

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة 8 ماي 1945

Université 8 Mai 1945 Guelma

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la Terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité/Option : Biodiversité et environnement

Département : Ecologie et Génie de l'environnement

Thème

**Impact de la pollution agricole et domestique sur la qualité des
eaux du barrage de Bouhamdane.**

Présenté par :

Soltani Chamse Eddine

Tria Abderrazek

Devant le jury composé de :

Président : Dr. Bouchelaghem El-Hadi

M.C.B

Université de Guelma

Examineur : Dr. Amri Sandra

M.C.B

Université de Guelma

Encadreur : Dr. Yalles Satha Amina

M.C.A

Université de Guelma

Juin 2023

Remerciements

Avant de présenter ce travail, tout d'abord, nous tenons à remercier notre grand seigneur Dieu tout puissant pour nous avoir donné la foi, d'avoir éclairé notre route et de nous avoir guidé dans le meilleur et le bon chemin.

*Tout d'abord, nous tenons à remercier **Madame YALLES Satha Amina**, notre encadrante, qui nous a encouragé, par ses conseils avisés et son suivi de près de ce mémoire. Nous tenons à lui exprimer notre profonde gratitude pour sa disponibilité pour répondre à nos interrogations et nos incertitudes malgré un emploi du temps toujours chargé, pour le temps consacré aux corrections du manuscrit, pour ses idées scientifiques enrichissantes, sa gentillesse, sa bonne humeur et son soutien scientifique et moral.*

*Nous tenons à remercier les membres du jury **Dr. Bouchelaghem El-Hadi** pour la présidence du jury et **Mme Amri Sandra** d'avoir accepté d'examiner et évaluer ce mémoire.*

À la fin nous remercions tous nos collègues d'étude particulièrement notre promotion « Biodiversité et Environnement 2022 / 2023 ».

Enfin, Merci à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail

Merci à vous tous !

Dédicace

Louange à Dieu tout puissant, qui m'a permis de voir ce jour tant attendu

Je dédie ce mémoire :

A mes très chers parents

Qui ont toujours été présents pour moi et sont pour moi un exemple des parents respectueux, honnêtes et méticuleux

Grâce à toi papa j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité. Je voudrais te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension... Ton soutien fut une lumière dans tout mon parcours. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour toi.

Ce modeste travail est le fruit de tous les sacrifices que tu as déployés pour mon éducation et ma formation. Je t'aime Mama et j'implore le tout-puissant pour qu'il t'accorde une bonne santé et une vie longue et heureuse.

A mon cher frère Boukerche Ismail

A tous les moments d'enfance passés avec toi mon frère, en gage de ma profonde estime pour l'aide que tu m'as apporté. Tu m'as soutenu, réconforté et encouragé. Puissent nos liens fraternels se consolider et se pérenniser encore plus.

A ma sœur Sara Aissaoui

Merci pour l'aide que tu vous nous avez apportée , merci de nous accorder de votre temps , je te souhaite tout le bonheur du monde

A TOUTE les personnes qui travaillent A L'ADE

*Merci A toute personne ayant contribué de près ou de loin à ce travail et particulièrement Sur tout madame **Mbarka** et **Chahra** Et Mr le directeur **Saleh***

A TOUTE MA FAMILLE

Aucun langage ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour votre soutien et encouragements. Je vous dédie ce travail en reconnaissance de l'amour que vous m'offrez quotidiennement et votre bonté exceptionnelle. Que Dieu le Tout Puissant vous garde et vous procure santé et bonheur.

A Mes Amis

*A mes amies **Alla Djebari** , **Meriem Mahmoudi** , **Brahmia Hanine**, **Adem boutera**, **Aymen Noune***

,
Slimani Abd Rahmene Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs et des Frères sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

T.Abderrazek

Dédicace

Il est difficile d'exprimer par des mots tout l'amour et la gratitude que je ressens envers vous. À travers cette dédicace, je souhaite vous rendre hommage et vous remercier du fond du cœur pour votre soutien inconditionnel tout au long de ce cursus universitaire qui s'achève avec ce mémoire de fin d'étude.

À mes parents et mes frères et toute la famille, vous avez été mes piliers et ma source de motivation. Vos encouragements, vos sourires et votre amour ont été ma force pendant les moments de doute et de stress. Votre soutien indéfectible m'a permis de surmonter les obstacles et de me dépasser. Je vous suis infiniment reconnaissant de croire en moi et de m'accompagner dans tous mes projets.

*À mes amis **Sakhi eddine, Ahmed, Gohfrane, Rostom, Haithem, Alla, Mousslem** vous êtes ma deuxième famille. Vos encouragements, vos conseils et vos rires ont illuminé mon parcours. Vous avez été là pour moi, pour partager mes réussites et mes échecs, pour m'écouter et me comprendre. Votre présence chaleureuse m'a apporté du réconfort et de la confiance en moi. Merci d'avoir partagé cette aventure avec moi et d'avoir rendu chaque moment mémorable.*

*À mes professeurs et surtout notre deuxième mère madame **SATHA YALLES Amina**, et **Mbarka Et Chahra** vous avez été mes guides et mes inspirations. Vos connaissances, votre expertise et votre bienveillance m'ont permis de grandir intellectuellement et personnellement. Vos conseils précieux ont éclairé mon chemin et m'ont ouvert de nouvelles perspectives. Je vous suis reconnaissant de m'avoir transmis votre passion et de m'avoir poussé à me dépasser.*

*Enfin, à **tria abderrazek** la personne qui a partagé cette aventure avec moi, je te dédie ce mémoire. Tu as été mon roc, mon soutien constant et ma plus grande source d'inspiration. Tes efforts ta compréhension ont été mon refuge dans les moments difficiles. Je te remercie d'être à mes côtés, de m'encourager et de me rappeler que je suis capable de grandes choses.*

À vous tous, mes êtres chers, ce mémoire est aussi la vôtre. Elle est le fruit de notre amour, de notre soutien et de notre complicité. Vous avez été ma force motrice et ma raison d'avancer. Votre présence a rendu cette expérience inoubliable. Je vous serai éternellement reconnaissant pour tout ce que vous avez fait pour moi.

De tout mon cœur,

Soltani .Chemse eddine

Tables Des Matières

Remerciements	i
Dédicaces	ii
Liste des figures	iii
Liste des tableaux	iv
Introduction	1

Chapitre1 : Synthèse Bibliographique

1-1- Importance de l'eau	3
1-2- L'eau dans la nature.....	3
1-3- Les types d'eaux	3
1-4- La répartition de l'eau dans la planète	3
1-5- La crise de l'eau potable en Algérie	3
1-6- Politique de l'eau en Algérie et développement durable.....	4
1-7- Les barrages en Algérie et les principaux problèmes rencontrés	4
1-8- Propriétés de l'eau de consommations	6
1- 8-1- Les propriétés organoleptique	6
A- La couleur	6
B- L'odeur	6
C- Le goût et la saveur.....	6
1- 8-2- Les propriétés physiques	6
A- Le pH ou le potentiel d'hydrogène.....	6
B- La Conductivité	7
C- La Turbidité	7

D- Les solides dissous totaux TDS.....	7
1-8-3- Les propriétés chimiques.....	8
A- L'ammonium	8
B- Les Ortho phosphates	8
C- Les Nitrites	8
D- Les Nitrates.....	8
E- Les Sulfate.....	8
F- Les Chlorures.....	8
G- Les matières organiques	8
H- Les Matières en suspension	9
I- Le Fer.....	9
J- Le magnésium.....	9
K- Le Calcium	9
L- Le Potassium.....	9
M- Le Sodium.....	9
N- Le Résidu sec.....	10
O- La Demande biologique en oxygène en 5 jours (DBO5)	10
P- Le titre hydrotimétrique (T.H).....	10
Q- Le titre alcalimétrique simple et complet (T.A et T.A.C)	10
R- Les Bicarbonates	11
1-9- La pollution des Eaux Superficiels.....	11
1-9-1- Le Pollution Physique.....	11
1-9-2- La Pollution Chimique.....	11
1-9-3- La Pollution Microbiologiques.....	12
1-10- Les maladies véhiculées par l'eau	12

Chapitre 2 : Description De La Région D'étude

2-1-Description de la région d'étude.....	13
2-1-1- Présentation de la région d'étude	13
2-1-2- Situation géographique du Sous-bassin-versant de Bouhamdane.....	13
2-1-3- Situation géographique du barrage de Bouhamdane	13

2-2-Situation géographique de la station de traitement de Hammam Debagh.....	13
2-3- Les caractéristiques hydrauliques et techniques du barrage	15
2-4- Aperçu climatique.....	16
2-4-1- Les températures.....	16
2-4-2- Les précipitations	16
2-4-3- Diagramme de Bagnouls et Gausson (1953)	17
2-4-4- Climagramme d'Emberger	18
2-5- Choix des stations d'études	19

Chapitre 3 : Matériels et Méthodes

3-1-Echantillonnage	21
3-2-Mode de prélèvement	21
3-3-Les stations d'étude	21
3-4-Méthodes d'analyses des paramètres physico- et chimique.....	22
3-4-1-Méthodes électrochimiques.....	22
➤ Détermination du potentiel hydrogène « pH »	22
➤ Détermination la conductivité électrique, température, TDS et salinité	22
➤ La Turbidité.....	23
➤ Détermination du résidu sec	24
➤ Détermination de Matières en suspension (MES).....	25
➤ Mesure de la salinité et des matières dissoutes totales (TDS).....	25
3- 4-2 Méthodes spectrophotométriques	25
➤ Détermination des Nitrites.....	25
➤ Détermination des Nitrates	27
➤ Détermination de l'Ammonium	28
➤ Détermination des Sulfates.....	28
➤ Détermination des phosphates.....	29
➤ Détermination de Fer à l'Orthophénanthroline	30
3-4-3- Méthodes volumétriques	
➤ Détermination des chlorures (Cl-).....	31
➤ Détermination de Calcium (Ca ²⁺).....	31
➤ Détermination du Magnésium	32

- Détermination du titre alcalimétrique simple et complet TA, TAC..... 32
- Mesure de la dureté Totale ou du Titre Hydrothimétrique (TH)..... 34
- Détermination du bicarbonate (HCO_3^-)..... 34
- Détermination de la demande biologique en oxygène (DBO_5)..... 35
- Détermination de Matières Organiques..... 36
- Détermination de Sodium (Na^+) & Potassium (K^+) 36

Chapitre 4 : Résultats et Discussions

4-1-Les Résultats de l'analyse des paramètres physiques	39
4-1-1- Le pH.....	39
4-1-2- La conductivité électrique	39
4-1-3- La turbidité	40
4-1-4- Les TDS	41
4-1-5- La Salinité.....	41
4-2-Les Résultats de l'analyse des paramètres chimiques	42
4-2-1 Le Fer.....	42
4-2-2 Des sulfates	43
4-2-3 Les nitrates	43
4-2-4 Des phosphates	44
4-2-5 Les Nitrites.....	45
4-2-6 L'Ammonium	45
4-3-Les Résultats de l'analyse volumétrique	46
4-3-1 Les matière en suspension	46
4-3-2 Le T.H.....	47
4-3-3 Les Matières Organiques	47
4-3-4 Le Sodium.....	48
4-3-5 Le Potassium.....	48
4-3-6 Le Résidu Sec	49
4-3-7 Le Calcium.....	49
4-3-8 Le Magnésium	50
4-3-9 Le Chlorure	50
4-3-10 Les Bicarbonates.....	51
4-3-11 Le T.A.C	51
4-3-12 Le T.A.....	52
4-3-13 La DBO_5	52
Conclusion.....	54

Références Bibliographiques.....

ANNEXES.....

Listes des figures

Figure 1 : La répartition de l'eau	6
Figure 2 : Le Cycle de l'eau	6
Figure 3 : Eau superficielle polluée	12
Figure 4 : Situation géographique de la région d'étude	14
Figure 5 : Situation géographique du barrage de Hammam Debagh	14
Figure 6 : Situation géographique de la station de traitement de Hammam Debagh (ADE).....	15
Figure 7 : Variations mensuelles des températures en (°C) (1994-2021)	16
Figure 8 : Variations mensuelles des Précipitations en mm (1994-2021).....	17
Figure 9 : Diagramme de Bagnouls et Gausson (1994-2021)	17
Figure 10 : Situation de la région de Guelma dans le Climagramme d'Emberger (1994-2021) ..	18
Figure 11 : Localisation des stations d'études au niveau du barrage de bouhamdane (Mellouki et <i>al.</i> , 2022).....	19
Figure 12 : La Tour de prise	20
Figure 13 : La Rive droite	20
Figure 14 : La Rive gauche	20
Figure 15 : L' Axe de la digue.....	20
Figure 16 : L'évacuateur de crue.....	20
Figure 17 : pH mètre HACH (SL1000).....	23
Figure 18 : multi paramètre (WTW LF197).....	23
Figure 19 : Turbidimètre HACH (TL 230).....	24
Figure 20 : Analyse des Nitrites	26
Figure 21 : Analyse des Nitrates	27
Figure 22 : Analyses d'Ammonuim	28
Figure 23 : Analyses des phosphates.....	29
Figure 24 : Dosage du fer	30

Figure 25 : Analyse du Calcium.....	32
Figure 26 : Titre Alcalimétrique Complet TAC	34
Figure 27 : Appareil qui mesure la DBO5.....	35
Figure 28 : Analyse et dosage du sodium et du potassium.....	38
Figure 29 : Les variations mensuelles du pH de l'eau du barrage.....	39
Figure 30 : Les variations mensuelles de la conductivité de l'eau du barrage	40
Figure 31 : Les variations mensuelles de la turbidité de l'eau du barrage	40
Figure 32 : Les variations mensuelles du TDS de l'eau du barrage	41
Figure 33 : Les variations mensuelles de la Salinité de l'eau du barrage	42
Figure 34 : Les variations mensuelles du fer de l'eau du barrage	42
Figure 35 : Les variations mensuelles des sulfates de l'eau du barrage	43
Figure 36 : Les variations mensuelles des nitrates de l'eau du barrage	44
Figure 37 : Les variations mensuelles des phosphates de l'eau du barrage	44
Figure 38 : Les variations mensuelles des nitrites de l'eau du barrage	45
Figure 39 : Les variations mensuelles de l'ammonium de l'eau du barrage	46
Figure 40 : Les variations mensuelles de M.E.S de l'eau du barrage.....	46
Figure 41 : Les variations mensuelles de T.H de l'eau du barrage	47
Figure 42 : Les variations mensuelles de M.O de l'eau du barrage	47
Figure 43 : Les variations mensuelles de sodium de l'eau du barrage	48
Figure 44 : Les variations mensuelles de potassium de l'eau du barrage.....	48
Figure 45 : Les variations mensuelles de Résidu Sec de l'eau du barrage	49
Figure 46 : Les variations mensuelles de Calcium de l'eau du barrage	49
Figure 47 : Les variations mensuelles de Magnésium de l'eau du barrage.....	50
Figure 48 : Les variations mensuelles de Chlorure de l'eau du barrage.....	50
Figure 49 : Les variations mensuelles de Bicarbonates de l'eau du barrage.....	51
Figure 50 : Les variations mensuelles de T.A.C de l'eau du barrage.....	51
Figure 51 : Les variations mensuelles de T.A de l'eau du barrage	52

Figure 52 : Les variations mensuelles de la DBO5 de l'eau du barrage53

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Les classe de qualité des eaux de boisson en fonction de leurs conductivités (Savary,2010)	7
Tableau 2 : Grille d'évaluation de la qualité des eaux Superficielles en Algérie (ABH-CSM, 2002).....	11
Tableau 3 : Les principales caractéristiques du barrage ABH-CSM, 2016).....	15

Liste des abréviations :

ADE : Algérienne Des Eaux.

ANBT : Agence Nationale des Barrage et Transfert.

CE : Conductivité électrique.

DBO5 : Demande biologique en oxygène.

EDTA : Acide Ethylène Diamine Tétracétique.

AEP : Alimentation en eau potable

Fig. : Figure.

Fe : Fer.

H₂S : Hydrogène sulfuré.

Hcl : Acide chlorhydrique.

MES : Matière en suspension

MO : Matière organique .

RS : Résidu sec.

Mg : Magnésium.

N : Azote.

°F : Degré francais .

OMS : Organisation mondial de la santé

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

pH : Potentiel d'hydrogène.

S1 : Station une (Tour deprise).

S2 : Station deux (Rive droite)

S3 : Station trois (Rive gauche)

S4 : Station quatre (Axe de la digue) **S5** : Station cinq (Evacuateur de crue)**S6** : Station six (Eau brute)

S7 : Station sept (Eau traitée)

T : Température.

Tab : Tableau.

TDS : Taux Solides Dissous.

NTU : Néphélométric turbidity units



Introduction



Introduction Générale

L'eau est la base de la vie et constitue un élément clé de la biodiversité et de l'équilibre des écosystèmes. Elle soutient la croissance des plantes, facilite les réactions chimiques nécessaires à la photosynthèse, régule la température de la Terre et fournit un habitat crucial pour de nombreuses espèces aquatiques. De plus, l'eau est essentielle pour maintenir l'équilibre hydrique des écosystèmes terrestres et joue un rôle majeur dans le cycle de l'eau, en transportant les nutriments et en facilitant le recyclage des éléments essentiels (**Smith et al., 2019**).

L'eau est présente dans différentes formes et réservoirs, tels que les océans, les lacs, les rivières, les glaciers, les calottes glaciaires, les nappes souterraines et l'atmosphère. Le cycle de l'eau se poursuit depuis des millénaires où l'eau s'évapore des océans et des surfaces terrestres, se condense en nuages, puis retombe sous forme de précipitations. Cette répartition de l'eau est influencée par des facteurs climatiques, géographiques et géologiques, tels que les précipitations, l'altitude, la topographie et la nature des sols. L'eau est une ressource limitée, et sa disponibilité varie dans le monde en fonction de ces facteurs. Il est important de comprendre cette répartition pour gérer efficacement les ressources en eau et garantir leur durabilité pour les générations futures (**Gleick, 1993**).

En Algérie, l'eau est une ressource de plus en plus précieuse. La concurrence que se livrent l'agriculture, l'industrie et l'alimentation en eau potable (AEP) pour avoir accès à des disponibilités limitées en eau se répercute négativement sur les efforts de développement de nombreux pays.

Des investissements considérables ont été consacrés à la construction des barrages, notamment dans l'Est du pays. Cependant, ces eaux de surfaces sont vulnérables face aux diverses pollutions et sont souvent de qualité médiocre. Elles peuvent contenir des quantités non négligeables en matières organiques naturelles telles que les substances humiques mais aussi des composés organiques issus de divers rejets polluants ou de pratiques agricoles intensives (**Zeghaba et al., 2018**).

Compte tenu de la croissance démographique de la ville de Guelma et la détérioration de la qualité de ces eaux et afin de répondre aux besoins de la population, une étude de caractérisation et d'évaluation de la qualité de l'eau brute du barrage Hammam Debagh est nécessaire.

Introduction Générale

Cette présente recherche qui a été réalisée au niveau de la station de l'ADE de Hammam Debagh à visé les objectifs suivants:

- ❖ Caractériser la qualité physico- chimique des eaux du barrage de Hammam Debagh
- ❖ Comparer la qualité de ces eaux aux normes nationales (**JORA, 2014**) et internationales (**JORF, 2007**) et ceux de (**l'OMS, 2011**) concernant les eaux de consommation.

Notre travail est subdivisé en quatre chapitres : Après une introduction, le premier chapitre présente la synthèse bibliographique, Le second introduit la région d'étude et la description du site d'étude. Dans le troisième chapitre seront décrites les méthodes ainsi que le matériel usité dans l'étude. Dans le quatrième chapitre, nous exposerons et discuterons les principaux résultats. Enfin, nous achèverons cette étude par une conclusion et des recommandations.



