REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES

Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de **Master**

En science de la nature et de la vie

Spécialité : ECOLOGIE

Thème :

Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux de barrage El-Adrat (W.Médéa)

Préparé par :

- **SAIFI Lamia**
- **TOUILI Messaouda**

Soutenue publiquement le : 13 /09 /2018. Devant le jury composé de :

Mr. AIT HAMMOUDA.T	Grade : MAA	UYFM	Président
Melle SAADI.H	Grade : MAA	UYFM	Examinateur 1
Mr. GHANNEM. K	Grade : MAA	UYFM	Examinateur 2
Mr. BELHADJ. H	Grade : MAA	UYFM	Encadreur
Mr. GHALEM. N	Grade : /	UYFM	Co-Encadreur

Année universitaire 2017/2018

Remerciements

Nous rendons grâce à Allah, le Clément, le tout Miséricordieux, pour la chance et le courage qu'il nous a donné pour poursuivre nos études supérieures et pour bien mener ce travail. Gloire à Allah.

Nous exprimons toute notre gratitude et nos vifs remerciements à notre encadreur ***Mr BELHADJ HICHEM*** *qui nous a honorés en acceptant de diriger ce travail, pour ses encouragements, ses conseils, sa disponibilité. Merci de nous avoir guidés avec patience et d'avoir consacré autant d'heures pour les corrections de ce manuscrit.*

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements a ***Mme GHALEM NAIMA*** *d'être Co-promoteur.*

Nous exprimons toute notre gratitude aux membres de jury :

Mr AIT HAMOUDA TAHER *pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de présider le jury*

Mr GHENNAM KAMEL *pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

Melle SAADI HASNA *pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

Mr Directeur ***BOUKARTA Mahfoud*** *Algérie des eaux pour avoir accepté d'examiner notre pratique.*

Nos remerciements aussi les pensent du laboratoire de physico-chimie A.D.E, pour leur patience et leurs précieuses aides, pendant la réalisation de ce travail, en particulier ***à Mme DJAZAR*** *responsable de laboratoire d'A.D.E.*

Nos plus vifs remerciements s'adressent au ***Mme LOUNECE Mounia*** *pour son aide et son soutien surtout pour sa confiance, ses conseils.*

Nous vous remercions ***Nadia, Meriem, et Amina*** *d'avoir enrichis nos connaissances et de nous avoir guidés durant toute la période du stage et nous avons grandement apprécié votre soutien, votre implication et votre expérience.*

Nous remercions tous ceux qui nous ont rendu service et qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



Je dédie se modeste travail à toutes les personnes que j'aime et en particulier

Mes chers parents, qui sont à l'origine de mon existence, que dieu les protèges, ils m'ont soutenu le long de l'élaboration de ce travail.

A ma très chère mère : mon modèle à suivre qui m'a entouré d'amour et de tendresse et m'a appris la patience et le défit.

A mon très cher père qui m'encouragé et conseillé pendant mes plus pénibles moments et qui m'a guidé vers le droit chemin.

A mon cher mari, qui m'a encouragé, son aide m'a été très précieuse . Merci énormément pour ton soutien plus que précieux. et pour ton grand cœur et ta patienece que je ne l'oublierai jamais

A mes très chers frères :brahim, moustafa et yousef.
A mes très chères sœur : nassira et fatima
A toute la section d'écologie 2017/2018
A tous les enseignants du primaire, du moyen, du secondaire et de l'université qui m'ont donné le gout des études..

TOUILI Messaouda



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A La belle étoile qui veille sur moi, la bougie de ma vie à l'être le plus pure, le plus honnête, l'ange gardien de ma vie, et qui toujours présente dans les étapes les plus importants de ma vie, comme celle-là, ce mémoire est le fruit de votre prières, j'espère que je me suis la bonne fille que t'as rêvé de l'avoir.

Maman, aucun mot ne peut exprimer ce que t'es.

A mon cher père, qui n'a jamais cessé de croire en moi, merci pour tes sacrifices, ta patience, merci pour tous ce que tu m'as donné, ce mémoire est le fruit de votre générosité, de vos soutiens et celui de la confiance que vous avez toujours portée envers vos enfants j'espère que je serai une source de fierté pour toi.

A mon cher frère Kamel QUI m'a soutenu tout au long de ma carrière universitaire.

