5.1 Prélèvement de l'échantillon	11
II.5.2 Matériel de prélèvement	12
II.6 Principaux renseignements à fournir pour une analyse d'eau	13
II.6.1 Transport des échantillons	13
II.7 Paramètres de potabilité des eaux et leurs principes de mesures	13
II.7.1 Paramètres organoleptiques	13
II.7.2 Paramètres physico-chimique	16
II.7.3 Paramètre de pollution.....	20
II.7.4 Qualité bactériologique.....	21
II.8 Les normes l'organisation mondiale de la santé (OMS)	22
II.8.1 Les normes des paramètres physico-chimiques.....	22
II.9 Conclusion	23

Chapitre III : Recherche bibliographique sur la qualité de l'eau potable

III.1 Introduction	24
III.2 Analyse bibliographique sur l'eau potable	24
III.3 Analyse bibliographique sur la qualité physico chimique de l'eau potable	26
III.4 Analyse bibliographique sur les étapes de traitement et les normes applicables	30
III.3 Conclusion.....	11

Chapitre IV : Résultats et discussions

IV.1 Introduction.....	36
IV.2 Résultats des analyses physico-chimiques	36
IV.2.1 Paramètres organoleptiques	36
IV.2.2 Résultats des analyses des paramètres physiques	38
IV.3.2 Résultats des analyses des paramètres chimiques	42
IV.3 Résultats des analyses des paramètres de pollution	45
IV.4 Résultats des analyses bactériologiques	47
IV.5 Conclusion	48
Conclusion générale	51
BIBLIOGRAPHIES.....	52
LES ANNEXES	53

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I : Généralités sur la zone d'étude

Tableau I.1: Précipitations moyennes mensuelles (1999 - 2017).....	5
Tableau I.2: Températures moyennes mensuelles (1999 -2017).....	6

Chapitre II : Les paramètres de contrôle de la qualité de l'eau

Tableau II.1: Principaux paramètres de pollution présents dans l'eau	21
Tableau II.2: Paramètre physio- chimiques des eaux destinées à la consommation humaine .	22

Chapitre IV : Résultats et discussions

Tableau IV.1: Les valeurs du pH des eaux brutes et traitées du barrage de Bouhanifia.....	39
Tableau IV.2: Les valeurs de la conductivité électrique des eaux brutes et les eaux traités du barrage de Bouhanifia.	40
Tableau IV.3: Les valeurs de la salinité des eaux brutes et traitées du barrage de Bouhanifia	41
Tableau IV.4: Les valeurs des paramètres de pollution des eaux brutes et traitées du barrage de Bouhanifia	45

LISTE DES FIGURES

Chapitre I : Généralités sur la zone d'étude

Figure I.1: Barrage de Bouhanifia.....	6
Figure I.2: Situation géographique de la station de traitement par rapport au barrage Bouhanifia	8

Chapitre II : Les paramètres de contrôle de la qualité de l'eau

Figure II.1: Matériel de prélèvement d'eau	12
Figure II.2: Un turbidimètre optique et électronique HACH modèle 2100N	15
Figure II.3: Un conductimètre type HQ14d	17
Figure II 4 : Le ph mètre	19

Chapitre IV : Résultats et discussion

Figure IV.1: Évaluation de la turbidité des eaux brutes et les eaux traitées du Barrage de Bouhanifia	37
Figure IV.2: Évaluation de la température des eaux brutes et les eaux traitées du barrage de Bouhanifia	38
Figure IV.3: Évaluation du PH des eaux brutes et traitées du barrage de Bouhanifia	39
Figure IV.4: Évaluation de la conductivité des eaux brutes et les eaux traitées du barrage de Bouhanifia	40
Figure IV.5: Évaluation de TDS des eaux brutes et traitées du barrage de Bouhanifia	41
Figure IV.6: Évaluation de la dureté des eaux brutes et traitées du barrage de Bouhanifia	42
Figure IV.7: Évaluation de TAC des eaux brutes et traitées du barrage de Bouhanifia	43
Figure IV.8: Évaluation des ions de chlorure des eaux brutes et les eaux traitées du barrage de Bouhanifia	44
Figure IV.9 : Évaluation des concentrations de matière organique des eaux brutes et les eaux traitées du barrage de Bouhanifia	46
Figure IV.10: Évaluation des teneur en MES des eaux brutes et les eaux traitées du barrage de Bouhanifia	47

LISTE DES ABREVIATIONS

ANBT : Agence Nationale des Barrages et Transferts.

ADE : Algérienne Des eaux.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

MES : Matière En Suspension.

NTU : Unité de Turbidité Néphélobométrique.

PH : Potentiel Hydrogène.

TAC : Titre Alcalimétrique Complet.

AEP : Alimentation en Eau Potable.

EDTA : Acide Ethylène Diamine Tetracétique

TDS : Teneur de Sels Dissous.

UFC : Unité Formant Colonie.

E. Coli : Escherichia Coli.

µg : Microgramme.

µS/cm : Micro-siémens/ centimètre.

C° : Degré Celsius.

g/l : Gramme par litre.

Km : Kilomètre.

Km²: Kilomètre carré.

l/s : Litre par seconde.

m³: Mètre cube.

m³/j : Mètre cube par jour.

mg : Milligramme.

mg/l : Milligramme par litre.

KMnO₄: Permanganate de potassium.

Introduction générale

Introduction générale

L'eau potable est une ressource essentielle à la vie sur Terre, constituant un élément fondamental pour la survie et le bien-être de toutes les formes de vie.

L'eau potable, c'est-à-dire l'eau considérée comme sûre et propre pour la consommation, est devenue une préoccupation mondiale majeure en raison de l'augmentation de la population, de l'urbanisation rapide, de l'industrialisation et des contraintes sur les ressources hydriques.

L'eau potable est une ressource précieuse qui nécessite une attention mondiale afin de répondre aux besoins actuels et futurs de la population mondiale. La gestion durable de cette ressource vitale est la qualité physique et chimique de l'eau potable est cruciale pour la santé humaine et la préservation de l'environnement. La composition de l'eau potable, tant du point de vue physique que chimique, influe directement sur sa sécurité et sa conformabilité.

Satisfaire les exigences des consommateurs et garantir la qualité de l'eau potable tout au long de sa distribution demeurent des préoccupations majeures pour les fournisseurs et distributeurs d'eau. Les analyses de l'eau, axées principalement sur la vérification de sa potabilité, reposent sur divers paramètres physiques, chimiques, ainsi que microbiologiques. En effet, l'objectif du traitement de potabilisation n'est pas de produire une eau stérile, mais plutôt une eau dépourvue de tout risque pour la santé publique.

Des normes rigoureuses sont définies pour assurer que l'eau destinée à la consommation répond aux exigences de qualité, prévenant ainsi les risques pour la santé. La surveillance constante de la qualité physique et chimique de l'eau potable demeure cruciale afin d'identifier et de minimiser les sources potentielles de contamination. Cela garantit la disponibilité d'une ressource vitale propre et sûre pour la consommation humaine, jouant un rôle essentiel dans la préservation de la santé, de la prospérité, et de la durabilité de notre planète.

L'envasement du barrage de Bouhanifia a notablement réduit sa capacité au fil des dernières années. La gestion de cette problématique a pris le pas sur l'analyse des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage, incitant ainsi notre décision d'étudier de manière approfondie ces paramètres.

L'objectif de cette étude est :

- Évaluer la qualité de l'eau traitée de la station de Bouhanifia en comparant sa composition physico-chimique et bactériologique aux normes définies en Algérie et aux recommandations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) afin de déterminer sa potabilité.

Pour atteindre cette finalité, nous avons réalisé des analyses physico-chimiques, bactériologiques, et des évaluations organoleptiques sur une durée de trois mois, générant un rapport d'analyse à chaque mois écoulé.

Notre étude s'est donc organisée en quatre parties distinctes sont :

La première partie de notre étude implique la collecte de données cruciales liées à la zone d'étude, englobant des aspects tels que la géographie, le climat...

La deuxième partie souligne les divers paramètres pour surveiller la qualité physique, chimique, organoleptiques et bactériologique de l'eau.

La troisième partie est dédiée à l'étude bibliographique, qui regroupe l'ensemble des trois chapitres.

La quatrième partie est basée sur l'aspect pratique, notamment l'interprétation des résultats des analyses physico-chimiques. Elle est suivie d'une brève présentation des analyses bactériologiques visant à évaluer la qualité de l'eau fournie aux citoyens des wilayas de Mascara et de Sidi-Bel-Abbès.

En conclusion, notre travail se clôture par une synthèse générale intégrant quelques recommandations que nous jugeons essentielles.

Chapitre I :

Généralités sur la zone

d'étude

I.1 Introduction

Pour réaliser notre travail de manière efficace, nous devons connaître les généralités sur la région de Bouhanifia et la station de traitement.

I.2 Situation Climatique de la région de Bouhanifia :

En règle générale, le bassin de l'oued El Hammam est soumis à l'influence climatique méditerranéenne au nord et à un climat continental au sud, où les conditions sont semi-arides et sèches, Caractérisées par des hivers rigoureux et des étés chauds. Les principales caractéristiques climatiques comprennent :

- Une diminution de la pluviométrie en allant du nord vers le sud.
- Des précipitations saisonnières irrégulières.
- Une période prolongée de sécheresse pendant la saison estivale.

Dans ce qui suit, nous exposons les caractéristiques essentielles des éléments climatiques.

(O.N.M, Matemore.2018)

I.2.1 Précipitations :

En juillet, les précipitations atteignent en moyenne 1,8 mm, faisant de ce mois le plus sec de l'année. En revanche, en novembre, les précipitations atteignent leur point culminant avec une moyenne de 59,6 mm, ce qui en fait le mois le plus pluvieux de l'année.

Tableau I.1: Précipitations moyennes mensuelles (1999 - 2017)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Pluie (mm)	53,8	43 ,1	31,5	37,1	26,5	4,7	1,8	5,74	19,2	36,4	59 ,6	45,7

Source: (O.N.M, Matemore.2018)

I.2.2 Températures :

En juillet, la moyenne des températures atteint 27,6°C, faisant de ce mois le plus chaud de l'année, tandis qu'en janvier, avec une moyenne de 8,5°C, on enregistre les températures les plus basses de l'année.

Tableau I.2: Températures moyennes mensuelles (1999 -2017)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
T C°	8,5	10,9	12,7	14,08	17,85	23,15	27,6	27,4	23,1	18,4	13,2	10,5

Source: (O.N.M, Matemore.2018)

I.3 Barrage de Bouhanifia :

I.3.1 Historique :

Le barrage d'une capacité de stockage de 70 millions de mètres cubes, dont la construction a débuté en 1930 et s'est achevée en 1940, tire son appellation du village de Bouhanifia, situé à une distance de 4,5 kilomètres au nord-nord-est. Cette réalisation a été entreprise par la Société Léon Chagnaud d'Alger et Soletanche Paris, sous la supervision de Vergniaud, Drouhin, et Arages.

Il a été érigé en remplacement du barrage de l'Oued Fergoug, situé à 20 kilomètres en aval, lequel avait été détruit lors de la crue de 1927, caractérisée par un débit estimé à plus de 5000 mètres cubes par seconde. (ANBT. 2015)



Source : <http://popodoran.canalblog.com/archives/2013/03/22/26715896.html>

Figure I.1: Barrage de Bouhanifia

I.3.2 Les utilisations des eaux de barrage :

L'eau de barrage est destiné pour :

- ✓ Le renforcement d'alimentation en eau potable (AEP).
- ✓ L'irrigation des terrains agricoles.

I.3.3 Les caractéristiques physiques du barrage de Bouhanifia :

- ❖ Surface du bassin versant.....5570Km²
- ❖ Altitude moyenne821 m
- ❖ Altitude maximum1454 m
- ❖ Digue en terre1000 m
- ❖ Digue en enrochement..... 424 m

(ANBT.2015)

I.4 Description de la station de traitement du barrage de Bouhanifia :

La station de traitement du barrage de Bouhanifia couvre une superficie de trois hectares. Son objectif principal est de fournir de l'eau potable aux populations de Bouhanifia, El Guetna, Hacine (dans la wilaya de Mascara), Sfifef (dans la wilaya de Sidi Bel Abbès), ainsi que de renforcer l'Alimentation en Eau Potable (AEP) de Mascara à travers la station de pompage de Tizi. (ADE, Mascara)

I.5 Situation géographique de la station de traitement des eaux du barrage de Bouhanifia :

La station de traitement de Bouhanifia est située à 3 km au sud de la ville de Bouhanifia. Les villes bénéficiant de cette station comprennent Sfifef (wilaya de Sidi Bel Abbès), Bouhanifia, Tizi, El Guetna et Hacine (wilaya de Mascara).

La station de traitement d'eau potable est initialement dimensionnée pour une capacité de 250 litres par seconde.