Chapitre 1
Synthèse Bibliographique



1-1-Importance de l'eau : L'eau est une ressource vitale pour la vie de tous les êtres vivants, sur Terre. Elle joue également un rôle crucial dans de nombreuses activités économiques telles que les industries, l'agriculture et la production d'énergie. Aujourd'hui, la surexploitation des nappes phréatiques, l'agriculture intensive menacent les réserves d'eau douce (**Famiglietti, 2014**).

1-2 L'eau dans la nature : L'eau se trouve dans la nature sous trois états : liquide, solide et gaz. Le processus de circulation de cette eau est connu sous le nom du cycle hydrologique qui est l'un des plus importants des cycles biogéochimiques (**Cf, Fig.1**). Il passe par plusieurs étapes : L'évaporation des masses d'eau sous l'action du soleil ; La condensation qui se fait sous l'action du vent puis les gouttelettes contenues dans les nuages produisent des précipitations. L'infiltration et la percolation de ces pluies forment par la suite les nappes phréatiques. Enfin l'eau ruisselle sur les terrains saturés et rejoint les oueds et la mer [**1**].

1-3- Les type d'eaux : Il existe plusieurs types d'eau, utilisés pour différents besoins humains, Les eaux potables ont différentes origines : Les eaux souterraines, les eaux minérales, les eaux de sources et les eaux de surface. Ces dernières ne sont pas potables et peuvent être contaminées par les activités industrielles, agricoles et les rejets d'origine urbaine. Par conséquent, ils ont des impacts différents sur l'environnement et la santé humaine (**Mengyao, 2019**).

1-4-La répartition de l'eau dans la planète : Environ 97,5% de l'eau sur la planète est de l'eau salée et se trouve dans les océans et les mers (**Cf, Fig. 2**) Environ 2,5% de l'eau est de l'eau douce, dont environ 68,7% est sous forme de glace et de neige dans les calottes glaciaires, environ 30,1% se trouve sous forme de nappes phréatiques souterraines, et seulement 0,3% est disponible sous forme de rivières, de lacs et d'autres sources d'eau douce accessibles pour la consommation humaine et animale (**Reager et al., 2016**).

1-5-La crise de l'eau potable en Algérie : La crise de l'eau constitue actuellement une menace pour le développement durable de cette ressource. L'Algérie a un potentiel global estimé à 19 milliards de m³/an. Cette crise est due à plusieurs facteurs citons la démographie exacerbée par une forte demande en eau. 87% de la surface du pays est occupée par le Désert avec un climat aride. Il en résulte de faibles précipitations. Ces eaux récupérées dans les barrages et retenues collinaires sont sujettes à de fortes évaporations et des fuites dans les failles des roches ; sans

oublier l'intrusion des eaux marines et le problème d'eutrophisation (Remini, 2010; SWIM- SM, 2013).

1-6- Politique de l'eau en Algérie et développement durable

Pour remédier à cette situation, L'Algérie a rénové sa politique de gestion intégrée des ressources en eau (GIRE). La nouvelle loi relative à l'eau (Loi n°05-12 du 5 août 2005). Cette loi a défini les principes relatifs à l'utilisation, la gestion et le développement durable des ressources en eau à l'échelle des bassins hydrographiques. Ces principes sont consacrés au droit d'accès à l'eau, à la lutte contre le gaspillage. D'autres part, l'Algérie, a structuré sa politique selon deux axes :

- 1- Le développement de l'infrastructure hydraulique (Barrages, transferts, stations de dessalement de l'eau de mer, stations d'épuration ;
- 2- 2-La réforme institutionnelle du secteur de l'eau qui vise à promouvoir une meilleure gestion de la ressource qui s'articule sur les agences régionales et nationales (ANRH, ANBT, ADE, ONA, ONID, DHW, ABH) (SWIM-SM, 2013)

1-7-Les barrages en Algérie et les principales menaces : L'Algérie est un pays dont la majeure partie s'étend au Sahara ; ce qui en fait l'un des pays sujets à la sécheresse et au manque d'eau. Il est primordial pour le pays de construire des barrages afin de fournir de l'eau, pour qu'elle soit disponible pour la consommation humaine et les activités agricoles. Dans ce contexte, la problématique de l'eau devient un enjeu majeur en Algérie [2]

Actuellement l'Algérie compte environ 80 barrages, leur capacité totale était de 8,62 kilomètres cubes, soit 8,62 milliards de mètres cubes d'eau en 2019. La capacité totale des barrages de l'Algérie est passée de 1,81 milliard de mètres cubes en 1970 à 8,62 milliards de mètres cubes en 2019, une bonne augmentation avec un taux de croissance annuel moyen de 3,38%. En 2017, l'Algérie comptait 75 barrages, d'une capacité totale de 6,5 milliards de mètres cubes. Le gouvernement algérien vise à porter le nombre total de barrages dans le pays à 139 d'ici 2030, augmentant ainsi la capacité de stockage de l'eau du pays à environ 12 milliards de mètres cubes. [3]

L'Est algérien contient environ 36 barrages, dont le barrage de Beni Haroun le plus grand, non seulement en Algérie mais aussi en Afrique du Nord situé dans la wilaya de Mila, qui a une capacité approximative de 960 millions de mètres cubes et capables de distribuer de l'eau pour les wilayas limitrophes Mila (Jijel, Mila, Constantine, Batna, Khenchela et Oum El Bouaghi).

Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

D'autres petits barrages existent notamment : le barrage de la Mekssa dans la wilaya d'El Tarf et le barrage de Jadra à Souk Ahras [2].

Les barrages en Algérie sont confrontés à plusieurs défis, notamment l'envasement (la sédimentation et l'accumulation de limons au niveau des fondations) ; En effet plus de **32.106 M³** de sédiments se déposent chaque année au fond de ces retenues. , la réduction de la capacité de stockage à cause de l'évaporation suite aux les longues périodes de sécheresse que traverse l'Algérie ce qui affecte le stock d'eau prévue à la consommation humaine. L'érosion des berges et l'impact environnemental sur les écosystèmes. Les margines, due à l'industrie d'huile d'olive sont fortement chargées en matières organiques, l'acidité du pH et la forte demande chimique et biologique en oxygène les rendent très polluante (**Dakhil, 2016**). Leseaux usées domestiques non traitées au préalable, doivent faire l'objet d'une surveillance accrue avant d'être rejetée dans les eaux superficielles. Par ailleurs, le phénomène d'eutrophisation prend de l'ampleur et affecte négativement à la fois la biodiversité et la qualité de l'eau ; rappelons que ces causes sont le rejet des eaux usées et l'usage excessive des fertilisants azotés et phosphorés. De plus, l'entretien et la maintenance des barrages sont souvent insuffisants, ce qui entraîne une détérioration rapide de ces infrastructures. En conséquence, la production d'énergie hydroélectrique en Algérie reste largement en dessous de son potentiel (**Boudghene Stambouli & Arab, 2016**).

Les rejets d'eaux usées et les applications excessives d'engrais ont rendu le phénomène d'eutrophisation plus fréquent, affectant par ailleurs certaines zones océaniques où se produisent régulièrement des développements d'algues toxiques. Les principaux impacts de l'eutrophisation sont la diminution de la biodiversité et l'altération de la qualité de l'eau (**Vincent, 2005**). L'eutrophisation rompt ainsi l'équilibre écologique de l'eau. Elle se manifeste par la prolifération excessive des végétaux. La respiration nocturne puis la décomposition à leur mort provoquent une diminution notable de la teneur en oxygène. Il s'en suit un déséquilibre écologique par l'anoxie de la partie inférieure du plan d'eau qui a pour conséquence l'élimination de certaines espèces aquatiques, accompagnée d'une réduction de la diversité spécifique.

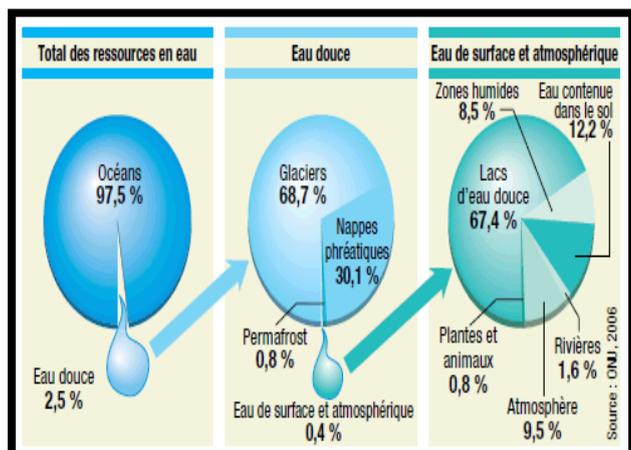


Figure 1 : La répartition de l'eau dans [1]

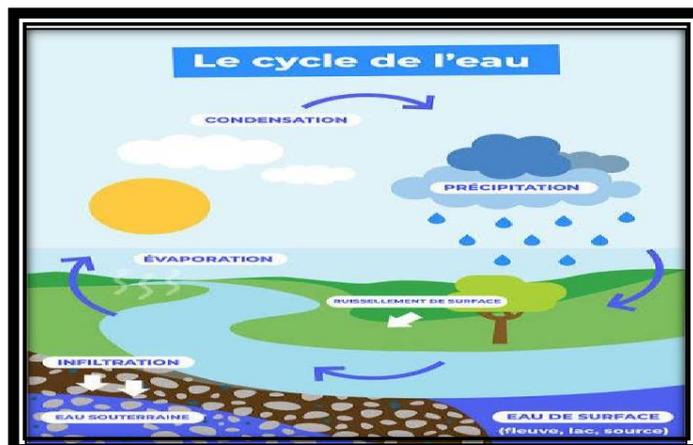


Figure 2 : Le Cycle de l'eau [2]

1-8- Propriétés de l'eau de consommations : L'eau de consommation est une eau potable propre à la consommation humaine qui doit répondre à des normes de qualité strictes en termes de sécurité sanitaire et de qualité chimique. Elle doit être exempte de bactéries, de virus et de parasites, ainsi que de contaminants chimiques tels que les métaux lourds, les pesticides et les nitrites. En outre, elle doit être agréable à boire, exempte de particules en suspension, de goût ou d'odeur désagréable, et ne doit pas être trop dure ou trop acide. Les propriétés de l'eau de consommation varient en fonction de sa source et du traitement qu'elle a subi (Zhang, 2020).

1-8-1- Les propriétés organoleptiques : La qualité de l'eau dépend de ses usages : soit dans la consommation humaine (pour être bue) soit pour l'irrigation des terres arables

A- La couleur : La couleur vraie de l'eau est due à ses seules substances dissoutes et lorsque les matières en suspension s'ajoutent, elle est dite apparente (Rodier et al., 2009)

B- L'odeur : Une odeur présente dans l'eau indique qu'elle est polluée et contient des matières organiques en décomposition (Rodier et al., 2009).

C- Le goût et la saveur : Lorsque l'aliment est dans la bouche, des sensations gustatives, olfactives et de sensations chimiques sont perçues (Rodier et al., 2009).

1-8-2- Les propriétés physiques :

A- Le pH ou le potentiel d'hydrogène : Le pH est une mesure de la concentration d'ions hydrogène dans l'eau (Xu et al., 2019). Ce paramètre montre la stabilité de l'eau. Aux pH inférieurs à 7 et dans les eaux polluées par les dérivés soufrés, il se forme du sulfure d'hydrogène (H₂S) qui donne à ces eaux une odeur d'œufs pourris. Par ailleurs, l'action bactéricide du chlore augmente

Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

Lorsque valeurs du pH tendent vers l'acidité. De fortes teneurs en CO₂ produisent une baisse du pH (Maiga, 2005).

B- La Conductivité : La conductivité de l'eau est une mesure de sa capacité à conduire le courant électrique. Elle est déterminée par la quantité et la nature des solutés présents dans l'eau. Les solutés tels que les sels, les acides, les bases et les gaz dissous augmentent la conductivité de l'eau. Sa mesure et exprimée en $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Dos Santos et al., 2018).

Tableau 1 : Les classe de qualité des eaux de boisson en fonction de leurs conductivités (Savary, 2010)

Conductivité	Minéralisation	Qualité de l'eau
$C < 100$	Très faible	Excellente
$100 < C < 200$	Faible	Excellente
$200 < C < 400$	Peu accentuée	Excellente
$400 < C < 600$	Moyenne	Bonne
$600 < C < 1000$	Importante	Utilisable
> 1000	Excessive	Utilisable

C- La Turbidité : Elle peut être un indicateur de la qualité microbiologique et de la présence de particules en suspension dans l'eau (Li, 2012).

< 1 NTU (unité de turbidité néphélométrie) : excellente

1-5 NTU : bonne

5-50 NTU : acceptable

50-100 NTU : mauvaise

100 NTU : très mauvaise

D- Les solides dissous totaux TDS : La mesure de la TDS est importante pour déterminer la qualité de l'eau brute, car une augmentation de la TDS peut indiquer une contamination de l'eau par des produits chimiques ou des polluants d'origine naturelle ou anthropique Ils

comprennent des sels inorganiques (Du calcium, du magnésium, du potassium, du sodium, des bicarbonates, des chlorures et des sulfates) et de petites quantités de matière organique qui se dissolvent dans l'eau (Xu et al., 2019).

1-8-3- Les propriétés chimiques :

A- L'ammonium : L'ammonium est un indicateur commun de la pollution de l'eau, car il peut être présent en quantités importantes dans les eaux usées et les effluents agricoles. Il provient des déchets animaux, des engrais, des eaux usées et des déchets industriels. Les concentrations d'ammonium dans l'eau brute peuvent varier en fonction des conditions environnementales, des activités humaines et des caractéristiques géographiques de la zone environnante (Fent, 2010)

B- Les Orthophosphates : les sources courantes des orthophosphates dans l'eau potable incluent les effluents agricoles et domestiques, les engrais, le ruissellement des terres agricoles et les eaux usées municipales. Ils sont responsables du phénomène d'eutrophisation des oueds (Rodier et al., 2009)

C- Les Nitrites : Les nitrites sont des produits de la nitrification incomplète des composés d'azote organiques et ammoniacaux. Ils peuvent être présents dans les eaux brutes et ont une toxicité aiguë pour les poissons et autres organismes aquatiques (Zhang, 2017).

D- Les Nitrates : les nitrates dans l'eau brute sont des composés chimiques azotés issus essentiellement des activités agricoles et urbaines (Mary, 2018)

E- Les Sulfates : les sulfates sont des ions provenant de l'oxydation de composés organiques et inorganiques. Ils peuvent être naturellement présents dans l'eau souterraine, mais également provenir de l'utilisation de produits chimiques tels que les pesticides et les détergents. Les sulfates peuvent avoir des effets néfastes sur la qualité de l'eau et doivent être surveillés pour garantir une eau potable de qualité (Tallha, 2020).

F- Les Chlorures : les Chlorures sont un indicateur important de la pollution agricole et domestique de l'eau, car ils peuvent provenir des sources telles que les engrais et les eaux usées (Ockerman, 2019).

G- Les matières organiques : Les matières organiques sont un groupe de composés complexes contenant du carbone qui sont produits par la vie organique ou qui sont introduits

dans l'environnement par l'activité humaine. Les matières organiques ont des effets négatifs sur la qualité de l'eau (**Rengrajan, 2019**).

H- Les Matières en suspension : La mesure des matières en suspension dans l'eau brute est importante car elle est liée à la turbidité de l'eau, qui est un indicateur de la qualité de l'eau. En outre, des métaux lourds, des pesticides et des produits pharmaceutiques, peuvent être transportés par les MES ce qui peut être dangereux pour la santé humaine et préjudiciable pour l'environnement (**O'Connr, 2006**).

I- Le Fer : le fer dissous est souvent présent dans les eaux souterraines et de surface. Il peut être naturel ou provenir de sources anthropiques telles que les déversements d'eaux usées et les activités industrielles (**Singer, 2018**).

J- Le magnésium : le magnésium ne présente pas de risque pour la santé humaine lorsqu'il est présent dans l'eau potable à des niveaux normaux. La pollution agricole et domestique peut entraîner une augmentation de la concentration de magnésium dans l'eau, en particulier dans les zones où l'eau souterraine est utilisée comme source d'eau potable (**Densmore et al., 2011**).

K- Le Calcium : Il est présent dans la nature est en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. La présence de niveaux excessifs de calcium dans l'eau potable peut entraîner des effets indésirables sur la qualité de l'eau et la santé humaine. En effet, une concentration élevée de calcium peut affecter le goût de l'eau et la qualité des aliments préparés avec cette eau, ainsi que la formation de dépôts dans les canalisations et les équipements de traitement de l'eau (**Gregory et al, 2001**).

L- Le Potassium : Les sources de pollution telles la pollution agricole et domestique ainsi que la géologie locale. Les activités agricoles peuvent parfois contribuer à la pollution de l'eau par des nutriments tels que le potassium, qui peuvent se retrouver dans les eaux de surface et souterraines. Les effluents domestiques peuvent également contenir du potassium, ce qui peut entraîner une augmentation de la teneur en potassium de l'eau (**Till et al., 2018**).

M- Le Sodium : Cela dépend des sources de pollution et de la géologie locale. Les activités agricoles peuvent parfois contribuer à la pollution de l'eau par des ions sodium provenant des

engrais et des pesticides utilisés. Les eaux usées domestiques peuvent également contenir du sodium, qui peut s'infiltrer dans les sources d'eau souterraines (**Balmer et al., 2010**).

N- Le Résidu sec : Le Résidu sec est utilisé comme indicateur de la qualité de l'eau de consommation humaine, car il peut fournir des informations sur les niveaux de minéraux, de sels dissous et d'autres contaminants dans l'eau (**Paul et al., 1995**).

Il est alors possible de classer les eaux selon leur minéralisation :

Résidu sec à 180°C inférieur à 50 mg/L = eau minérale très faiblement minéralisée

Résidu sec à 180°C inférieur à 500 mg/L = eau minérale faiblement minéralisée

Résidu sec à 180°C inférieur à 1000 mg/L = eau minérale moyennement minéralisée

Résidu sec à 180° C supérieur à 1500 mg/L = eau minérale fortement minéralisée.

O- La Demande biologique en oxygène en 5 jours (DBO5) : La DBO5 est plutôt un indicateur de la qualité de l'eau qui mesure la quantité d'oxygène nécessaire pour décomposer la matière organique dans l'eau en cinq jours. Une DBO5 élevée indique une pollution organique élevée et peut indiquer une contamination bactérienne de l'eau. Les eaux usées domestiques peuvent également contenir des niveaux élevés de matière organique, ce qui peut augmenter la DBO5 de l'eau (**Kumar, 2007**).

P- Le titre hydrotimétrique (T.H) : Plusieurs études ont conclu que la dureté de l'eau n'affectait pas la santé de manière significative à des concentrations inférieures à 200-250 mg/L de calcium. Par conséquent, la concentration de TH dans l'eau de consommation doit être surveillée pour garantir une qualité de l'eau adéquate (**khan, 2020**).

Q- Le titre alcalimétrique simple et complet (T.A et T.A.C) : Le T.A.C est une propriété importante de l'eau potable car il peut avoir un impact sur le goût, l'odeur et la dureté de l'eau. Les eaux usées domestiques peuvent également contenir des niveaux élevés de calcium et de magnésium, ainsi que d'autres ions alcalins, qui peuvent augmenter le T.A.C de l'eau (**Mundhe, 2015**). Le T.A peut avoir un impact sur le pH de l'eau et sur la corrosion des tuyaux (**Bala, 2017**).