A mes chères sœurs Meriem, Wardia et leurs maries Rachid, Sid Ali

A toutes mes nièces et mes nouveaux Zakaria, Amilia

A monsieur Hassan.

A mes chères belles Ratiba, Obaya, Asma

A mes amies et mes collèges d'étude.

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

Saifi Lamia



ملخص

لقد أنفقت الجزائر موارد مالية كبيرة وجهودًا كبيرة لتركيب السدود وبدء تشغيلها ، وهذا لتوفير المياه ذات الجودة المقبولة إما لإمدادات مياه الشرب أو للآخرين وتشمل هذه المياه الري بكميات كافية ، وترتبط مشكلة نوعية المياه بعدد من العوامل التي تؤثر على هذه الأخيرة ، ويمكن أن ترتبط بشكل أساسي بالأنشطة المحيطة بسدودنا (المحلية ، الزراعية ، الصناعية).

يمثل سد العدرات سدًا مهمًا لري المحاصيل في ولايتنا ، ويقع بين بلديتي العمارية وسيدي نعمان. يتكون عملنا البحثي في تقييم جودة مياه سد العدرات التي تقوم برصد زماني لـ 26 معلمة كيميائية فيزيائية خاصة بالمياه.

ووفقاً للنتائج التي تم الحصول عليها ، تمتثل مياه سد العدرات للمعايير المستخدمة خلال هذه الدراسة ، وهي المعايير الجزائرية للمياه الصالحة للشرب ومعايير الري.

الكلمات المفتاحية: سد العدرات، المعايير الفيزيوكيميائية، نوعية الماء، معايير، المدية.

Résumé

L'Algérie a dépensé des grands moyens financiers et des grands efforts pour l'installation et la mise en marche des barrages, et ce, pour fournirune eau de qualité acceptable soit pour l'alimentation en eau potable (AEP) soit pour d'autres activités notamment l'irrigation en quantités suffisantes.Le problème de la qualité de l'eau est lié à plusieurs facteurs qui influent sur cette dernière et qui peuvent être surtout liés aux activités qui entourent nos barrages (domestiques, agricoles, industriels).

L'eau de barrage Ladrat représente une ressource importante pour l'irrigation des cultures au niveau de notre wilaya, il se situe entre les deux communes El-Omaria et Sidi Naamane.

Notre travail de recherche consiste à évaluer la qualité des eaux de barrage Ladrat en effectuant un suivi spatio-temporel de 26 paramètres physicochimiques propres aux eaux.

D'après les résultats obtenus, les eaux de barrage Ladrat respectent les normes utilisées au cours de cette étude à savoir les normes algériennes de potabilité ainsi que les normes d'irrigation.

Mots clés: barrage Ladrat, paramètres physico-chimiques, qualité de l'eau, normes, Médéa.

Summary

Algeria has spent considerable financial resources and great efforts for the installation and start-up of the dams, and this, to provide water of acceptable quality either for the drinking water supply (AEP) or for others these include watering in sufficient quantities. The problem of water quality is related to a number of factors that affect the latter and can be mainly related to the activities surrounding our dams (domestic, agricultural, industrial).

The Ladrat dam water represents an important resource for the irrigation of crops in our wilaya, it is located between the two municipalities El-Omaria and Sidi Naamane.

Our research work consists in evaluating the quality of LAdraten dam water carrying out spatio-temporal monitoring of 26 physicochemical parameters specific to water.

According to the results obtained, the Ladrat dam waters meet the standards used during this study, namely the Algerian standards of potability and the irrigation standards.

Keywords: Ladrat dam, physicochemical parameters, water quality, norms, Médéa.

Liste des Tableaux

CHAPITRE 1

Tableau I.1 : Quelques caractéristiques des eaux de surface.

Tableau I.2 : Les normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation.

Tableau I.3: Les normes des eaux destinées à l'alimentation en eau potable des populations.

CHAPITRE 2

Tableau II.1 : La capacité totale des barrages et retenues collinaires.

Tableau II.2 : Les communes de la Daïra et leur occupation.

Tableau II.3: : Répartition des terres agricoles de la Commune de Sidi Naâmane.

Tableau II.4 : Ressources en eau de la Commune de Sidi Naâmane.

Tableau II.5: Nombre des habitants par communes.

Tableau II.6 : Répartition des terres.

Tableau II.7 : Ressources en eaux de la Commune d'El omaria.