Cependant, des plans visant à augmenter cette capacité à 450 litres par seconde, ont été concrétisés grâce à la mise en place d'une double adduction. (ADE, Mascara)

La station est limitée par :

- La ville de Bouhanifia au nord.
- La ville de Sfifef à l'est.
- Le village de Sidi Slimène au sud.
- Les Montagnes Wssillesse à l'ouest.



Source : Google earth Octobre 2023

Figure I.2: Situation géographique de la station de traitement par rapport au barrage Bouhanifia

I.6 Refoulement de l'eau traitée :

Le transfert de l'eau traitée générée par la station de traitement est effectué à partir de la station de pompage.

Station de pompage : Cinq pompes sont dédiées au refoulement vers Mascara, tandis que deux pompes sont utilisées pour le refoulement vers Sfifef dans la wilaya de Sidi Bel Abbès.

(ADE Mascara).

I.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les données fondamentales relatives à la zone d'étude. Ceci a été réalisé dans le but d'établir une base solide en vue d'améliorer la qualité de l'étude des eaux du barrage de Bouhanifia.

Chapitre II :

Les paramètres de contrôle de la qualité de l'eau potable

II.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons explorer les paramètres de potabilité de l'eau, les critères utilisés pour déterminer si une source d'eau est sûre à boire, ainsi que les implications sur la santé humaine en cas de non-conformité. Nous discuterons des méthodes de traitement de l'eau et des réglementations en vigueur pour garantir la qualité de l'eau que nous consommons.

II.2 Définition de l'eau potable :

Les eaux potables représentent l'ensemble des eaux dont les propriétés chimiques, bactériologiques, biologiques et organoleptiques rendent propres à la consommation humaine. La plupart des eaux potables proviennent des eaux souterraines et des eaux de sources. (Bliefert, C et Perraud, R (2001)).

II.3 Paramètres caractéristiques de la qualité des eaux :

Les caractéristiques acceptables de l'eau destinée à la consommation impliquent qu'elle doit être sans danger pour les personnes qui la boivent. Une eau potable doit respecter diverses normes physiques, chimiques et biologiques, tout en satisfaisant certains critères essentiels, tels que l'absence de couleur, de goût ou d'odeur, qui sont appréciés par les consommateurs. Néanmoins, il est important de noter que les qualités de l'eau ne peuvent pas être définies de manière absolue ou inconditionnelle. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a édicté des normes internationales pour l'eau de boisson. (A. KHADRAOUI, S. TALEB.S, 2008).

II.4 Les étapes de traitement dans une station de traitement :

Le traitement de l'eau potable dans une station de traitement comprend généralement plusieurs étapes, visant à éliminer les contaminants et à rendre l'eau sûre à la consommation. Les étapes typiques sont les suivantes :

1. **Dégrillage** : Élimination des débris grossiers à l'aide d'un grillage.
2. **Tamissage** : Retrait des particules fines à travers des tamis.
3. **Décantation primaire** : Séparation des particules en suspension par sédimentation dans un bassin de décantation primaire.
4. **Coagulation** : Ajout de coagulants chimiques pour agréger les particules fines dans un mélangeur rapide.

5. **Floculation** : Mélange doux favorisant l'agglomération des particules pour former des floes Dans un mélangeur lent.
6. **Filtration** : Passage de l'eau clarifiée à travers des filtres, souvent composés de sable et de charbon actif.
7. **Décantation** : Éliminer les particules en floe, les floes sédimentent au fond du décanteur et l'eau clarifiée est collectée en surface.
8. **Désinfection** : Utilisation de chlore, d'ozone, d'UV ou d'autres agents désinfectants pour éliminer les microorganismes pathogènes.
9. **Ajustement du pH** : Contrôle du niveau d'acidité ou d'alcalinité de l'eau.
10. **Stockage** : Rétention de l'eau traitée dans des réservoirs avant distribution.

II.5 Matériels et méthodes des analyses de l'eau du barrage Bouhanifia :

L'étude expérimentale vise à évaluer la qualité de l'eau brute et traitée du barrage Bouhanifia (wilaya de Mascara) en réalisant des analyses physico-chimiques et bactériologiques.

Cette évaluation repose sur des analyses physico-chimiques et bactériologiques. Nous avons effectué nos travaux au laboratoire central de l'ADE (Algérienne des Eaux) à Mascara.

L'analyse de la qualité de l'eau du barrage se divise en trois phases distinctes :

- Prélèvement, échantillonnage
- Analyse
- Interprétation

II.5.1 Prélèvement de l'échantillon :

Le processus de prélèvement d'un échantillon d'eau est une tâche sensible qui exige une grande attention. L'échantillon doit être homogène, refléter fidèlement les caractéristiques de l'eau et être obtenu sans altérer ses propriétés physico-chimiques.

Les principaux éléments à prendre en considération pour obtenir un échantillon d'eau représentatif sont les suivants :

- Sélectionner judicieusement les emplacements de prélèvement.
- Suivre rigoureusement les protocoles de traitement.
- Assurer une conservation adéquate de l'échantillon.

II.5.2 Matériel de prélèvement :

Les échantillons sont collectés dans des flacons en verre borosilicaté, qui sont soigneusement nettoyés après chaque utilisation en utilisant de l'eau distillée. Pour les analyses bactériologiques, des flacons de 250 ml sont employés, nécessitant une protection complète contre toute contamination et un lavage minutieux suivi d'un rinçage à l'eau distillée.

Ces flacons sont ensuite stérilisés, soit en autoclave à une température de $121^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ pendant 15 minutes, soit par chaleur sèche dans un four pasteur à une température de $170^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 40 minutes.



Source : <https://www.pasdecals.fr/Laboratoire-d-analyses/Environnement-et-analyse-des-eaux>

Figure II.1 : Matériel de prélèvement d'eau

Dans le cadre de notre travail, les prélèvements se faisaient à deux emplacements distincts au sein des installations de la station de traitement du barrage Bouhanifia. Le premier lieu de prélèvement se situe au déboureur, à l'arrivée de l'eau brute, tandis que le second est effectué après le traitement.

II.6 Principaux renseignements à fournir pour une analyse d'eau :

Afin de simplifier la tâche de l'analyste, de faciliter l'exploitation des résultats et de prévenir les erreurs, il est essentiel d'étiqueter ou de numéroter les échantillons. Chaque flacon doit être associé à une fiche signalétique contenant les informations nécessaires au laboratoire, comprenant les éléments suivants :

- Identité du préleveur
- Date et heure du prélèvement
- Raison de la demande d'analyse
- Nom du point d'eau et localisation précise
- Source de l'eau (barrage Bouhanifia)

II.6.1 Transport des échantillons :

Pour les analyses bactériologiques, il est impératif de débiter les procédures en moins de 6 heures après le prélèvement. Si le transport prend plus de 6 heures, ou si la température extérieure excède 10°C, il est nécessaire de transporter les échantillons dans une glacière maintenue à une température inférieure à 4°C. Enfin, dès leur arrivée au laboratoire, les échantillons sont immédiatement stockés au froid avant le début des analyses.

II.7 Paramètres de potabilité des eaux et leurs principes de mesures :

II.7.1 Paramètres organoleptiques :

Les paramètres organoleptiques désignent les caractéristiques sensorielles de l'eau évaluées par les sens, tels que la vue, l'odorat, le goût, le toucher et l'ouïe. Ils sont essentiels pour décrire la qualité sensorielle de l'eau potable.

Ces caractéristiques n'ont pas d'impact direct sur la santé, mais leur altération peut signaler des polluants ou des problèmes techniques. Il est essentiel que l'eau reste limpide, claire, bien oxygénée, sans saveur ni odeur désagréables.

Les caractéristiques organoleptiques de l'eau doivent être évaluées au moment du prélèvement.

- **Couleur**

L'eau potable doit être claire et incolore. Un paramètre qui exprime un désagrément d'ordre esthétique est la coloration des eaux, pouvant résulter soit d'une origine naturelle, être une conséquence du phénomène d'eutrophisation, soit avoir une origine industrielle chimique, notamment due aux colorants utilisés dans les tanneries et l'industrie textile pour l'impression et la teinture. (Mokeddem et Ouddane, 2005).

- ✓ **Principe :**

La coloration de l'eau, une fois placée dans des tubes à colorimétrie, est comparée soit avec une solution de référence de platine-cobalt, soit avec des disques de verre colorés. Elle est ensuite exprimée en unités Hazen.

L'évaluation de la couleur est réalisée en observant visuellement les bouteilles et les flacons remplis d'eau prélevée. (ADE Mascara)

- **Goût et Odeur**

L'eau que nous consommons doit être agréable à boire, sans goût ni odeur désagréables. Cependant, la plupart des eaux, qu'elles soient traitées ou non, présentent une odeur plus ou moins perceptible et une certaine saveur. Ces deux propriétés, appelées organoleptiques, sont très subjectives et ne peuvent être mesurées par un appareil.

Selon les physiologistes, il n'existe que quatre saveurs fondamentales que l'être humain peut percevoir : salée, sucrée, aigre et amère. (Dégréement., 1952).

- ✓ **Principe :**

L'eau à examiner a été diluée jusqu'à ce qu'aucune odeur perceptible ne soit présente. L'évaluation de l'absence d'odeur a été réalisée par simple sensation olfactive.

- **Saveur**

La saveur de l'eau est une expérience complexe qui résulte de la stimulation de plusieurs sens, notamment le goût et l'odorat. Elle est influencée par la présence de nombreuses molécules dissoutes dans l'eau, qui peuvent être naturelles ou artificielles. (Rodier, 2005).

- **Turbidité**

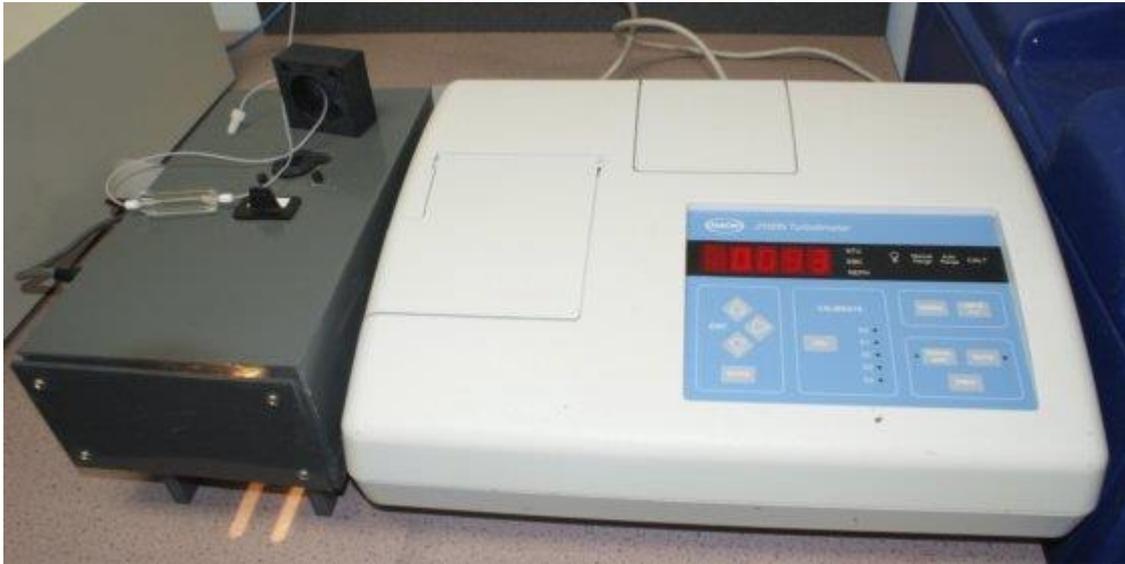
La turbidité de l'eau est associée à son degré de clarté et indique le niveau de matières en suspension. Les eaux troubles, contenant des particules fines telles que des grains de silice, des matières organiques et des limons, peuvent provoquer parfois des dépôts importants dans les canalisations et les réservoirs.

Pour la sécurité de l'eau de boisson, il faut maintenir une turbidité inférieure à 5 NTU. (OMS. 2017)

- ✓ **Principe :**

La mesure de la turbidité permet de fournir des informations quantitatives sur la clarté de l'eau. Dans cette étude, un turbidimètre optique et électronique HACH modèle 2100N a été utilisé.

Les mesures ont été réalisées en utilisant des cuves en verre soigneusement nettoyées et séchées, remplies d'eau à analyser. (ADE Mascara)



Source : <https://sewardjohnsonatelier.org/2100n-turbidity-meter-for-sal-chemistry>

Figure II.2 : Un turbidimètre optique et électronique HACH modèle 2100N

II.7.2 Paramètres physico-chimique :

II.7.2.1 Qualité physique :

- **Température**

La température a une grande importance dans l'étude et la surveillance des eaux qu'elles soient souterraines ou superficielles. Les eaux souterraines gardent généralement une fraîcheur constante, mais la température des eaux de surface varie selon des facteurs saisonniers.

- ✓ **Principe :**

La mesure de la température de l'eau et de l'air au point de prélèvement de l'échantillon constitue une composante essentielle de l'analyse des eaux.