R- Les Bicarbonates : En petites quantités, les bicarbonates peuvent aider à réguler le pH de l'eau et à maintenir un équilibre chimique sain. Cependant, des niveaux élevés de bicarbonates peuvent rendre l'eau dure et affecter le goût et l'odeur de l'eau (Lin, 2017)

Tableau 2 : Grille d'évaluation de la qualité des eaux superficielles en Algérie (ABH-CSM, 2002)

Classe de Qualité/Paramètres	Unité	Excellente	Bonne	Passable	Médiocre	Pollution excessive
DBO5	mg/l	< 3	3à5	5à10	10à 25	> 25
NH ₄	mg/l	≤0,1	0,1 à 0,5	0,5 à 2	2 à 8	≥8
PO ₄	mg/l	≤0,2	0,2 à 0,5	0,5 à 1	1 à 2	≥2
NO ₃ ⁻	mg/l	≤5	5 à 25	25 à 50	50 à 80	≥80
NO ₂ ⁻	mg/l	≤0,1	0,1 à 0,3	0,3 à 1	1 à 2	≥2

1-9-La pollution des Eaux Superficiels : La pollution des eaux superficielles est un problème grave qui affecte les écosystèmes aquatiques et la santé humaine. (Cf, Fig.3) Les principales sources de pollution sont les rejets industriels, les déchets agricoles et les eaux usées domestiques (Gupta, 2019).

1-9-1- Le Pollution Physique : La pollution physique de l'eau se réfère à la présence de matériaux solides comme les débris, les sédiments, les déchets plastiques, les débris de construction, les pneus, et autres matériaux dans l'eau. Cette forme de pollution résulte de l'activité humaine, y compris l'agriculture, la construction, la production industrielle et l'élimination inappropriée. Les effets de la pollution physique de l'eau peuvent inclure la destruction des habitats aquatiques, l'encrassement des canaux de navigation, ainsi que la diminution de la qualité de l'eau (Verma, 2012)

1-9-2- La Pollution Chimique : La pollution chimique de l'eau est une forme de pollution qui résulte de la présence de produits chimiques toxiques comme les métaux lourds, les pesticides, les produits pharmaceutiques et autres substances chimiques dans les sources d'eau. Les principales sources sont les eaux usées industrielles et municipales, les déchets agricoles, les déchets électriques et électroniques, et les déchets de construction. Les effets de ce type de pollution sont préjudiciable à la faune aquatique et peuvent par la même contaminer l'eau potable et propager des maladies (Bensalem, 2016).

1-9-3- La Pollution Microbiologique : Elle résulte de la présence de micro-organismes pathogènes comme les bactéries, les virus, les parasites et autres agents pathogènes qui proviennent des eaux usées, les déchets humains et animaux, les déchets agricoles et les déchets industriels. Les effets de la pollution microbiologique de l'eau peuvent inclure la propagation de maladies, y compris des maladies diarrhéiques, des infections respiratoires et des maladies de la peau (Lin, 2017).

1-10- Les maladies véhiculées par l'eau : L'eau contaminée peut être la cause de nombreuses maladies et affections. Les maladies transmises par l'eau comprennent le choléra, la fièvre typhoïde, la leptospirose et l'hépatite A. Les symptômes de ces maladies peuvent inclure de la fièvre, des douleurs abdominales, des nausées, des vomissements et des diarrhées. Les personnes les plus vulnérables sont les jeunes enfants, les personnes âgées et les personnes dont le système immunitaire est affaibli (Bala, 2017).



Figure 3 : Eau Superficielle Polluée [3]



Chapitre 2

Description de la région d'étude



2-1 Description de la région d'étude

2-1-1- Présentation de la région d'étude : La wilaya de Guelma se situe au Nord -est du pays, elle est limitée par la wilaya d'Annaba au Nord, El Tarf au Nord-Est, Skikda au Nord -Ouest, Souk Ahras et Oum El-Bouaghi au Sud et enfin Constantine à l'Ouest (**Cf, Fig.4**). La région d'étude, du point de vue hydrologique fait partie du grand bassin versant de l'oued Seybouse, qui couvre au total 6471 km² et se caractérise par trois parties : les hautes plaines (Hautes Seybouse), le tell méridional (Moyenne Seybouse) et le tell septentrional (Basse Seybouse). L'Oued prend naissance dans les hautes plaines de Heracta et de Sellaoua après la confluence des Oueds Charef et Bouhamdane et finit dans la plaine littorale d'Annaba pour se jeter en méditerranée (**Aissaoui, M**).

2-1-2 Situation géographique du Sous-bassin-versant de Bouhamdane : Le sous bassin de l'oued Bouhamdane (14-03), jouit d'une superficie de 1105 km². Il prend sa source dans la commune de Bouhamdane à l'Ouest de la Wilaya avec une longueur de (37,49 Km) , son apport est de 96 millions m³/an à la station de Medjez Amar II.

2-1-3- Situation géographique du barrage de Bouhamdane : Le barrage Hammam Debagh (Barrage de Bouhamdane) (**Fig.5**). Il est situé à 23 kilomètres de la wilaya de Guelma plus exactement en amont de la commune de Hammam Debagh, à environ trois (3) kilomètres. Il tire son nom de la zone des sources thermales. Il est fonctionnel depuis 1987. Il a été conçu pour alimenter la wilaya de Guelma en eau potable. D'autres part, il sert à irriguer les périmètres Guelma –Bouchegouf et Dréan-Besbès dans la wilaya d'El Tarf. Les eaux du barrage proviennent des pluies et les différents affluents du sous-bassin versant citons l'Oued Bouhamdane, l'oued Zenati , l'oued Sabath et oued El Haria) (**ABH-CSM**).

- **Les coordonnées géographiques de Bouhamdane :**

- Latitude : N 36°27.46.
- Longitude : E 7°6 .40.
- Altitude : 420 m.

2-2-Situation géographique de la station de traitement de Hammam Debagh

Chapitre 2 : Description de la région d'étude

l' Algérienne des Eaux (ADE) est une institution publique nationale à caractère industriel et commercial. Sous l'égide du ministère des ressources en eau. Elle a été créée par le décret Exécutif n°01-101 du 27 Moharrem 1422 correspondant au 21 Avril 2001. Son siège est à Alger. Elle est responsable de la normalisation et la surveillance de la qualité des eaux distribuées et l'initiation de toute action ayant pour but d'économiser l'eau en améliorant les réseaux de transfert et de distribution. Lutter contre le gaspillage en menant des actions de sensibilisation. Enfin, L'introduire de nouvelles techniques pour la conservation de l'eau.

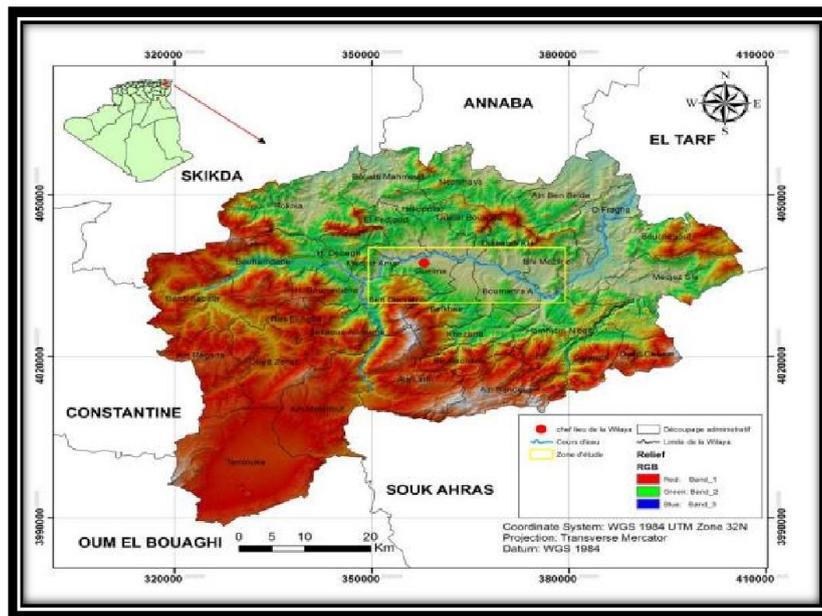


Figure 4 : Situation géographique de la région d'étude (Aissaoui, 2017)



Figure 5 : Situation géographique du barrage de Hammam Debagh (Google Earth)



Figure 6 : Situation géographique de la station de traitement de Hammam Debagh (ADE) (Google Earth)

2-3- Les caractéristiques hydrauliques et techniques du barrage :

Les principales caractéristiques du barrage sont résumées dans le tableau qui suit

Tableau 3 : Les principales caractéristiques du barrage (ABH-CSM, 2016)

Caractéristiques hydrologiques		Caractéristiques du barrage	
Oued	Bouhamdane	Type	TERRE
Capacité initiale	200 hm ³	Hauteur	95 m
Capacité dernier levé	184,35 hm ³	Longueur	430 m
Apport moyen annuel	69 hm ³	Côte de retenue Normale (R.N)	360 m
Envasement annuel	0,53 hm ³ /an	Côte Plus Hautes Eaux (P.H.E)	370,24 m
Surface du bassin versant	1 070 km ²	Déversoirs	Corolle et Seuil libre
		Débit d'évacuation	2 240 m ³ /s
		Vidange de Fond	218 m ³ /s

2-4- Aperçu climatique :

Le climat est l'ensemble des facteurs météorologiques tels que la température. Les précipitations. L'humidité et le vent. Ces facteurs ont un rôle primordial dans la répartition des espèces

2-4-1- Les températures :

Elle joue un rôle important dans les réactions métaboliques de tous les êtres vivants (**Ramade, 1984**). L'office national de météorologie de Guelma a mis à notre disposition les données des températures et des précipitations depuis 1994 jusqu'à 2021. La figure ci-dessous montre les variations des températures moyennes mensuelles de la région de Guelma. La valeur la plus élevée est notée au mois de juillet ($26,60^{\circ}\text{C}$) ; Quant à la température la plus basse elle est notée au mois de Janvier avec ($9,81^{\circ}\text{C}$).

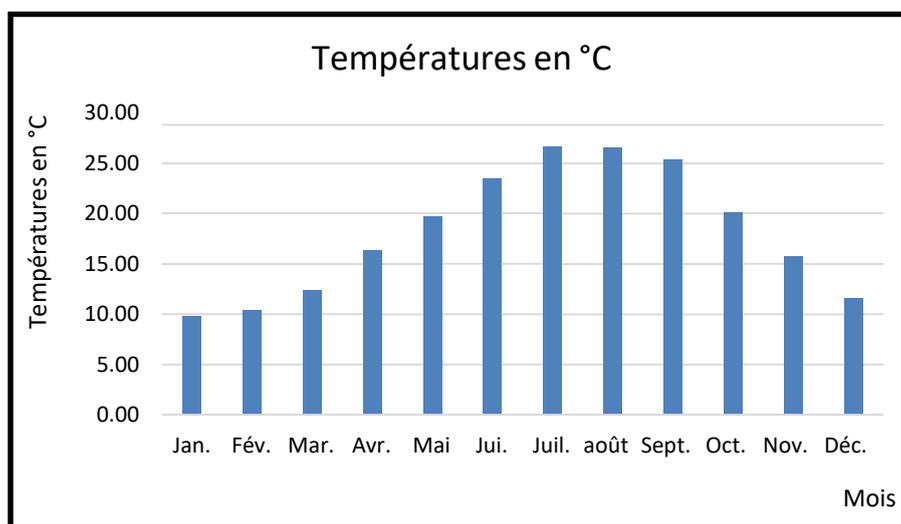


Figure 7: Variations mensuelles des températures en ($^{\circ}\text{C}$) (1994-2021)

2-4-2- Les précipitations : Ce facteur revêt une grande importance puisque les précipitations alimentent tous les milieux aquatiques (Oueds, mares, lacs ...) (**Ramade, 1984**)

D'après l'histogramme (**Fig. 8**), on voit que les précipitations sont très abondantes au mois de Janvier avec 91,33mm alors que le minimum des précipitations a été noté au mois de Juillet avec 4,6 mm seulement.

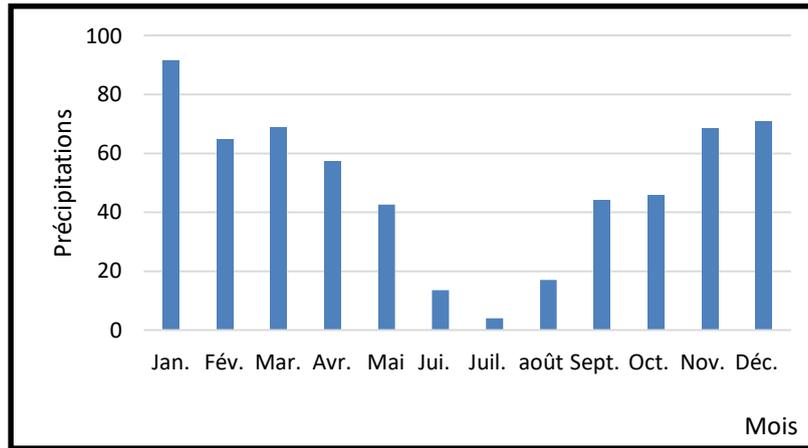


Figure 8 : Variations mensuelles des Précipitations en mm (1994-2021)

2-4-3- Diagramme de Bagnouls et Gausson (1953) : Ce diagramme permet de déduire les périodes humides et sèches. Les mois sont portés en abscisses et les précipitations ainsi que les températures en ordonnées avec $P = 2T$ (**Fig. 9**). On remarque une période humide et froide qui s'étale de Septembre à Mai et une période sèche et chaude observée durant les mois de Juin, Juillet et Août.

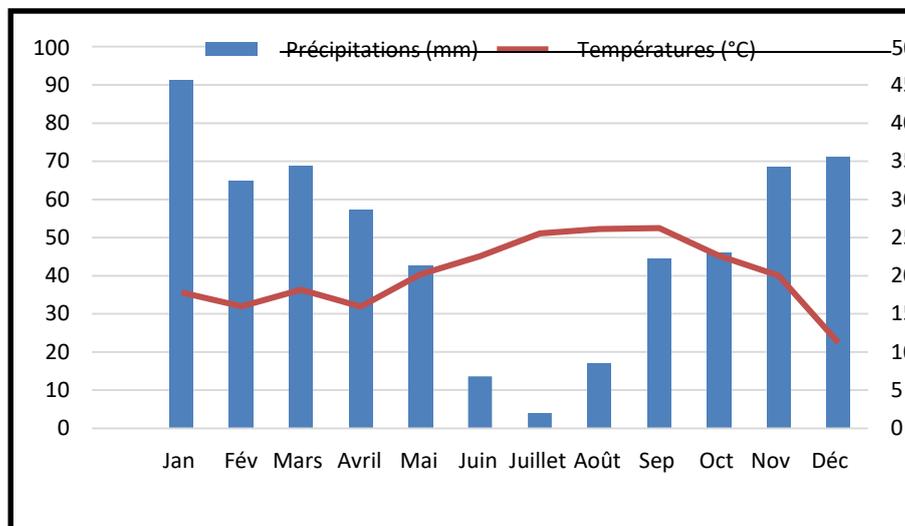


Figure 9 : Diagramme de Bagnouls et Gausson (1994-2021)

$$P = 589,84 \text{ mm}$$

$$M = 39,81 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$m = 1,86 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = 3,43 * P / M - m$$

$$M - m = 39,81 - 1,86 = 37,95$$

$$Q_2 = 53,31$$

2-4-4- Climagramme d'Emberger : Emberger a déterminé cinq étages bioclimatiques : humide, sub-humide, aride, semi-aride, et saharien, et 4 variantes thermiques :

- A hiver froid $m < 0^{\circ}\text{c}$
- A hiver frais $0 < m < 3^{\circ}\text{c}$.
- A hiver doux ou tempéré $3 < m < 5^{\circ}\text{c}$.
- A hiver chaud $m < 7^{\circ}\text{c}$.

Le quotient pluviométrique se calcule ainsi :

Q₂ : quotient pluviométrique

P : Précipitation moyenne annuelle exprimée en mm.

M : Températures moyennes des maximales du mois le plus chaud.

m : Températures moyennes des minimales du mois le plus froid.

On applique la formule

$$Q_2 = 53.41$$

Étage bioclimatique semi-aride à hiver frais

$$Q_2 = 3.43 * P / (M - m)$$

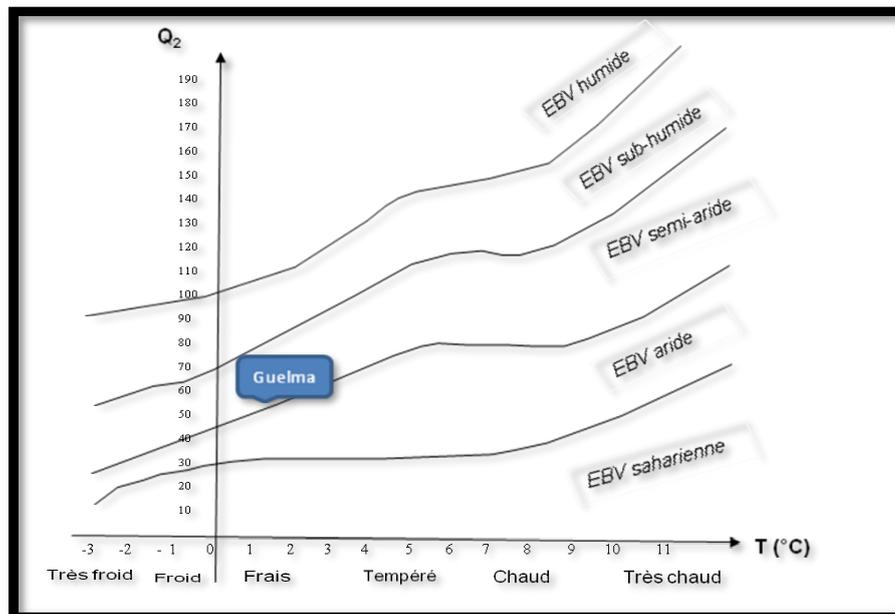


Figure 10 : Situation de la région de Guelma dans le Climagramme d'Emberger (1994-2021).

2-5- Choix des stations d'études : Cinq stations ont été choisies au niveau du barrage (Cf, Fig. 7)

- 1- **La tour de prise :** La tour de prise est "un ouvrage en béton armé, de forme cylindrique ou rectangulaire, qui est construit à l'aval du barrage et dans lequel on aménage des ouvertures pour le passage de l'eau (Monin, 2006).
- 2- **La rive droite** d'un barrage est la rive qui se trouve à droite de l'axe du barrage lorsqu'on se place face à l'aval, c'est-à-dire en regardant l'écoulement du cours d'eau en amont du barrage (Coyne et Radanne, 2003).
- 3- **La rive gauche** d'un barrage d'eau est déterminée par la direction du cours d'eau en amont du barrage. Cette rive est donc située du côté gauche du barrage lorsqu'on le regarde depuis l'amont (Chabard, 2005).
- 4- **L'axe de la digue** est la ligne de crête de la digue, généralement représentée par une ligne droite reliant les points les plus hauts de la surface du barrage. C'est sur cette ligne que sont implantées les installations de contrôle et de surveillance de l'ouvrage, telles que le système de mesure des déformations, le système de mesure des tassements, etc. (Chabard, 2005).
- 5- **L'évacuateur de crue :** L'évacuateur de crues est une structure de déversement qui permet d'écouler en toute sécurité les débits de crue excédentaires qui ne peuvent pas être stockés dans la retenue sans risque de submersion des ouvrages (Lassoudière, 2010).



Figure 11 : Localisation des stations d'études au niveau du barrage de bouhamdane (in Mellouki et al., 2022)

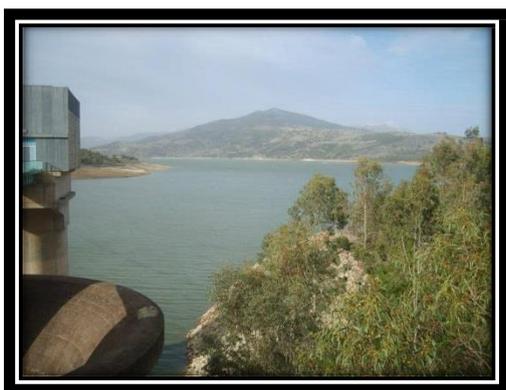


Figure 12 : La Tour de prise



Figure 13: La Rive droite



Figure 14 : La Rive gauche



Figure 15 : L'Axe de la digue



Figure 16 : L'évacuateur de crue



Chapitre 3
Matériel et méthodes



3- Matériels et Méthodes

Dans la ville de Guelma, les eaux superficielles dont les eaux du barrage Bouhamdane, représentent une source importante d’approvisionnement en eau potable pour la population et revêtent une grande importance dans le domaine agricole utilisées notamment dans l’irrigation des centaines d’hectares de terres arables dont jouit la région. Aussi, est-il très important de procéder toujours à l’évaluation de la qualité physico-chimique de ces eaux brutes avant et après traitement. Dans ce contexte, nous avons choisi cinq stations, afin d’apprécier le degré de pollution des eaux brutes en testant plusieurs paramètres physico-chimiques.

