

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique
Université Chadli Bendjedid
El Tarf



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشاذلي بن جديد
الطارف

Faculté des Sciences de la Nature et de la
Vie

جامعة الشاذلي بن جديد
UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

كلية علوم الطبيعة والحياة

Département de Biologie

قسم البيولوجيا



Mémoire de Fin d'Études

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master 2 Recherche

«Toxicologie Industrielle et Environnementale»

THÈME

*Caractérisation physico-chimique et évaluation de la Contamination
organique des eaux de barrage Mexa au niveau de la wilaya d'El
TARF.*

Soutenu le : 18 / 06 / 2025

Présenté Par :

DJELLALI Anfel

MEBROUKI Oussam

Devant le jury composé de :

Dr. FELAH Imen	MCA	Président	UCBET
Dr. BOUMARAF Warda	MCA	Examinatrice	UCBET
Dr. BERGAL Amira	MCA	Promotrice	UCBET

Année universitaire 2024- 2025

À Remerciements

*Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à **Dr. BERGAL Amira**, notre promotrice,*

pour sa disponibilité, ses conseils précieux, son suivi attentif et son soutien tout au long de la réalisation de ce travail. Son encadrement bienveillant a été pour nous d'une grande aide et d'une grande richesse.

*Nous remercions également **Dr. FELAH Imen**, présidente du jury, et **Dr. BOUMARAF Warda** examinatrice, pour avoir accepté d'évaluer notre mémoire et pour leurs remarques Constructives.*

Nos remerciements s'adressent aussi à l'ensemble de nos enseignants du Master en Toxicologie Industrielle et Environnementale, pour la qualité de leur enseignement et leur accompagnement tout au long de notre parcours.

Nous exprimons toute notre gratitude à nos familles respectives, pour leur soutien moral indéfectible, leur patience et leurs encouragements constants.

Enfin, nous remercions chaleureusement nos amis et collègues pour leur soutien, leur aide et leur motivation tout au long de cette aventure universitaire.

À Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

*À ma chère famille, pour son soutien moral et matériel constant,
qui m'a permis de persévérer jusqu'au bout.*

*À mes enseignants et encadreurs, pour leurs conseils éclairés et
leur accompagnement précieux.*

*À tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation
de ce mémoire.*

Wissam

B Dédicaces

À mes parents, qui m'ont transmis les valeurs du travail et de la
persévérance, et dont

L'amour et les prières m'ont porté tout au long de ce parcours.

À mes frères et sœurs, pour leur encouragement constant.

À mes amis fidèles, pour leur soutien et leurs encouragements
dans les moments de doute.

Je vous dédie ce travail avec tout mon cœur.

Anjel

œ Résumés œ

Résumé

Ce travail vise à évaluer la qualité physico-chimique et l'état de la contamination organique des eaux du barrage Mexa, situé dans la wilaya d'El Tarf (Algérie), une ressource stratégique pour l'alimentation en eau potable et l'irrigation dans la région. La dégradation progressive de la qualité des ressources en eau, due aux activités anthropiques et aux changements climatiques, justifie pleinement cette étude.

L'approche méthodologique adoptée repose sur des analyses détaillées des paramètres physico-chimiques (température, turbidité, pH, conductivité, TAC, teneurs en fer et en aluminium) ainsi que des caractéristiques organoleptiques (couleur). Les échantillons ont été prélevés périodiquement entre 2022 et 2025, permettant de suivre l'évolution de la qualité de l'eau au fil des saisons.

Les résultats montrent des variations saisonnières marquées, en particulier une augmentation significative de la turbidité et de la couleur durant les périodes pluvieuses. Les paramètres de pH, de conductivité et de TAC restent globalement conformes aux normes recommandées. Les teneurs en fer et en aluminium respectent également les seuils réglementaires.

En conclusion, l'eau du barrage de Mexa présente une qualité globalement satisfaisante pour les usages prévus, mais nécessite une surveillance continue afin de garantir la durabilité de cette ressource.

Abstract

This study aims to assess the physico-chemical quality and the level of organic contamination in the waters of the Mexa Dam, located in El Tarf province (Algeria), a key resource for drinking water supply and agricultural irrigation in the region. The progressive deterioration of water quality caused by human activities and climate change fully justifies this research.

The adopted methodology is based on detailed analyses of physico-chemical parameters (temperature, turbidity, pH, electrical conductivity, total alkalinity, iron and aluminum concentrations) as well as organoleptic characteristics (color). Samples were collected periodically between 2022 and 2025, allowing the monitoring of water quality trends across different seasons.

The results show significant seasonal variations, particularly an increase in turbidity and color during rainy periods. The pH, conductivity, and alkalinity parameters remained within the recommended standards, while iron and aluminum concentrations also complied with regulatory limits.

In conclusion, the water of Mexa Dam is of generally acceptable quality for its intended uses, but continuous monitoring is essential to ensure the sustainable management of this vital resource.

الملخص

وهو، (الجزائر) الطارف ولاية في الواقع، ميكسا سد لمياه العسوي والتلوث والكيميائية الفيزيائية الجودة تقييم إلى الدراسة هذه تهدف المناخ وتغير البشرية للأنشطة نتيجة الماتية الموارد لجودة التدريجي التدهور ويبرر. المنطقة في الري الشرب لمياه استراتيجي مورد تمامًا الدراسة هذه

،الهيدروجيني الرقم، العكارة، الحرارة درجة) والكيميائية الفيزيائية للمعايير مفصلة تحليلات على المتبع المنهجي النهج يعتمد عامي بين دورياً العينات جمعت. (اللون) الحسية الخصائص إلى بالإضافة، (والألومنيوم الحديد محتوى، الكلي الأمونيا تركيز، الموصلية الفصول مدار على المياه جودة في التغيرات برصد يسمح مما، 2025 و2022

الرقم معايير وتبقى. الأمطار فترات خلال واللون العكارة في كبيرة زيادة سيما لا، ملحوظة موسمية اختلافات النتائج تُظهر تُلبى والألمنيوم الحديد مستويات أن كما. بها الموصى للمعايير ضمن عمومًا (TAC) الكلي الأمونيا وتركيز، والموصلية، الهيدروجيني التنظيمية الحدود

استدامة لضمان مستمرة مراقبة تتطلب ولكنها، المقصودة لاستخداماتها عام بشكل مرضية ميكسا سد في المياه جودة فإن، الختام وفي المورد هذا

Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
1	Répartition de l'eau sur Terre	8
2	Normes physico-chimiques de l'eau potable selon l'OMS (2006) et les normes algériennes (JORA, 2014)	12
3	Caractéristiques de la digue du barrage Mexa (Guechi et leulmi, 2015)	16
4	Classification des eaux d'après leur pH.	29
5	Classes de la turbidité usuelles	34

Numéro	Titre	Page
---------------	--------------	-------------

Liste des figures

1	La molécule de l'eau. (Chelli et Djouhri, 2013)	4
2	Cycle de l'eau dans la nature.	5
3	Carte de réseau hydrographique de wilaya d'El Tarf	6
4	barrage Mexa	15
5	Spectrophotomètre « HACH DR1900 ».	16
6	Multi- paramètres HACH SL1000	17
7	Turbidimètre « HANNA FAST TRUCKER	19
8	Titration colorimétrique à l'acide sulfurique.	20
9	Dosage colorimétrique du fer par la 1,10-phénanthroline	21
10	Dosage de l'aluminium au rouge d'alizarine	21
11	Évolution temporelle de la couleur de l'eau du barrage de Mexa (2022 – 2024)	22
12	variation temporelle de la couleur de l'eau (janvier – mars 2025)	25
13	Évolution temporelle de la température de l'eau du barrage de Mexa(2022 – 2024)	26
14	variation temporelle de la température de l'eau (janvier- mars 2025)	27
15	Variation temporelle pH de l'eau de barrage Mexa (2022 – 2024).	28
16	variation temporelle du pH de l'eau (janvier- mars 2025)	29
17	Variation de la conductivité électrique de l'eau du barrage de Mexa(2022 – 2024)	30
18	variation temporelle de la conductivité de l'eau (janvier- mars 2025)	31
19	Variation temporelle du TAC de l'eau du barrage de Mexa (2022 – 2024)	32
20	variation temporelle du TAC de l'eau (janvier- mars 2025)	33
21	variation temporelle de la Turbidité de l'eau de barrage Mexa (2022 – 2024).	33
22	variation temporelle de la turbidité de l'eau (janvier- mars 2025)	35

23	variation temporelle de taux de fer de l'eau de barrage Mexa (2022-2024)	35
24	variation temporelle de taux de fer de l'eau (janvier- mars 2025)	36
25	Variation temporelle de taux d'aluminium de l'eau de barrage Mexa (2022 – 2024)	37

Sommaire

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Résumés (Français, Anglais, Arabe).....01

1. Introduction.....01

Chapitre I : Généralité su l'eau

1. Définition et nature chimique de l'eau.....	04
1.1. Définition	04
1.2.Nature chimique	04
1.3.Composition de l'eau	04
1.4.L'importance de l'eau.....	05
1.5.Le cycle de l'eau.....	05
a. Évaporation.....	05
b. Condensation.....	05
c. Précipitations.....	05
d. Infiltration.....	06
e. Ruissellement.....	06
f. Transpiration.....	06
1.6.Les sources d'eau.....	06
1.6.1. Les eaux de surface.....	07
1.6.2. Les eaux souterraines.....	07
1.6.3. Les eaux de pluie.....	07
1.6.4. Les eaux de mer (dessalement).....	07
1.7.Répartition de l'eau sur Terre.....	08
1.8.Types de pollution de l'eau.....	08
1.8.1. La pollution physique	08
1.8.2. La pollution chimique	09
1.8.3. La pollution biologique	09
1.8.4. La pollution radioactive	09
1.8.5. La pollution pétrolière	09
1.9.Caractéristiques physiques et chimiques de l'eau	09
1.9.1. Caractéristiques physiques.....	09

a. Température de l'eau.....	09
b. Turbidité.....	10
c. Couleur.....	10
d. Odeur.....	10
1.9.2. Caractéristiques chimiques.....	10
a. Potentiel hydrogène (pH).....	10
b. Oxygène dissous (OD).....	11
c. Matières dissoutes totales (TDS - Total Dissolved Solids).....	11
d. Principaux ions analysés.....	11
e. Nutriments.....	12
f. Polluants chimiques.....	12

Chapitre II : Matériel et méthodes

2.1. Description des sites d'étude.....	15
2.2. Situation géographique du Barrage.....	15
2.3. Le rôle du site d'implantation Choix du barrage Mexa	15
2.4. Analyses physico-chimiques et organoleptiques	16

Chapitre III : Résultats et discussion

3.1. Indicateur organoleptique.....	25
3.1.1. Couleur	25
3.2. Résultats des analyses physico chimique.....	26
3.2.1. Température	26
3.2.2. pH	28
3.2.3. Conductivité	30
3.2.4. TAC (titre acétriq ue complet).....	32
3.2.5. Turbidité.....	33
3.2.6. Taux de fer.....	35
3.2.7. Taux d'aluminium.....	37
4. Conclusion	39
5. Références bibliographiques	

Introduction

2. Introduction

L'eau, ressource vitale, couvre environ 70 % de la surface terrestre, ce qui vaut à notre planète le surnom de « planète bleue » (**Meybeck et al., 1996**).