Cela s'explique par le fait que la température influe sur la solubilité des gaz et la vitesse des réactions chimiques dans l'eau, elle est mesurée avec l'appareil multi-paramètre qui a un thermomètre intégré.

L'eau de boisson est considérée comme fraîche lorsque sa température se situe généralement entre 9 et 12°C.

- **Conductivité électrique**

La conductivité est l'un des outils permettant de confirmer les résultats des analyses physicochimiques de l'eau, car elle peut révéler des variations de conductivité dans un environnement, mettant en évidence des polluants, des zones de mélange ou d'infiltration.

La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire l'électricité entre deux électrodes. La plupart des substances dissoutes dans l'eau se présentent sous forme d'ions portant une charge électrique. Ainsi, la mesure de la conductivité permet d'estimer la quantité de sels dissous présents dans l'eau.

- **Teneur de sels dissous**

La teneur en sels dissous dans l'eau potable est une mesure de la quantité totale de sels. Cette mesure est souvent exprimée en termes de concentration en milligrammes par litre (mg/L) ou en parties par million (ppm).

Une faible teneur en sels dissous est généralement souhaitable pour l'eau potable, car des concentrations élevées peuvent affecter le goût de l'eau et avoir des implications pour la santé. Cependant, certains sels peuvent être présents à des niveaux bénéfiques pour la santé en fournissant des minéraux essentiels.

- **Salinité**

La salinité représente la quantité de sel dissous dans l'eau, englobant un large éventail de sels, notamment le chlorure de sodium, le sulfate de magnésium, le sulfate de calcium et divers bicarbonates.

- ✓ **Principe :**

Les trois paramètres sont mesurés à l'aide d'un appareil multi-paramètres (conductivité, teneur de sels dissous, salinité).

Pour mesurer la conductivité, on évalue la conductance d'une colonne d'eau située entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface, espacées d'1 cm. L'unité de mesure de la conductivité électrique est le siemens par mètre (S/m), bien que généralement elle soit exprimée en micro siemens par centimètre (μS/cm).

La détermination de la salinité de l'eau s'effectue de manière similaire, car il existe une relation entre la teneur en sels dissous et la conductivité. L'unité de mesure de la salinité est généralement exprimée en grammes par litre (g/l). (ADE Mascara).



Source : <https://www.archiexpo.fr/prod/hach/product-79815-680106.html>

Figure II.3 : Un conductimètre

- **Dureté (titre hydrotimétrique)**

La dureté de l'eau, aussi appelée titre hydrotimétrique, reflète la quantité de minéraux dissous dans l'eau, principalement le calcium et le magnésium. Ces deux cations, bien que n'étant pas les seuls présents (aluminium, fer, strontium...), sont généralement les plus abondants et constituent donc les principaux indicateurs de la dureté de l'eau. Plus l'eau est concentrée en calcium et en magnésium, plus elle est dure. (Guilbert, 2000).

✓ **Principe :**

Le dosage des ions calcium et magnésium par complexométrie est effectué en employant une solution aqueuse de sel disodique d'acide éthylène-diamine tétra-acétique (EDTA) à un pH de 10. (ADE Mascara).

II.7.2.2 Qualité chimique :

La qualité chimique de l'eau se réfère à la somme des propriétés générales de l'eau ainsi que des concentrations des minéraux dissous dans celle-ci. Cette qualité est influencée par les types de substances présentes dans le sol et la durée pendant laquelle l'eau est en contact avec ces substances.

• **Potentiel d'hydrogène (pH)**

Le pH d'une eau reflète sa tendance à être acide ou alcaline, déterminée par la concentration des ions hydrogène H^+ présents dans cette eau. Mesurer le pH est crucial car il influence de nombreux équilibres physico-chimiques. (Arouya, 2011).

Les valeurs limites du pH sont comprises entre 6,5 et 9 (JORA, 2011). Au-dessous de ce seuil l'eau est dite « agressive », elle a un effet corrosif sur les canalisations et peut mener à la dissolution de certains métaux toxiques tels que le plomb des conduites (Bouziani, 2000).

✓ **Principe :**

La détermination électro métrique du pH s'effectue en mesurant la variation de potentiel entre une électrode en verre et une électrode de référence (calomel-KCI saturé) immergées dans la même solution. (ADE Mascara)



Source : <https://www.directindustry.fr/prod/hanna-instruments/produit.html>

Figure II.4 : Le pH mètre

Cette variation de potentiel est directement proportionnelle au pH de la solution. L'électrode est immergée dans 50 ml d'eau à analyser, et la lecture est effectuée directement sur l'appareil multi-paramètre dès que l'affichage atteint la stabilité.

- **Alcalinité**

L'alcalinité de l'eau est sa capacité à neutraliser les acides. Cette propriété est due à la présence de bases dans l'eau, principalement des ions hydrogénocarbonate, carbonate et hydroxyde. (Rodier J et al, 2009).

- ✓ **Principe :**

La méthode de détermination repose sur la neutralisation d'un volume donné d'eau à l'aide d'un acide minéral dilué, et ce processus s'effectue en présence d'un indicateur coloré.

- **Chlorure**

La concentration en chlorures dans l'eau est loin d'être uniforme et dépend largement de la nature des sols traversés par l'eau. En effet, les eaux courantes non polluées peuvent naturellement contenir des chlorures, provenant de la dissolution des minéraux présents dans les roches et les sols.

Le chlorure en lui-même n'a ni odeur ni couleur, mais il peut conférer un goût salé à l'eau. (Ouahrani H., 2012).

✓ **Principe :**

La méthode colorimétrique est une approche couramment utilisée pour mesurer le chlore résiduel dans l'eau. Elle repose sur l'utilisation de réactifs chimiques qui réagissent spécifiquement avec le chlore résiduel, générant ainsi une couleur caractéristique. La concentration de chlore résiduel est ensuite évaluée en mesurant cette couleur à l'aide d'un spectrophotomètre ou d'un comparateur de couleur. (ADE Mascara).

- **Résidus secs**

Le résidu sec fournit des informations sur la concentration en substances dissoutes non volatiles, telles que les éléments minéraux. Selon la source de l'eau, cette concentration peut varier de moins de 100 mg/l (pour les eaux issues de massifs cristallins) à plus de 1000 mg/l. (Berne, F et Jean, C (2001).

II.7.3 Paramètre de pollution :

Les paramètres de pollution dans une eau potable sont des mesures utilisées pour évaluer la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine. Ces paramètres sont surveillés pour s'assurer que l'eau est propre, saine et conforme aux normes de potabilité.

- **Matières organiques**

Les matières organiques peuvent se trouver soit en solution (les glucides, les acides humiques, les pigments), des composés d'origine artificielle (les hydrocarbures et les solvants chlorés) ou en suspension (les déchets végétaux et le plancton). (Behloul, 2010).

✓ **Principe :**

Les polluants dans l'eau peuvent se présenter sous forme de substances organiques qui seront dégradées et éliminées par des processus chimiques ou physiques.

La détermination de l'indice($KMnO_4$) permet d'évaluer la contamination en matière organique dans les eaux peu ou moyennement polluées. (ADE Mascara)

- **Matières en suspension (MES)**

L'analyse des matières en suspension dans l'eau potable consiste à évaluer la présence et la quantité de particules solides ou de matières en suspension dans l'eau destinée à la consommation. Cette analyse permet de s'assurer de la qualité de l'eau potable en vérifiant

qu'elle ne contient pas de particules solides indésirables qui pourraient affecter son apparence, son goût, sa sécurité et sa potabilité.

✓ **Principe :**

Utiliser un filtre pour séparer les matières en suspension de l'eau. Le filtre retiendra les particules en suspension, tandis que l'eau passera à travers.

Après la filtration, les particules retenues sur le filtre sont séchées pour éliminer toute l'humidité. Ensuite, le filtre avec les particules séchées est pesé pour déterminer la masse des matières en suspension.

La masse des matières en suspension est ensuite rapportée au volume d'eau échantillonné pour obtenir la concentration en matières en suspension, généralement exprimée en milligrammes par litre (mg/L) ou en milligrammes par mètre cube (mg/m³). (ADE Mascara).

- **Métaux lourds**

La présence de métaux lourds dans l'eau potable est une préoccupation importante en raison de leur toxicité potentielle pour la santé humaine. Les métaux lourds sont des éléments métalliques ayant une densité élevée, tels que le plomb, le mercure, le cadmium, l'arsenic et d'autres. Leur présence dans l'eau potable peut résulter de diverses sources, y compris des activités industrielles, agricoles et naturelles.

Tableau II.1: Principaux paramètres de pollution présents dans l'eau

Cations	Anions
Ammonium(NH ₄ ⁺)	Carbonate (CO ₃ ²⁻)
Magnésium (Mg ²⁺)	Nitrates (NO ₃ ⁻)
Potassium (K ⁺)	Nitrites(NO ₂ ⁻)
Sodium (Na ⁺)	Sulfates (SO ₄ ⁻)

Source : (Dégréement, 1952)

II.7.4 Qualité bactériologique :

Les analyses microbiologiques mettent en évidence la présence de microorganismes (tels que bactéries, virus, parasites, etc.) dans l'eau, révélant ainsi sa contamination. Pour évaluer la qualité bactériologique de l'eau, on utilise deux types d'indicateurs bactériens :

Les germes aérobies mésophiles, qui sont des bactéries naturellement présentes dans l'environnement et généralement inoffensives pour les humains. Ils servent à évaluer le caractère hygiénique de l'eau.

La détection des bactéries Escherichia coli et des entérocoques sert d'indicateur de contamination fécale. La présence de ces organismes dans l'eau laisse supposer la possibilité de la présence de microorganismes pathogènes. (Behloul, 2010).

II.8 Les normes l'organisation mondiale de la santé (OMS) :

II.8.1 Les normes des paramètres physico-chimiques :

Les gouvernements et l'Organisation mondiale de la santé (OMS) ont défini des normes et des directives concernant les concentrations admissibles de certaines substances dans l'eau potable, dans le but de préserver la santé de la population en limitant l'exposition à des produits chimiques dangereux.

Tableau II.2: Paramètres physico- chimiques des eaux destinées à la consommation humaine

Paramètres	Expression des résultats	Limites de qualité
Température	°C	<5
PH	Unité PH	6,5 ≤ PH ≤ 9
Turbidité	NTU	< 5
Alcalinité	Mg/l	< 500
Dureté	Mg/l CaCO ₃	< 500
Sodium	Mg	< 200
Potassium	Mg	< 12
Aluminium total	Mg	< 0,2
Ammonium	Mg/l	< 0,5
Magnésium	Mg	< 15
Nitrite	Mg/l	< 0,1
Nitrate	Mg/l	< 50
Phosphate	Mg/l	< 0,5
Fer	Mg/l	< 0,3
Résidu sec	Mg/l	< 1500

Source : (OMS ,2003)

II.9 Conclusion

La surveillance continue de ces paramètres est nécessaire pour s'assurer que l'eau répond aux normes et réglementations établies. Des procédures d'analyse rigoureuses et des méthodes de traitement appropriées sont mises en place pour atteindre ces objectifs.

Chapitre III :

Recherche bibliographique sur la qualité de l'eau potable

III.1 Introduction

Dans ce chapitre consacré à la recherche bibliographique sur la qualité de l'eau potable, nous explorerons les principales avancées et préoccupations liées à ce domaine crucial de la santé publique. En examinant un éventail de sources, nous nous plongerons dans les différentes méthodologies, normes et défis qui entourent l'évaluation de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine.

Lors de la sélection d'articles pour une recherche bibliographique, nous devons privilégier la pertinence au sujet, l'actualité, la réputation de la source, la méthodologie rigoureuse, les citations, la portée géographique, la perspective théorique et l'accessibilité.

III.2 Analyse bibliographique sur l'eau potable :

- **Bliefert, C, et Perraud, R. (2001)** : les auteurs ont montré que l'eau potable est une ressource précieuse qui est essentielle à la vie. Elle est nécessaire à l'hydratation, à la digestion et à l'élimination des déchets. L'eau potable est également importante pour la préparation des aliments et pour l'hygiène personnelle.

Ils ont exposé que la consommation d'eau non potable peut entraîner des maladies, telles que la diarrhée, les vomissements, les infections gastro-intestinales et les maladies hydriques.

Pour garantir la sécurité de l'eau potable, il est important de respecter les critères de potabilité. La gestion de l'eau potable est une tâche complexe qui nécessite la collaboration de nombreux acteurs. Elle implique les autorités sanitaires, les gestionnaires des réseaux d'eau, les industriels et les consommateurs. Ces critères sont fixés par les autorités sanitaires de chaque pays.

- **Le livre Rodier, J, Legube, B, Merlet, N. (2009)** qui est une discipline scientifique qui permet de déterminer la composition chimique et physique d'un échantillon d'eau. Ils ont commencé par une présentation des différents types d'analyse de l'eau.

L'analyse de l'eau peut être qualitative ou quantitative. L'analyse qualitative détermine la présence ou l'absence d'une substance, tandis que l'analyse quantitative détermine sa concentration.