Tableau II.8 : Quelques caractéristiques morphologiques du bassin et sous bassins. versant

Tableau II.9 : Quelques données hydrologiques pour le bassin de barrage Ladrat

Tableau II.10: Les précipitations annuelles du barrage Ladrat (2007-2017)**.**

Tableau II.11: Pluviosités moyennes mensuelles et annuelles en (mm) de la wilaya de Médéa (2006-2015).

Tableau II.12: Régime saisonnier de la Wilaya de Médéa durant la période (2006-2015) .

Tableau II.13: Températures mensuelles de la région de Médéa (2006-2015).

Tableau II-14 Les vents mensuelles (m/s) au niveau de Médéa **.**

Tableau II-15 : Humidité mensuelle de la région de Médéa en (%).

Tableau II-16: Quotient pluviométrique et bioclimat de la wilaya de Médéa.

Tableau I1-17: Etat du recensement des espèces d'oiseaux migrateurs

CHAPITRE 3

Tableau III.1 : Les dates de prélèvement.
Tableau III.2: Tableau de gamme.

CHAPITRE 4

Tableau IV.1: Résultats d'analyses physico-chimiques des eaux de barrage Ladrat (Février-Mai 2018).
Tableau IV.2: Comparaison entre les résultats de l'étude présente avec ceux d'autres barrages en Algérie.

Liste des figures

CHAPITRE 1

Figure I.1: Cycle global de l'eau.

Figure I.2 : Différent formes de transfert d'azote**.**

Figure I.3 : Pollution de l'eau.

CHAPITRE 2

Figure II.1 : Carte de situation géographique de la Wilaya de Médéa.

Figure II.2 : Répartition géographique de la Wilaya de Médéa

Figure II.3 : Localisation de la commune Sidi Naâmane

Figure II.4 : Localisation de la commune Omaria

Figure II.5: Barrage Ladrat

Figure II.6 : Localisation de barrage Ladrat

Figure II.7 : : Localisation et occupation du sol du sous-bassin versant de Ladrat

Figure II.8 : La carte lithologique de la zone d'étude

Figure II.9 : Température moyennes annuelles (°C) de la wilaya de Médéa

Figure II.10 : Diagramme ombrothermique de la région de Médéa (2006-2015).

Figure II.11 : Climatogramme d'Emberger de la wilaya de Médéa.

Figure II.12 : La Carte climatique de la zone d'étude
(Omaria – Sidi Naamane)

Figure II.13 : Photos représentants les différentes cultures à proximité du barrage Ladrat

Figure II.14 : photos représentent l'action de pompage

Figure II.15 : photos représentants déchets de défirent type

CHAPITRE 3

Figure III.1 : une carte qui représente le barrage Ladrat et la localisation des points L1, L2et L3.

Figure III.2 : Le turbidimètre (marque HACH 2100N). (Originale, 2017)**.**

Figure III.3 : Multi paramètre (de marque WTW).
Figure III.4 : Détermination de l'oxydabilité au permanganate de potassium.
Figure III.5 : Spectrophotomètre (marque HACH DR/4000U).
Figure III.6 : Détermination de sodium et de potassium par la flamme photomètre.
Figure III.7 : D.C.O. mètre.
Figure III.8: D.B.O-mètre.

CHAPITRE 4

Figure IV.1 : Variations des températures d'air dans les trois stations d'étude.
Figure IV.2 : Variations des températures moyennes de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV.3 : Variations du pH de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV.4 : Variations des turbidités de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV.5 : Variations des salinités moyennes de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV.6 : Variations des TDS de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV.7 : Variations des conductivités électriques de l'eau du barrage dans les 03 stations d'étude.
Figure IV.8 : Variations des titres hydrométriques de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV.9 : Variations du magnésium d'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV.10 : Variations du calcium de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV.11 : Variations des chlorures de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV.12 : Variations des TAC de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

Figure IV.13 : Variations de la matière organique de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV14 : Variations des nitrites de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV.15 : Variations de l'ammonium de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV.16: Variations des nitrates de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV.17 : Variations du phosphate de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV.18 : Variations des sulfates de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV.19 : Variations du sodium de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV.20 : Variations du potassium de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV.21 : Variations du manganèse de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV.22 : Variations du fer de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV.23 : Variations d'aluminium de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV.24 : Variations des bicarbonates de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV.25 : Variations de la D.B.O_5 de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV.26 : Variations de la D.C.O de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.
Figure IV.27 : Variations temporelles de la température de l'air au niveau des trois stations d'étude.
Figure IV.28 : Variations temporelles de la température de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