Indispensable à la vie, elle joue un rôle crucial dans les écosystèmes et les activités humaines (**OMS, 2006**). Cependant, la qualité de l'eau est de plus en plus menacée par diverses formes de pollution résultant des activités anthropiques (**Chapman et Kimstach, 1996**).

Les sources de pollution de l'eau sont multiple : rejets industriels, agricoles, domestiques, ainsi que les eaux usées non traitées (**Graindorge, 2015**). Ces polluants, qu'ils soient chimiques, biologiques ou physiques, altèrent la qualité de l'eau, rendant sa consommation dangereuse pour la santé humaine et perturbant les équilibres écologiques (**OMS, 2006**).

Par exemple, en Europe, des événements climatiques extrêmes tels que les inondations peuvent détériorer significativement la qualité des eaux de surface en emportant des déchets dangereux dans leur sillage (**Meybeck et al., 1996**).

Face à ces défis, il est impératif de mettre en place une gestion durable de l'eau, visant à préserver sa qualité et à assurer sa disponibilité pour les générations future (**Chapman et Kimstach, 1996**).

Cela nécessite une compréhension approfondie des mécanismes de pollution, une surveillance constante des paramètres physico-chimiques de l'eau, et l'application de normes strictes de potabilité (**Rodier et al., 2009**).

Dans ce contexte, la présente étude a pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux du barrage de Mexa, situé dans la wilaya d'El Tarf.

L'objectif de ce dernier est de déterminer l'impact des activités humaines et des changements climatiques sur cette ressource, afin de proposer des mesures de gestion appropriées (**Graindorge, 2015**).

INTRODUCTION

Pour atteindre cet objectif, le travail est structuré en trois chapitres :

- **Chapitre 1** : Présentation générale de l'eau, son importance, les sources de pollution et les normes de qualité.
- **Chapitre 2** : Description de la zone d'étude et méthodologie utilisée pour les analyses physico-chimiques.
- **Chapitre 3** : Analyse des résultats obtenus et discussion des implications pour la gestion de la qualité de l'eau.

œ Synthèse bibliographique œ

Chapitre I : Généralité su l'eau

2. Définition et nature chimique de l'eau

2.1.Définition :

L'eau est une substance liquide inodore, incolore et insipide à l'état pur, essentielle à la vie. Elle est le principal constituant des êtres vivants et intervient dans de nombreux processus biologiques, physiques et chimiques. Elle se trouve naturellement sous trois états: liquide (océans, rivières), solide (glaces, neiges) et gazeux (vapeur d'eau)

2.2.Nature chimique :

Chimiquement, l'eau est un composé formé de deux éléments : l'hydrogène (H) et l'oxygène (O). Sa formule chimique est H_2O , ce qui signifie qu'une molécule d'eau est composée de deux atomes d'hydrogène liés à un atome d'oxygène par des liaisons covalentes.

La molécule d'eau possède une géométrie coudée avec un angle de liaison d'environ $104,5^\circ$. Cette forme confère à la molécule un moment dipolaire, ce qui signifie qu'elle est polarisée : une extrémité (celle de l'oxygène) est légèrement négative, et l'autre (celle des hydrogènes) légèrement positive(**Rodier, 1984**). Cette polarité explique de nombreuses propriétés de l'eau, comme sa capacité à dissoudre de nombreuses substances (solvant universel), sa cohésion, ou encore sa tension superficielle élevée.

2.3.Composition de l'eau :

La molécule d'eau est l'association d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène sous le symbole H_2O . En tant que liquide, elle est considérée comme un solvant universel. L'eau se congèle à $0^\circ C$ et sa température d'ébullition est $100^\circ C$, à cette température l'eau s'évapore. L'eau est un liquide sans odeur, sans couleur et sans goût (**Gerard, 1999**).

En effet, l'eau est un excellent solvant qui se charge en composé solides ou gazeux tout au long de son cycle, suivant les milieux (rivières, roches, atmosphère) dans laquelle elle circule.

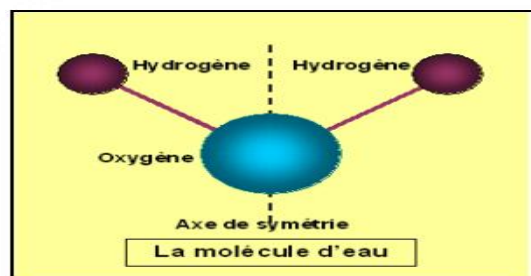


Figure 01 : La molécule de l'eau. (Chelli et Djouhri, 2013)

2.4.L'importance de l'eau

L'eau est un élément essentiel à la vie sur Terre. Elle constitue une ressource naturelle irremplaçable, non seulement pour la survie des êtres humains, mais aussi pour l'équilibre des écosystèmes. En moyenne, le corps humain est composé à environ 60 % d'eau (**OMS, 2006**), ce qui en fait un composant vital pour les fonctions biologiques telles que la digestion, la régulation de la température corporelle et l'élimination des déchets.

Sur le plan environnemental, l'eau soutient la biodiversité : rivières, lacs, mers et océans abritent une multitude d'espèces végétales et animales. Elle joue également un rôle fondamental dans les cycles naturels, notamment le cycle de l'eau (évaporation, condensation, précipitation), qui régule le climat et alimente les sols (**Meybeck et al., 1996**).

D'un point de vue économique, l'eau est indispensable à de nombreux secteurs : l'agriculture, qui en consomme la majeure partie pour l'irrigation ; l'industrie, qui l'utilise pour les procédés de fabrication ; et le secteur énergétique, notamment pour la production hydroélectrique. Elle est aussi au cœur de la santé publique et du développement humain (**Bengoumi et al., 2013**), car l'accès à une eau potable et propre est une condition essentielle pour prévenir les maladies et améliorer la qualité de vie. Ainsi, préserver la qualité et la disponibilité de l'eau est un enjeu majeur pour l'avenir de la planète et des générations futures

2.5.Le cycle de l'eau

Le cycle de l'eau, également appelé cycle hydrologique, est un processus naturel continu par lequel l'eau circule entre l'atmosphère, la surface terrestre et les océans, grâce à l'énergie solaire et à la gravité.

a. Évaporation

Sous l'effet de la chaleur solaire, l'eau présente dans les océans, les rivières, les lacs et même dans les sols et la végétation, s'évapore pour se transformer en vapeur d'eau et monter dans l'atmosphère (**Meybeck et al., 1996**).

b. Condensation

Lorsque la vapeur d'eau monte en altitude où les températures sont plus basses, elle se condense en fines gouttelettes formant des nuages ou du brouillard (**Meybeck et al., 1996**).

c. Précipitations

Lorsque les gouttelettes dans les nuages deviennent suffisamment lourdes, elles tombent sous forme de précipitations : pluie, neige, grêle ou bruine, selon les conditions climatiques (**Meybeck et al., 1996**).

d. Infiltration

Une partie des précipitations s'infiltré dans le sol, alimentant ainsi les nappes phréatiques, véritables réservoirs naturels d'eau douce (Meybeck et al., 1996).

e. Ruissellement

L'autre partie de l'eau de pluie s'écoule à la surface du sol vers les cours d'eau, les lacs et finalement les océans, continuant ainsi le cycle (Meybeck et al., 1996).

f. Transpiration

Les plantes absorbent l'eau du sol et relâchent une partie de cette eau sous forme de vapeur dans l'atmosphère par le processus de transpiration (Meybeck et al., 1996).

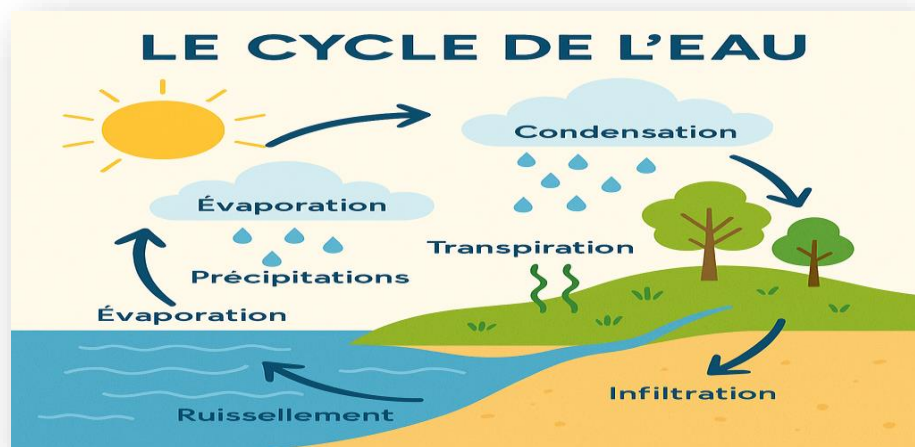


Figure 02 : Cycle de l'eau dans la nature.

2.6. Les sources d'eau

L'eau est une ressource naturelle essentielle à la vie. Elle provient de différentes sources, regroupées principalement en deux catégories : les eaux de surface et les eaux souterraines. Chacune présente des caractéristiques spécifiques et des modes d'exploitation distincts. Ces sources sont mobilisées pour divers usages : eau potable, irrigation, usage domestique et industriel.

2.6.1. Les eaux de surface

Elles comprennent toutes les eaux visibles à la surface de la Terre :

- Les rivières et oueds,
- Les lacs naturels,
- Les barrages et retenues artificielles (comme le barrage de Mexa, objet de cette étude).

En Algérie, les eaux de surface constituent la principale source d'approvisionnement en eau potable et agricole (**Guechi et al., 2015**), grâce à la construction de nombreux barrages qui stockent les eaux de pluie et des cours d'eau.

2.6.2. Les eaux souterraines

Ces eaux se trouvent sous la surface terrestre, infiltrées dans les couches géologiques perméables. Elles sont exploitées par des forages ou ressortent naturellement sous forme de sources (comme la source werbaà Souk Ahras). Ce type d'eau est souvent de bonne qualité, mais peut contenir des sels minéraux selon la nature des sols traversés (**Chapman et Kimstach, 1996**).

2.6.3. Les eaux de pluie

Bien que considérées comme une source secondaire, les eaux pluviales sont importantes, notamment dans les zones rurales. Elles participent à la recharge des nappes phréatiques et sont collectées dans des citernes pour un usage ponctuel (**Meybeck et al., 1996**).

2.6.4. Les eaux de mer (dessalement)

Dans certaines régions côtières, l'eau de mer est traitée par dessalement pour produire de l'eau potable. Cependant, cette technologie reste coûteuse et peu répandue en Algérie (**OMS, 2006**). Sauf dans certaines grandes villes.

- L'exploitation des ressources en eau dépend des conditions géographiques, climatiques et socio-économiques. Dans cette étude, deux sources naturelles d'eau sont comparées : l'eau traitée du barrage de Mexa (source de surface) et l'eau de source Werba (source souterraine), afin d'évaluer leurs caractéristiques physico-chimiques.

2.7. Répartition de l'eau sur Terre

L'eau couvre environ 71 % de la surface terrestre, mais elle n'est pas uniformément répartie, ni également disponible pour l'usage humain. En effet, la grande majorité de l'eau est salée et se trouve dans les océans, tandis que seule une petite fraction est de l'eau douce, et encore moins est directement accessible (**Meybeck et al., 1996**).