3-1- Echantillonnage :

Les échantillons ont été prélevés du barrage de Bouhamdane en collaboration avec l’Agence Nationale des Barrages et Transfert. Cinq stations ont été sélectionnées à différents endroits sur le barrage. La période d’étude a duré trois mois (Février, Mars, Avril) au rythme d’un prélèvement par mois. Au cours de cette période, vingt-quatre (24) paramètres physico-chimiques ont été réalisés conjointement avec le laboratoire de l’Algérienne des eaux de Hammam Debagh et le laboratoire pédagogique de l’université du 8 mai 1945.

3-2- Mode de prélèvement :

Les échantillons d’eau prévus pour les analyses physico-chimiques ont été réalisés de façon aseptique afin d’éviter toute contamination. Pour cela, le prélèvement des cinq échantillons s’est fait à une profondeur moyenne de 15 à 50 cm de la surface (**Rodier et al., 2009**). L’eau est récupérée dans des bouteilles en plastique d’un litre et demi. Chaque échantillon a été étiqueté sur place, en notant (le point de prélèvement, la date et l’heure...). Les échantillons sont ensuite transportés dans une glacière entre 4° et 6° puis conservés au réfrigérateur et à l’obscurité le temps que seront effectuées les différentes analyses qui se sont faites le jour même dans les heures suivant l’échantillonnage.

3-3- Les stations d’étude : Au niveau du barrage de Hammam Debagh, cinq stations ont été choisies la tour de prise, rive droite, rive gauche, l’axe de la digue, l’évacuateur de crue et correspondent respectivement à (S1, S2, S3, S4, S5).

3-4- Méthodes d'analyses des paramètres physico- et chimiques

3-4-1- Methodes électrochimiques:

➤ **Détermination du potentiel hydrogène « pH » :**

le pH mesure l'acidité ou la basicité de l'eau. Ce paramètre est en relation avec la concentration en ions hydrogène H⁺ dans l'eau (**Rejseck, 2002**).

- **Mode opératoire**

* Appareil : pH Mètre de type HACH (SL1000) (**Cf, Fig. 17**)

- Rincez la sonde du pH-mètre à l'eau distillée puis l'essuyer avec du papier absorbant.
- Versez la solution à tester dans un bécher : remplissez environ la moitié du récipient.
- Trempez la sonde dans la solution. Inclinez si nécessaire le bécher.
- Après stabilisation de l'afficheur, relevez la valeur du pH

➤ **Détermination la conductivité électrique, température, TDS et salinité :**

La conductivité est l'une des méthodes de validation des analyses physico-chimiques de l'eau. En effet, des mesures contrastées sur un support permettent de faire ressortir l'existence de la pollution, des zones de mélange ou d'infiltration (Ghazali et Zaid, 2013). Il est important de connaître la température de l'eau avec une grande précision. Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et notamment des gaz, la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique (**Rodier et al., 2005**).

- **Mode opératoire**

- Appareil : Multi paramètre WTW de type (LF197) (**Cf, Fig. 18**)

- Remplir le bécher avec de l'eau à analyser
- Rincez bien l'électrode avec de l'eau distillée
- Plonger l'électrode dans le bécher et cliquer sur le bouton (ON)
- L'appareil affiche directement les résultats
- Noter la conductivité en (μS/cm), et cliquer sur le bouton (x) pour changer le paramètre
- Laisser un moment jusqu'à ce que l'affichage de la valeur de la température en (°C).

- Après la stabilisation on prendra la valeur de TDS (mg/l), et aussi par la même sonde on prendra la valeur de la salinité. Noter les résultats

➤ **La Turbidité :**

La turbidité de l'eau est liée à sa transparence. Elle est causée par la présence de matière en suspension (MES) fines comme les argiles, les grains de silice et les microorganismes (Asgher et al., 2018). Elle peut être évaluée au moyen de diverses méthodes appliquées sur le terrain ou en laboratoire (Rodier et al., 2009).

- Cuvette d'évaluation de la transparence constituée d'une cuvette de verre incolore de 50 mm de diamètre.

• **Mode opératoire :**

- Appareil : Turbidimètre HACH (TL 2300) (Cf, Fig. 19).

- Rincer la cuve par l'eau à analyser.

- Remplir le flacon jusqu'à un certain niveau. Puis visser le couvercle et l'essuyer pour éviter de laisser des empreintes.

- Insérer le flacon dans le puits de mesure en plaçant la flèche du flacon face à la flèche du point. Fermer le capot.

- Appuyer sur « Mesurer » et attendre l'affichage d'une valeur en NTU



Figure 17: pH mètre HACH (SL1000)



Figure 18 : multi paramètre (WTW LF197)



Figure 19 : Turbidimètre HACH (TL 2300)

➤ **Détermination du résidu sec : ISO (5667,2004)**

Le résidu sec renseigne sur le contenu des substances dissoutes non volatiles (taux d'éléments minéraux). En fonction de la région de l'origine de l'eau, cette concentration peut varier de moins de 100 mg/l (eau provenant de masses cristallines) à plus de 1000 mg/l (Nasir et *al*, 2009)

• **Mode opératoire :**

- Prendre un bécher préalablement lavé, rincé avec de l'eau distillée et séché.
- Peser le poids du bécher vide et garder la valeur (P1).
- Prélever 200 ml d'eau à examiner dans le bécher et la porter à l'étuve pendant 24 heures à une température de 100 - 105 °C.
- Laisser refroidir pendant 15 min au dessiccateur puis peser le bécher pour la deuxième fois (P2) rapidement et immédiatement.

- **Expression des résultats :** Les résidus secs sont exprimé en mg / l.

$$\mathbf{R.S (Mg/L) = RS (Mg/L) = (P2-P1) X 5 X 1000}$$

P1 : le poids du bécher vide.

P2 : le poids du bécher après étuvage à 100 – 105 °C

➤ **Détermination de Matières en suspension (MES):**

Les matières en suspension sont formées des matières minérales ou organiques non solubles dans l'eau tels que l'argile, le sable, le limon, le plancton et d'autres microorganismes aquatiques. Les matériaux en suspension peuvent accumuler de grandes quantités de substances toxiques (métaux, pesticides, des huiles **(Khan, 2016)**).

- **Mode opératoire : (Rodier et al, 2009)**

- Peser la membrane de filtration P1.
- À l'aide d'une pince, la membrane en fibre de verre est placée dans l'appareil de filtration (la pompe).
- Verser 20 ml d'échantillon et laisser l'eau traverser la membrane.
- Mettre la membrane dans l'étuve et la laisser sécher à 105°C pendant 20 - 30 min.
- Mesurer la membrane encore une fois et prendre le nouveau poids P2.

Expression des résultats:

$$\text{Matière en suspension (mg/L)} = (M2 - M1) * 5 * 100$$

Avec : M1 = masse du disque filtrant avant utilisation(mg)

M2 = masse du disque filtrant après
utilisation(mg).

V = volume d'eau filtrée (ml).

➤ **Mesure de la salinité et des matières dissoutes totales (TDS) :**

Le même multi paramètre a été utilisé pour mesurer la salinité et les matières dissoutes totales

3-4-2- Méthodes spectrophotométriques: Les analyses qui suivent ont été réalisées grâce au Spectrophotomètre hach DR6000.

➤ **Détermination des Nitrites :**

Les nitrites sont une étape importante dans la métabolisation des composés azotés et ils font partie du cycle azoté entre l'ammoniac et les nitrates. Leur présence dans l'eau est habituellement rare **(Gren, 2019)**.

Principe : Les ions de nitrites réagissent en milieu acide de $\text{pH} = 1,9$ avec la sulfanilamide en formant le sel de di-azonium qui forme avec le N-(1- naphtyl) – éthylènediamine – dichlorohydraté un colorant azoïque rouge

- **Mode opératoire : (ISO 6777 :1984)**

- Prendre cinq bécher de 50 ml d'eaux à analyser
- Ajouter 1 ml du réactif mixte sur les 5 cinq béchers.
- Attendre 10 min.
- L'apparition de la coloration pourpre (rouge violacé) indique la présence de nitrites
- Effectuer la lecture à 543 nm. Sur spectrophotomètre
- Le résultat est donné directement en Mg/L



Figure 20 : Analyse des Nitrites

➤ **Détermination des Nitrates** : Les nitrates sont la dernière étape de l'oxydation de l'azote organique, ils sont solubles dans l'eau et se produisent naturellement à de faibles concentrations dans les eaux souterraines et les eaux de surface. Ce sont essentiellement les engrais et les rejets d'eaux usées qui donnent de fortes doses. (Sharma D.D, 2016).

• **Mode opératoire : (ISO 7890-3 :1988)**

Principe : les Nitrates réagissent avec le salicylate de sodium et donnent du paranitrosionate de sodium coloré en jaune

- Prendre 10 ml de de chaque échantillon à analyser
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %.
- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium sur chaque prélèvement
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88° C.
- (Ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir.
- Reprendre le résidu avec 2 ml. H₂SO₄ laisser reposer 10 min.
- Ajouter 15 ml d'eau distillée.
- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre à 415 nm.
- Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 415 nm



Figure 21 : Analyse des Nitrates

➤ **Détermination de l'Ammonium** : L'ammonium est le résultat de la réduction définitive des substances azotées organiques et des matières inorganiques dans l'eau et le sol. Il provient également de l'excrétion des organismes vivants et de la réduction et de la biodégradation des déchets (Li Y, 2010). Sans négliger les intrants de sources domestiques, industrielles et agricoles. Cet élément existe en faible proportion inférieur à 0.1mg /l d'azote ammoniacal dans les eaux naturelles. Dans les eaux de surface, il s'agit de matières organiques azotées et d'échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère. C'est un bon indice de pollution des cours d'eau par les effluents **urbains** (Li, 2010).

• **Mode opératoire : (ISO7150/1-1984)**

- Prendre 40 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée de 50 ml.
- Ajouter 4 ml du réactif I.
- Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec l'eau distillée.
- Fermer et bien mélanger les fioles et attendre entre 45 min jusqu'à 1h.30 à l'obscurité.

L'apparition de la coloration verte indique la présence d'ammonium.

Effectuer la lecture à 655 nm.

Le résultat est donné directement en mg/l.



Figure 22 : Analyses de l'Ammonium

➤ **Détermination des Sulfates** : Les ions sulfates sont principalement utilisés dans l'industrie chimique. Ils sont déversés dans l'eau par les déchets industriels

- **Mode opératoire : (ISO 22743 : 2006)**

- Prendre 73 ml d'eau distillé plus 20 ml d'échantillon
- Ajouter 5 ml de la solution stabilisante et agiter pendant 1 min.
- Ajouter 2 ml de chlorure de baryum.
- Agiter énergiquement pendant 1 mn.
- Passer au spectrophotomètre $\lambda = 650 \text{ nm}$.
- la valeur lue sur le spectrophotomètre x facteur de la dilution en (mg/l).

Expression des résultats : Les ions sulfatés sont précipités et pesés sous forme de sulfates de baryum.

➤ **Détermination des phosphates :** Le phosphore peut être présent dans les eaux dissoutes ou en suspension. Le phosphore total dissous comprend le phosphore organique et le phosphore inorganique, qui comprend l'ortho phosphate et le poly phosphate (**Rodier et al., 2009**).

Principe : L'acide ascorbique réduit le complexe coloré en bleu formé de molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium

- **Mode opératoire: (ISO N° 6878, 2004).**

- Prendre Cinq bécher avec 40 ml d'eau à analyser
- Ajouter 1 ml d'acide ascorbique puis 2 ml du réactif mixte.
- Attendre 10 mn le développement de la couleur bleue.
- Passer au spectrophotomètre effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm

Expression des résultats : Les résultats sont donnés directement en (mg/l).



Figure 23: Analyses des phosphates.

➤ **Détermination du Fer à l'Orthophénanthroline** : Le fer est un élément chimique courant appartenant à la famille des métaux. Il se trouve de manière importante dans les eaux souterraines car c'est un élément de la croûte terrestre à raison de 4,5 à 5%. Sa présence dans l'eau dépend des conditions physiques et hydrologiques (lessivage du sol, décharges industrielles, corrosion des tuyaux en métal (**Sharif, 2012**)).

• **Mode opératoire : (ISO6332 :1988)**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser dans un Erlenmeyer de 100 ml,
- Ajouter à la solution transvasée, 1 ml de la solution de chlorhydrate d'hydroxylamine et mélanger soigneusement, ajouter 2 ml de tampon acétate pour obtenir un pH compris entre 3,5 et 5,5 de préférence 4,5.
- Ajouter 2 ml de réactif de phénanthroline - 1,10.
- Puis compléter à 50 ml.
- Conserver les fioles à l'obscurité pendant 15 min.
- Enfin passer au spectrophotomètre pour effectuer la mesure à la longueur d'onde de 510 nm.

Expression des résultats : Directement donnés sur spectrophotomètre en (mg/l).



Figure 24 : Dosage du fer

3-4-3- Les méthodes volumétriques

➤ **Détermination des Chlorures** : Les chlorures sont d'importants anions inorganiques dont les concentrations varient dans les eaux naturelles, habituellement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils sont souvent utilisés en tant qu'indice de pollution. Ils influent sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des plantes (**Ferreira, 2015**).

- **Mode opératoire: (ISO 9297 : 1989)**

Principe : Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrates d'argent en présence de chromate de potassium. A la fin de la réaction apparaît une couleur rouge qui caractérise la présence de de chromate d'argent montre la présence de chlorure dans l'eau

- Introduire 25 ml d'eau à analyser, dans un erlenmeyer au col large
- ajouter 2 ou 3 gouttes de solution de chromate de potassium à 10%.
- Verser au moyen d'une burette la solution de nitrate d'argent jusqu'à apparition d'une teinte rougeâtre, qui doit persister 1 à 3min.

➤ **Détermination de Calcium (Ca^{2+})** : Le calcium est un métal alcalino-terreux qui est extrêmement réactif dans la nature et surtout dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Comme composant principal de la dureté totale de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant dans l'eau (**Wesolowski, 2016**).

- **Mode opératoire : (ISO 6058 :1984)**

- Verser 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer.
- Ensuite en ajoute 2 ml de solution d'hydroxyde NaOH.
- Après y verser quelques gouttes d'indicateur colore NET.
- Introduire la solution d'EDTA jusqu'au virage de la couleur au violet.
- Prendre le volume de solution d'EDTA Versé.

Expression des résultats : En (mg/l)

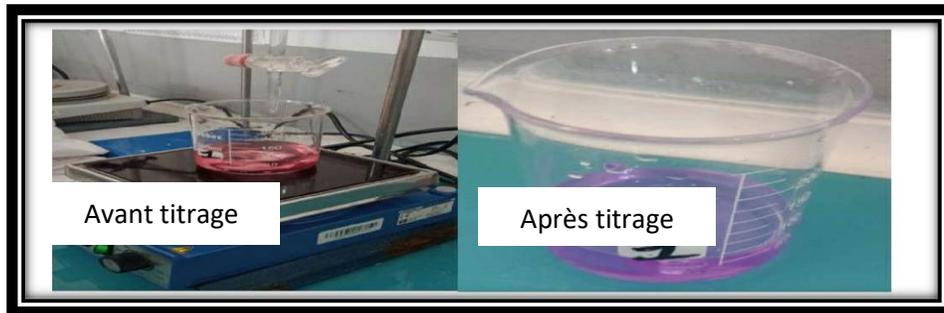


Figure 25 : Analyse du Calcium

➤ **Détermination du Magnésium : (ISO 6058 : 1984)**

Le magnésium constitue de 2,5 % de la croûte terrestre. La différence entre la dureté totale et la dureté calcique donne directement la dureté magnésienne de l'eau analysée (Rodier, 2009).

Expression des résultats : On détermine la mesure du TH magnésien d'après le titrage de la dureté et le TH calcique selon l'expression suivante.

$$\text{Mg}^{2+} \text{ (mg/l)} = (\text{V}_2 - \text{V}_1) \times \text{F} \times 4,8$$

Avec V_2 : Volume titrée de calcium et de magnésium. V_1 : Volume titrée de calcium.

F : Facteur.

➤ **Détermination du titre alcalimétrique simple et complet TA, TAC :**

Le (titre alcalimétrique) TA exprime la teneur en carbonate en °f. Le TAC (titre alcalimétrique complet) exprime la teneur en bicarbonate et carbonate.

TA : L'alcalinité composite ou titre alcalimétrique est obtenu par titrage jusqu'au tour de la phénophtaline à un pH approximatif de 8,3 (Cardot, 2013).

• **Mode opératoire (Rodier, 2009).**

- Mettre 100 ml de l'eau à analyser dans un erlenmeyer.

- Ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine.

- Si on observe le virage de la couleur vers le rose cela signifie que le pH est inférieur à 8,3, donc le TA est nul.

- On titrer avec l'acide sulfurique H_2SO_4 jusqu'à la disparition de la couleur.

$$TA = [CO_3^{-2}] + [OH^-] - [H_2CO_3] - [H_3O^+] \text{ (Rodier, 2009)}$$

Le TA est la somme des concentrations des ions carbonates (CO_3^{-2}) et des ions hydroxydes (OH^-).

Si pH d'une eau < 8,3, alors : TA = 0.

Le TA est exprimé selon l'expression suivante :

$$TA \text{ en } ^\circ F = V_e$$

Avec :

- V_e : volume en ml de H_2SO_4 utilisé.
- $^\circ F$: degré français.
-
- **TAC** : L'alcalinité totale est obtenue par titration jusqu'à la rotation du marqueur rouge méthyle (Cardot, 2013).
- **Mode opératoire (Rodier, 2009)**

- L'analyse du Titre alcalimétrique complet se fait à partir les résultats de l'analyse de TA selon les étapes suivantes

-Premièrement, on ajoute 3 goûtes de méthyle d'orange

-Deuxièmement, titrer par l'acide sulfurique H_2SO_4

-quand on observe le virage de la couleur vers le rouge orangé on arrête le titrage et on prendra la valeur.

Expression des résultats :

$$TAC = V - 0,5 \text{ en } ^\circ F$$

Avec: V : volume en ml de H_2SO_4 utilisé.

$^\circ F$: degré français.



Figure 26 : Titre Alcalimétrique Complet TAC

➤ **Mesure de la dureté Totale ou du Titre Hydrothimétrique (TH):**

Cette mesure permet le dosage de la somme des ions calcium et magnésium.

➤ **Mode opératoire (ISO 6059, 1984)**

- Prélever 100ml d'eau à analyser. Ajouter 2ml de solution tampon (pH=9.5-10) et quelques graines d'indicateur coloré.
- Verser la solution d'EDTA jusqu'au virage du rouge au bleu.
- Soit v le volume de solution d'EDTA versé.

Expression des résultats:

$$TH \text{ °f} = V \text{ titré} \times 10 \text{ (mmol/l)}$$

- **Détermination du bicarbonate (HCO_3^-) :** La détermination du bicarbonate se fait par méthode titrimétrique. Sur 100 ml d'eau à examiner ajouter 3 gouttes de méthyle orange témoin puis agir une solution de concentration connue d'acide sulfurique H_2SO_4 . la réaction provoquée est due à la neutralisation des ions bicarbonate par les ions H de l'acide sulfurique (Rodier, 2009).