Figure IV.29 : Variations temporelles des pH de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude .
Figure IV.30 : Variations temporelles des turbidités de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.
Figure IV.31 : Variations temporelles de salinité d'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.
Figure IV.32 : Variations temporelles des TDS de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.
Figure IV.33 : Variations temporelles des conductivités électriques de l'eau de barrage au niveau des trois stations d'étude.
Figure IV.34 : Variations temporelles des duretés totales de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.
Figure IV.35 : Variations temporelles des magnésiums de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.
Figure IV.36 : Variations temporelles du calcium de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.
Figure IV.37 : Variations temporelles des chlorures de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.
Figure IV.38 : Variations temporelles des TAC de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.
Figure IV.39 : Variations temporelles de la matière organique de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.
Figure IV.40 : Variations temporelles des nitrites de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.
Figure IV.41 : Variations temporelles d'ammonium de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.
Figure IV.42 : Variations temporelles des nitrates de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.
Figure IV.43 : Variations temporelles des phosphates de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

Figure IV.44 : Variations temporelles des sulfates de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.
Figure IV.45 : Variations temporelles du sodium de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.
Figure IV.46 : Variations temporelles du potassium de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.
Figure IV.47 : Variations temporelles du manganèse de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.
Figure IV.48 : Variations temporelles de fer de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.
Figure IV.49 : Variations temporelles d'aluminium de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.
Figure IV.50 : temporelles des bicarbonates de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.
Figure IV.51 : Variations temporelles des $D.B.O_5$ de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.
Figure IV.52 : Variations temporelles des D.C.O de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

liste des abréviations

ADE : algérienne des eaux.

ANBT : Agence nationale des barrages et de transfert.

DSA : Direction des services agricole.

ONA : Organisation nationale d'assainissement.

ONM : Organisation nationale météorologique.

DGF : Direction générale des forets.

µS/cm : micro-siemens par centimètre.

TAC : titre alcalimétrique complet.

NTU : Nephelometric Turbidity Units.

.**MES :** matière en suspension.

TDS : solides totaux dissous.

TH: titre hydrométrique.

C°: Degré Celsius.

Mg/L: Milligramme par litre.

EDTA: Ethylène Diamine Tétra-Acétique.

MES: Matieres en Suspension .

MO: Matiere Organique.

CE : Conductivite Electrique.

pH : potentiel Hydrogène.

AgN03: Nitrate d'argent.

Na+: ion sodium.

k+ : ion potassium.

Ca^{2+} *:* ion calcium.

Mg^{2+} : ion magnésium.

Na^{+}: ion Sodium.

K^{+}*:* ion Potassium.

Fe: fer.

Cl^{-}*:* ion Chlorure.

$SO4^{2}$*:* ion Sulfates

NH_4^{+}: L'azote ammoniacal.

$NO3^{-}$*:* ion Nitrate.

NO2- : Nitrite .

DCO : Demande chimique en oxygène.

DBO5 : Demande biochimique en oxygène.

S.E.E.E. : Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, chargé de l'Eau et de l'Environnement .

SOMMAIRE

Remerciements
Dédicaces
Résumés
Liste des tableaux
Liste des figures
Liste des abréviations
Sommaire 1
Introduction générale 5
Chapitre I: Synthèse bibliographique 7
I- GENERALITES SUR L'EAU 7
1. Origine 7
1.1. Cycle de l'eau 7
2. Les ressources en eau: 8
2.1. Eaux souterraines 8
2.2. Eaux de Surface 8
2.2.1. Les eaux des rivières 10
2.2.2. Les eaux des lacs 10
2.2.3. Les eaux de barrage 10
3. Les barrages en Algérie 11
4. Paramètre de qualité de l'eau 12
4.1. Paramètres organoleptiques: 12
4.2. Les paramètres physico-chimiques: 13
4.2.1. Paramètres physiques: 13
4.2.2. Paramètres chimiques: 14
4.3. Paramètres Microbiologiques: 19
II- GENERALITES SUR LA POLLUTION DE L'EAU 20
1. Définition de la pollution 20
2. Les différentes origines de la pollution 21
3. Les différents types de pollution 22
4. Les normes de qualité 23
4.1. Qualité des eaux destinées à l'irrigation: 23
4.2. Qualité des eaux destinées à l'alimentation en eau potable des populations : .. 26
Chapitre II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE 27
I- DONNEES SUR LA WILAYA DE MEDEA 27
1. Présentation de la Wilaya: 28
2. Cadre géologique : 28
3. La pédologie 28
4. L'hydrologie 29
5. Climat de la région de Médéa: 29
6. Capacités hydrauliques: 29
II- PRESENTATION DE LA COMMUNE DE SIDI NAAMANE: 30
1. Situation Géographique: 30
2. Les communes de la Daïra de Sidi Naâmane: 30
3. La superficie agricole totale de la Daira 30
4. Répartition des terres agricoles: 32
5. Ressources en eau: 32
III- PRESENTATION DE LA COMMUNE D'EL-OMARIA : 32
1. Les communes de la Daïra: 32
2. Population : 33