La répartition globale de l'eau sur la planète est résumée dans le tableau suivant:

Tableau 1: Répartition de l'eau sur Terre

Type d'eau	Répartition	Pourcentage	Disponibilité
Eau totale	-	100 %	-
Eau salée	Océans et mers	97,5 %	Non potable sans traitement
Eau douce (total)	-	2,5 %	Potentiellement utilisable
→ Glaciers et neiges	Zones polaires/montagnes	68,7 % de l'eau douce	Inaccessible directement
→ Eaux souterraines	Nappes phréatiques	30,1 % de l'eau douce	Partiellement accessible
→ Eaux de surface	Lacs, rivières	0,3 % de l'eau douce	Directement accessible à l'homme
→ Autres (atmosphère, sol)	Vapeur, humidité, marécages	0,9 % de l'eau douce	Faiblement disponible

2.8. Types de pollution de l'eau

2.8.1. La pollution physique :

Ce type de pollution se manifeste par des changements dans les caractéristiques physiques de l'eau, tels que la turbidité, la couleur, l'odeur ou la température (Rodier et al, 2009). Elle résulte souvent du ruissellement chargé de sédiments, de matières en suspension ou du rejet d'eaux chaudes industrielles, ce qui peut perturber l'équilibre thermique et biologique des milieux aquatiques.

2.8.2. La pollution chimique :

C'est l'un des types de pollution les plus dangereux. Elle est causée par la présence de substances toxiques telles que les métaux lourds (plomb, mercure), les pesticides, les engrais chimiques ou les produits industriels (Rodie et al., 2009). Ces polluants proviennent principalement des activités agricoles, industrielles ou du rejet des eaux usées, et représentent un risque pour la santé humaine et les écosystèmes.

2.8.3. La pollution biologique :

Elle est due à la présence d'organismes pathogènes dans l'eau, comme les bactéries (*E. coli*) (Chapman et Kimstach, 1996), les virus ou les parasites. Elle résulte généralement du rejet

d'eaux usées non traitées ou de la contamination par des déjections animales, et peut entraîner des maladies graves comme le choléra ou les infections gastro-intestinales.

2.8.4. La pollution radioactive :

Bien que rare, la pollution radioactive est extrêmement dangereuse. Elle provient des substances radioactives libérées dans l'eau à la suite d'activités nucléaires (OMS, 2006), minières ou d'accidents industriels. Ce type de pollution peut avoir des effets graves à long terme sur la santé humaine, notamment des cancers ou des mutations génétiques.

2.8.5. La pollution pétrolière :

Ce type de pollution se produit lorsqu'il y a des déversements d'hydrocarbures dans les mers, les rivières ou les nappes phréatiques. Il forme une couche qui empêche les échanges gazeux, affecte la faune et la flore aquatiques (Ghazali et Zaid, 2013), et nuit à la qualité de l'eau. Il est souvent lié aux activités maritimes et aux installations pétrolières.

2.9. Caractéristiques physiques et chimiques de l'eau

2.9.1. Caractéristiques physiques

e. Température de l'eau

Définition : mesure du degré de chaleur de l'eau (Chapman et Kimstach, 1996).

Importance :

- Influence la solubilité de l'oxygène dissous.
- Affecte l'activité biologique des micro-organismes aquatiques.

Facteurs influents : climat, profondeur du barrage, saison.

f. Turbidité

Définition : mesure de la clarté de l'eau, déterminée par la présence de particules en suspension (argile, algues, matières organiques...).

Importance :

- Une turbidité élevée peut indiquer une érosion des sols ou une pollution.
- Diminue la pénétration de la lumière nécessaire à la photosynthèse.

g. Couleur

Définition : aspect visuel de l'eau, naturel (sols, végétaux) ou indicateur de contamination (rejets industriels) (Ghazali et Zaid, 2013).

Observation :

- Eau naturelle : couleur transparente ou légèrement teintée.
- Couleur anormale : possible signe de pollution.

h. Odeur

Définition : présence d'odeurs inhabituelles (odeur d'œuf pourri, de matières organiques en décomposition...).

Origine : dégradation de matières organiques, développement algal excessif, pollution.

2.9.2. Caractéristiques chimiques

g. Potentiel hydrogène (pH)

Définition : mesure de l'acidité ou de l'alcalinité de l'eau (**Chapman et Kimstach, 1996**).

Valeurs normales : entre 6,5 et 8,5.

Importance :

- Influence la solubilité et la toxicité des métaux lourds.
- Conditionne l'équilibre biologique des écosystèmes aquatiques.

h. Oxygène dissous (OD)

Définition : quantité d'oxygène disponible pour la respiration des organismes aquatiques.

Importance :

- Essentiel pour la survie de la faune aquatique (**Meybeck et al., 1996**).
- Un faible taux indique une pollution organique ou une eutrophisation.

i. Matières dissoutes totales (TDS - Total Dissolved Solids)

Définition : concentration totale de substances minérales dissoutes dans l'eau (sels, minéraux) (**Rodier, 1984**).

Importance :

- Influence le goût et la potabilité de l'eau.
- Peut révéler des infiltrations de polluants

j. Principaux ions analysés

Ion principal	Importance
Calcium (Ca²⁺)	Responsabilité dans la dureté de l'eau.
Magnésium (Mg²⁺)	Participe également à la dureté.
Sodium (Na⁺)	Source possible de pollution agricole ou urbaine.
Potassium (K⁺)	Présent naturellement mais augmente avec la pollution.
Chlorures (Cl⁻)	Témoin d'une contamination marine ou domestique.
Sulfates (SO₄²⁻)	Indiquent l'érosion géologique ou des rejets industriels.
Bicarbonates (HCO₃⁻)	Participent à la capacité tampon de l'eau (régulation du pH).

k. Nutriments

Nutriment	Impact
Nitrates (NO ₃ ⁻)	Indicateur de pollution agricole (engrais), risque sanitaire élevé.
Phosphates (PO ₄ ³⁻)	Responsable de l'eutrophisation (prolifération des algues).

1. Polluants chimiques

Présence possible de métaux lourds (plomb, mercure, cadmium) et de pesticides due aux activités agricoles ou industrielles.

Leur détection est cruciale pour la préservation de la santé publique

Tableau 2: Normes physico-chimiques de l'eau potable selon l'OMS (2006) et les norms algériennes (JORA, 2014)

Paramètre	Norme OMS (2006)	Norme algérienne (JORA, 2014)
pH	Entre 6,5 et 9,5	≥ 6,5 et ≤ 9,5
Conductivité	Aucune valeur fixée	2800 µS/cm
Température	Acceptable	25 °C
Turbidité	5 NTU	5 NTU
Dureté (CaCO ₃)	200 ppm	500 mg/l
Nitrates	50 mg/l	50 mg/l
Nitrites	3 mg/l	0,2 mg/l
Ammonium	0,5 mg/l	0,5 mg/l
Chlorures (Cl ⁻)	250 mg/l	500 mg/l
Potassium	12 mg/l	12 mg/l
Calcium	100 mg/l	200 mg/l
Magnésium	50 mg/l	0,05 mg/l
Fer	Pas de valeur guide	0,3 mg/l
Cuivre	2 mg/l	2 mg/l
Zinc	3 mg/l	5 mg/l
Arsenic (As)	0,01 mg/l	0,01 mg/l
Cadmium (Cd)	0,003 mg/l	0,003 mg/l
Chrome (Cr)	0,05 mg/l	0,05 mg/l
Mercure (Hg)	0,006 mg/l (inorganique)	0,006 mg/l

Plomb (Pb)	0,01 mg/l	0,01 mg/l
Fluorure	1,5 mg/l	1,5 mg/l
Sodium	200 mg/l	200 mg/l
Sulfates	500 mg/l	400 mg/l
Cyanure	0,07 mg/l	0,07 mg/l

∞ Matériel et Méthode

Chapitre II : Matériel et méthodes

2.1. Description des sites d'étude

Le barrage Mexa est aménagé sur la vallée de l'oued El-Kebir-Est, au Nord-Est de la ville d'EL-Tarf (Algérie) et est alimenté par 3 oueds : **El-Kebir, Bougous et Ballouta (figure 03)**. Le barrage Mexa est d'une capacité de 280 hm³ a été mis en eau au cours de l'année 2000. Les eaux de ce barrage sont destinées à l'alimentation en eau potable des villes d'Annaba, d'El-Tarf et d'El-Kala ainsi qu'à l'irrigation des champs agricoles (**Ouartsi et al., 2011**).

2.2. Situation géographique du Barrage

Le barrage Mexa est situé à 8 km du chef-lieu de la wilaya El Tarf, le barrage Mexa se trouve dans la commune de Bougous, près de la frontière Alger-Tunisienne. Bougous est une commune de la wilaya d'El Tarf (Nord-Est Algérien), située à environ 20 km au sud-est du chef-lieu de la wilaya et à 10 km à l'ouest de la frontière tunisienne.

La ville de Bougous se situe au sud du parc national d'El Kala (**Guechi et Leulmi, 2016**).



Figure 03: Carte de réseau hydrographique de wilaya d'El Tarf

2.3. Le rôle du site d'implantation Choix du barrage Mexa :

La communauté de Bougous est une zone de haute altitude avec une forte exposition fluviale. C'est un endroit proche des vallées les plus peuplées, ce qui en fait un emplacement stratégique pour le front principal du barrage de Mexa

- ❖ Le rôle du barrage Mexa est de retenir les quantités d'eau durant la période humide, de réguler le débit du cours d'eau, et d'assurer différents
- ❖ Usages tels que : l'irrigation, l'industrie et l'électricité.



Figure04 : barrage Mexa

Tableau 3: Caractéristiques de la digue du barrage Mexa (Guechi et leulmi, 2015)

Caractéristique	Valeur
Volume utile	41 hm ³
Contredigue	62 m
Largeur de la crête	402 m
Hauteur de la digue à partir du terrain	30 m
Hauteur de la digue à partir de la fondation	42 m
Volume total	51,5 hm ³

2.4. Analyses physico-chimiques et organoleptiques :

- **Analyse physicochimique** : étude des caractéristiques physiques (température, couleur, turbidité) et chimiques (pH, taux d'aluminium, taux de fer) un produit pour évaluer sa qualité (Rodier et al., 2009).

- **Analyse organoleptique** : évaluation d'un produit à partir des sens (vue, odorat, goût, toucher) pour juger de son apparence, de son odeur, de sa saveur, etc (**Ghazali et Zaid, 2013**).

Analyse organoleptique:

Couleur:

- ❖ L'évaluation de la couleur de l'eau s'effectue selon les étapes suivantes(**Ghazali et Zaid, 2013**) :

1. Le tube à essai est d'abord soigneusement rincé à l'eau distillée.
2. Il est ensuite rempli d'eau brute jusqu'au repère indiqué.
3. L'extérieur du tube est essuyé à l'aide d'un chiffon propre et non



Figure 05 : Spectrophotomètre « HACH DR1900 ».

Pelucheux afin d'éliminer toute trace de goutte pouvant perturber la lecture.

4. Le tube est ensuite introduit dans le spectrophotomètre. Après quelques secondes de stabilisation, la lecture de la valeur de la couleur est effectuée à l'écran.
5. Enfin, le tube est de nouveau rincé à l'eau distillée pour assurer sa propreté avant toute utilisation ultérieure.