Expression des résultats : (HCO_3^-) mg/l = $V \times 12,2$

Remarque : Si le pH de l'échantillon est supérieur à 8,3; titrer jusqu'à cette valeur (volume d'HCl obtenu correspond au CO_3^{2-}) puis continuer le dosage jusqu'à pH de 4,3 noter le volume VA_2

$$\text{mg/l CO}_3^{2-} = \text{VA}_2 \times 60$$

➤ **Détermination de la demande biologique en oxygène (DBO₅) :**

Il s'agit de la concentration, en masse d'oxygène dissous, absorbée pour l'oxydation de la matière organique contenue dans l'échantillon dans les conditions d'essai.

Principe : La mesure avec OxiTop® repose sur une mesure de la pression dans un système clos. Les micro-organismes qui se trouvent dans l'échantillon et qui dégagent du CO_2 qui est absorbé par les pastilles de NaOH.

Mode opératoire : Rincer les flacons avec l'échantillon, mettre le volume adéquat, placez la barre magnétique à l'intérieur de la bouteille, ajoutez deux pastilles de sodes dans le gobelet en caoutchouc ; à l'aide d'une pince (les pastilles ne doivent jamais être à l'intérieur des flacons), visser l'oxitop, appuyer sur le Boutons S et M simultanément pendant 2 s jusqu'à ce que 00 s'affiche, maintenez le flacon de mesure avec oxitop à 20°C pendant 5 jours. Puis faire la lecture après 5 jours.



Figure 27 : Appareil DBO mètre

- **Détermination des matières organiques** : Les matières organiques sont présentes de manière naturelle dans les cours d'eau et proviennent de la mort des organismes vivants animaux et végétaux des cours d'eau et de ses abords (ADE).

- **Mode opératoire : (Rodier, 2009)**

- Dans une erlenmeyer de 500 ml, introduire 100 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 10 ml d'acide sulfurique à 50% puis verser 10 ml de solution de permanganate de potassium N/80.
- Porter l'échantillon à l'ébullition ménagée pendant 10 min à partir du moment où les bulles en formation au fond du ballon viennent crever la surface du liquide.
- Ensuite verser 10 ml d'acide oxalique N/80 pour décolorer.
- Revenir immédiatement à la teinte rose faible mais persistante à l'aide d'une burette graduée, la solution de permanganate de potassium.

Expression des résultats:

$$MO (O_2/l) = V_{ech} - V_{blanc}$$

- V_{ech} : Volume de l'échantillon.
- V_{blanc} : Volume de permanganate de potassium.

- **Détermination du Sodium (Na^+) & Potassium (K^+) :**

- ✓ **Définition du Sodium :**

Le sodium est un élément très soluble et très commun dans l'eau, il peut provenir de diverses sources, notamment : la décomposition des sels minéraux comme les silicates, la lessivage des formations géologiques riches en NaCl, l'eau salée, les eaux souterraines et les rejets d'eaux usées industrielles et domestiques (Rodier et al, 2005).

- ✓ **Définition de Potassium :**

Le potassium est le cation le plus abondant dans le liquide intracellulaire et joue un rôle important un grand nombre de fonctions cellulaires pour lesquelles les exigences de l'organisme au jour sont importantes. (Houillier et al, 2004).

- **Mode opératoire : (ISO 9964/3)**

Chapitre 3 : Matériel et méthodes

Appareil: Dr LANGE (JENWAY)

Il faut le suivre étape par étape :

- Allumer l'appareil à l'aide du bouton vert (Power).
- Ouvrir le robinet de la bouteille du gaz.
 - Allumer la flamme à l'aide du bouton noir "IGNITION" sans lâcher le doigt jusqu'à l'affichage "FLM" en rouge sur l'écran.
- Pipeter de l'eau distillée remplie dans une cuvette.
- Optimiser la flamme si elle est jaune à l'aide du bouton "fuel" jusqu'à ce que la couleur devienne bleu violacée.
- Optimiser à zéro à l'aide du bouton "Blank".
- Laisser se stabiliser 5 à 10 minutes.
- Une fois qu'il se stabilise à zéro, activer la cuvette d'eau distillée et la remplacer par une autre cuvette remplie par une solution étalon de Na^+ ou du K^+ à 10 mg/l.
- Optimiser à 10 mg/l à l'aide du bouton "FINE".

Retirer la cuvette remplie par une solution étalon de " Na^+ " ou du " K^+ " à 10 mg/l et la remplacer par une cuvette remplie d'eau distillée et vérifier si l'écran affiche zéro (0.000)

- Retirer la cuvette remplie par l'eau distillée et la remplacer par une cuvette remplie par une solution étalon de " Na^+ " ou de " K^+ " à 10 mg/l et vérifier si l'écran affiche (10).
- Retirer la cuvette et la remplacer par une autre cuvette remplie d'eau distillée.
- A la fin, passer aux échantillons inconnus jusqu'à ce que la valeur affichée sur l'écran est stable (3 essais pour chaque échantillon).

A la fin du dosage et par mise de la sécurité, il faut toujours fermer la bouteille de gaz propane en premier lieu ensuite l'appareil et la pompe.

Expression des résultats :

- Le résultat est donné directement en mg/l

Remarque :

Avant de doser le sodium (Na^+) il faut toujours vérifier les valeurs de la “conductivité” car cette dernière a un rapport proportionnel à la dilution, c’est à dire plus que la conductivité est grande plus que la dilution du Na^+ est grande et vice versa. Alors pour la cas de (K^+) on ne fait pas la dilution sauf que la conductivité est grande



Figure 28 : Analyse et dosage du sodium et du potassium



Chapitre 04
Résultats et discussion



Les résultats des analyses physicochimiques de l'eau de cinq stations : Tour de prise, Rive droite, Rive gauche, Axe de la digue, Evacuateur de crue du barrage de Bouhamdane à Hammam Debagh pour une durée d'étude de trois mois (Février, Mars et Avril)

4-1- Les Résultats de l'analyse physique :

4-1-1-Le pH :

Durant toute la période d'étude, les valeurs du pH sont comprises entre 7,69 (S1) et 8,52 (S5) (Cf, Fig. 29), les résultats de toutes les stations avant traitement sont estimés dans les normes (JORA, 2014) ainsi que les normes (JORF 2007). Les valeurs de la station (S7) sont conformes aux valeurs admises par (l'OMS, 2011) pour les eaux de consommation avec un pH compris entre 7,86 et 8, alors que les normes internationales sont comprises entre 6,5 et 8,5. Les eaux du barrage sont légèrement alcalines à cause des terrains calcaires traversés

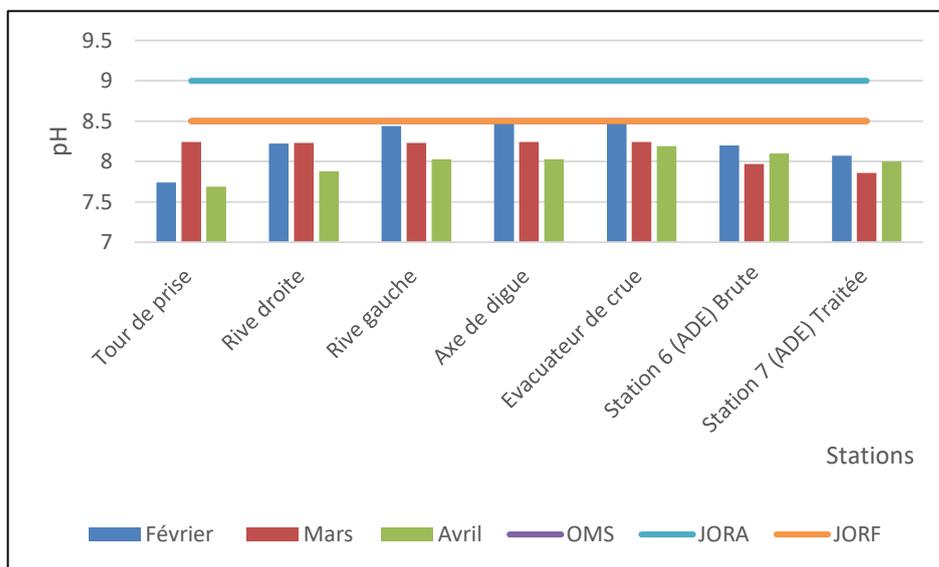


Figure 29 : Les variations mensuelles du pH de l'eau du barrage

4-1-2-La conductivité électrique :

Durant toute la période d'étude, les valeurs de la conductivité électrique sont comprises entre 1026 (S1) et 1115 (S4) $\mu\text{s}/\text{cm}$ (Cf, Fig. 30). Elles dépassent les normes dans toutes les stations en particulier au mois de mars par rapport aux normes françaises (JORF, 2007). Les valeurs dans tous les mois restent inférieures aux normes (JORA, 2014). Pour la station des eaux traitées (S7) elles sont dans les normes par rapport à (l'OMS, 2011) qui préconise 1400 $\mu\text{s}/\text{cm}$ alors que les valeurs dans cette station sont comprises entre 1034 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et 1090 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Les eaux du barrages sont bien minéralisées.

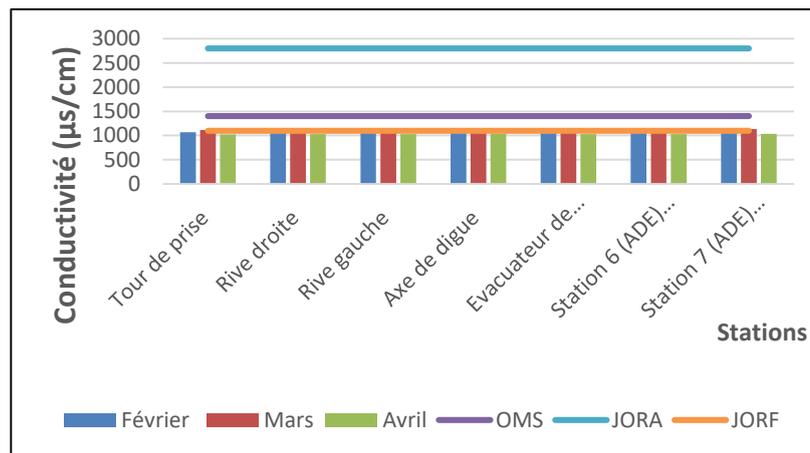


Figure 30 : Les variations mensuelles du conductivité de l'eau du barrage

4-1-3- La turbidité :

Les variations mensuelles de la turbidité sont estimées entre 5,44NTU (S3) à une valeur maximale de 30,6 NTU (S5) (Cf, Fig. 31). Ces valeurs assez élevées par rapport aux exigences nationales du (JORA, 2014). Ce Paramètre varie selon les conditions climatiques (Agitation éolienne, précipitations...). Quant à la station (S7), ses valeurs ne dépassent pas 0,53 NTU, elles restent en conformité avec les normes de (l'OMS, 2011) qui sont estimés à 5mg/l .

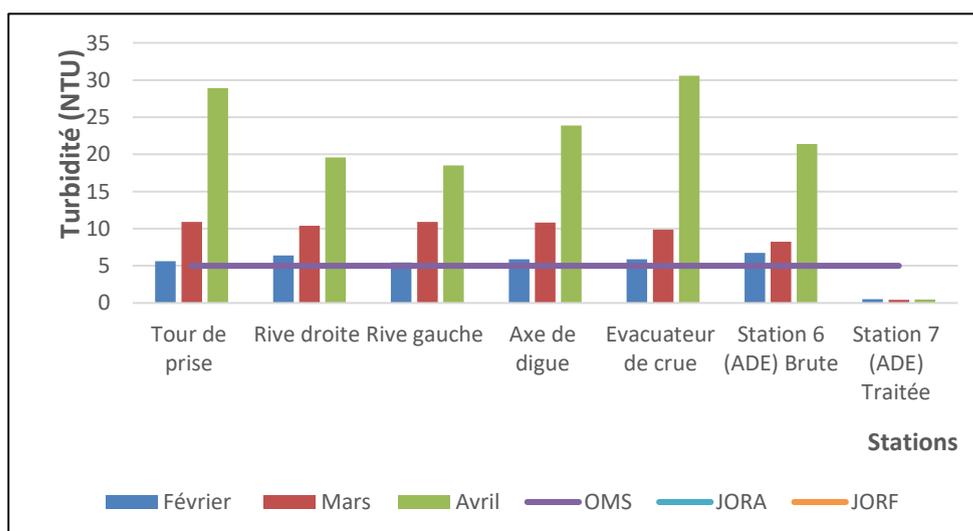


Figure 31 : Les variations mensuelles de la turbidité de l'eau du barrage

Chapitre 04 : Résultats et discussion

4-1-4- Les solides dissous totaux (TDS) :

A partir des résultats présentés dans la (Fig. 32), nous remarquons que les valeurs des TDS sont comprises entre 502mg/l (S1) et 542 mg/l (S4) et (S5) pour les eaux brutes et pour les eaux traitées, les valeurs ne dépassent pas 534 mg/l dans la station (S7) inférieure donc aux normes de (l'OMS , 2011) fixées à 1000mg/l. Rappelons que les TDS sont la quantité totale des substances organiques et inorganiques dissoutes dans l'eau.

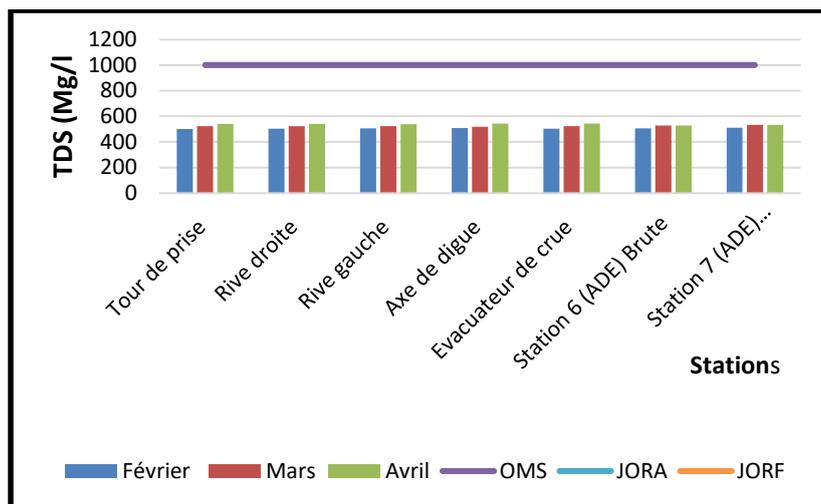


Figure 32 : Les variations mensuelles du TDS de l'eau du barrage

4-1-5-La Salinité :

Les résultats de salinité obtenus sont à 0,3mg/l dans toutes les stations pendant les trois mois d'études, Ces valeurs montrent une faible quantité de sels dissous dans l'eau du barrage de Bouhamdane selon la figure ci-dessous.

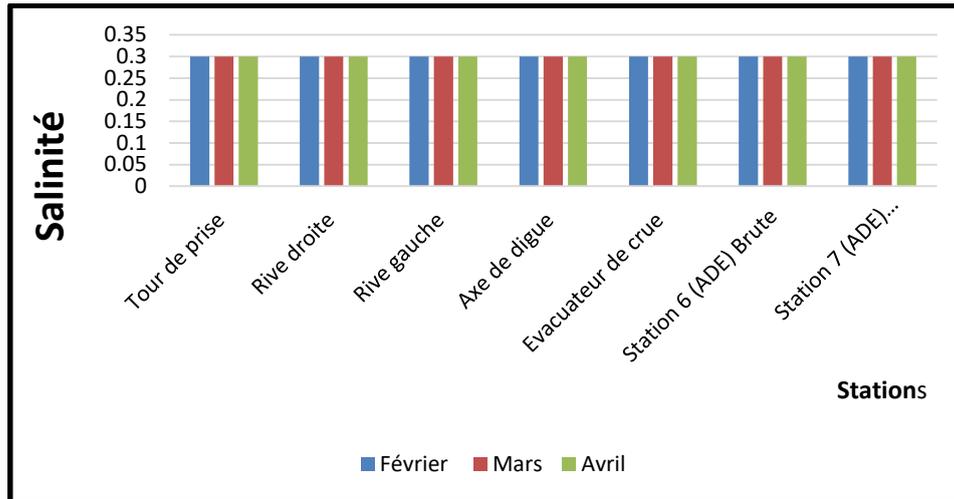


Figure 33 : Les variations mensuelles de la salinité de l'eau du barrage

4-2- Les Résultats de l'analyse chimiques :

4-2-1- Le Fer :

Les valeurs de nos stations varient entre 0 et 0,45mg/l. donc elles sont légèrement supérieures aux normes (JORA, 2014) évaluées à 0,3 ; cependant, elles restent inférieures aux normes (JORF, 2007) fixées à 2mg/l Cf, Fig.34). Les eaux traitées sont dépourvues de fer, la valeur est nulle 0 mg/l. Notons que ces taux peuvent provenir naturellement des roches (sulfures de fer, les magnétites) ou des rejets industriels. De fortes teneurs donnent un goût désagréable à l'eau.

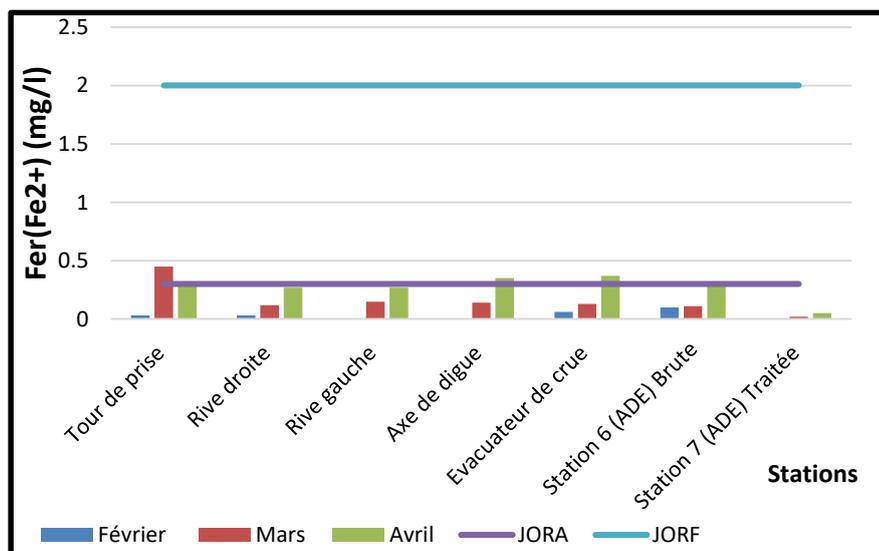


Figure 34 : Les variations mensuelles du fer de l'eau du barrage

4-2-2- Les sulfates :

Les concentrations des sulfates obtenues présentent une fluctuation irrégulière en fonction des mois ; En effet la valeur maximale est atteinte au mois de février au niveau de l'évacuateur de crue (S5) avec une valeur de 230,5mg/l (Cf, **Fig. 35**). Ceci s'explique soit par l'érosion des sols gypseux sous l'effet des précipitations qui se sont abattues dans la région; soit des rejets domestiques ou industriels. Cependant les moyennes mensuelles calculées montrent que les concentrations des eaux du barrage sont dans les normes (**JORF, 2007**) et (**JORA, 2014**). Rappelons que les valeurs des sulfates de l'eau de Barrage au niveau de la station d'ADE traitée sont dans les normes de la potabilité de l'eau elles varient entre 98mg/l et 180mg/l et sont conformes aux normes de (**l'OMS, 2011**) avec des taux admis de 250mg/l