3. Répartition des terres (El-Omaria) : 33
3.1. La superficie agricole totale de la Daïra d'El-Omaria 33
3.2. Ressources en eau: 34
IV- PRESENTATION DU BARRAGE LADRAT: 34
1. Généralités: 34
2. Localisation du site du barrage : 35
3. Géologie et autres données: 36
3.1. Les caractéristiques morphologiques: 36
3.2. Données géologiques du site du barrage 37
3.3. La lithologie 38
3.4. Données hydrologiques: 40
4. Les caractéristiques climatiques de la zone d'étude: 40
4.1. Les précipitations : 40
4.1.1. Pluviosité moyenne mensuelle: 41
4.1.2. Le régime saisonnier 41
4.2. Les températures: 41
4.2.1. Moyennes des températures minimales du mois le plus froid «m» : 42
4.2.2. Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud «M»: 42
4.2.3. Températures moyennes mensuelles et annuelles: 42
4.3. Les données complémentaires: 43
4.4. Synthèse climatique : 44
4.4.1. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) : 44
4.4.2. Quotient pluviothermique d'EMBERGER (1955) 44
5. La faune et la flore : 46
6. Quelques les activités humaines dans la région : 48
Chapitre III : Matériel et Méthodes 50
1. Le choix des stations: 50
2. Le choix des paramètres étudiés: 51
3. Le prélèvement de l'eau: 51
3.1. Plan de prélèvement: 51
3.2. Matériel et techniques de prélèvement: 51
3.2.1. Flaconnage: 51
3.2.2. Conditionnement et transport des échantillons 51
4. Caractérisation physico-chimique de l'eau: 52
4.1. Mesures in situ : 52
4.2. Analyses au laboratoire: 52
4.2.1. La turbidité 52
4.2.2. La salinité : 53
4.2.3. Dosage de la somme du calcium et du magnésium (T.H): 53
4.2.4. Le Calcium: 53
4.2.5. Les chlorures: 53
4.2.6. Le Titre Alcalimétrique Complet (T.A.C) : 54
4.2.7. La matière organique: 54
4.2.8. Le résidu sec: 55
4.2.9. Les nitrites: 55
4.2.10. L'ammonium: 55
4.2.11. Les nitrates: 55
4.2.12. Les phosphates: 55
4.2.13. Les sulfates: 56
4.2.14. Potassium –Sodium: 56

4.2.15. Le manganèse: 56
4.2.16. Le fer: 57
4.2.17. L'aluminium: 57
4.2.18. Mesure de la DBO5 : 58
4.2.19. La D.C.O: 58
Chapitre IV: résultats & interprétations 60
A- EVOLUTION SPATIALE DES PARAMETRES PHYSICOCHIMIQUES: 61
1. La température de l'air: 61
2. La température de l'eau: 61
3. pH: 62
4. La turbidité: 63
5. La salinité: 63
6. Solides totaux dissous: 64
7. La conductivité électrique: 64
8. Le titre hydrométrique: 65
9. Magnésium : 66
10. Le calcium : 66
11. Les chlorures : 67
12. Titre alcalimétrique complet : 68
13. La matière organique (M.O): 68
14. Les nitrites : 69
15. L'ammonium: 70
16. Les nitrates: 71
17. Les phosphates : 71
18. Les sulfates: 72
19. Le sodium: 73
20. Le potassium: 73
21. Le manganèse: 74
22. Le fer : 75
23. L'aluminium: 75
24. Les Bicarbonates: 76
25. Demande biochimique en oxygène: 77
26. Demande chimique on oxygène : 77
B- EVOLUTION TEMPORELLE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES: 78
1. La température de l'air 78
2. La température de l'eau: 79
3. pH: 79
4. La turbidité: 80
5. La Salinité: 81
6. Les Solides totaux dissous: 81
7. La conductivité électrique: 82
8. La dureté totale: 83
9. Le magnésium: 83
10. Le calcium: 84
11. Les chlorures: 85
12. Titre alcalimétrique complet : 85
13. La matière organique: 86
14. Les nitrites: 86
15. L'ammonium: 87
16. Les nitrates: 87