Les analyses physico-chimiques :

Le pH:

La mesure du pH constitue l'un des contrôles fondamentaux en analyse physico-chimique, car elle renseigne sur la concentration en ions hydrogène (H^+), et donc sur l'acidité ou l'alcalinité d'un échantillon.

La procédure commence par l'étalonnage du pH-mètre à l'aide de deux solutions tampons : l'une à pH 7, servant de point neutre, et l'autre à pH 4 (**Chapman et Kimstach, 1996**), pour le point acide. Une fois l'appareil calibré, l'électrode est plongée dans l'échantillon d'eau à une profondeur d'environ 6 à 8 cm. La valeur du pH est ensuite directement lue sur l'écran de l'appareil.

Après chaque mesure, l'électrode est soigneusement rincée à l'eau distillée afin d'éviter toute contamination croisée entre les échantillons.

La conductivité électrique:

La conductivité électrique de l'eau, exprimée en $\mu S/cm$ ou mS/cm (micro siemens ou milli siemens par centimètre), permet d'évaluer la capacité de l'eau à conduire le courant électrique, ce qui reflète sa teneur en ions dissous (**Rodier, 1984**). Elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre, qui détecte le passage du courant entre deux électrodes immergées dans un volume d'eau déterminé (1 cm^3).

Dans notre procédure, nous utilisons un appareil multiparamètre. Les électrodes sont immergées à une profondeur de 6 à 8 cm dans l'échantillon, puis la lecture de la conductivité est effectuée directement sur l'écran de l'appareil. Après chaque mesure, les électrodes sont soigneusement rincées à l'eau distillée afin de préserver leur précision et d'éviter toute contamination (**Rodier, 1984**).

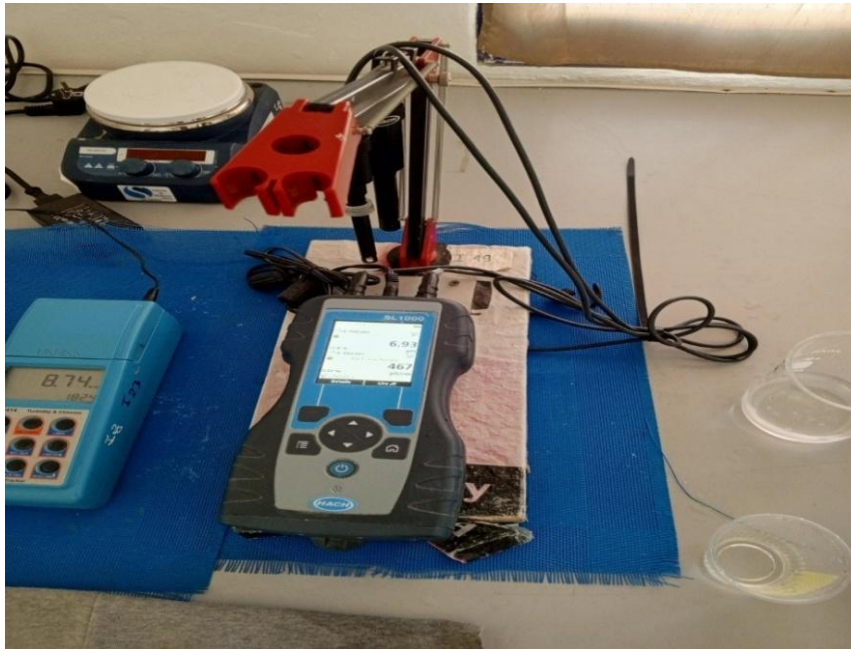


Figure 06 : Multi- paramètres HACH SL1000

Turbidité

La turbidité correspond à la mesure de la transparence de l'eau et reflète la concentration en particules en suspension. Elle peut être déterminée par différentes techniques photométriques telles que la néphélométrie, l'opacimétrie ou la turbidimétrie. Dans notre cas, la mesure est réalisée conformément à la norme **(NF EN ISO 7027:2019)**.

Pour cette analyse, nous utilisons un turbidimètre du modèle HANNA Fast Tracker. L'échantillon est introduit dans une cuve spécifique, insérée dans l'appareil, et le résultat s'affiche automatiquement sur **(Ghazali et Zaid, 2013 ; Graindorge, 2015)**.



Figure 07: Turbiditémètre « HANNA FAST TRUCKER

Titre Alcalimétrique Complet (TAC) :

Titre alcalimétrique complet (TAC) représente la concentration totale des espèces basiques présentes dans l'eau, principalement les hydroxydes, les carbonates et les bicarbonates des métaux alcalins et alcalino-terreux (Benslimane, 2015).

La détermination du TAC s'effectue par titrage acido-basique. Pour cela, un volume de 100 mL d'échantillon d'eau est prélevé dans un bécher, puis on ajoute quelques gouttes de vert de bromothymol comme indicateur coloré. Après agitation, la solution prend une teinte bleue indiquant un milieu basique.

On procède alors au titrage en ajoutant progressivement de l'acide sulfurique (H_2SO_4) jusqu'au changement de couleur de l'indicateur, signalant l'atteinte du point d'équivalence.

- ❖ La valeur du TAC est ensuite calculée à l'aide de la formule suivante :



- $\text{TAC (eau brute)} = \left(V_{\{\text{échantillon}\}} - V_{\{\text{blanc}\}} \right) \times \text{titre de } I_{\{\text{prime}\}} \text{acide}$

où :

- $V_{\{\text{échantillon}\}}$: volume d'acide utilisé pour titrer l'échantillon (en mL)
- $V_{\{\text{blanc}\}}$: volume d'acide utilisé pour le témoin blanc
- $V_{\{\text{titre}\}}$: correspond au facteur de conversion en °F (ou autre unité)

Figure 08 : Titrage colorimétrique à l'acide sulfurique.

Détermination du taux de fer :

Pour analyser la teneur en fer, trois fioles jaugées de 100 ml sont préparées. Chacune est remplie de 50 ml d'eau brute. Ensuite, les réactifs suivants sont introduits dans un ordre précis :

- 1 ml de chlorhydrate d'hydroxylamine
- 2ml de solution d'acétate,
- 2ml de solution de 1,10-phénanthroline.

Une fois les ajouts effectués, les flacons sont placés à l'abri de la lumière pendant 15 minutes pour permettre à la couleur de se développer pleinement.

Enfin, l'absorbance est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre pour déterminer la concentration en fer (OMS, 2006).



Figure 09 : dosage colorimétrique du fer par la 1,10-phénanthroline

Taux d'aluminium :

Pour évaluer la concentration d'aluminium, on commence par la préparation d'une solution étalon composée de 5 ml de la solution mère diluée dans 20 ml d'eau distillée. Cette étape est

cruciale pour la calibration. Parallèlement, on prépare un échantillon blanc en utilisant uniquement 25 ml d'eau distillée. Ensuite, on prélève 25 ml de l'échantillon à analyser, auquel on ajoute successivement:

- 2,5 ml de chlorure de calcium,
- 1 ml d'acide thioglycolique,
- 5 ml de tampon,
- 1 ml de solution colorante au rouge d'alizarine.

Remarque : Le respect de cet ordre d'ajouts est fondamental pour assurer la fiabilité de la mesure.

Une fois tous les réactifs ajoutés, les récipients sont hermétiquement fermés, puis vigoureusement agités. On laisse ensuite reposer la solution pendant une durée de 1 heure et 30 minutes.

Le jour suivant, l'intensité de la coloration développée est évaluée à l'aide d'un spectrophotomètre pour déterminer la teneur en aluminium (Graindorge, 2015).



Figure 10 : dosage de l'aluminium au rouge d'alizarine.

œ Résultats et discussions œ

Chapitre III : Résultats et discussion

3.1. Indicateur organoleptique

3.1.1. Couleur :

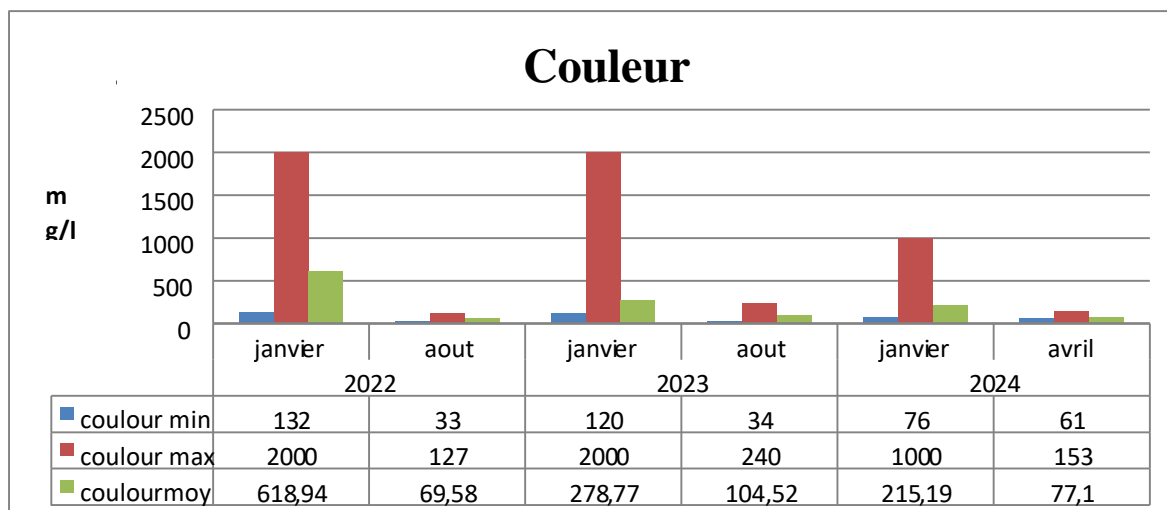


Figure 11: Évolution temporelle de la couleur de l'eau du barrage de Mexa (2022 – 2024)

- Au cours de la période d'étude, des pics de couleur ont été enregistrés durant la saison hivernale, atteignant respectivement 2000 mg/L et 1000 mg/L. En revanche, les valeurs les plus faibles observées ne dépassaient pas 132 mg/L, avec une plage de variation allant de 69,58 mg/L à 618,94 mg/L selon les périodes.
- La coloration de l'eau est principalement liée à la présence de substances organiques dissoutes, qui absorbent certaines longueurs d'onde de la lumière. Ces substances contiennent des groupements chromophores responsables de la réflexion et de l'absorption lumineuse, donnant ainsi une teinte particulière à l'eau.
- Les données recueillies confirment que la couleur de l'eau du barrage de Mexa présente une variabilité importante au fil du temps, avec des valeurs allant de 33 à 2000 mg/L. Ces fluctuations restent néanmoins conformes aux seuils réglementaires fixés par les normes algériennes en vigueur.