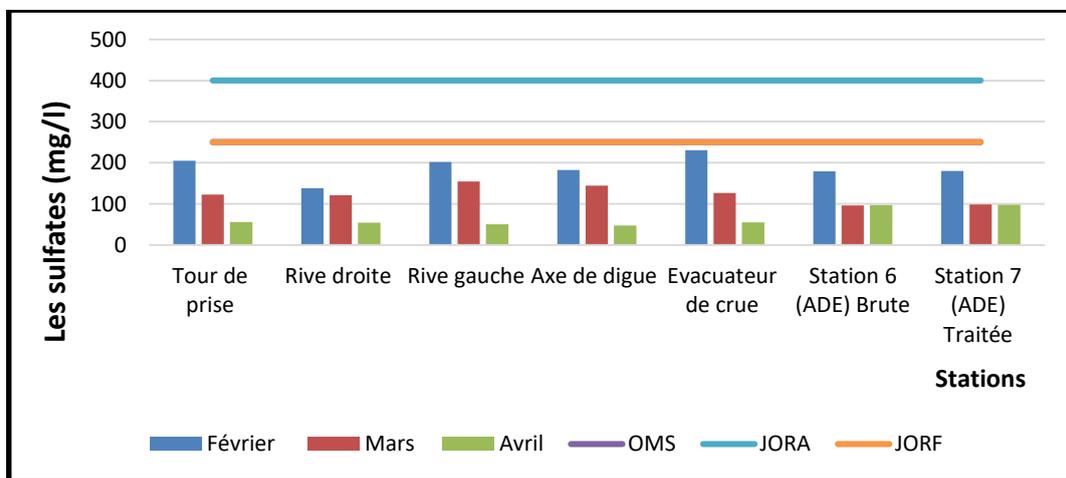


Figure 35 : Les variations mensuelles des sulfates de l'eau du barrage

4-2-3- Les Nitrates :

Les nitrates sont toxiques en grande quantité. La teneur en nitrate NO_3^- des points d'eau étudiés varie entre 0,422mg/l (S6) ADE à 1mg/l (S2) et (S5) durant les mois d'étude dans les six stations (Cf, **Fig.36**). L'eau traitée aussi au cours des 3 mois, les nitrates prenant des valeurs comprises entre 0,37mg/l à 0.979mg/l. Ces résultats sont très inférieurs aux taux admis par (**l'OMS, 2011**) et qui sont de 50mg/l

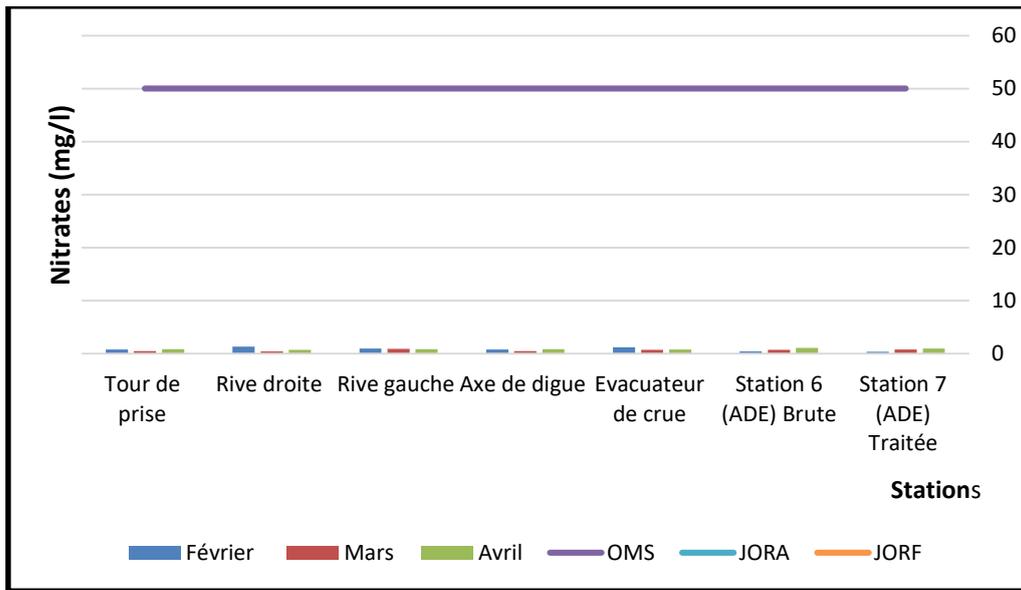


Figure 36 : Les variations mensuelles des Nitrates de l'eau du barrage

4-2-4- Les phosphates :

Les matières phosphorées ont pour origine l'érosion des sols, l'activité agricole (engrais phosphatés, l'industrie et les rejets urbains avec l'utilisation des détergents). Les valeurs mesurées varient de 0,004 mg/l (S2) à 0,174 mg/l (S5) dans les six stations (Cf, Fig.37). La station (S7) répond également aux normes de (l'OMS, 2011) étant donné que ses valeurs sont inférieures à 0,50mg/l.

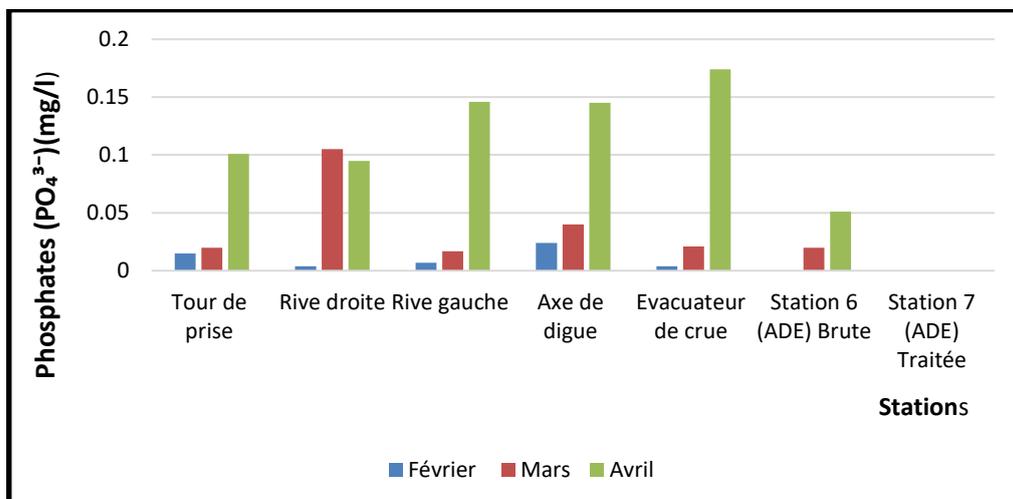


Figure 37 : Les variations mensuelles des phosphates de l'eau du barrage

4-2-5- Les Nitrites :

Pendant les trois mois d'étude, les valeurs des Nitrites des eaux brutes sont comprises entre 0,015 mg/l et 0,06 mg/l, ils sont presque à l'état de trace dans toutes les autres stations et répandent aux normes (JORA, 2014) et (JORF, 2007) (Cf, Fig.38). Dans la station 7 des eaux traitées, on a mesuré 0.01mg/l comme valeur maximale ; les valeurs sont donc dans les normes de potabilité de l'eau par rapport à (L'OMS, 2011)

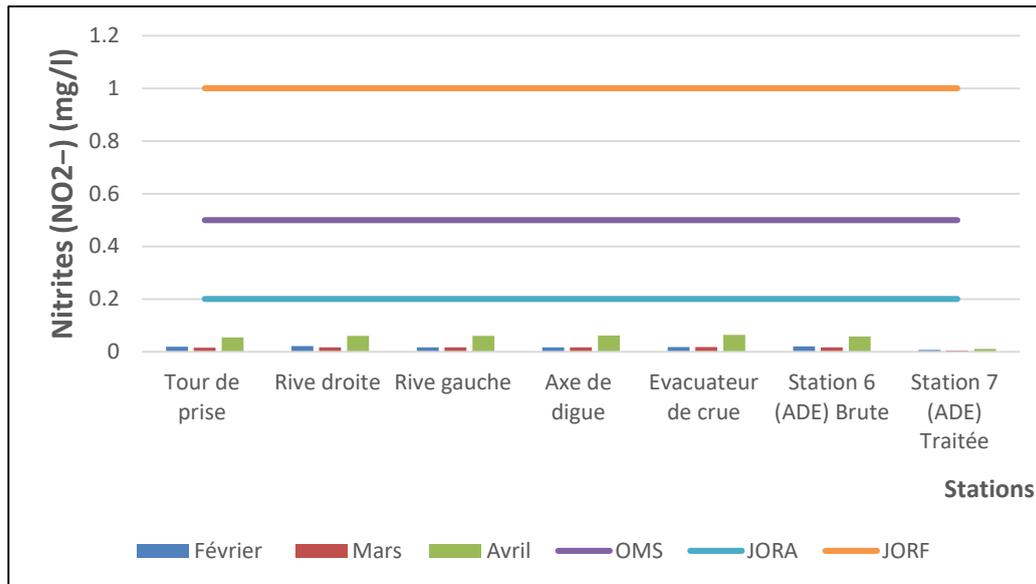


Figure 38 : Les variations mensuelles des Nitrites de l'eau du barrage

4-2-6- L'Ammonium :

Les concentrations d'ammonium des eaux brutes au cours des trois mois, oscillent de 0,009mg/l (S3) à 0,379 mg/l (S5) (Cf, Fig. 39). Ces valeurs sont inférieures aux normes (JORF, 2007). D'après l'agence des bassins hydrographiques (ABH, 2000) des taux compris entre 0,1 et 0,5 traduisent une eau de bonne qualité. Notons que ces taux proviennent essentiellement de la pollution de l'eau par les rejets organiques d'origine agricole ou domestique. En ce qui concerne l'eau traitée (S7), les concentrations dans l'eau sont nulles, tandis que les normes (OMS, 2011) ont une concentration maximale admissible de 0,5 mg/l

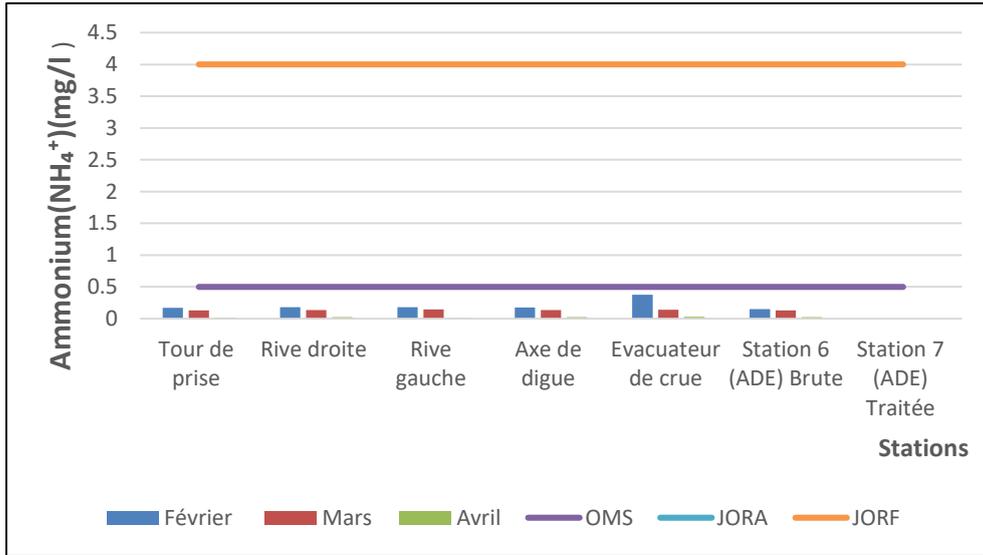


Figure 39 : Les variations mensuelles de l'ammonium de l'eau du barrage

4-3-Les Résultats de l'analyse volumétriques :

4-3-1- Les matière en suspension :

Elles sont particulières, fines non désirées dans l'eau et en particulier dans les eaux destinées à la consommation. Les valeurs d'eau des eaux brutes sont comprises entre 0,5mg/l et 4,5 (mg/l) (Cf, Fig. 40). Elles sont dans les normes (JORF, 2007) à 25 mg/l.

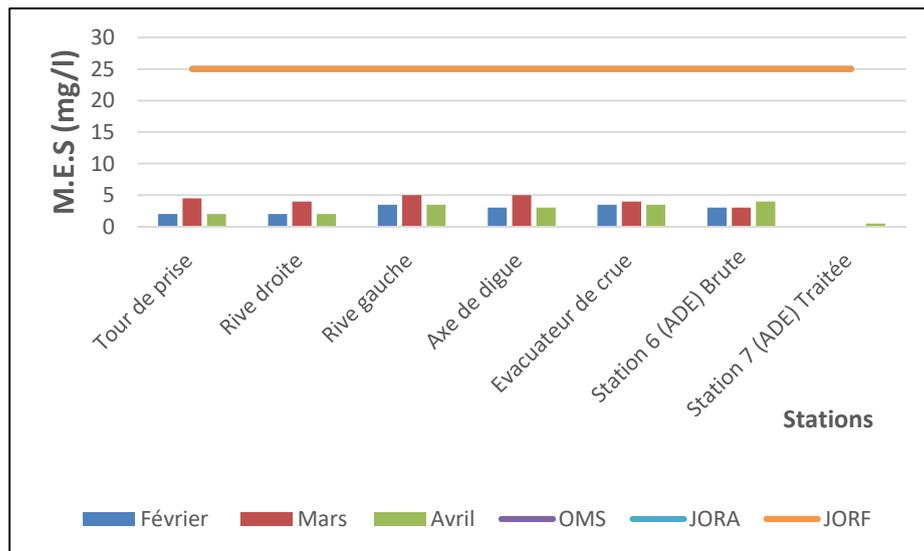


Figure 40 : Les variations mensuelles de M.E.S de l'eau du barrage

4-3-2- Le T.H :

Les teneurs du T.H durant les trois mois, pour les eaux de toutes les stations dépassent les normes. Elles varient entre 37,2°f et 40,4 °f (Cf, Fig.41) ; Ces valeurs restent supérieures aux normes internationales qui sont fixées à 20°f. Elles sont dans les normes (JORF, 2007) à 500 mg/l .

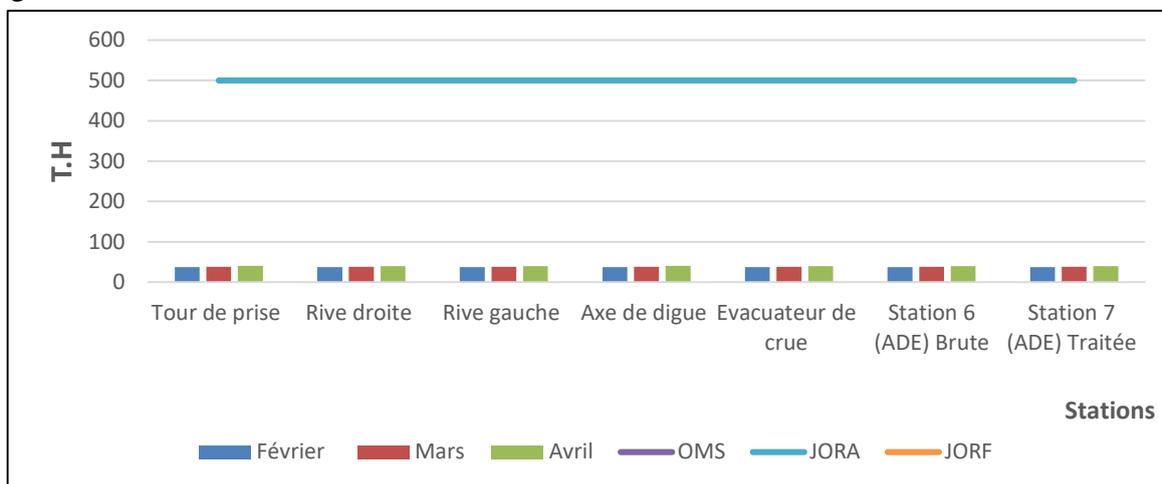


Figure 41 : Les variations mensuelles de T.H de l'eau du barrage

4-3-3- Les Matières Organiques :

Les valeurs de la matière organique des eaux brutes de nos stations varie de 3,5 mg/l (S1) à 4,8 mg/l (S3) et (S4) . Pour la station (S6) de l'ADE elle a atteint 5,7 mg/l (Cf, Fig.42). Ceci à cause des rejets animaux et/ou humains. Concernant les eaux traitées les valeurs de S7 sont dans les normes de (l'OMS, 2011) qui préconise 5 mg/l. Ces matières ne doivent pas se retrouver au niveau des eaux traitées.

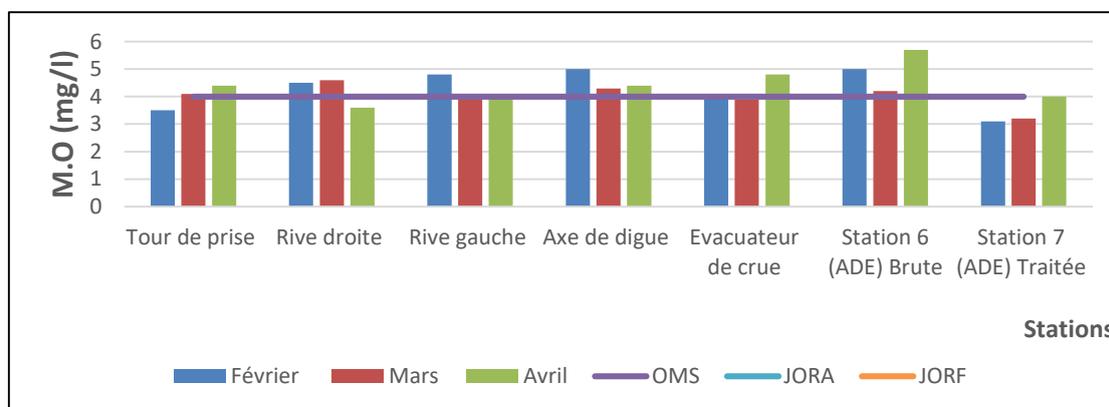


Figure 42 : Les variations mensuelles de M.O de l'eau du barrage

4-3-4- Le Sodium :

Les valeurs du Sodium des eaux brutes de nos stations varient de 31 mg/l (S3) dans le mois d'avril à 47 mg/l (S3) et (S5) (Cf, Fig.43). Ces valeurs restent inférieures aux normes(JORF, 2007) fixées à 200mg/l. La station 7 des eaux traitées, quant à elle varie de 35 à 41mg/l

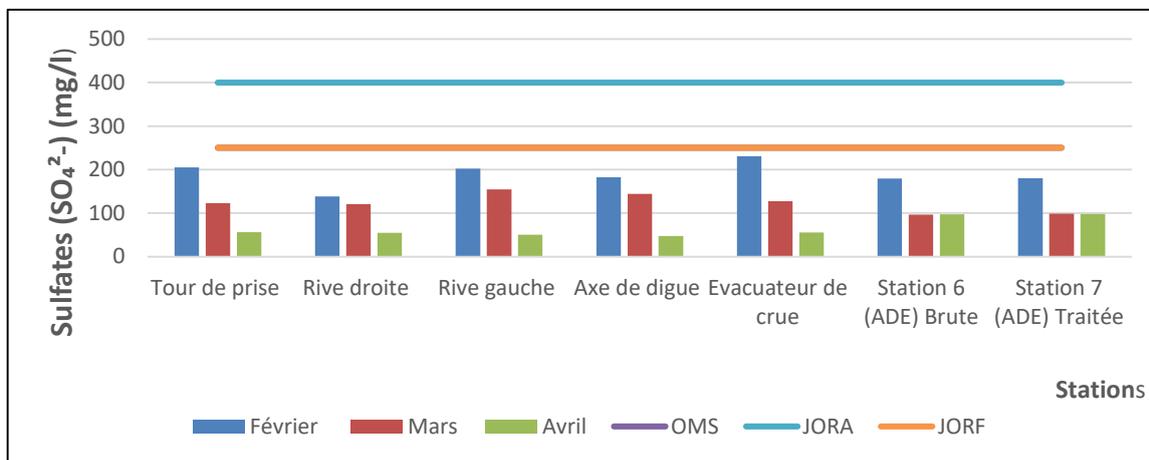


Figure 43 : Les variations mensuelles du sodium de l'eau du barrage

3-5- Le Potassium :

A partir des résultats présentés (Cf, Fig.44), nous remarquons que les valeurs du potassium dans les stations des eaux brutes varient de 6,3 mg/l à 6,09g/l. Pour les eaux traitées les résultats sont inférieurs aux normes de (L'OMS, 2011) fixée à 12 mg/l

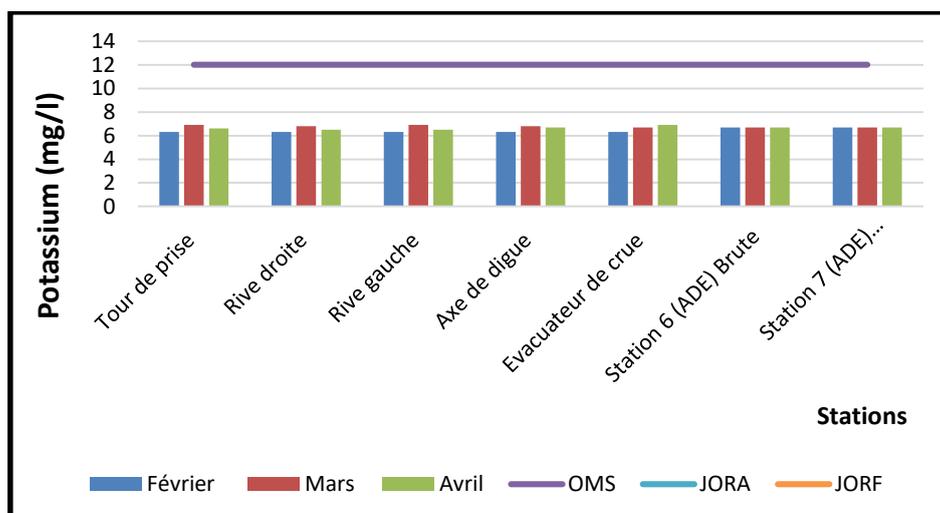


Figure 44 : Les variations mensuelles du potassium de l'eau du barrage

3-6- Le Résidu Sec :

Le résidu sec représente les matières minérales non volatiles. Durant toute la période d'étude, les valeurs des R.S sont comprises entre 676 mg/l (S5) à 892,5mg/l (S4) (Cf, Fig.45). Dans la station 7 des eaux traitées, les valeurs sont estimées entre 752mg/l à 832mg/l, elles restent de loin en dessous des normes établies par (l'OMS, 2011) avec 1500mg/l.