17. Les phosphates: 88
18. Les sulfates: 89
19. Le sodium: 89
20. Le potassium: 90
21. Le manganèse: 90
22. Le fer: 91
23. Aluminium : 91
24. Les bicarbonates: 92
25. $D.B.O_5$: 92
26. D.C.O: 93

III- COMPARAISON AVEC LES RESULTATS DE QUELQUES TRAVAUX ANTERIEURS 94

CONCLUSION GENERALE 97

Références bibliographiques 101

Introduction Générale

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est un élément naturel indispensable à la vie. C'est une richesse nécessaire à toute activité humaine et constitue le patrimoine d'une nation. Il s'agit d'un facteur de production déterminant dans le développement durable.

Le barrage est la pierre angulaire dans le développement et la gestion des ressources hydrauliques. Les barrages sont des projets très importants pour les pays en développement puisqu'un seul investissement permet aux populations de recevoir des bénéfices domestiques et économiques. Depuis longtemps, les barrages furent construits afin de répondre à des besoins spécifiques comme l'approvisionnement en eau et l'irrigation des cultures et pour contrôler les crues, la navigation, le contrôle de la qualité de l'eau et des sédiments et la production de l'énergie. Mais avec le développement effréné de nos sociétés et leurs besoins, les besoins en eau furent ces derniers temps plus importants et plus nombreux.

Pour ces raisons l'homme a appris à maîtriser l'eau. Aujourd'hui, la qualité d'une eau est définie par des paramètres physiques, chimiques et biologiques et par son usage. Mais en même temps, par ses activités, l'homme rend cette eau impropre et polluée ce qui constitue une véritable menace pour sa vie car sa santé est altérée si l'eau dont il dispose est de mauvaise qualité ou bien si elle est polluée par des agents pathogènes et crée des problèmes de santé publique et des pertes financières importantes pour les états (ex. Epidémie de Choléra qui se propage en Algérie depuis le 07/08/2018).

En Algérie, l'exploitation de ces ressources est très intense avec des demandes grandissantes liées à l'essor démographique et au développement accéléré des activités économiques. Le secteur hydrique en Algérie compte 94 barrages répartis sur tout le territoire national.

Au niveau de la Wilaya de Médéa, barrage Ladrat est l'un des principaux barrages dans la wilaya, il est construit pour collecter les eaux de l'oued Ladrat qui traverse deux localités: El-Omaria et Sidi-Naamane. Le périmètre irrigué de Ladrat est d'une superficie totale de 480 ha.

Dans ce contexte plusieurs études en Algérie ont été effectué sur la qualité des eaux de barrage citons par exemple: **Hamed, et *al.*, 2012**; **Aissaoui, 2013; Barkat, 2016; Kerfah et Bahloul, 2017**. C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude qui a comme objectif de déterminer la qualité physico-chimique des eaux du barrage Ladrat (Wilaya de Médéa) par un suivi spatio-temporel de 24paramètres analysés accompagné d'une comparaison de nos résultats avec des normes de potabilité et d'irrigation ainsi que des résultats d'autres travaux sur le même thème dans le but de connaitre le degré de pollution de ce barrage ou bien la qualité de ses eaux pour une meilleure gestion de cette ressource qui peut être utilisée dans plusieurs domaines dans au niveau de notre wilaya.

A cet effet, le présent manuscrit est réparti comme suit:

Après une introduction, le premier chapitre présente une synthèse bibliographique sur l'eau et sa pollution.

Le deuxième chapitre concerne une présentation générale de la zone d'étude.

Le troisième chapitre est essentiellement consacré à la description des méthodes ainsi que le matériel utilisé lors des différentes analyses effectuées.

Dans le dernier chapitre nous exposerons les résultats obtenues avec une comparaison à certaines normes choisies.