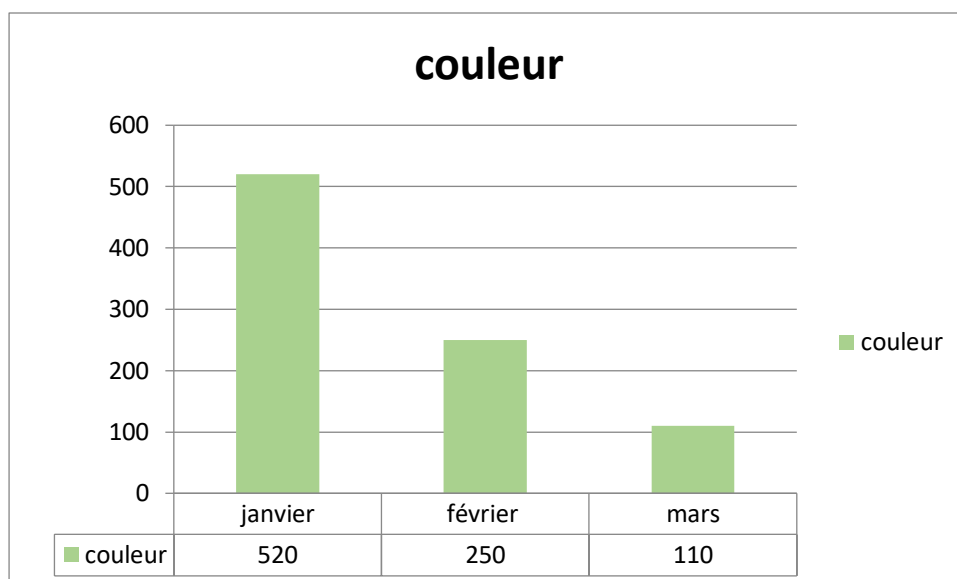


Figure 12: variation temporelle de la couleur de l'eau (janvier – mars 2025)

La couleur a diminué de 520 mg Pt/l à 110 mg Pt/l, indiquant une réduction notable de la matière organique dissoute.

- Elle est généralement due à la présence de substances humiques, souvent issues de la décomposition de végétaux.
- Une couleur élevée peut indiquer une forte charge organique, affectant la transparence et nécessitant des traitements supplémentaires lors de la potabilisation.
- La baisse observée traduit une amélioration progressive de la qualité visuelle de l'eau.

3.2. Résultats des analyses physico chimique

3.2.1. Température

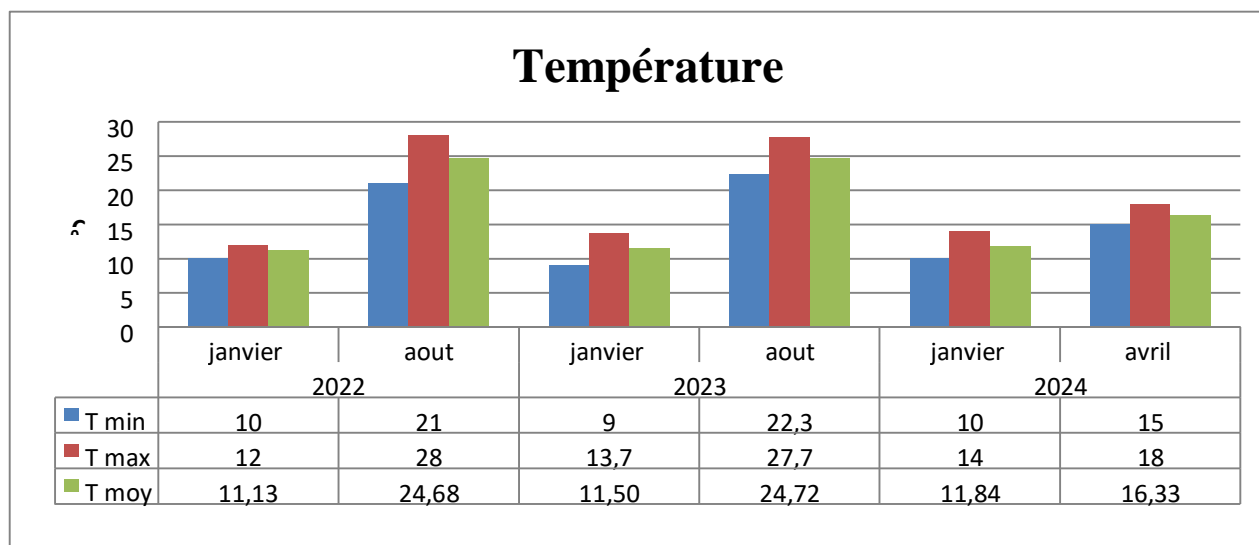


Figure 13 : Évolution temporelle de la température de l'eau du barrage de Mexa (2022 – 2024)

La température des eaux superficielles est étroitement liée aux échanges thermiques avec l'atmosphère et à l'intensité du rayonnement solaire. Elle constitue un facteur essentiel influençant plusieurs paramètres physico-chimiques tels que l'oxygénation, la conductivité électrique, et la solubilité de diverses substances dissoutes.

Elle joue également un rôle déterminant dans l'intensification des activités biologiques, notamment les réactions chimiques et la prolifération bactérienne, en plus de contribuer à l'augmentation de l'évaporation. La température de l'eau dépend de plusieurs éléments comme la température de l'air ambiant, la saison, la nature géologique de la zone, ainsi que la profondeur de la masse d'eau. Une variation brusque de cette température peut déséquilibrer les conditions écologiques de l'écosystème aquatique, comme le précisent **Chapman et Kimstach (1996)**.

RESULTATS

L'analyse des données révèle des températures supérieures à 25°C, valeur seuil indicative selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour les eaux destinées à l'irrigation. La hausse observée peut être attribuée principalement aux effets du changement climatique, qui affecte sensiblement la région étudiée. La température de l'eau du barrage suit une évolution saisonnière, influencée par les variations de la température extérieure. Ainsi, les valeurs les plus élevées sont enregistrées durant la période estivale, atteignant un maximum de 28°C, tandis que les valeurs minimales sont relevées durant la saison hivernale.

Par ailleurs, une tendance générale à l'élévation progressive de la température au cours de la période d'étude a été observée.

La moyenne des températures est entre 11,13 °C et 24,68 °C.

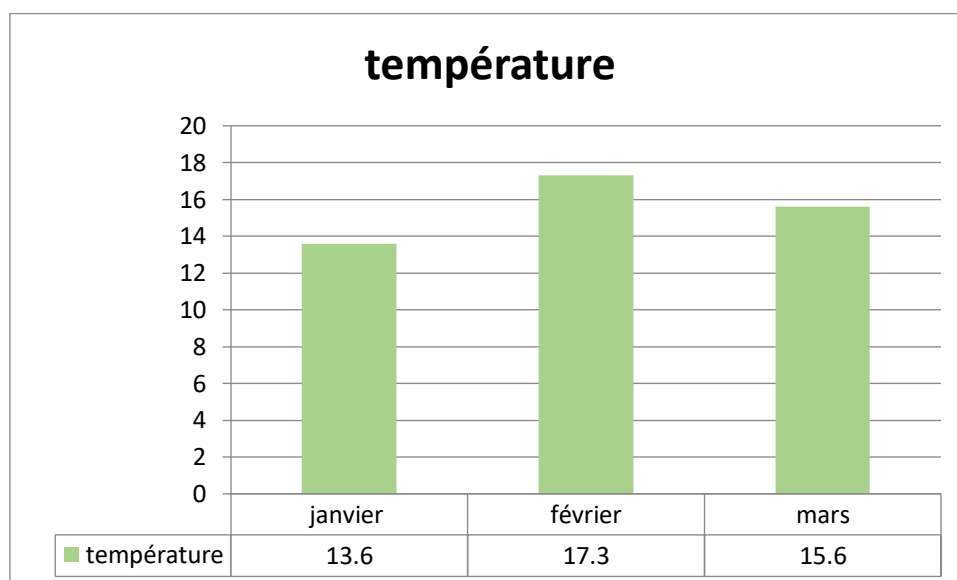


Figure 14 : variation temporelle de la température de l'eau (janvier- mars 2025)

La température de l'eau a varié entre 13.6 °C (janvier) et 17.3 °C (février), traduisant une évolution saisonnière normale.

- La température de l'eau influence la solubilité de l'oxygène dissous ainsi que le métabolisme des microorganismes aquatiques.
- Une augmentation thermique peut accélérer les réactions biologiques et la dégradation de la matière organique, mais elle peut aussi réduire l'oxygénation naturelle.
- Ces valeurs modérées restent compatibles avec la vie aquatique.

3.2.2. pH

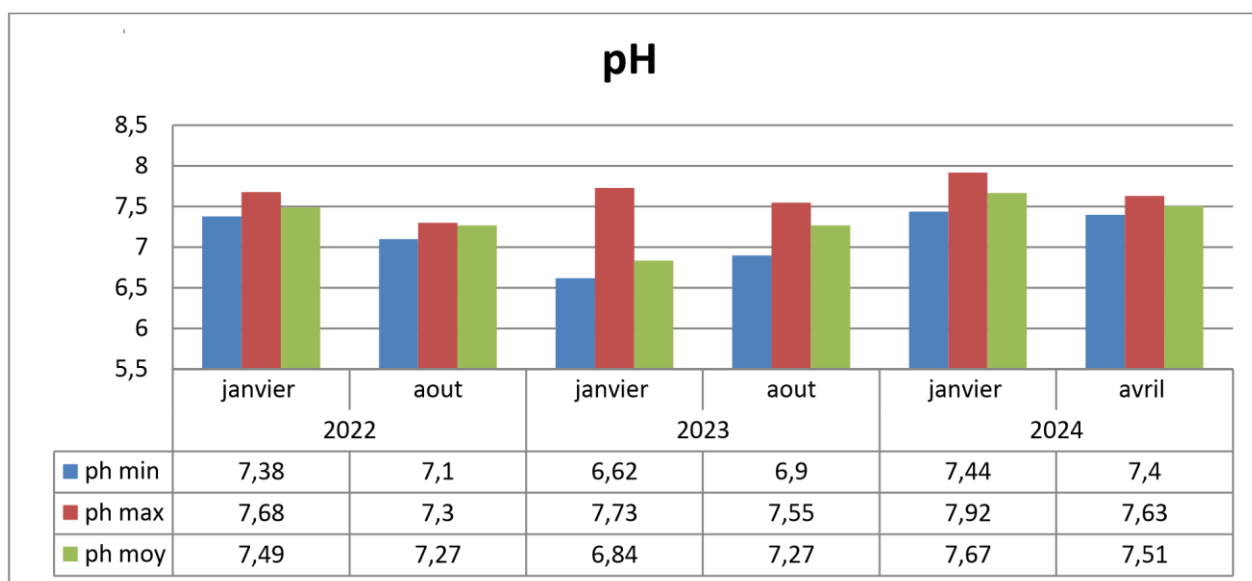


Figure 15: Variation temporel pH de l’eau de barrage Mexa (2022 – 2024).

- Le pH (Potentiel Hydrogène) mesure la concentration en H⁺ ions dans l’eau, et reflète ainsi l’équilibre entre acide et base sur une échelle de 0 à 14. Ce paramètre caractérise un grand nombre d’équilibres physico chimiques et dépend de multiples facteurs, y compris l’origine de l’eau.
 - Le pH des eaux naturelles est lié à la nature du sol dans lequel elles s’écoulent. Le pH influence la plupart des mécanismes chimiques et biologiques de l’eau. Habituellement, les valeurs de pH sont comprises entre 6 et 8,5 dans les eaux naturelles
 - (Chapman et Kimstach, 1996). Elle diminue en présence de niveaux élevés de matière organique et augmente en période d’été où l’évaporation est importante (Meybeck et al., 1996).
 - L’eau brute du barrage Mexa pendant la période d’étude a un pH qui ne dépasse pas les normes de potabilité (6,50<PH<8,50).
 - Ces résultats suggèrent que l’eau s’écoule à travers les sols riches en calcaire du bassin versant de Mexa.
 - Nos niveaux de pH sont presque similaires à ceux obtenu dans la rivière Bounamoussa qui variait entre 6,62 et 7,92(Ramdani et Laifa, 2017).