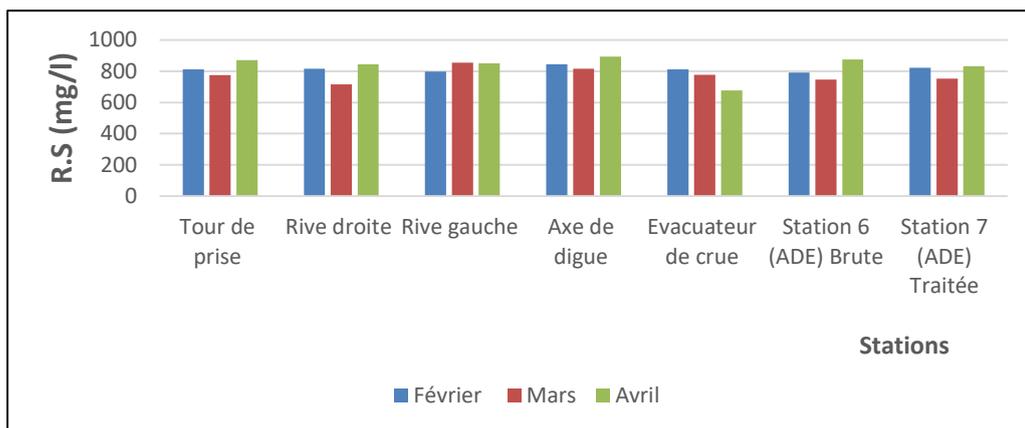


Figure 45 : Les variations mensuelles de Résidu Sec de l'eau du barrage

4-3-7- Le Calcium :

Durant les trois mois, toutes les stations des eaux brutes avaient des valeurs qui varient entre 90,51 mg/l (S4) à 93,71 mg/l (S1) (Cf, Fig.46). Les résultats obtenus ne dépassant pas les normes du (JORA, 2014) fixées à 200mg/l. Concernant, la station 7 des eaux traitées les valeurs ont varié entre 84,9mg/l à 92,91 mg/l, elles sont légèrement supérieures aux normes de potabilité de l'eau fixées par (L'OMS) à 75mg/l.

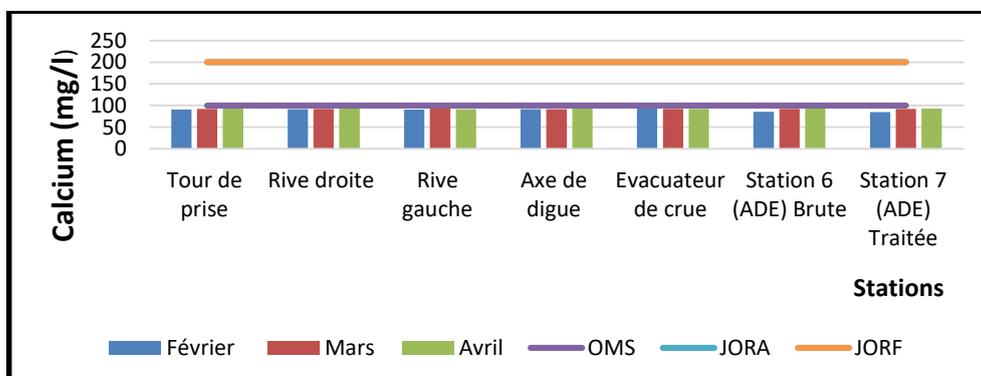


Figure 46 : Les variations mensuelles de Calcium de l'eau du barrage

4-3-8- Le Magnésium :

D'après les résultats obtenus au cours des trois mois (Cf, Fig.47) les valeurs du magnésium ont variées entre 33,54mg/l (S5) à 41,8mg/l (S4) les mesures sont légèrement élevées dans le mois d'avril au niveau des six stations. Pour la station des eaux traitées (S7), les valeurs fluctuent entre 37,91 mg/l et 39,86mg/l ; elles ne dépassent donc pas les normes de l'(OMS, 2011) qui sont de 50 mg/l .

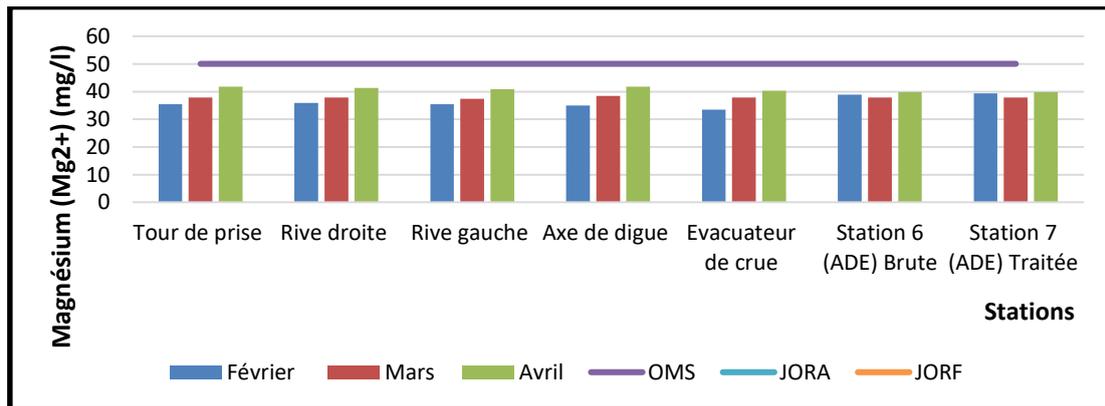


Figure 47 : Les variations mensuelles de Magnésium de l'eau du barrage

4-3-9- Les Chlorures :

Nous remarquons que les valeurs des chlorures sont estimées entre 142mg/l dans toutes les stations dans les mois de février et 156,2mg/l presque dans toutes les stations du mois d'avril excepté la station 2(Cf, Fig.44) . Ces valeurs ne dépassent pas les normes (JORA, 2014) et (JORF, 2007) fixées à 500mg/l et à 200mg/l respectivement. Pour les eaux traitées les valeurs ne dépassent pas 156,2 mg/l et sont dans les normes de (l'OMS 2011) avec 250mg/l.

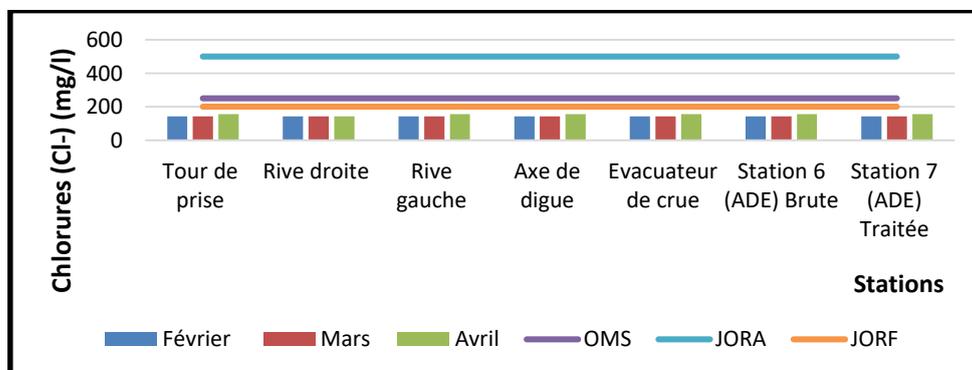


Figure 48 : Les variations mensuelles des Chlorures de l'eau du barrage

4-3-10- Les Bicarbonates :

Les valeurs sont pratiquement stables pendant les 3 mois ; elles varient entre 175,68 (S2), (S3), et (S4) à 180,56mg/l presque dans toutes les stations au mois d’avril (Cf, Fig.49). Les normes Algériennes et Européennes ne fixent aucune valeur pour ce paramètre. Pour la station des eaux de consommation (ADE) les résultats ne dépassent pas 178,12 mg/l. donc sont dans les normes (L’OMS 2011)

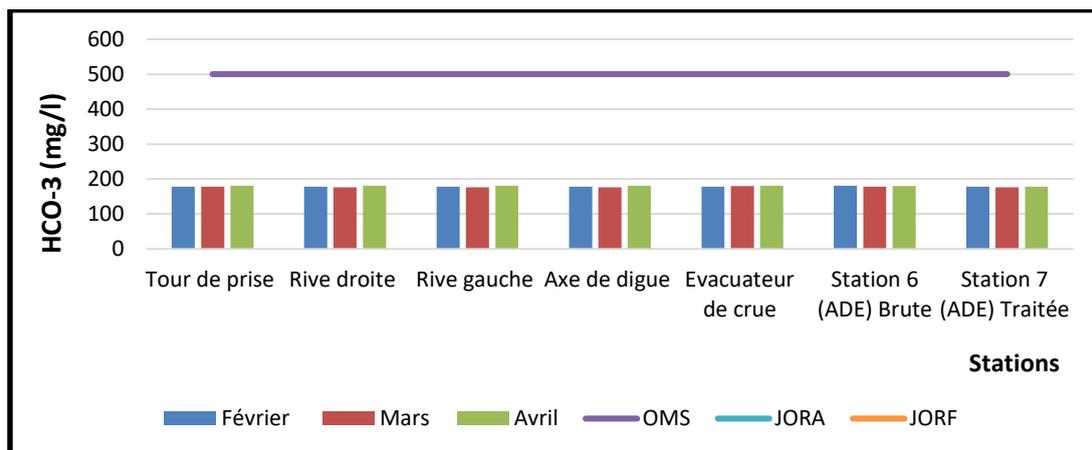


Figure 49 : Les variations mensuelles des Bicarbonates de l’eau du barrage

4-3-11- Le T.A.C :

Durant toute la période d’étude on a noté la valeur minimale du T.A.C 14,4mg/l (S2), (S3), (S4) à 14,8mg/l (Cf, Fig.50), pour les eaux traitées la valeur maximale était 14,6mg/l ; d’après l’OMS, elle doit être supérieure ou égale à 2,5mg/l

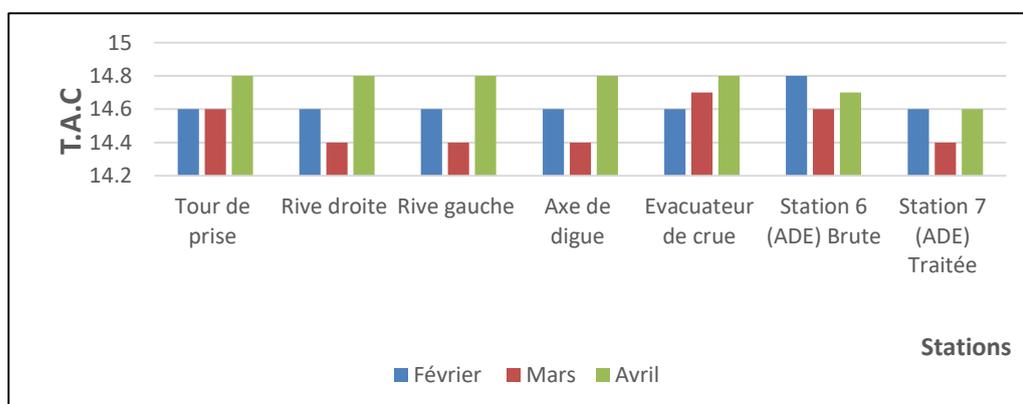


Figure 50 : Les variations mensuelles du T.A.C de l’eau du barrage

4-3-12- Le T.A :

Le titre alcalimétrique traduit l'alcalinité de l'eau, soit sa teneur en bicarbonate et carbonates. Durant toute la période d'étude, les valeurs des eaux brutes en T.A sont comprises entre 0,2mg/l et 0,4 mg/l. Ces valeurs ne dépassent pas les normes (**JORA, 2014**). Pour les eaux traitées de la station (S7) les valeurs ont variés entre 0,3 à 0,4 mg/l et sont inférieures aux normes de (**l'OMS,2011**) qui préconise une valeur supérieure ou égale à 2,5 mg/l (**Cf, Fig.51**),

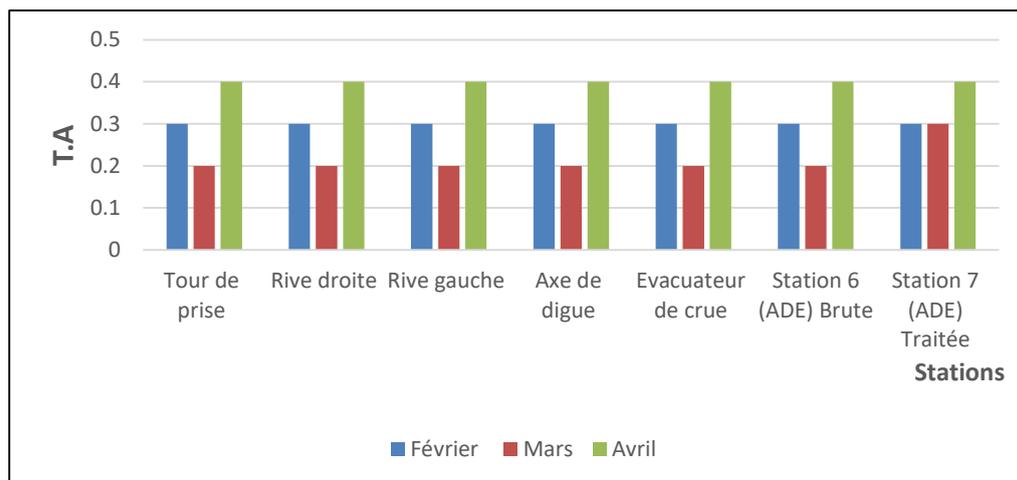


Figure 51 : Les variations mensuelles du T.A de l'eau du barrage

4-3-13- La DBO5 :

Durant le suivi de trois mois, les valeurs de la DBO5 dans les cinq stations ont variés entre 1 à 6 mg/l (**Cf, Fig.52**). Toutes les moyennes ne dépassent pas 4mg/l au niveau de la rive gauche pendant les trois mois comme moyenne maximale. Ces résultats sont généralement en adéquation par rapport à grille d'évaluation de la qualité des eaux superficielles en Algérie (**ABH-CSM, 2002**) et traduisent donc une eau de bonne qualité. Rappelons également que les normes Françaises préconisent une DBO5 inférieure à 7mg/l.

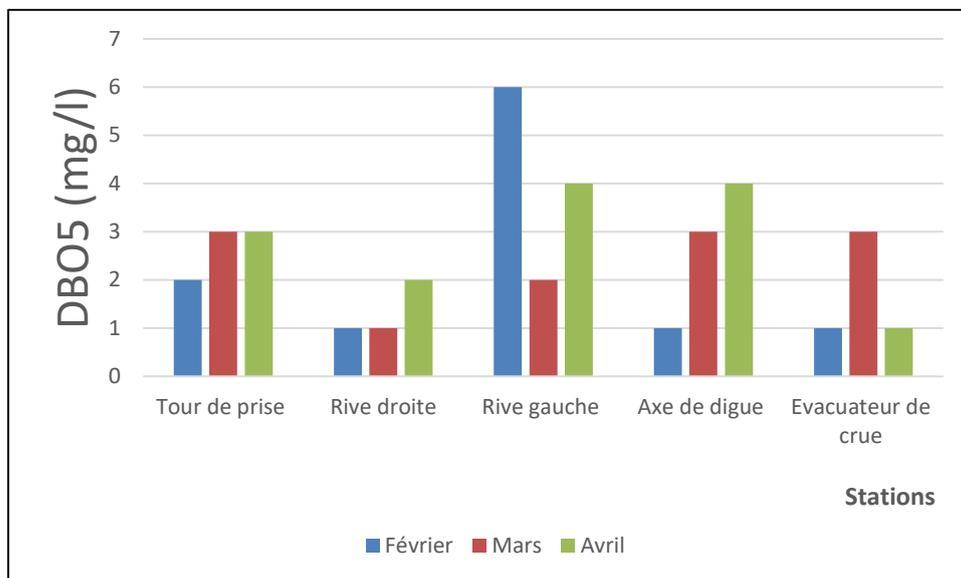


Figure 52 : Les variations mensuelles de la DBO5 de l'eau du barrage



Conclusion



Conclusion

Lors de notre étude de trois mois au laboratoire de l'ADE, nous avons examiné la qualité physique et chimique des eaux brutes provenant du barrage de Bouhamdane, situé dans la région de Guelma. Les résultats de nos analyses des stations de (S1 à S6) ainsi que des eaux traitées au niveau de S7 ont été comparés aux normes nationales (JORF, 2007), aux normes nationales (JORA, 2011) et aux normes internationales (OMS, 2011). Ces comparaisons ont révélé que :

- Les valeurs du pH, de la conductivité, de la salinité, des résidus secs, de la turbidité, TDS et nitrates sont inférieures aux normes requises.
- Les particules indésirables (les matières en suspension) sont inférieures aux normes de l'OMS.
- Le fer se trouve en des quantités supérieures aux normes (JORA 2014)
- Les eaux non traitées du barrage présentent des concentrations peu élevées de matière organique.
- La proportion de calcium dans les eaux brutes est supérieure à celle du magnésium.
- Le taux des sulfates et nitrites sont acceptables
- Les phosphates sont totalement absents (0mg/l) dans les eaux traitées de la station (S7)
- Les teneurs en ammonium sont sous formes des traces pour les eaux brutes et nulles pour les eaux traitées
- Les valeurs du potassium sont presque stables dans toutes les stations des eaux brutes et ne dépassent pas les normes

Les eaux non traitées du barrage peuvent être utilisées pour l'irrigation, mais elles ne doivent pas être consommées sans passer par un processus de traitement par les professionnels de l'ADE.

L'eau est une ressource précieuse et limitée. Afin de garantir une gestion durable, il est essentiel de la préserver en prenant en compte les mesures suivantes :

1-Conservation de l'eau : Adoptez des pratiques de consommation responsable en évitant les gaspillages. Réparez les fuites dans les canalisations, utilisez des appareils ménagers et des équipements efficaces en termes de consommation d'eau, et limitez les activités qui nécessitent une grande quantité d'eau.