Enfin, une conclusion avec des perspectives achèveront cette étude.

Synthèse Bibliographique

CHAPITRE I: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I- GENERALITES SUR L'EAU

L'eau est un composé chimique simple, liquide à température et pression ambiante (1atmosphère). L'eau est gazeuse au-dessus de 100°C et solide en dessous de 0°C. Sa formule chimique est H_2O, c'est-à-dire que chaque molécule d'eau se compose d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène **(Abdesselem, 1999).** L'eau se trouve presque partout sur la terre et elle est vitale pour tous les organismes vivants connus. Près de 70% de la surface de la terre est recouverte d'eau, essentiellement sous forme d'océans. Une étendue d'eau peut être un océan, une mer, un lac, un étang, une rivière, un ruisseau, un canal. La circulation de l'eau au sein des différents compartiments terrestres est décrite par son cycle biogéochimique, le cycle de l'eau **(Bertrand, 2008).**

1. Origine

1.1. Cycle de l'eau

L'eau, élément sous trois formes (liquide, l'état gazeux et solide), parcourt un cycle éternel **(Maïga Fatoumata Sokona, 2002).**

L'hydrosphère chauffée par l'énergie solaire, s'évapore et conduit à la présence d'eau dans l'atmosphère. Cette eau, à la suite d'un refroidissement de l'air, se condense en gouttes ou cristaux de glace et se trouve précipitée sous forme de pluie, neige ou grêle sur la lithosphère à la surface (**Vilagines, 2003).**

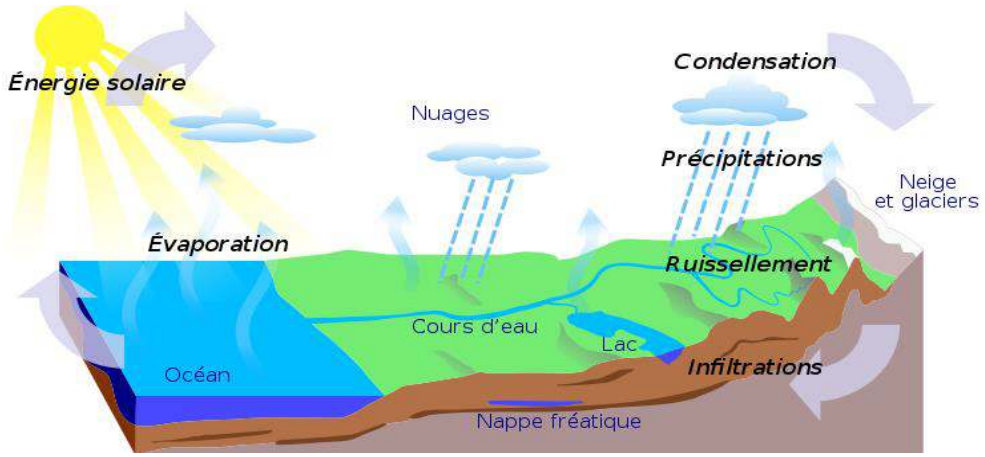


Figure I-1: Cycle global de l'eau **(Anonyme1, 2018)**

2. Les ressources en eau:

Les réserves disponibles d'eaux naturelles sont constituées des eaux souterraines (nappes phréatiques) et des eaux de surface retenues ou en écoulement (barrages, lacs et rivières) (**Hamed et *al.*2012)**.

2.1. Eaux souterraines

Ce sont les eaux des nappes phréatiques qui correspondent à 22% des réserves d'eaux douces, soit environ 1000 milliard de m^3 **(Mebarki, 1982).** Leur origine est due à l'accumulation des eaux d'infiltration. Les eaux souterraines varient en fonction de la porosité et de la structure géologique du sol. Elles sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique **(Rodier, 1997)**.

2.2. Eaux de Surface

Les eaux de surface sont constituées par toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine les eaux de ruissellement ou les nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseau puis de rivière (**Hamed et *al.*2012).** Ces eaux se rassemblent en cours d'eau caractérisés par une surface de contact eau-atmosphère, elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (étangs et lacs) ou artificielles (retenues et barrages) **(Guilbert, 2000).**

Les eaux de surface sont des ressources facilement accessibles, mais malheureusement, fragiles et vulnérables, qui doivent être protégées contre divers facteurs de pollution qui les menacent. Ces facteurs résultent, pour la plupart, de l'activité humaine et industrielle, mais aussi de processus naturels (eutrophisation) qui peuvent dégrader la qualité de l'eau **(Berne et *al.* 1991).**

- **Les différents types d'eau de surface**

Ce sont des eaux circulantes stockées à la surface du continent. Elles sont exposées à de toute sorte de pollution que nous pouvons imaginer. Elles contiennent des matières en suspension, des micro-organismes provenant du sol, des déchets domestiques et industriels (Tableau I-1).