L'article explore ensuite les diverses approches d'analyse de l'eau, classifiées en deux grandes catégories : les méthodes physico-chimiques et les méthodes biologiques. Il identifie trois catégories de paramètres pour caractériser la qualité de l'eau :

microbiologiques, physico-chimiques et organoleptiques. En conclusion, l'article souligne l'importance cruciale de l'analyse de l'eau pour la protection de la santé humaine et de l'environnement. Cette démarche permet non seulement de garantir la potabilité de l'eau, mais aussi de préserver l'écosystème en limitant les risques de pollution.

- **L'étude de Bouziani, A. (2012)** « L'eau : ressource, pollution, traitement » présente une synthèse des connaissances actuelles sur l'eau, de sa ressource à son traitement.

Il a divisé son ouvrage en trois parties :

- ✓ **La première partie**, "L'eau, une ressource naturelle", se concentre sur la présentation des propriétés physiques et chimiques de l'eau, son cycle naturel, ainsi que sa répartition sur Terre. Elle offre ainsi une compréhension approfondie de la nature de cette ressource vitale.
 - ✓ **La deuxième partie**, "La pollution de l'eau", explore les divers aspects liés à la pollution de l'eau, en examinant ses causes, ses effets, et en abordant les moyens de lutte contre ce phénomène préoccupant. Cette section offre un aperçu complet des défis environnementaux liés à la contamination de l'eau.
 - ✓ **La troisième partie**, "Le traitement de l'eau", se penche sur les différentes techniques utilisées pour traiter l'eau. Elle couvre un large éventail de procédés, allant de l'épuration des eaux usées à la désalinisation de l'eau de mer, offrant ainsi des solutions variées pour assurer l'accès à une eau propre et sûre.
- **Henri, L. (2012)** : l'auteur a montré une synthèse des connaissances actuelles sur l'eau potable. L'étude est divisée en trois parties :

Il a présenté les définitions, les normes et les sources de l'eau potable. L'eau potable est une eau destinée à la consommation humaine, qui doit être propre, saine et exempte de substances nocives. Les normes de qualité de l'eau potable sont des exigences minimales qui doivent être respectées pour garantir sa sécurité sanitaire. Les sources d'eau potable sont les ressources naturelles d'eau qui peuvent être utilisées pour la produire.

Il a couvert les traitements physico-chimiques, biologiques et complémentaires. Les traitements physico-chimiques utilisent des procédés physiques et chimiques pour éliminer les polluants de l'eau. Les traitements biologiques utilisent des microorganismes pour dégrader les polluants organiques. Les traitements complémentaires sont utilisés pour améliorer la qualité de l'eau potable, notamment la désinfection, l'adoucissement et la fluoruration.

III.2 Analyse bibliographique sur la qualité physico-chimique de l'eau potable :

- **Dégréé, P. (1952)** : l'auteur a traité de la couleur de l'eau, tant de l'eau naturelle que de l'eau traitée. Il a commencé par définir la couleur de l'eau comme la perception visuelle de la lumière réfléchiée par l'eau, il a expliqué ensuite que la couleur de l'eau peut être due à la présence de minéraux, de particules en suspension ou de produits chimiques. Il a poursuivi en abordant les diverses techniques employées pour mesurer la couleur de l'eau, notant que la méthode prédominante consiste à évaluer l'intensité chromatique à l'aide d'un spectrophotomètre. En conclusion, l'article met en avant l'importance particulière de surveiller la couleur de l'eau, car elle peut constituer un indicateur significatif de la qualité de l'eau.
- **Bermond, R et Vuichard, R. (1973)** : Les auteurs ont présenté une classification des paramètres de la qualité des eaux. Ils ont distingué deux grandes catégories de paramètres :
Ils ont exposé ensuite une description détaillée de chacun des paramètres, ainsi que des méthodes d'analyse utilisées pour les mesurer.

Les principaux paramètres physiques de la qualité des eaux sont les suivants :

- ✓ **Température** : la température de l'eau a un impact sur sa solubilité, sa capacité à transporter des substances et sa réaction chimique.
- ✓ **Turbidité** : la turbidité est due à la présence de particules en suspension dans l'eau. Elle peut rendre l'eau opaque et gêner la pénétration de la lumière.
- ✓ **Couleur** : la couleur de l'eau est due à la présence de substances colorantes dissoutes ou en suspension.
- ✓ **Odeur** : l'odeur de l'eau est due à la présence de substances odorantes dissoutes ou en suspension.

Les principaux paramètres chimiques de la qualité des eaux sont les suivants :

- ✓ **Concentration en ions** : la concentration en ions est un indicateur de la composition chimique de l'eau. Les ions les plus importants sont les ions sodium, potassium, calcium, magnésium, bicarbonate, chlorure et sulfate.

- ✓ **Substances organiques** : les substances organiques sont des composés chimiques qui contiennent du carbone. Elles peuvent être d'origine naturelle ou artificielle. Les substances organiques les plus courantes dans l'eau sont les matières organiques dissoutes, les matières organiques en suspension et les produits de dégradation des matières organiques.
 - ✓ **Polluants** : les polluants sont des substances chimiques qui sont introduites dans l'eau par les activités humaines. Les polluants les plus courants dans l'eau sont les métaux lourds, les pesticides, les herbicides et les hydrocarbures.
- **Leynad, G et Verrel, J.L. (1980)** ont présenté une synthèse des connaissances sur la modification du milieu aquatique sous l'influence des pollutions.
Les auteurs ont établi une distinction entre deux types de pollutions : les pollutions physiques et les pollutions chimiques. Les pollutions physiques résultent de la présence de substances ou d'objets qui ne sont pas naturellement présents dans le milieu aquatique. En revanche, les pollutions chimiques sont attribuées à la présence de substances chimiques dans l'eau, pouvant être générées par diverses sources. Les rejets industriels contribuent à cette pollution en introduisant des substances telles que des métaux lourds, des hydrocarbures, des pesticides et des engrais. De même, l'agriculture contribue avec des rejets de pesticides et d'engrais, tandis que les rejets domestiques introduisent des substances chimiques issues des eaux usées, comprenant des détergents, des produits de toilette et des médicaments.
 - **Rodier. (2005)** est un manuel complet sur l'analyse de l'eau, il aborde tous les aspects de l'analyse de l'eau, des principes de base aux méthodes les plus récentes.
 - ✓ **La première partie** de l'ouvrage traite des principes de l'analyse de l'eau, englobant des sujets tels que la chimie de l'eau (y compris la structure de l'eau, la solubilité des solutés, les réactions chimiques et les équilibres chimiques), les techniques d'échantillonnage et de prélèvement de l'eau (comprenant les méthodes de prélèvement, les conditions et la conservation des échantillons), ainsi que les méthodes d'analyse de l'eau, couvrant les aspects physico-chimiques, microbiologiques et organoleptiques.

- ✓ **La deuxième partie** de l'ouvrage, l'analyse des différentes catégories d'eau est examinée, englobant les eaux naturelles (compréhension des paramètres physico-chimiques, microbiologiques et organoleptiques, notamment pour les eaux de surface, souterraines et thermales), les eaux résiduaires (avec un focus sur les eaux usées domestiques, industrielles et de ruissellement, en termes de paramètres physico-chimiques, microbiologiques et organoleptiques).

- ✓ **La troisième partie** de l'ouvrage se consacre aux aspects réglementaires et à la gestion de l'eau, couvrant les normes de qualité de l'eau en vigueur dans différents pays pour les eaux potables, de baignade et de surface. Elle explore également les divers systèmes de gestion de l'eau, notamment pour l'eau potable, les eaux usées et les eaux de surface, ainsi que les problèmes de pollution de l'eau, tels que la contamination par les nitrates, les pesticides, les métaux lourds et les substances organiques.

- **Thomas, J. M. (2023) : "Le chlorure dans l'eau potable : un danger ou un allié ?"**, il a étudié les effets du chlorure sur la santé. Le chlorure est un anion présent naturellement dans l'eau, mais il peut également être ajouté à l'eau potable pour la désinfecter. Le chlore est un désinfectant puissant qui tue les bactéries et les virus, ce qui contribue à protéger la santé publique. Cependant, le chlore peut également avoir des effets négatifs sur la santé, tels que des irritations de la peau, des yeux et des voies respiratoires. Il a commencé par une discussion sur les avantages du chlore dans l'eau potable. Le chlore est efficace pour tuer les bactéries et les virus, ce qui réduit le risque de maladies d'origine hydrique, telles que la diarrhée, la typhoïde et le choléra. Le chlore contribue également à prévenir la croissance des algues et des bactéries dans les systèmes d'eau potable. Ensuite il a passé à une discussion sur les risques potentiels du chlore dans l'eau potable. À des concentrations élevées, le chlore peut provoquer des irritations de la peau, des yeux et des voies respiratoires. Ces irritations peuvent être temporaires ou permanentes. Des études ont également suggéré que le chlore pourrait être associé à un certain nombre de problèmes de santé chroniques, tels que les maladies cardiaques, les maladies respiratoires et le cancer. Cependant, ces associations ne sont pas encore clairement établies.

En conclusion, il a recommandé de limiter l'exposition au chlore en buvant de l'eau filtrée ou en utilisant un filtre à eau au robinet. Les personnes qui sont particulièrement sensibles au chlore, telles que les personnes souffrant d'allergies ou d'asthme, devraient envisager de boire de l'eau filtrée ou de se procurer un filtre à eau au robinet.

- **Les directives de l'OMS sur les paramètres de qualité de l'eau potable** sont conçues pour protéger la santé humaine contre les maladies transmises par l'eau. Ces directives sont basées sur les connaissances scientifiques les plus récentes et sont révisées régulièrement pour tenir compte des nouveaux développements.

Les directives de l'OMS recommandent des limites maximales pour les concentrations de micro-organismes pathogènes suivants dans l'eau potable :

- ✓ **Les coliformes totaux** : sont un groupe de bactéries qui sont présentes dans l'intestin des animaux et des humains. La présence de coliformes totaux dans l'eau indique que l'eau a été contaminée par des matières fécales.
- ✓ **E. coli** : est une bactérie qui est présente dans l'intestin des humains. La présence d'E. coli dans l'eau est un indicateur de contamination fécale récente.
- ✓ **Legionella** : est une bactérie qui cause la légionellose, une maladie pulmonaire grave. La légionellose est souvent associée à la présence de Legionella dans l'eau chaude.

Les paramètres physico-chimiques jouent un rôle crucial dans l'évaluation de la qualité globale de l'eau, englobant ses aspects physiques, chimiques et biologiques. Les directives de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) proposent des limites maximales pour les concentrations de certains paramètres physico-chimiques dans l'eau potable, offrant ainsi des normes de référence essentielles pour garantir la sécurité et la salubrité de l'eau destinée à la consommation humaine. Ces recommandations fournissent un cadre essentiel pour les réglementations et les pratiques visant à maintenir des normes de qualité optimales dans les systèmes d'approvisionnement en eau. Les paramètres organoleptiques évaluent l'apparence, l'odeur et le goût de l'eau. Selon l'OMS, l'eau potable doit être incolore, inodore et sans saveur désagréable.

III.4 Analyse bibliographique sur les étapes de traitement et les normes applicables :

- ✓ **Boeglin, J.C. (1998)** : L'auteur a fourni une description complète de la réglementation française relative au contrôle des eaux douces et de consommation humaine.

Il a divisé son travail en deux parties : "Eaux douces", qui explorent les divers types d'eaux douces, leur qualité et les moyens de les protéger, et "Eaux de consommation humaine", qui se penchent sur les normes sanitaires applicables à ces eaux destinées à la consommation humaine.

Les eaux douces sont des eaux qui contiennent moins de 1 000 mg/l de sels dissous. Elles sont principalement constituées d'eau, mais elles peuvent également contenir des minéraux, des éléments traces, des matières organiques et des substances polluantes, la qualité des eaux douces est évaluée en fonction de leur composition chimique, de leur turbidité, de leur couleur et de leur odeur, leur protection est assurée par des mesures réglementaires, administratives et techniques.

- **Berne, F et Jean, C. (2001)** : est un manuel de référence sur les techniques de traitement des eaux usées et des eaux de consommation, il fournit une description complète des différentes techniques de traitement des eaux, ainsi que des informations sur les applications et les performances de ces techniques.

Les auteurs ont souligné que les eaux de consommation sont spécifiquement destinées à la consommation humaine. Ces eaux doivent impérativement être dépourvues de tout polluant potentiellement préjudiciable à la santé.

Dans cette optique, le traitement des eaux de consommation s'avère essentiel, visant à éliminer les polluants présents dans les eaux de surface et souterraines. Cette démarche a pour objectif de rendre ces eaux propres et parfaitement potables, assurant ainsi la sécurité sanitaire des consommateurs. Ils ont noté que les techniques de traitement des eaux de consommation peuvent être classées en trois grandes catégories.

- ✓ **Le traitement primaire** : consiste à éliminer les grosses particules et les matières flottantes.
- ✓ **Le traitement secondaire** : consiste à éliminer les matières organiques dissoutes.