RESULTATS

Tableau 04 : Classification des eaux d'après leur pH.

pH < 5	Acidité fort → présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH = 7	PH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée → majorité des eaux de surface
5.5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte évaporation intense

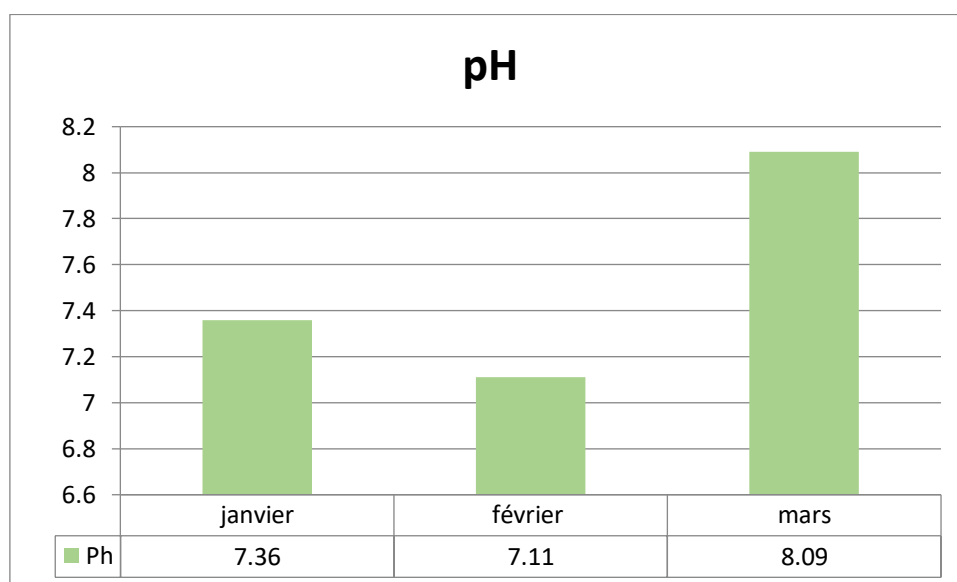


Figure 16 : variation temporelle du pH de l'eau (janvier- mars 2025)

Le pH est un indicateur fondamental de la qualité de l'eau, influençant directement les réactions chimiques et les équilibres biologiques dans le milieu aquatique.

Durant la période étudiée, le pH a fluctué entre 7.11 (février) et 8.09 (mars), des valeurs comprises dans l'intervalle optimal fixé par les normes algériennes (6.5 à 9) pour l'eau potable.

- Cette légère alcalinité peut résulter de l'activité photosynthétique des végétaux aquatiques ou d'une richesse en ions carbonates.
- Un pH stable favorise une bonne biodisponibilité des nutriments pour la faune aquatique.

RESULTATS

- Ces résultats confirment que l'eau reste dans un état favorable à la vie biologique sans risque d'acidification ni d'alcalinisation extrême.

3.2.2. Conductivité

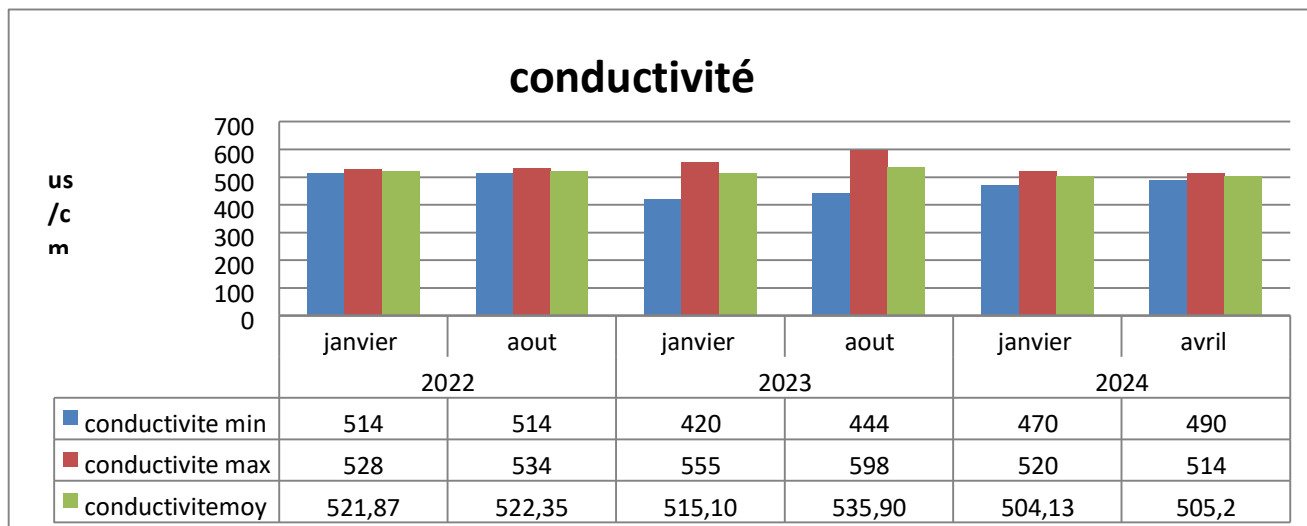


Figure 17: Variation de la conductivité électrique de l'eau du barrage de Mexa (2022 – 2024)

- La conductivité électrique constitue un paramètre physico-chimique fondamental permettant d'évaluer la capacité de l'eau à conduire un courant électrique. Elle est directement liée à la concentration des ions dissous, principalement les sels minéraux. De plus, la conductivité est influencée par la température de l'eau, augmentant généralement avec la hausse de cette dernière. Elle sert ainsi d'indicateur indirect du niveau de minéralisation de l'eau (**Rodier, 1984**).
- Les mesures effectuées au niveau du barrage de Mexa entre 2022 et 2024 montrent des valeurs comprises entre 444 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (en avril) et 598 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (en février). Ces valeurs demeurent stables et ne dépassent pas les limites fixées par les normes de l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

RESULTATS

- La variation de la conductivité au cours de l'année est généralement corrélée aux précipitations : les valeurs les plus faibles sont enregistrées durant les périodes les plus humides, en raison de l'effet de dilution, tandis que les valeurs les plus élevées apparaissent durant les mois secs, à la suite de l'évaporation qui favorise la concentration des minéraux dissous.
- Ces observations traduisent le degré de minéralisation de l'eau ainsi que les interactions chimiques qui s'y manifestent (Guechi, 2016). Il en ressort que la qualité de l'eau du barrage peut évoluer d'un état moyennement minéralisé vers une eau plus concentrée en sels dissous selon les conditions climatiques et hydrologiques.

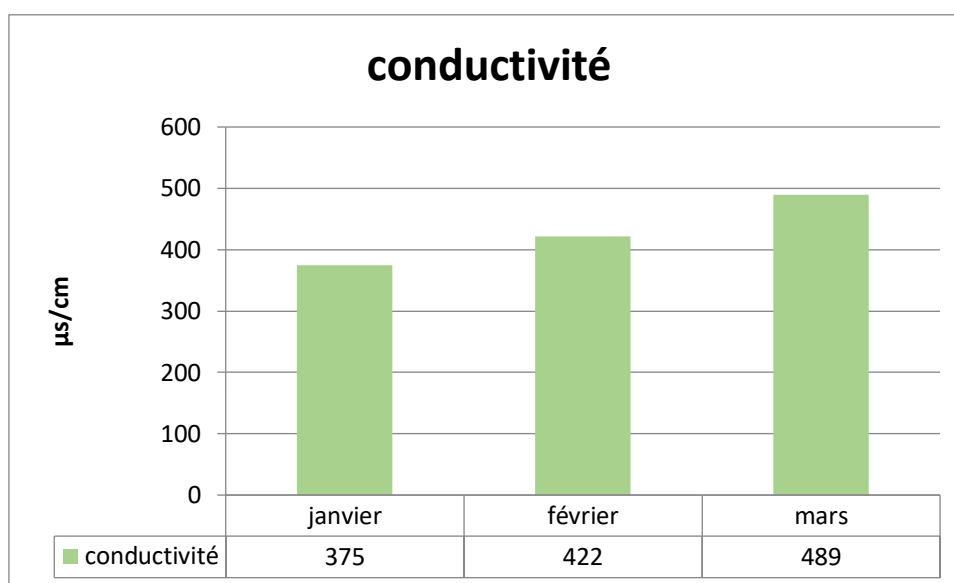


Figure 18 : variation temporelle de la conductivité de l'eau (janvier- mars 2025)

Les valeurs mesurées de conductivité électrique sont passées de 375 à 489 $\mu\text{s}/\text{cm}$, indiquant une augmentation progressive de la concentration en ions dissous.

- La conductivité reflète la minéralisation de l'eau (chlorures, nitrates, sulfates, etc) qui peut provenir d'apports naturels ou anthropiques.
- Une conductivité modérée reste bénéfique pour les organismes aquatiques, mais une élévation importante peut témoigner d'un déséquilibre ionique ou d'une pollution diffuse.

3.2.3. TAC (titre acentrique complet)

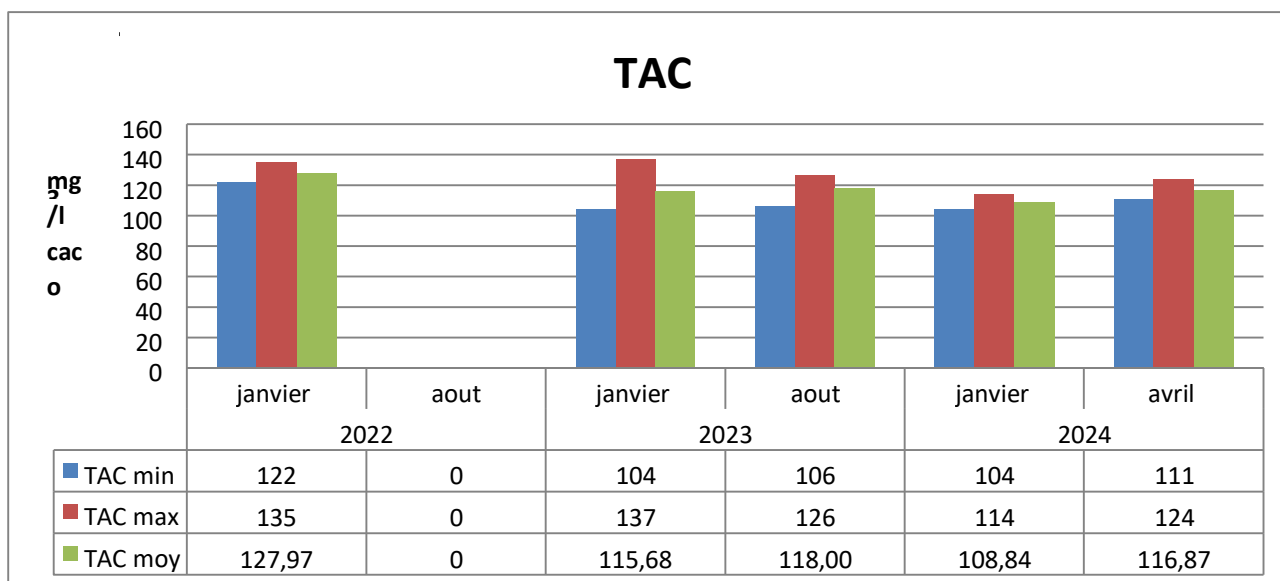


Figure 19 : Variation temporelle du TAC de l'eau du barrage de Mexa (2022 – 2024)

- Le titre alcalimétrique complet (TAC) est un paramètre essentiel pour évaluer la concentration totale des espèces alcalines présentes dans l'eau, notamment les carbonates et les bicarbonates. Il joue un rôle crucial dans la formation d'une fine couche de carbonate de calcium susceptible de protéger les canalisations contre les phénomènes de corrosion. Une alcalinité minimale est donc requise pour assurer cet effet protecteur. Selon Benslimane (2015), le TAC, représentant l'alcalinité totale de l'eau (et non seulement celle provenant des carbonates et bicarbonates), ne doit pas être inférieur à 50F*
- Les résultats obtenus au cours de cette étude révèlent des valeurs relativement homogènes, avec une concentration minimale de 104 mg/L en CaCO₃ et une concentration maximale atteignant 137 mg/L en CaCO₃. La majorité des mesures se situent dans une fourchette moyenne comprise entre 108 mg/L et 127,97 mg/L en CaCO₃, ce qui indique une bonne stabilité de l'alcalinité de l'eau du barrage au cours de la période considérée.