2-Gestion des eaux usées : Installez des systèmes de traitement des eaux usées dans les zones résidentielles et industrielles pour réduire la pollution et permettre la réutilisation de l'eau. Encouragez l'utilisation de toilettes à faible débit et de systèmes de récupération des eaux de pluie.

3-Protection des sources d'eau : Établissez des zones tampons autour des cours d'eau, des lacs et des sources souterraines pour prévenir la pollution provenant des activités agricoles, industrielles ou résidentielles. Mettez en place des réglementations et des contrôles stricts pour limiter les déversements de substances chimiques dangereuses.

4-Sensibilisation et éducation : Informez le public sur l'importance de l'eau et les pratiques durables de gestion de l'eau. Encouragez les individus, les communautés et les entreprises à adopter des comportements respectueux de l'eau.

5-Agriculture durable : Encouragez les pratiques agricoles respectueuses de l'eau, telles que l'irrigation efficace, la rotation des cultures, la gestion des nutriments et l'utilisation de méthodes de culture alternatives moins gourmandes en eau.

6-Protection des écosystèmes aquatiques : Préservez les écosystèmes naturels tels que les zones humides, les mangroves et les rivières, car ils jouent un rôle essentiel dans la filtration et la régulation de l'eau. Évitez la destruction des habitats aquatiques et veillez à maintenir un équilibre écologique sain.

7-Législation et réglementation : Mettez en place des lois et des réglementations efficaces pour protéger les ressources en eau. Appliquez des normes de qualité de l'eau strictes et imposez des sanctions aux contrevenants.

Ces mesures combinées peuvent contribuer à la protection de l'eau, mais il est essentiel que les gouvernements, les communautés et les individus travaillent ensemble pour assurer une gestion durable de cette ressource vitale.

Références Bibliographiques

A

- ✍ ABH-CSM : Agence de Bassin Hydrographiques Constantinois-Seybouse-Mellegue .2016. Le cahier de l'agence. Le bassin de la seybouse. N°1. 8p.
- ✍ Aissaoui M, Benhamza M & Guettaf M. 2017. Caractéristiques hydrochimiques des eaux de l'Oued Seybouse - Cas de la région de Guelma (Nord est Algérien), *Science et Technologie* : 178-186
- ✍ Asgher M, Bhatti R, Ashraf M.A & bilal M.J. 2018. "Turbidity and its removal from water by conventional and emerging adsorbent "*Environmental science and pollution research* : 3049-3063

B

- ✍ Bensalem M.B.2016. Chemical water pollution, A review of causes, Effects and solutions, *International journal of environmental research and public health* : 1-17
- ✍ Bala Ramudi P. 2017. Waterborne diseases, A challenge of aquatic life. *Environmental science and pollution research*: 12905-12914
- ✍ Boudghene A & Arab M.2016. Assessment of hydropower generation and its potential in Algeria, *Renewable and sustainable energy review*, 717-727
- ✍ Balmer J, Mokma M, kalin D.M, Galloway S, Cox E & Barber M.E. 2010. Groundwater quality benefits irrigated agriculture in central Washington state. USA spatial analysis of dissolved sodium in shallow groundwater, *Hydrogeology journal* 175-187

C

- ✍ Christian L. 2010. Barrages et environnement, Édition Quae, Paris, 76p
- ✍ Cardot C. 2013 .Analyse des eaux, réglementation, analyse volumétriques et Spectrophotométrie, statistiques. Ellipses. Paris. 296 p.

D

- ✍ Densmore J.B & Burow K.R, Nolan B.T & Antweiler M.J. 2011. Magnesium in ground water near public-supply wells in california, *Ground water* : 101-112
- ✍ Dakhli R . 2016 . valorisation agronomique des margines : Effet sur les propriétés chimiques du sol et sur le rendement d'une culture d'orge . Presses Académiques Francophones . French Edition . 120 p .

F

- ✍ Fent K. 2010. Occurrence, fate and effects of pharmaceutical residues in the aquatic environment, *Review of environmental contamination and toxicology* 1-53
- ✍ Famiglietti J. 2014. The global groundwater crisis, *Nature* : 184-192
- ✍ Ferreira R. 2015 .Chloride in drinking water: source, concentration and chloride/sulphate ration influence on taste perception, *water research* : 10565 -10571

G

- ✍ Gleick P. H. 1993. Water in Crisis. *A Guide to the World's Fresh Water Resources*. Oxford University Press: 1314 -1318
- ✍ Gregory G.D & Harned J.L & Lovelace D.C. 2011. Groundwater quality in the piedmont and blue ridge region of North carolina, *U.S geological survey* : 56-58
- ✍ Gupta S.K. 2019. Surface water pollution and its control measures. *Environmental science and pollution research* : 6249-6261
- ✍ Ghazali D, Zaid A. 2013. Etude de la qualité physico-chimique et Bacteriologique des eaux de la source Ain Salama-jerri (région de Meknes-Maroc) *Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, N° 12 :25-36*

✍ Gren M. 2019. Nitrites in meat products : essential or detrimental, *Food chemistry.science* : 514-516

H

✍ Houillier P, Blanchard A & Pailard M. 2004, Métabolisme du potassium, *Elsevier* : 138 -157

J

✍ Monin J.L. 2006. Barrage et aménagement hydroliques, ED : Eyrolles,Paris,118p

✍ Chabard J.P. 2005. Barrages et réservoirs, ED : Eyrolles, Paris, 76p

K

✍ Kumar R. 2007.Impact of agricultural and domestic pollution on the water quality of river Yamuna ,*Environmental monitoring and assessment* :431-439

✍ Khan, S. 2020. Evaluation of drinking water quality in the United Arab Emirates using the water quality index. *Environmental science and pollution research* 2245-2253

L

✍ Lin K.G. 2017.Waterborne Pathogens: detection Methods and Challenges, *Critical Reviews in Microbiology*: 924-940

✍ Li Y. 2010. 'Occurrence and fate of ammonium in drinking water treatment", *Water Research* : 5521- 5527

✍ Li, J.2012.effect of turbidity on disinfection efficiency and microbial growth in drinking water, *water research* : 4111

M

✍ Mary H, W. 2018. Nitrate and drinking water from wells an update on the epidemiologic evidence, *current environmental health reports* 1-11

✍ Mengiao L. 2019. The water we eat, combining virtual water and water footprints to analyse water self-sufficiency of food of in the United States, *environmental science and technology* : 6359-6368

✍ Maiga A S. 2005 d'odonto-stomatologie. Qualite organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuee par l'edm.sa dans la ville de Bamako : Evaluation Saisonniere. 77p

N

✍ Nassir B, Gheewala S & Hasan M. 2009. Evaluation of water quality in a tropical reservoir using multivariate statistical techniques. *Environmental Monitoring and Assessment* : 22054-2216

O

✍ O'Connor G, A. 2006. Agricultural pollution and water quality in the Northern everglades, *Journal of environmental quality* : 837-844

✍ Ockerman J, C. 2019. Chloride in groundwater and surface water in areas underlain by the eagle ford shale, *environmental science & and technology* : 9250-9260

P

✍ Paul R, K & John H, B. 1995. Water quality parameters and their interaction, *Environmental engineering*: 1047-1060

R

✍ Radanne J.P & Coyne A. 2003. Barrages et réservoirs, ouvrages en terre en et en béton, édition Eyrolles, Paris, 63p

✍ Ramade F. 1984. Eléments d'Ecologie: Ecologie fondamentale. *Me Graw-Hill*. 397p.

- ✍ Rejesk F. 2002. Analyse des eaux : aspects réglementation et technique. Centre régional de documentaires technique pédagogique d'aquitaine. CRDP de Bordeaux. *Sciences et techniques de l'environnement*: 360p
- ✍ Rodier J, Bernard L, Nicole M, Coll. 2009. L'analyse de l'eau ,ED :DUNOD ,Paris, France.1579p
- ✍ Rodier J, Bazin C, Broutin J, Champsaur H & Rodi L. 2005. L'analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer, Ed. Dunod, Paris. 1383p
- ✍ Remini R. 2010. La problématique de l'eau en Algérie du Nord. Layrhyss journal, N° 8: 27-46 p.
- ✍ Reager J.T & Famiglietti J.S, Lo, M & Cayan D & Davis K. 2016.A decade if sea level rise slowed by climate-driven.Hydrology,*Science* :6274
- ✍ Rengrajan A. 2019 Organic matter in drinking water : sources, treatment and health effects. *Water, Air & soil pollution* 5541-5549
- S**
- ✍ Smith J, Johnson A & Thompson, R. 2019. The importance of water in nature. *Environmental science and biodiversity* : 43-59
- ✍ Srinivasan,K. 2017. "Assessment of BOD5 and COD removal from wastewater using eucalyptus bark and forest waste biochar", *Environmental Management* : 5556- 5567
- ✍ Singer P, C. 2018.Iron and manganese removal from drinking water,*drinking water engendering and science* : 25-32
- ✍ Sharma D.D. 2016, Nitrate in ground and drinking water; A Reviw, *Environmental science and pollution research* :10485-10490

✍ Sharif M.2012. Iron and human health: A review of studies on iron deficiency and its determinants in different population groups. *Journal of Environmental science and health* : 1120-1136

✍ SWIM-SM.2013. Atelier de concertation : Coût de la dégradation des ressources en eaux du bassin versant de la Seybouse (En ligne) disponible sur www.swim-sm.eu/index.php?...755%3Acowdalgeriafr2. Consulté le 22 Mai 2023.

T

✍ Till R.J, Robertson A.D, Lark R.R, Basset S.T, Bending G.D , Cook D.W, Davies R.L, Emes R.D, Hamilton J.A & Davies H.R. 2018. The effect of nitrogen and potassium fertilisers on water quality and greenhouse gas emission in agriculture, *Agriculture, ecosystems & environment* : 193-203

✍ Tallha M. 2020. Sulfites in drinking water : source, occurrence and health effects *.Environmental research and public health* : 2240-2249

V

✍ Verma N, K. 2012. water pollution types, causes, effects and control, *Journal of environmental sciences* : 234-248

✍ Vincent B . 2005 .L'eutrophisation et l'enrichissement en nutriments . Chapitre 10 : l'eau et l'environnement aquatique . 379 p . <http://environnement.wallonie.be>

W

✍ Wesolowski D.J 'Water Hardness and Scaling, *Chemical Reviews* : 12049- 12050

X

✍ Xu L. Yang J. Zhang Q, Li R & Gao J, Zhang X. Liu S. Duan X & Guo H. 2019.The impact of agricultural land use on stream PH and its controlling factors, *environmental pollution* : 675-686

Z

✍ Zhang X. 2020. Nitrite in drinking water A review on water sources treatment methods and occurrence, *water research* : 21-38

✍ Zaghba N, Laraba A & Mahia M. 2018. *Sci. Technol* : 121-113

WEBOGRAPHIE :

[1] : <https://education.toutcomment.com/article/schema-du-cycle-de-l-eau-resume-15011.html>

Consulté le 9 Avril 2023

[2] : <https://maghrebencyclopedia.com/d/%D8%B9%D8%AF%D8%AF%D8%B3%D8%AF%D9%88%D8%AF-%D8%A7%D9%84%D8%AC%D8%B2%D8%A7%D8%A6%D8%B1>

Consulté le 16 Avril 2023

[3] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Barrage_de_Beni_Haroun#:~:text=Le%20barrage%20de%20Beni%20Haroun,de%20960%20millions%20m3%20.

Consulté le 28 Avril 2023

Web photos :

[1] : <https://www.alternatives-economiques.fr/repartition-de-leau-planete-pourcentage-volume-total-0103201366808.html>

Consulté le 2 Mai 2023

[2] : <https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS6QplcGVkOpGYUIWQVkuIUWXdOf9IojccuBQ&usqp=CAU>

Consulté le 16 Mai 2023

[3] : <https://www.eaufrance.fr/les-impacts-de-la-pollution-de-leau>

Consulté le 23 Mai 2023

Résumé

L'eau est essentielle à la survie humaine. Une population croissante signifie une demande accrue en eau potable pour la consommation, l'hygiène personnelle et les besoins domestiques de base tels que la cuisson et le nettoyage. L'agriculture est le secteur qui consomme le plus d'eau dans de nombreux pays. La croissance démographique entraîne une augmentation de la demande alimentaire, ce qui nécessite davantage d'irrigation et donc d'eau pour la production agricole et l'industrie.

Notre travail se concentre sur l'évaluation des caractéristiques physico-chimiques de qualité de l'eau du barrage Bouhamdane au niveau de L'ADE dans la wilaya de Guelma durant une période de trois mois de février à mars 2023 à raison d'un prélèvement chaque mois, au niveau de cinq stations).

Ces eaux ont été soumises à une analyse physico-chimique, dont les résultats indiquent que le pH, la conductivité, la salinité, Les résidus secs, la turbidité et les TDS, sont dans les normes ainsi que le cas des eaux potables selon les recommandations de l'OMS. Cependant, les valeurs du Sulfates, Phosphates, Ammonium, Calcium, Magnésium, TA, TAC, MO, ne dépassent pas les normes. Toutes les analyses indiquent la conformité de la qualité de ces eaux. Il est essentiel de contrôler et de réglementer les activités humaines qui ont un impact potentiel sur la qualité de l'eau. Cela peut inclure la surveillance des industries, des activités agricoles, des installations de traitement des eaux usées et des pratiques de gestion des déchets. Des normes strictes doivent être établies pour minimiser les rejets de polluants dans les eaux environnantes. Enfin Mettez en place un système de surveillance qui permettra de détecter rapidement les variations de la qualité de l'eau et d'identifier les sources potentielles de pollution.

Mots-clés : Physico-chimique, Qualité de l'eau, Normes.

Abstract:

Water is essential to human survival. A growing population means an increased demand for drinking water for consumption, personal hygiene and basic household needs such as cooking and cleaning. Agriculture is the largest water user in many countries. Population growth leads to an increase in food demand, which requires more irrigation and therefore water for agricultural production and industry.

Our work focuses on the assessment of the physico-chemical water quality characteristics of the Bouhamdane dam at the level of the ADE in the wilaya of Guelma during the period February-March 2023 (A sampling each month of five stations).

These waters have been subjected to a physico-chemical analysis, the results of which indicate that: PH, Conductivity, Salinity, Dry residues, Turbidity and TDS, The standards of potability recommended by the WHO are met by these products. While the values of Sulphates, Phosphates, Ammonium, Calcium, Magnesium, TA, TAC, MO, do not exceed the enormous, all the analyses indicate the conformity of the quality of these waters. It is essential to control and regulate human activities that have a potential impact on water quality. This may include monitoring industries, agricultural operations, wastewater treatment facilities and waste management practices. Strict standards must be established to minimize the release of pollutants into surrounding waters. Put in place a monitoring system that will allow rapid detection of variations in water quality and identify potential sources of pollution.

Keywords: Physico-Chemical, Water quality, Standards.

ملخص

الماء ضروري لبقاء الإنسان. يعني تزايد عدد السكان زيادة الطلب على مياه الشرب للاستهلاك والنظافة الشخصية والاحتياجات المنزلية الأساسية مثل الطهي والتنظيف الزراعة هي أكبر مستخدم للمياه في العديد من البلدان. ويؤدي النمو السكاني إلى زيادة الطلب على الأغذية، مما يتطلب مزيداً من الري ومن ثم المياه للإنتاج الزراعي والصناعة. يركز عملنا على تقييم خصائص جودة المياه الفيزيائية والكيميائية لسد بوحمدان على مستوى ADE في ولاية قلمة خلال الفترة من فبراير إلى مارس 2023) أخذ عينات كل شهر من خمس محطات (). خضعت هذه المياه لتحليل فيزيائي كيميائي، تشير نتائجه إلى أن: درجة الحموضة، التوصيلية، الملوحة، المخلفات- الجافة، التعكر و المواد الصلبة الذائبة، معايير الشرب التي أوصت بها منظمة الصحة العالمية تحترمها هذه المنتجات. بينما قيم الكبريتات، الفوسفات، الأمونيوم، الكالسيوم، المغنيسيوم، TA، TAC، مادة عضوية، لا تتجاوز الهائلة، تشير جميع التحليلات إلى مطابقة جودة هذه المياه. من الضروري مراقبة وتنظيم الأنشطة البشرية التي لها تأثير محتمل على جودة المياه. وقد يشمل ذلك رصد الصناعات والعمليات الزراعية ومرافق معالجة مياه الصرف الصحي وممارسات إدارة النفايات. يجب وضع معايير صارمة لتقليل إطلاق الملوثات في المياه المحيطة. وضع نظام رصد يتيح الكشف السريع عن الاختلافات في نوعية المياه وتحديد المصادر المحتملة للتلوث. **الكلمات المفتاحية** فيزيائي كيميائي، جودة المياه، المعايير.



ANNEXES



ANEXE 1 : Norme OMS physico-chimique de l'eau de consommation.

Paramètres	Unité	Normes
Le potentiel d'hydrogène pH	/	≥ 6.5 et ≤ 8.5 (OMS 2011)
La température (C°)	C°	25 (OMS 2011)
Dureté totale (TH)	mg/l	1500 (OMS 2011)
La conductivité électrique CE	$\mu\text{S/cm}$	1400 (OMS 2011)
Les chlorures (Cl ⁻)	mg/l	250 (OMS 2011)
Les phosphates (PO ₄ ⁻³)	mg/l	0.5 (OMS 2011)
L'ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	0.50 (OMS 2011)
Fer (Fe ²⁺)	mg/l	200 (OMS 2011)
La turbidité	mg/l	05 (OMS 2011)
Minéralisation globale d'une eau TDS	mg/l	1000 (OMS 2011)
Nitrite	mg/l	0.1 (OMS 2011)
Nitrate	mg/l	50 (OMS 2011)
Résidus secs	mg/l	1500 (OMS 2011)
Sulfate	mg/l	250 (OMS 2011)
Chlorure	mg/l	250 (OMS 2011)
Calcium (Ca ⁺²)	mg/l	75 (OMS 2011)
Magnésium (Mg ⁺²)	mg/l	50 (OMS 2011)
Sulfates	mg/l	250 (OMS 2011)
TA	mg/l	≥ 2.5 (OMS 2006)
MES	mg/l	/
DBO5	mg/l	

ANEXE 2 : Norme JORF 2007(savary) des eaux brutes

Paramètres	Unité	Normes
pH	/	6.5-8.5
La Température (°C)	C°	25
Dureté totale (TH)	mg/l	
La conductivité électrique CE	µS/cm	1100
Les Chlorures (Cl ⁻)	mg/l	200
Les Phosphates (PO ₄ ³⁻)	mg/l	
L'ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	4
Fer (Fe ²⁺)	mg/l	2
La Turbidiité	mg/l	
Minéralisation globale d'une eau TDS	mg/l	
Nitrite	mg/l	
Nitrate	mg/l	50
Résidus secs	mg/l	
Sulfate	mg/l	250
Calcium (Ca ⁺²)	mg/l	
Magnésium (Mg ⁺²)	mg/l	
Sulfates	mg/l	250
TA	mg/l	
MES	mg/l	25
DBO5	mg/l	≤7
DCO	mg/l	30
Sodium	mg/l	200

ANEXE 3 : Norme JORA 2014 des eaux brutes

Paramètres	Unité	Normes
pH	/	9
La Température (°C)	C°	25
Dureté toutale (TH)	mg/l	500
La conductivité électrique CE	µS/cm	2800
Les Chlorures (Cl ⁻)	mg/l	500
Les Phosphates (PO ₄ ³⁻)	mg/l	
L'ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	
Fer (Fe ²⁺)	mg/l	0.3
La Turbidiité	mg/l	5
Minéralisation globale d'une eau TDS	mg/l	
Nitrite	mg/l	0.2
Nitrate	mg/l	50
Résidus secs	mg/l	
Sulfate	mg/l	
Calcium (Ca ⁺²)	mg/l	200
Magnésium (Mg ⁺²)	mg/l	
Sulfates	mg/l	400
TA	mg/l	65
MES	mg/l	
DBO5	mg/l	
DCO	mg/l	
Sodium	mg/l	