- ✓ **Le traitement tertiaire** : consiste à éliminer les polluants spécifiques, tels que les nitrates, les pesticides et les métaux lourds.

- **Khadraoui, A. et Taleb, S. (2008)** : les auteurs ont traité la qualité de l'eau potable en Algérie. Ils ont commencé par définir l'eau potable comme une eau qui ne présente aucun danger pour la santé humaine. L'article aborde ensuite la détermination des critères acceptables de l'eau potable par le biais de normes de potabilité établies par des instances sanitaires nationales et internationales, telles que l'OMS. Dans la continuité, il se penche sur les éléments chimiques, biologiques et physiques nécessitant une surveillance dans l'eau potable, expliquant que les normes de potabilité fixent des concentrations maximales autorisées pour ces composants.
En guise de conclusion, l'article souligne l'importance cruciale des normes de potabilité dans la préservation de la sécurité de l'eau potable, tout en faisant remarquer que ces normes peuvent varier d'un pays à l'autre.

III.3 Conclusion

En conclusion, la recherche bibliographique a permis d'éclairer de manière approfondie la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau potable. Les résultats compilés révèlent la diversité des paramètres évalués, allant des composants chimiques aux aspects microbiologiques, et mettent en évidence l'importance des normes établies par des organismes régulateurs tels que l'OMS. Les méthodologies de surveillance des bactéries indicatrices fournissent des indications cruciales sur la contamination microbiologique. Cette synthèse offre ainsi une vision complète des défis rencontrés et des avancées réalisées dans la préservation et l'amélioration de la qualité de l'eau potable.

Chapitre IV :

Résultats et discussions

IV.1 Introduction

Dans le cadre de ce chapitre dédié aux résultats des analyses d'eau potable, nous explorerons en détail les données obtenues à partir des diverses analyses effectuées sur les échantillons d'eau. Les points d'échantillonnage pour les analyses des eaux comprennent les eaux brutes, prélevées au déboureur à l'entrée de la station de traitement, ainsi que les eaux traitées, collectées à la sortie de la station de traitement. Généralement, les échantillons d'eaux brutes sont collectés plusieurs fois par semaine, tandis que ceux des eaux traitées le sont une fois par semaine. Les prélèvements sont effectués par du personnel qualifié et équipé, utilisant un matériel stérilisé et adapté, dans le strict respect des protocoles établis.

IV.2 Résultats des analyses physico-chimiques :

Afin d'analyser les caractéristiques physico-chimiques des eaux brutes et traitées provenant du barrage de Bouhanifia, nous avons effectué l'analyse de trois échantillons prélevés chaque mois (Aout, Septembre, Octobre (2023)) à la station de traitement.

IV.2.1 Paramètres organoleptiques :

- **Couleur**

D'après une observation visuelle, il est apparent que les eaux brutes présentent une coloration significativement plus prononcée que les eaux traitées. Cette disparité résulte de la présence de substances dissoutes dans les eaux brutes, pouvant représenter un danger potentiel pour la santé. La distinction de couleur entre les eaux brutes et traitées constitue un indicateur de la qualité de l'eau. Une eau brute affichant une couleur apparente élevée est susceptible de renfermer des substances nocives pour la santé. Le processus de traitement de l'eau vise à réduire la présence de ces substances, rendant ainsi l'eau propre à la consommation.

- **Odeur et gout**

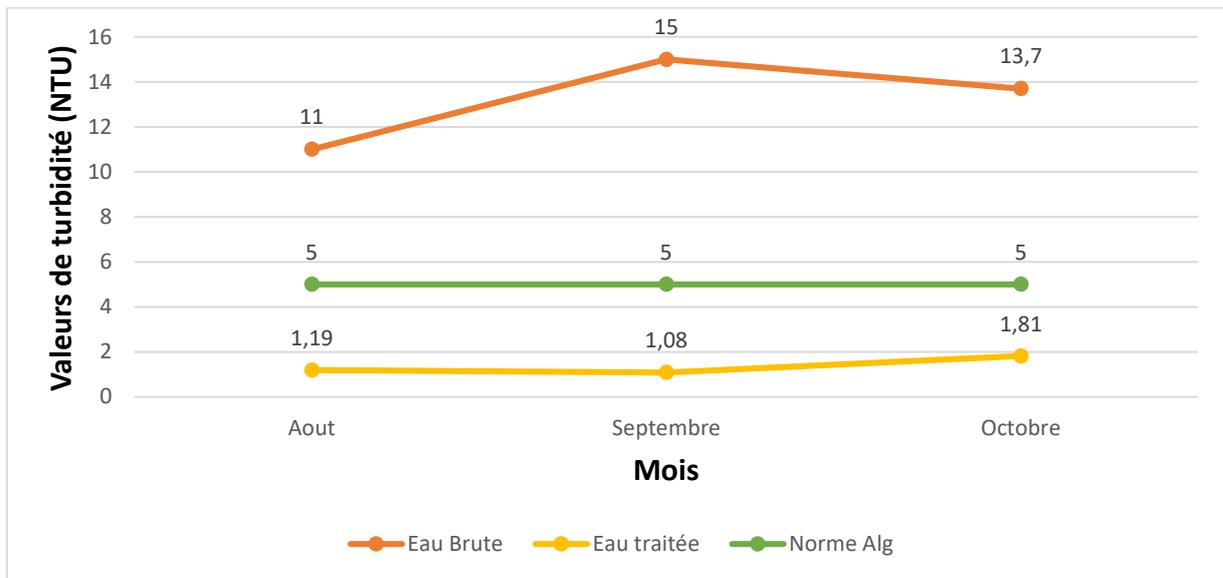
L'odeur se compose des impressions captées par l'organe olfactif lorsqu'il détecte certaines substances volatiles, lesquelles génèrent des sensations distinctes.

L'analyse sensorielle de l'eau brute a mis en évidence une odeur variable, dont l'origine probable est la présence de substances volatiles émises par des matières organiques en décomposition et des micro-organismes présents dans le barrage.

L'eau traitée a une odeur de chlore résiduel, car cette substance est utilisée pour la désinfection. Cette odeur est normale, car le chlore est une substance volatile. De plus, le chlore résiduel a une légère saveur, qui est également normale.

En règle générale, les résultats des tests organoleptiques suggèrent une eau de qualité satisfaisante présentant une légère odeur de chlore et de goût. Il convient de noter que ces résultats demeurent très subjectifs.

✓ **Turbidité**



Source : ADE Mascara

Figure IV.1 : Évaluation de la turbidité des eaux brutes et les eaux traitées du Barrage de Bouhanifia

Les résultats des analyses indiquent une variation significative de la valeur de la turbidité entre les eaux brutes et traitées du barrage.

Au cours de notre étude, nous observons une variation considérable de la turbidité des eaux brutes.

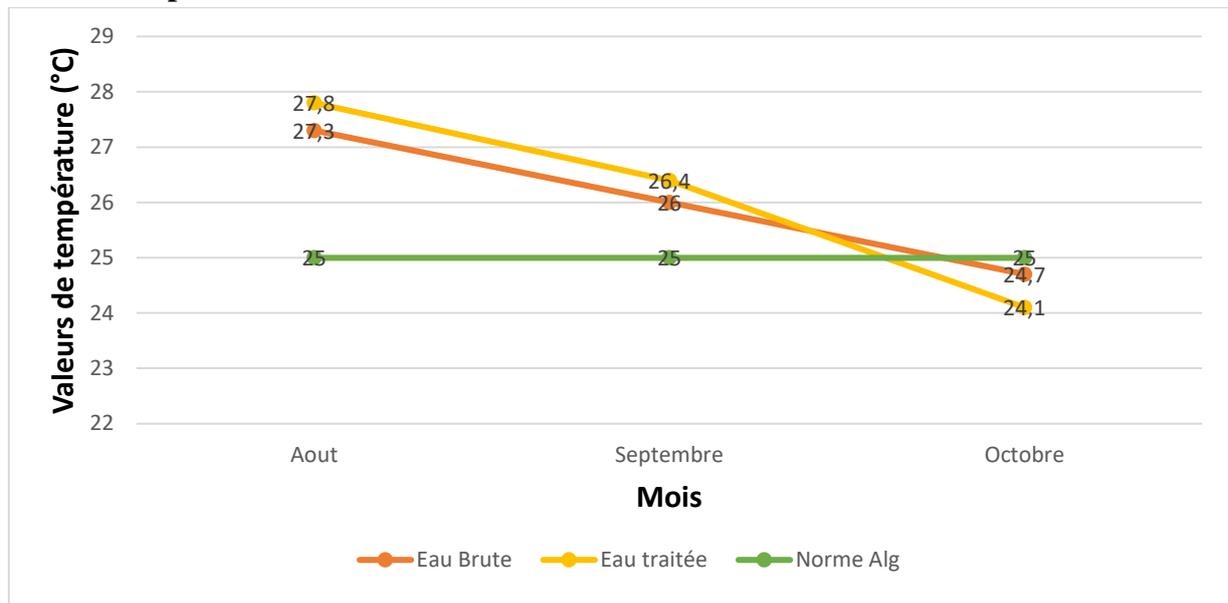
Le graphique met en lumière les variations mensuelles des niveaux de turbidité au cours des trois derniers mois. Au mois d'Aout, on constate une nette diminution, atteignant un creux significatif de 11 NTU. Cette diminution est suivie d'une tendance à la hausse de 15 NTU au cours du mois de Septembre. Cependant, au mois d'Octobre, les niveaux de turbidité semblent connaître une nouvelle diminution de 13,7 NTU indiquant une possible régulation ou clarification de l'eau. Cependant, nous notons une fluctuation dans la turbidité des eaux traitées, la courbe met en évidence une remarquable stabilité des niveaux de turbidité au cours des deux

premiers mois, avec des valeurs presque égales, néanmoins le niveau de turbidité semble connaître une légère augmentation au mois d'octobre. Une faible variation entre les mois peut indiquer une efficacité constante des processus de traitement.

D'une part, on constate une diminution de la turbidité. Après traitement, la turbidité moyenne de l'eau s'établit à 1,36 NTU, une valeur nettement inférieure à la norme algérienne, ce qui la catégorise dans la classe des eaux claires selon la classification de Rodier ($NTU < 5$).

IV.2.2. Résultats des analyses des paramètres physiques :

✓ Température



Source : ADE Mascara

Figure IV.2 : Évaluation de la température des eaux brutes et les eaux traitées du barrage de Bouhanifia

D'après la figure IV.2, il est observable que les eaux du barrage, qu'elles soient brutes ou traitées, ne manifestent pas une variation significative de température entre elles.

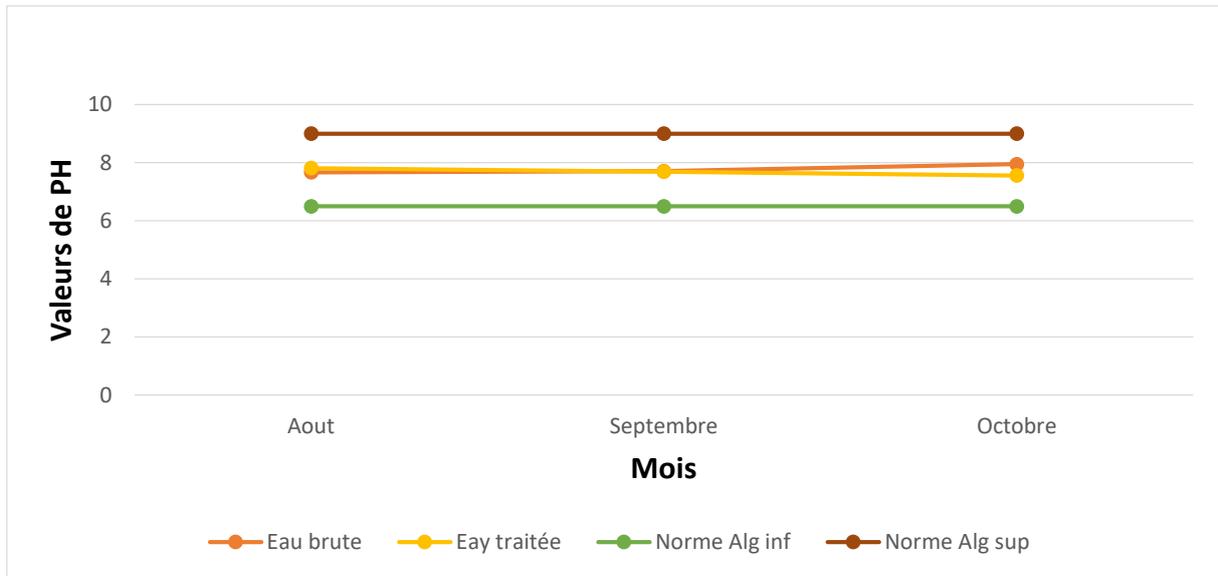
La figure IV.2 montre que la température des eaux analysées des mois d'août et de septembre est comprise entre 26,4 °C et 27,8 °C, ces températures sont supérieures à 25 °C, La température des eaux analysées de mois d'Octobre est de 24,1 °C, cette température est considérablement en dessous de 25°C.