RESULTATS

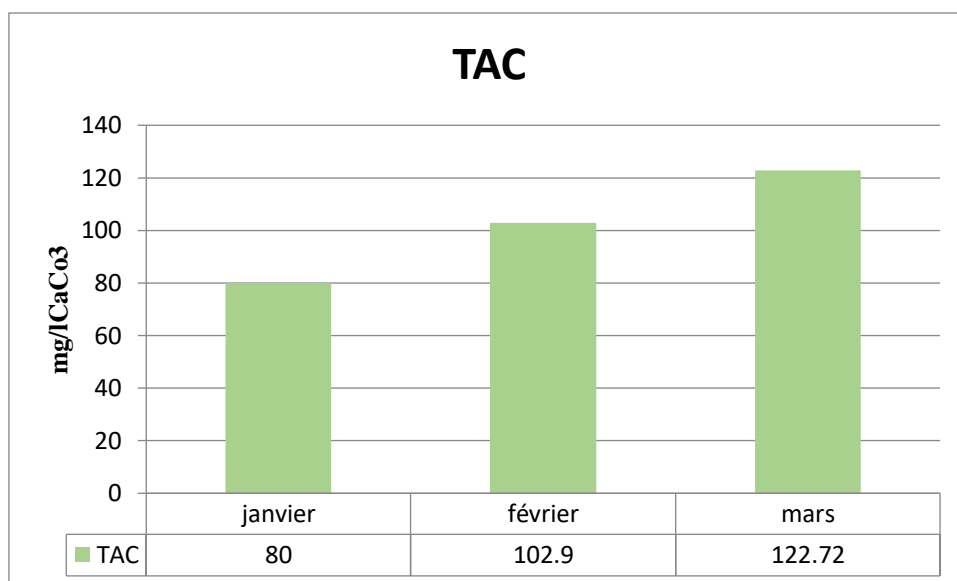


Figure 20 : variation temporelle du TAC de l'eau (janvier- mars 2025)

3.2.4. Turbidité

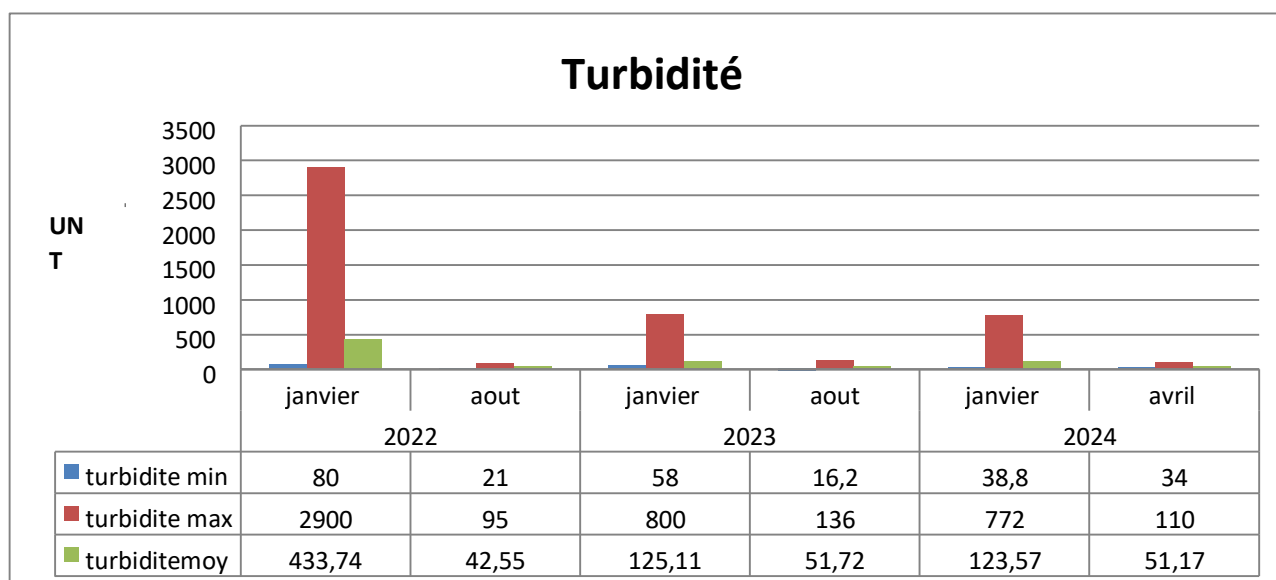


Figure 21: variation temporelle de la Turbidité de l'eau de barrage Mexa(2022 – 2024).

RESULTATS

- La turbidité est un paramètre organoleptique (**Ghazali et Zaid, 2013**). Cette dernière est due à la présence de particules en suspension, surtout colloïdal ; argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc., qui donnent un aspect trouble à l'eau (**Graindorge, 2015**). L'évaluation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité (**Rodier et al., 2009**).
 - Nos résultats montrent des valeurs hautes pendant les saisons froides, qui peuvent atteindre 2900 UNT. Alors que les valeurs minimales atteignent 16,2 UNT. Les valeurs moyennes se situent entre 433,47 et 42,55.
 - Nous observons que la turbidité d'eau de barrage de Mexa varie entre [16,2-2900 NTU], nous pouvons dire que ces valeurs sont élevées par rapport aux autres barrages.
 - Cette augmentation [+500 NTU] peut être expliquée par la forte pluie qui trouble l'eau brute mais dans les mois d'été on l'explique par les opérations des lâchées.
 - La turbidité d'eau brute est le paramètre le plus important pour déterminer la quantité de coagulant et de floculant et désinfectant.
 - Une turbidité élevée peut permettre aux micro-organismes d'adhérer aux particules en suspension et réduire la lumière que les plantes aquatiques utilisent pour la photosynthèse. La turbidité est exprimée en unités de turbidité (NTU) et doit être inférieure à 5NTU (**Bengoumi et al., 2013**).
 - Ces données nous ont permis d'observer l'augmentation de la turbidité d'où le constat de la présence des particules argileuses en suspension dans l'eau et en plus elle s'ajoute par le passage des animaux sauvages qui boivent d'où la perturbation de l'eau de source.

Tableau 05 : Classes de la turbidité usuelles

Classe	Turbidité	Observation
1	NTU < 5	Eau claire
2	5 < NTU < 30	Eau clairement trouble
3	NTU > 50	Eau trouble
4	NTU	La plupart des eaux de surface en Afrique atteignent ce niveau de turbidité

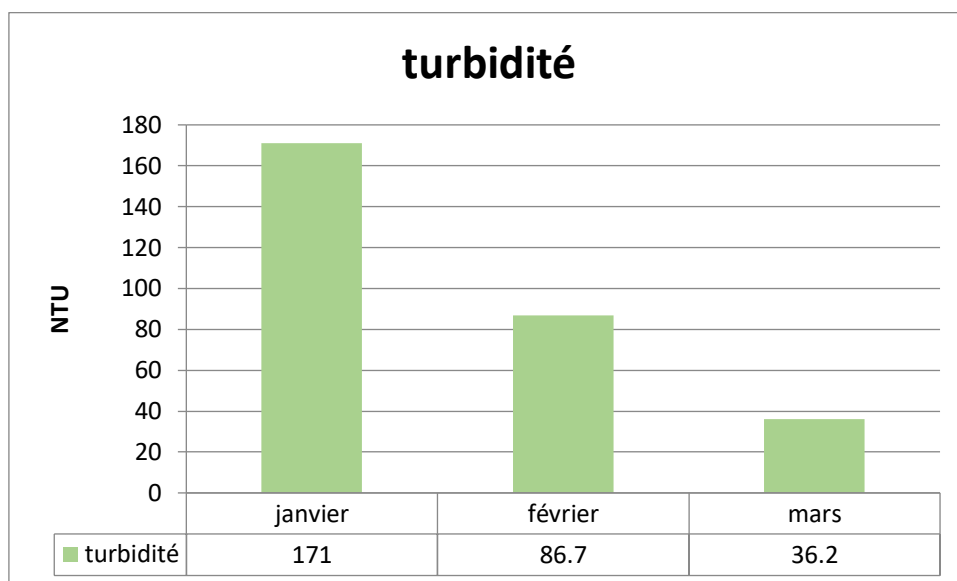


Figure 22 : variation temporelle de la turbidité de l'eau (janvier- mars 2025)

La turbidité a chuté considérablement de 171 NTU en janvier à 36.2 NTU en mars.

- Une turbidité élevée réduit la pénétration de la lumière, limitant la photosynthèse des plantes aquatiques et modifiant l'habitat des organismes.
- Sa baisse progressive indique une sédimentation naturelle des particules en suspension ou une réduction des apports en matières organiques.
- Ces résultats suggèrent une amélioration de la clarté de l'eau et de ses caractéristiques optiques.