✓ Potentiel Hydrogène (PH)

Tableau IV.1: Les valeurs du pH des eaux brutes et traitées du barrage de Bouhanifia.

Mois	Aout	Septembre	Octobre
Eau Brute	7,67	7,71	7,95
Eau traitée	7,81	7,69	7,56
Norme Alg inf	6,5	6,5	6,5
Norme Alg sup	9	9	9

Source : ADE Mascara



Source : ADE Mascara

Figure IV.3 : Évaluation du PH des eaux brutes et les eaux traitées du barrage de Bouhanifia.

Les pH enregistrés dans nos échantillons sont représentés dans la figure IV.3. Ils affichent une moyenne de 7,77 pour les eaux brutes et de 7,68 pour les eaux traitées. Cela suggère que les eaux du barrage de Bouhanifia présentent un pH se rapprochant de la neutralité.

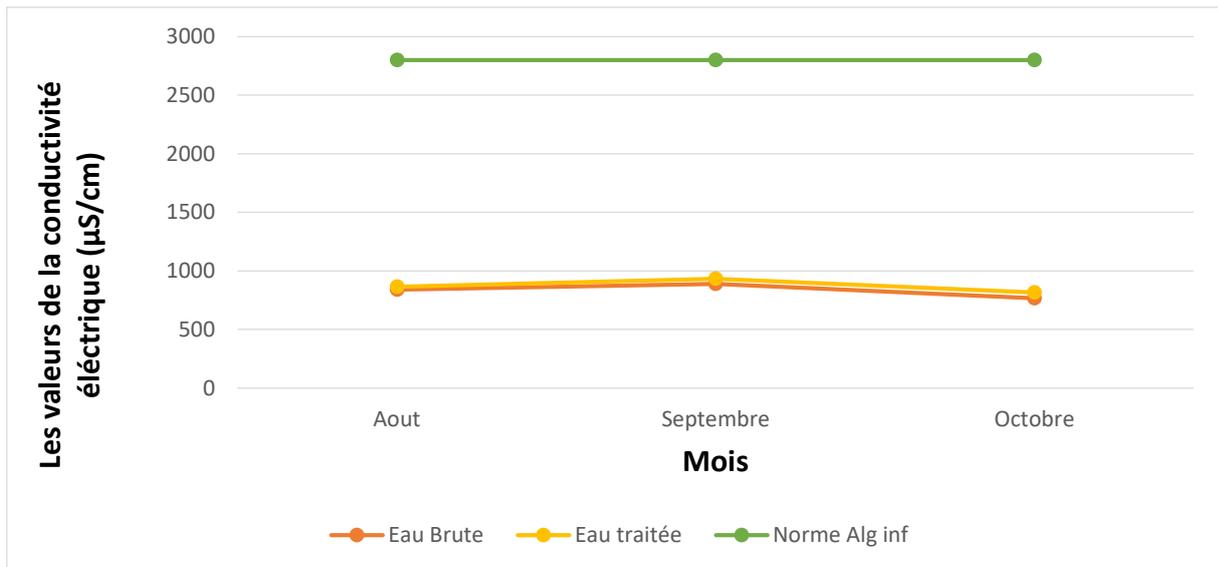
Les valeurs enregistrées du pH se situent entre 6,5 et 9 considérées comme les limites acceptables pour les eaux potables selon les normes algériennes. En résumé, les niveaux de pH des échantillons étudiés sont conformes, ne présentant ainsi aucune incidence négative sur les canalisations, le circuit de distribution, ni même sur le consommateur.

✓ Conductivité électrique

Tableau IV.2: Les valeurs de la conductivité électrique des eaux brutes et les eaux traitées du barrage de Bouhanifia.

Mois	Aout	Septembre	Octobre
Eau Brute ($\mu\text{S/cm}$)	841	890	768
Eau traitée ($\mu\text{S/cm}$)	866	934	817
Norme Alg ($\mu\text{S/cm}$)	2800	2800	2800

Source : ADE Mascara



Source : ADE Mascara

Figure IV.4 : Évaluation de la conductivité des eaux brutes et traitées du barrage de Bouhanifia

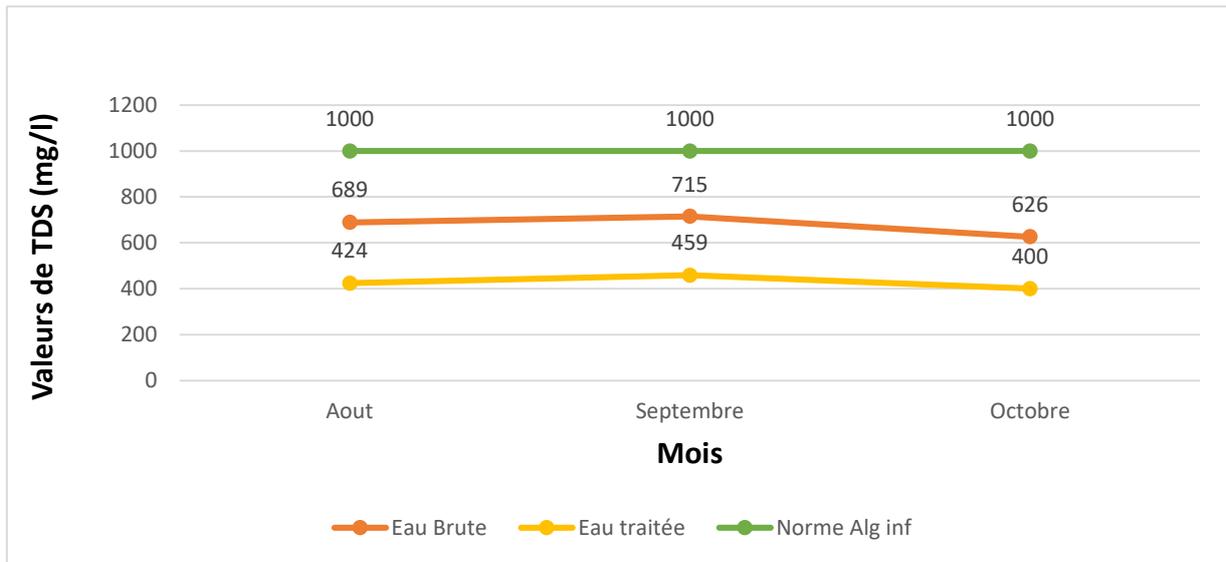
La figure IV.4 illustre l'évaluation de la conductivité des eaux brutes et traitées du barrage de Bouhanifia.

Selon la figure IV.4, on observe que les valeurs de conductivité enregistrées ne présentent pas de différence significative entre les eaux brutes et les eaux traitées ; elles sont pratiquement similaires.

Nous observons que les niveaux de conductivité des eaux traitées sont légèrement plus élevés que ceux des eaux brutes. Les valeurs extrêmes enregistrées pour les eaux brutes varient de 768 $\mu\text{S/cm}$ à 890 $\mu\text{S/cm}$, tandis que pour les eaux traitées, elles oscillent entre 817 $\mu\text{S/cm}$ et 934 $\mu\text{S/cm}$, illustrant ainsi une différence marginale.

Donc la confrontation des résultats avec la limite spécifiée par la norme algérienne démontre leur conformité, laquelle est établie à 2800 $\mu\text{S/cm}$.

✓ Teneur de sels dissous (TDS)



Source : ADE Mascara

Figure IV.5 : Évaluation de TDS des eaux brutes et les eaux traitées du barrage de Bouhanifia

La figure IV.5 illustre une proximité marquée entre les valeurs de TDS des deux eaux analysées, avec une plage allant d'environ 400 mg/l en minimum à 689 mg/l en maximum.

A des températures plus élevées, l'eau a une capacité de dissolution accrue, ce qui peut entraîner une augmentation de la TDS.

Après le traitement, on observe une diminution du taux de sels dissous, conduisant à une distribution équilibrée des ions dans l'eau et à des niveaux acceptables.

Dans la plupart des normes concernant les solides dissous, aucune valeur directive n'est spécifiée. Cependant, la valeur optimale est généralement inférieure à 1000 mg/l.

✓ Salinité

Tableau IV.3 : Les valeurs de la salinité des eaux brutes et traitées du barrage de Bouhanifia

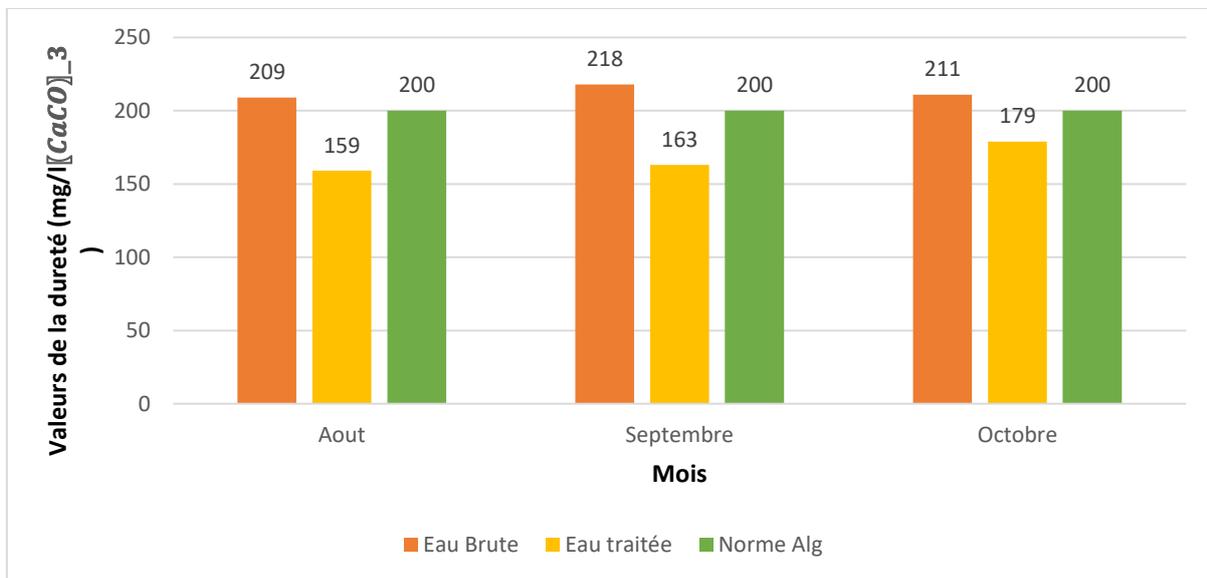
Mois	Aout	Septembre	Octobre
Eau Brute (%)	0,4	0,4	0,4
Eau traitée (%)	0,4	0,4	0,3
Norme Alg (%)	1,5	1,5	1,5

Source : ADE Mascara

Le tableau montre de manière frappante la constance des niveaux de salinité de l'eau au cours des trois derniers mois. Les trois valeurs égales observées mois après mois suggèrent une stabilité remarquable de la salinité.

Les valeurs enregistrées pour les eaux brutes et traitées sont les mêmes en raison de la présence des mêmes sels dans l'eau. Autrement dit, le traitement n'a pas eu d'influence sur les éléments minéraux présents.

✓ **Dureté ou titre hydrotimétrique**



Source : ADE Mascara

Figure IV.6 : Évaluation de la dureté des eaux brutes et les eaux traitées du barrage de Bouhanifia

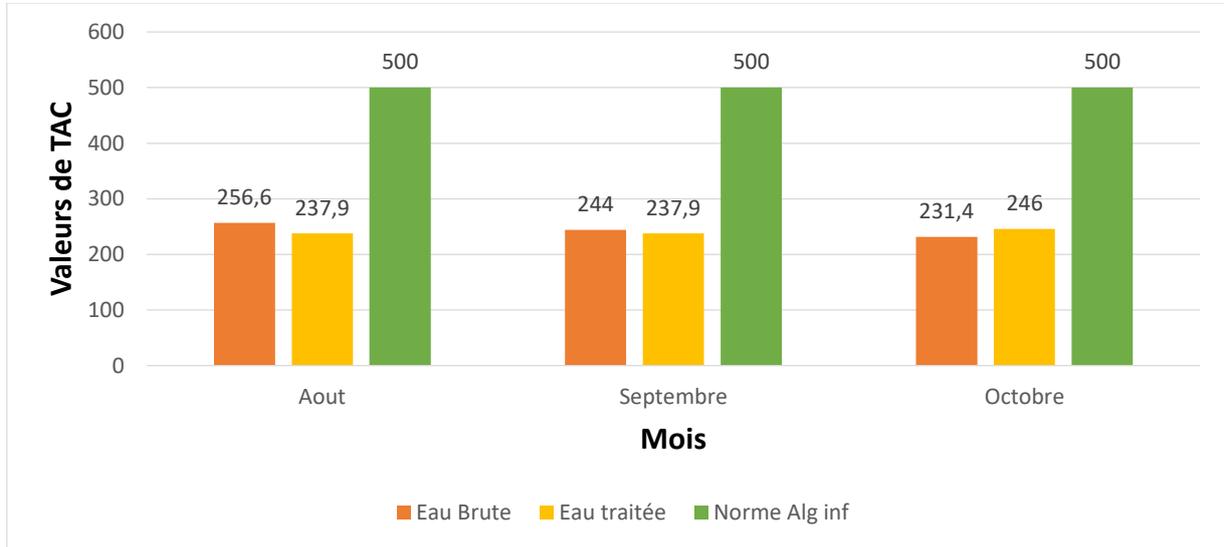
La dureté de l'eau, principalement due aux sels de calcium et de magnésium, a tendance à augmenter avec l'augmentation de la température en raison de la solubilité accrue de ces minéraux dans l'eau chaude.

La figure IV.6 met en évidence une remarquable uniformité des niveaux de dureté de l'eau traitée au cours des trois derniers mois, avec des valeurs égales persistantes. Cette constance suggère une stabilité significative dans la composition minérale de l'eau pendant cette période.

Le traitement réduit la dureté, et les résultats étudiés indiquent une dureté élevée, ce qui suggère qu'elles sont dures.

IV.2.3 Résultats des analyses des paramètres chimiques :

✓ Alcalinité (TAC)



Source : ADE Mascara

Figure IV.7 : Évaluation de TAC des eaux brutes et traitées du barrage de Bouhanifia

L'alcalinité d'une eau se réfère à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité est principalement due à la présence d'hydrogénocarbonates (HCO_3^-), carbonates (CO_3^{2-}), et hydroxydes (OH^-).

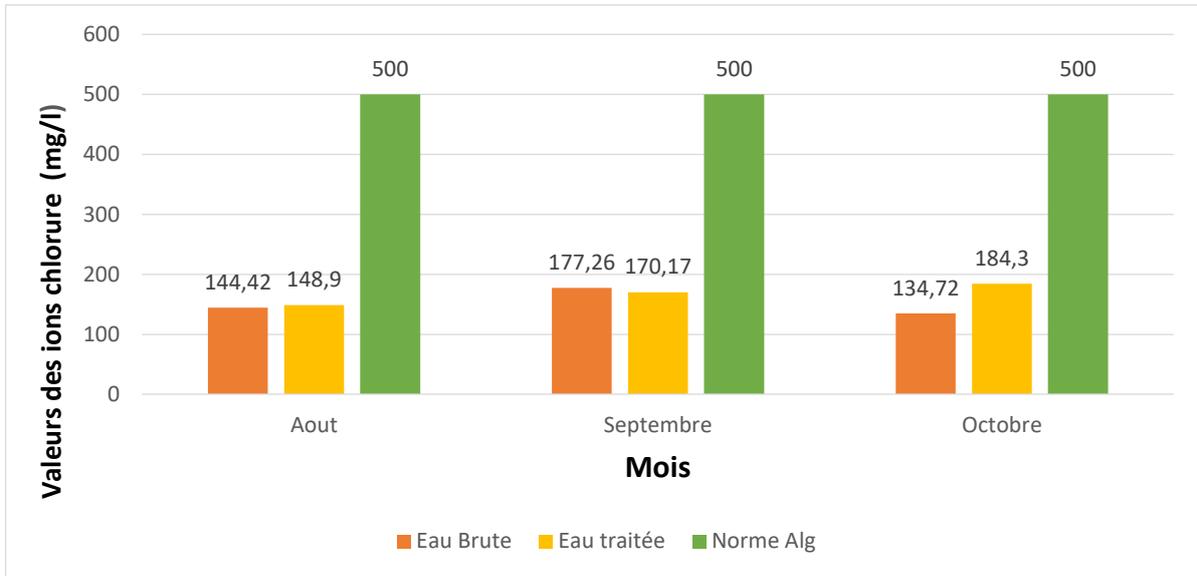
Nous constatons que les valeurs du TAC se situent entre 231,4 et 256,6 mg/l (CaCO_3) pour les eaux brutes, tandis qu'elles varient entre 237,9 et 246 mg/l (CaCO_3) pour les eaux traitées analysées.

En été (mois d'aout), l'eau chaude libère de CO_2 ce qui peut acidifier l'eau et baisser l'alcalinité. En hiver (mois d'octobre), l'eau froide dissout plus de CO_2 ce qui peut augmenter l'alcalinité.

De cette manière, il est notable qu'au mois d'octobre, la valeur du TAC de l'eau traitée est supérieure à celle de l'eau brute, tandis que le contraire est observé au mois d'août.

Les résultats obtenus sont en grande conformité avec la norme algérienne établie à 500 mg/l (CaCO_3).

✓ Ions Chlorures (Cl^-)



Source : ADE Mascara

Figure IV.8 : Évaluation des ions de chlorure des eaux brutes et les eaux traitées du barrage de Bouhanifia

Les résultats illustrés dans la figure IV.9 indiquent que la concentration minimale en ions chlorure est de 134,72mg/l, tandis que la concentration maximale atteint 177,26 mg/l pour l'eau brute, ainsi pour l'eau traitée, les valeurs varient entre une concentration minimale de 148,9 mg/l et une concentration maximale de 184,3 mg/l.

Les résultats obtenus correspondent largement à la norme algérienne fixée à 500 mg/l.

IV.3 Résultats des analyses des paramètres de pollution :

Tableau IV.4 : Les valeurs des paramètres de pollution des eaux brutes et traitées du barrage de Bouhanifia

Mois	Type d'eau	Ammonium (NH_4^+)	Nitrite (NO_2^-)	Plomb (P)	Sulfate (SO_4^{-2})	Nitrate (NO_3^-)	Sodium (Na^+)	Potassium (K^+)
		Mg/L						
Aout	Eau brute	0,67	0,06	< 0,1	83,14	< 0,5	72,5	6,92
	Eau traitée	< 0,02	<0,02	< 0,1	88,20	< 0,5	94,7	4,94
Septembre	Eau brute	0,8	0,13	< 0,1	70,25	< 0,5	72,28	5,95
	Eau traitée	< 0,02	<0,02	< 0,1	90,15	< 0,5	88,28	6,67
Octobre	Eau brute	0,83	0,18	< 0,1	68,19	< 0,5	67,47	5,08
	Eau traitée	< 0,02	<0,02	< 0,1	82,18	< 0,5	85,02	5,85
Norme Alg	Eau traitée	< 0,2	<0,02	< 0,1	400	< 0,5	200	12

Source : ADE Mascara

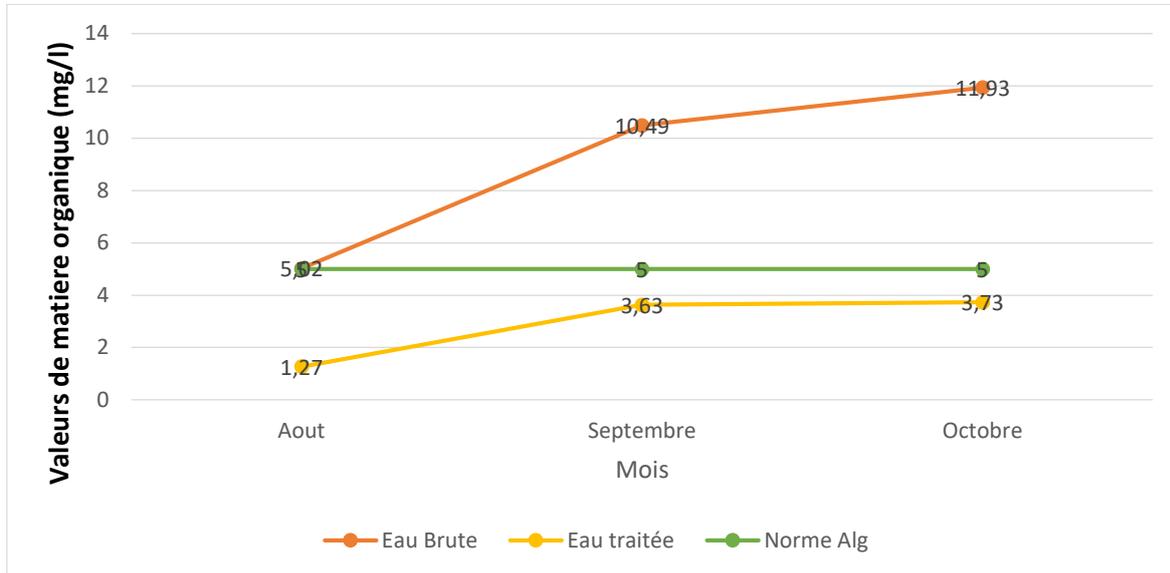
Le tableau des valeurs des paramètres de pollution démontre une conformité significative aux normes algériennes en vigueur. Chaque valeur enregistrée se situe dans les limites établies par les directives, soulignant ainsi la qualité conforme de la composition ionique de l'eau analysée. Cette conformité aux normes algériennes renforce la confiance dans la qualité des ions chimiques présents, contribuant ainsi à garantir la sécurité et la salubrité de l'eau pour divers usages.

- **Matière organique**

La détermination des matières organiques dans une eau de barrage est généralement réalisée par plusieurs méthodes.

- ✓ **Analyse de la demande chimique en oxygène (DCO) :** Cette méthode mesure la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder chimiquement les matières organiques présentes dans l'eau. Une valeur élevée de DCO indique une concentration élevée de matières organiques.
- ✓ **Analyse de la demande biochimique en oxygène (DBO) :** La DBO mesure la quantité d'oxygène consommée par les microorganismes lors de la décomposition des matières organiques. Elle donne une indication de la biodégradabilité des composés organiques.

- ✓ **Mesure de la matière organique totale** : Cela peut être effectué par des méthodes telles que la spectrophotométrie, qui évalue la couleur de l'eau liée à la matière organique.



Source : ADE Mascara

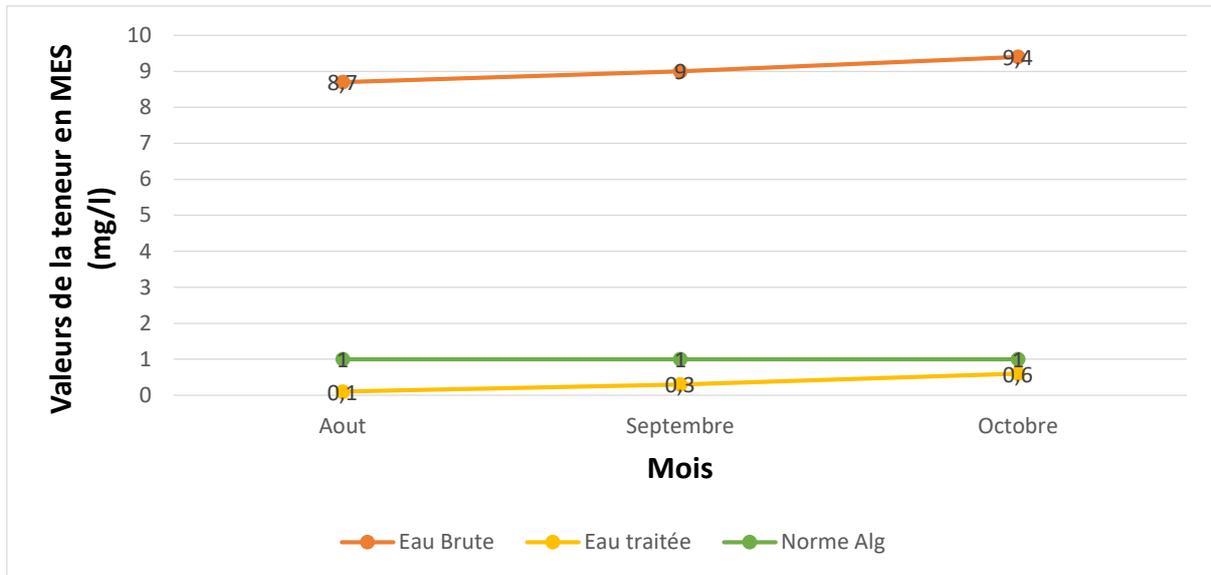
Tableau IV.9 : Évaluation des concentrations de matière organique des eaux brutes et les eaux traitées du barrage de Bouhanifia

Selon les résultats analytiques exposés précédemment, les concentrations en matières organiques des eaux brutes varient de 5,02 mg/l (valeur minimale enregistrée en août) à 11,93 mg/l (valeur maximale enregistrée en octobre) car les précipitations peuvent introduire des matières organiques dans un barrage par ruissellement, influençant la charge organique.

Après le traitement, ces valeurs diminuent, atteignant un minimum de 1,27 mg/l (prélevée en août) et un maximum de 3,73 mg/l (prélevée en octobre).

En comparant les résultats obtenus avec la valeur limite de la norme algérienne, nous concluons que les eaux traitées s'alignent largement sur la norme algérienne établie à 5 mg/l.