3.2.5. Taux de fer

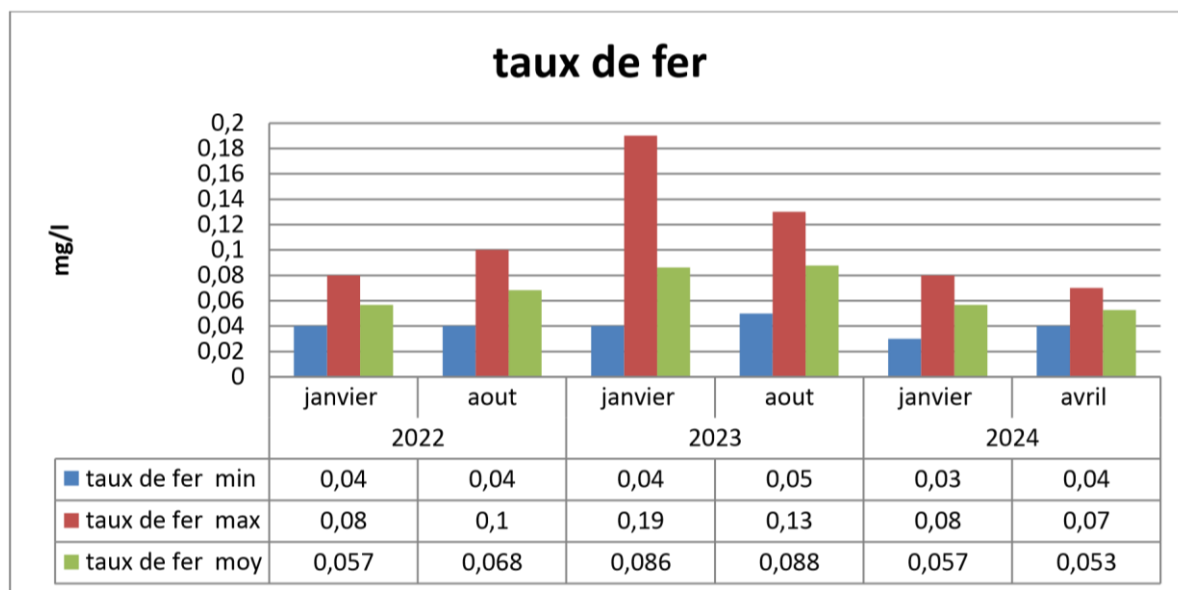


Figure 23 : variation temporelle de taux de fer de l'eau de barrage Mexa (2022-2024)

- Ce tableau affiche une valeur minimale de 0.03 mg/l est une valeur plus élève de 0.19 mg/l.
- La valeur moyenne est entre 0,053 mg /l et 0,088 mg/l.
- Toutes ces valeurs ne représentent aucun risque de pollution par le fer.
- Ces valeurs ne dépassant pas la norme algérienne de 0,3 mg/l (JORDP ,2014).

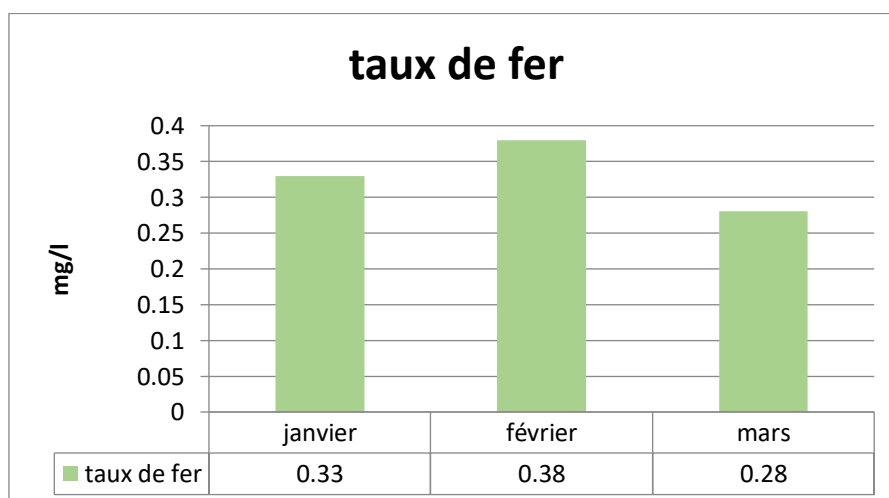


Figure 24 : variation temporelle de taux de fer de l'eau (janvier- mars 2025)

RESULTATS

Le fer dissous a varié entre 0.33 mg/l (janvier) et 0.21 mg/l (mars), avec une tendance globale à la baisse.

- Le fer provient de sources naturelles (érosion de roches ferrugineuses) ou de corrosion des conduites métalliques.
- A forte dose, il peut colorer l'eau, altérer le goût, et encrasser les équipements de traitement.
- Biologiquement, le fer est essentiel en faible quantité, mais sa surcharge peut nuire à certains organismes aquatiques. Toutefois, les valeurs enregistrées restent inférieures à la norme algérienne (0.3 mg/l), ce qui minimise le risque écologique.

3.2.6. Taux d'aluminium

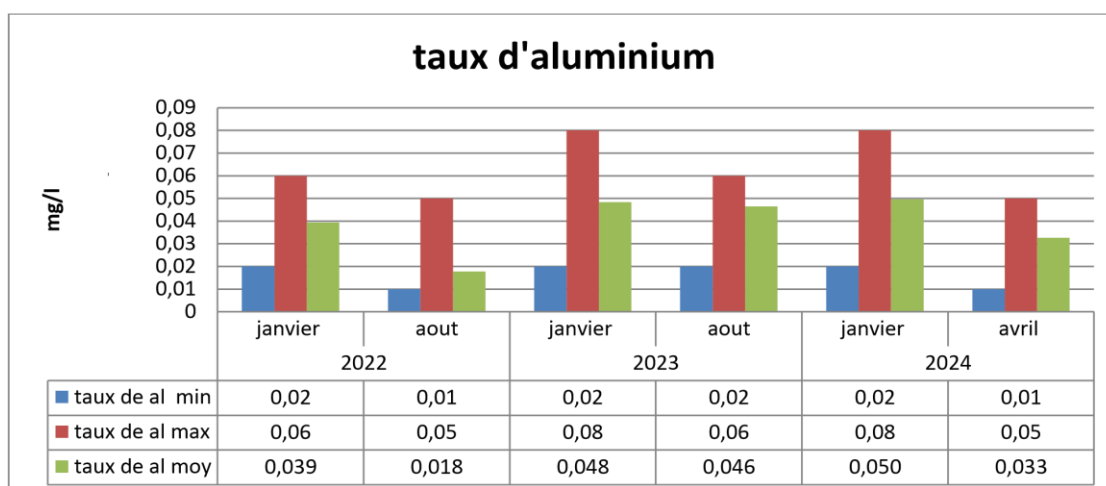


Figure 25 : Variation temporelle de taux d'aluminium de l'eau de barrage Mexa (2022 –2024)

L'azote ammoniacal est l'un des maillons du cycle complexe de l'azote à l'état primitif. C'est un gaz soluble dans l'eau. Il existe en faibles proportions, moins de 0,1 mg/l d'azote ammoniacal dans les eaux naturelles. Les concentrations d'aluminium fournissent des informations sur pollution des eaux due aux rejets d'eaux usées domestiques ou à l'érosion et au lessivage des sols agricoles (**Graindorge, 2015**).

- Les concentrations d'ammonium fournissent des informations sur la pollution de l'eau ; à la suite du rejet d'eaux usées domestiques ou de l'érosion et lessivage des sols agricoles. L'ammonium n'est pas très stable ou chimiquement stable entre l'échantillonnage et l'analyse en laboratoire, et il y a

RESULTATS

une dégradation biologique importante lors du transport, particulièrement sensible pour les faibles concentrations.

- Approprié la réfrigération de l'échantillon doit être assurée pendant le prélèvement et le transport.
- La teneur en aluminium de l'eau du barrage est élevée variable, fluctuant entre 0,01 et 0,033 mg/l.
- Ces valeurs ne dépassant pas la norme algérienne de 0,2 mg/l (**JORDP ,2014**).
- D'après ces résultats nous confirmons que l'aluminium est un élément étranger c'est pourquoi son dosage dans l'eau est faible.

⌘ Conclusion et perspectives ⌘

4. Conclusion et Perspectives

L'étude menée sur les eaux du barrage a permis de dresser un état des lieux précis de la qualité physico-chimique et de l'ampleur de la contamination organique. Les résultats obtenus montrent que certains paramètres, tels que la température, le pH, la conductivité électrique, la turbidité et la teneur en oxygène dissous, varient selon les saisons et les points de prélèvement, reflétant l'influence des apports naturels et anthropiques.

Bien que la majorité des indicateurs restent conformes aux normes nationales et internationales, les fluctuations de la turbidité et de la couleur pendant les saisons humides appellent à renforcer les mécanismes de surveillance et de contrôle, notamment lors des fortes précipitations

Dans l'ensemble, bien que certains paramètres restent dans les normes de l'OMS ou des directives nationales pour l'eau brute destinée à la potabilisation, d'autres dépassent les seuils recommandés, mettant en évidence un **risque potentiel pour l'environnement et la santé publique**.

Cette situation souligne l'importance de mettre en place un **programme de surveillance régulier**, ainsi que des **mesures de protection et de gestion durable** des ressources en eau, notamment la limitation des rejets polluants et la sensibilisation des usagers locaux.

œ Références bibliographiques œ

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ✓ **Bengoumi, Mohamed, et collaborateurs (2013).** **Qualité de l'eau pour l'abreuvement des animaux**. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Rome, Italie.
- ✓ **Benslimane, Nadjat (2015).** **Notions de chimie analytique appliquée à l'environnement**. Mémoire de Master, Université de Constantine 1, Département de Chimie Analytique.
- ✓ **Chapman, Deborah & Kimstach, Vera (1996).** **Selection of Water Quality Variables**. In: **Water Quality Assessments – A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring**. 2e édition. World Health Organization/UNEP, Londres.
- ✓ **Chelli, Bachir & Djouhri, Amina (2013).** **Les propriétés physiques et chimiques de l'eau – Applications en environnement**. Université d'Alger, Faculté des Sciences.
- ✓ **Ghazali, Rachid & Zaid, Ahmed (2013).** **Méthodes d'analyse physico-chimiques de l'eau : Guide pratique de laboratoire**. Institut National de Formation en Environnement (INFE), Alger, Algérie.
- ✓ **Graindorge, Anne (2015).** **Pollution de l'eau : Mécanismes, effets et traitements**. Éditions Universitaires Européennes, Sarrebruck, Allemagne.
- ✓ **Guechi, Abdelkader & Leulmi, Boudjemaa (2015).** **Caractérisation et qualité physico-chimique des eaux de surface dans la région d'El Tarf : Cas du barrage de Mexa**. Revue des Sciences de l'Eau et de l'Environnement, Université d'Annaba.
- ✓ **JORA (2014).** **Journal Officiel de la République Algérienne – Normes algériennes de qualité de l'eau potable**. Numéro spécial, Ministère des Ressources en Eau, Alger.
- ✓ **Meybeck, Michel, Chapman, Deborah et Helmer, Richard (1996).** **Global Freshwater Quality: A First Assessment**. World Health Organization (WHO),

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture (UNESCO). Genève, Suisse.*
- ✓ **Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (2006).** **Directives de qualité pour l'eau de boisson – Volume 1 : Recommandations*. 3e édition. Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse.*
- ✓ **Ouarts, Hicham, et collaborateurs (2011).** **État des lieux des ressources hydriques de la région d'El Tarf : Cas du barrage Mexa*. Rapport technique interne, Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH), Algérie.*
- ✓ **Ramdani, Fatima & Laïfa, Ahmed (2017).** **Évaluation de la qualité physico-chimique de l'eau de la rivière Bounamoussa (Annaba)*. Mémoire de Master, Université Badji Mokhtar – Annaba, Faculté des Sciences.*
- ✓ **Rodier, Jean (1984).** **L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer*. 7e édition. Dunod, Paris, France.*
- ✓ **Rodier, Jean, Legube, Bernard, & Merlet, Nicole (2009).** **L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer*. 9e édition. Dunod, Paris, France.*