✓ Matière en suspension



Source : ADE Mascara

Figure IV. 10 : Évaluation des teneur en MES des eaux brutes et les eaux traitées du barrage de Bouhanifia

La concentration en matière en suspension dans l'eau brute atteint des valeurs entre 8,7 mg/l et 9,4 mg/l, mais après le traitement, cette valeur diminue jusqu'à atteindre une fourchette de 0,1 à 0,6 mg/l. Cela témoigne de l'efficacité du traitement par coagulation-floculation.

IV.4 Résultats des analyses bactériologiques :

Les analyses bactériologiques ont été menées au laboratoire ADE et ont impliqué la détection des coliformes fécaux et totaux, des streptocoques fécaux, ainsi que des Escherichia coli.

➤ **Dénombrement de Coliformes totaux :**

Les coliformes totaux sont des bactéries présentes dans les matières fécales. Leur présence dans l'eau potable indique donc que l'eau peut être contaminée par des matières fécales. (Gorbach .P et Bartlett. J, 2020).

Les eaux brutes présentent une concentration moyenne de plus de 57,34 UFC/100 ml, tandis que pour les eaux traitées, aucune unité n'a été enregistrée.

Le nombre de colonies observé dans les eaux traitées est en accord avec les normes en vigueur en Algérie. Ce qui suggère que la désinfection a été correctement réalisée.

➤ **Dénombrement de Streptocoques fécaux :**

Les streptocoques fécaux sont des bactéries présentes dans les matières fécales et capables de survivre à des températures élevées. Ils sont utilisés comme indicateurs de la qualité de l'eau potable, car leur présence indique une contamination fécale. Ils sont également utilisés pour évaluer l'efficacité du traitement de l'eau, car ils sont plus résistants que les autres bactéries présentes dans l'eau.

L'analyse des échantillons d'eau brute révèle la présence de streptocoques fécaux, mais ces derniers sont absents dans l'eau traitée. Ainsi, les eaux examinées sont conformes à la norme algérienne.

➤ **Dénombrement d'Escherichia coli :**

Escherichia coli, appartenant aux coliformes totaux, est la seule bactérie de ce groupe présente exclusivement dans les matières fécales humaines et animales. Sa détection dans l'eau signale une contamination récente par des matières fécales.

Selon les résultats, on observe que les Escherichia coli sont détectés uniquement dans les eaux brutes et sont absents dans les eaux traitées. Les résultats obtenus sont conformes à la norme algérienne qui fixe une limite de 0 UFC/100 ml.

IV.5 Conclusion

En conclusion de ce chapitre dédié aux résultats des analyses d'eau potable, il apparaît clairement que les échantillons étudiés présentent des caractéristiques conformes aux normes établies. Les paramètres physico-chimiques, et bactériologiques répondent largement aux critères de qualité, soulignant ainsi l'efficacité des procédés de traitement appliqués. La stabilité des niveaux de différents composants au fil du temps suggère une régularité dans la qualité de l'eau, tandis que l'absence ou la réduction significative de certains indicateurs de contamination fécale dans les eaux traitées témoigne de l'efficacité des méthodes de purification. Ces résultats sont rassurants quant à la potabilité de l'eau fournie, mais des analyses continues et une surveillance régulière restent essentielles pour assurer la qualité durable de l'eau potable.

Conclusion générale

Conclusion générale

À l'issue de notre étude intitulée "**Étude de la qualité physico-chimique des eaux alimentant la ville de Mascara à partir du barrage Bouhanifia (W. Mascara)**" qui vise à évaluer la qualité de l'eau traitée par la station de traitement de Bouhanifia et à établir l'efficacité de son fonctionnement, nous aspirons à mettre en lumière les caractéristiques fondamentales de celle-ci.

On peut affirmer que la qualité de l'eau fournie pour la consommation humaine répond pleinement aux normes locales et nationales, voire internationales, telles que celles de l'OMS. Cette eau permet de prévenir les maladies, de garantir la sécurité alimentaire et de satisfaire les besoins quotidiens des ménages.

Les analyses effectuées sur les eaux traitées à la station de traitement de Bouhanifia (Mascara) indiquent que ces eaux présentent des propriétés distinctes, aussi bien sur le plan organoleptique que physicochimique et bactériologique. Cette qualité satisfaisante, en conformité avec les normes en vigueur, résulte de la qualité initiale de l'eau du barrage, ainsi que des procédés de traitement appliqués par la station.

Néanmoins, les résultats des analyses bactériologiques sont particulièrement impressionnants, révélant une absence totale de germes pathogènes dans la plupart des échantillons d'eau traitée pendant la période de l'étude. Ces constatations reflètent l'efficacité notable du processus de traitement en place à la station, qui induit non seulement une élimination significative des contaminants bactériologiques, mais également des améliorations remarquables tant au niveau des caractéristiques organoleptiques que physicochimiques de l'eau traitée.

De ce fait, nous préconisons ce qui suit :

- ✓ Étendre l'analyse qualitative pour inclure l'étude des métaux lourds, résidus secs et la minéralisation.
- ✓ Réaliser la vérification des paramètres organoleptiques (couleur, goût et odeur) de l'eau provenant de la station au laboratoire de l'ADE.
- ✓ Pendant les périodes de température élevée (en août et septembre), l'utilisation d'un système de refroidissement peut être envisagée.
- ✓ Il est nécessaire d'effectuer des analyses plusieurs fois dans le courant du mois à l'ADE afin d'étudier attentivement la qualité de l'eau du barrage Bouhanifia.

BIBLIOGRAPHIES

1. Amrane, S (2015). Evaluation des paramètres physico chimiques et bactériologiques des eaux brutes et traitées du barrage de Bouhanifia (Wilaya de Mascara).
2. Arouya K. (2011) : Pollution des eaux : Impact des eaux usées sur la qualité des eaux de surface. Edition universitaires européennes 116p.
3. Behloul, A (2010). Étude de la filière des boues dans une station de traitement d'eau potable en Algérie.
4. Bensalah, M et al (2021). L'eau potable en Algérie : état des lieux et perspectives
5. Bermond, R et Vuichhard, R (1973). Classification des paramètres de la qualité des eaux.
6. Berne, F et Jean, C (2001). Traitement des eaux usées et des eaux de consommation.
7. Bliefert, C et Perraud, R (2001). L'eau potable : une ressource précieuse et essentielle à la vie.
8. Boeglin (1998). La réglementation française relative au contrôle des eaux douces et de consommation humaine.
9. Bouziani A. (2012). Étude des crises sédimentaires du globe : impact sur la qualité de l'eau", publiée dans la revue Earth-Science Reviews.
10. Bouziani. M (2000). L'eau de la Pénurie A la maladie Ed Eben Khaldoun.
11. Chabbert, J.-P. (2023). Les coliformes thermotolérants : indicateurs de la qualité de l'eau potable.
12. Des Directives de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) sur la qualité de l'eau potable a été publiée en 2006 4 ème édition.
13. Djadouni. F, (2017). Etude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux brutes et traitées du barrage de Bouhanifia de la wilaya de Mascara ouest d'Algérie.

15. Google earth 2023
16. Guilbert. L, (2000). Chimie Dans La Buanderie, Projets d'Intégration des Sciences et des Technologies en Enseignement au Secondaire, 2000.
17. Henri L. (2012). Étude de la pollution des eaux souterraines par les pesticides".
Publié dans la revue Sciences et Techniques de l'Eau en 2012.
18. Journal Officiel De la République Algérienne Démocratique et Populaire (Mars 2011)
19. Kettab A., (1992). Traitement des eaux : les eaux potables. Edition Office des publications universitaires. Alger.1992.
20. Khadraoui, A. et Taleb, S. (2008). Statut des ressources en eau et de la gestion intégrée des ressources en eau en Algérie. Publiée dans la revue Water International.
21. Kirkpatrick, K et Fleming, E. (2008). La qualité de l'eau, ROSS TECH 07/47.
22. LAFONT, C et al (2023). L'eau potable : un enjeu majeur pour la santé publique
23. Leynad.G et Verrel J.L., (1980). Modification du milieu aquatique sous l'influence des pollutions in Khalid AROUYA. Pollution des eaux. Impact des eaux usées sur la qualité des eaux de surface. Ed Universitaires Européennes.
24. Mokeddem K., Ouddane. S (2005) : Qualité Physico-chimique Et Bactériologique De L'eau de Source Sidi Yaakoub (Mostaganem), Mémoire d'ingénieur institut de biologie, Mascara.
25. OMS, 1979 Organisation mondiale de la santé. Sodium, chlorure et conductivité dans l'eau potable. Rapport d'un groupe de travail de l'OMS. EURO rapports et étude, bureau régional pour l'Europe, Copenhague.
26. Rodier (1986). La surveillance écologique des eaux superficielles. Publiée dans les Cahiers de l'ORSTOM, série Hydrologie en 1986.
27. Rodier.J 2005. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mers 8ème édition 2005 Éditeur Dunod.

28. Rodier.J, Legube.B, Merlet.N. 2009. L'analyse de l'eau, 9eme Ed, 2009. Editeur Dunod. (1526 p).
29. Thomas, J. M. (2023). Le chlorure dans l'eau potable : un danger ou un allié ?
30. Zidour. M, Houari. N (2018). Etude analytique des paramètres physico-chimique et bactériologique de la station de traitement d'eau potable de BOUHANIFIA.

LES ANNEXES

Annexe 01 : Tableaux des analyses physico-chimiques et bactériologiques (fournis par l'ADE).

Tableau 1 : Résultats de la recherche des paramètres physiques des échantillons analysés

Mois	Eau	Température	PH	Conductivité	TDS	Dureté	Salinité
Aout	Eau brute	27,3	7,67	841	689	209	0,4
	Eau traitée	27,8	7,81	866	424	159	0,4
Septembre	Eau brute	26	7,71	890	715	218	0,4
	Eau traitée	26,4	7,69	934	459	163	0,4
Octobre	Eau brute	24,7	7,95	768	626	211	0,4
	Eau traitée	24,1	7,56	817	400	179	0,3
Norme Alg	Eau traitée	25	6,5 - 9	2800	1000	200	1,5
Unité		°C	-	µS/cm	µS/cm	Mg/l	%

Tableau 2 : Résultats de la recherche des paramètres chimiques des échantillons analysés.

Mois	Eau	Alcalinité (TAC)	Ions de chlorure	Chlorure résiduel
Aout	Eau brute	256,6	144,42	-
	Eau traitée	237,9	148,9	0,8
Septembre	Eau brute	244	177,26	-
	Eau traitée	237,9	170,17	1
Octobre	Eau brute	231,4	134,72	-
	Eau traitée	246	184,3	1
Norme Alg	Eau traitée	500	500	1
Unité		Mg/l	Mg/l	Mg/l

Tableau 3 : Résultats de la recherche des paramètres de pollution des échantillons analysés.

Mois	Eau	Matière organique	Matière en suspension
Aout	Eau brute	5,02	8,7
	Eau traitée	1,27	0,1
Septembre	Eau brute	10,49	9
	Eau traitée	3,63	0,3
Octobre	Eau brute	11,93	9,4
	Eau traitée	3,73	0,6
Norme Alg	Eau traitée	5	1
Unité		Mg/l	Mg/l

Tableau 4 : Résultats bactériologiques des échantillons analysés

Mois	Eau	Coliformes totaux	E. coli	Streptocoques
Aout	Eau brute	76	+	+
	Eau traitée	00	-	-
Septembre	Eau brute	42	+	+
	Eau traitée	00	-	-
Octobre	Eau brute	54	+	+
	Eau traitée	00	-	-
Norme Alg	Eau traitée	00	00	00
Unité		UFC /100 ml		

- **Annexe 02** : Journal Officiel De la République Algérienne Démocratique et Populaire (23 Mars 2011) page n 09.

18 Rabie Ethani 1432 23 mars 2011		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 18		9
ANNEXE (suite)				
GRUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES	
Paramètres chimiques (suite)	Chlorure de vinyle	µg/l	0,3	
	1,2 - Dichloroéthane	µg/l	30	
	1,2 - Dichlorobenzène	µg/l	1000	
	1,4 - Dichlorobenzène	µg/l	300	
	Trichloroéthylène	µg/l	20	
	Tetrachloroéthylène	µg/l	40	
Radionucléides	Particules alpha	Picocurie/l	15	
	Particules bêta	Millirems/an	4	
	Tritium	Bequerel/l	100	
	Uranium	µg/l	15	
	Dose totale indicative (DTI)	(mSv/an)	0,1	
Paramètres microbiologiques	Escherichia Coli	n/100ml	0	
	Entérocoques	n/100ml	0	
	Bactéries sulfitoréductrices y compris les spores	n/20ml	0	
Tableau 2 : PARAMETRES AVEC VALEURS INDICATIVES				
GRUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS INDICATIVES	
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 physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Alcalinité	mg/l en CaCO ₃	500	
	Calcium	mg/l en CaCO ₃	200	
	Chlorures	mg/l	500	
	Concentration en ions hydrogène	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		

Document téléchargé depuis: <http://dspace.ensh.dz>