Tableau I-1: Quelques caractéristiques des eaux de surface

(Abdesselem, 1999)

Caractéristiques	Eaux de surface
Température	Variable suivant les saisons.
Turbidité, MES (variés ou colloïdales)	Variable, parfois élevée.
Couleur	Liée surtout aux MES (argiles, algues) sauf dans les eaux très douces et acides (acides humiques)
Minéralisation globale	Variable en fonction des terrains.
Fe et Mn divalents (à l'état dissous)	Généralement absent sauf en profondeur des pièces d'eau en état d'eutrophisation.
Co_2 agressif	Généralement absent.
O_2 dissous	Le plus souvent au voisinage de la saturation. Absent dans les eaux très polluées.
H_2S	Généralement absent.
NH_4^+	Présent dans les eaux très polluées.
Nitrates	Peu abondant en général.
Silice	Teneurs en général modérées.
Micropollutions minéraux et organiques	Présents dans les eaux des pays développés. Mais susceptibles de disparaitre rapidement après suppression de la source.
Eléments vivants	Bactéries (dont certaines pathogènes) virus, plancton (animal et végétal)
Solvants	Rarement présents
Caractère eutrophie	Fréquent accentué par la température élevée

(Abdesselem, 1999)

De la façon dont sont réparties les eaux de surface dans la nature on peut distinguer aisément:

2.2.1. Les eaux des rivières

Les eaux de rivières peuvent être subdivisées en deux parties: la partie amont et la partie aval. Les eaux de rivière partie amont sont souvent situées dans des régions montagneuses et sont caractérisées par des températures froides, une contamination bactérienne faible, une turbidité élevée car elles transportent une grande quantité de matière en suspension. La partie aval généralement située dans une région à forte population et agriculture développée, ses eaux se caractérisent par une contamination bactérienne élevée; une pollution organique et inorganique élevée; un indice de couleur parfois élevé **(Degrémont, 1984).**

2.2.2. Les eaux des lacs

On peut considérer un lac comme un bassin de décantation naturelle. La turbidité de ces eaux est donc faible et une contamination peu importante. Les caractéristiques des eaux de lac varient très lentement au cours de l'année, à l'exception de deux courtes périodes au printemps et à l'automne **(Degrémont ,1984).**

2.2.3. Les eaux de barrage

Un barrage est une étendue d'eau plus ou moins profonde, dont la rétention des eaux est due à l'existence d'une contre-pente qui peut se remplir par ruissellement (ou par des apports d'eaux de sources) et qui ne subit pas l'influence des mers et des océans du globe. La composition des eaux tient à la nature géologique des terrains du bassin versant et à celle du fond de la retenue. Elle subit des variations grâce:

- Au régime des vents qui modifie la concentration en CO_2 (par agitation de l'eau);
- Aux pluies qui amènent surtout des matières en suspension;
- A la température qui règle les cycles de recirculation de la masse d'eau.

La surface des barrages est en contact avec l'atmosphère et possède une température sensiblement identique. Les parties les plus profondes sont occupées par de l'eau à une densité supérieure à celle de surface. Cette densité peut atteindre le

maximum au fond, pour une température de 4°C. Si l'on effectue des mesures de température en fonction de la profondeur, On trouve:

- Une zone où la température décroît faiblement,
- Une zone dite de saut thermique où la température baisse rapidement en quelques mètres,
- Une zone profonde dans laquelle la température décroît plus lentement et atteint 4°C si le barrage est assez profond **(Degrémont, 1984).**
- **Principaux usages des eaux des barrages**

  Les eaux des barrages sont généralement utilisés dans:

  - Le secteur agricole : irrigation et abreuvage des animaux
  - La production d'énergie;
  - L'alimentation en eau potable et industrielle;
  - La production halieutique;
  - La navigation **(Tadj, Moussaoui, 2007).**

3. Les barrages en Algérie

L'Algérie est l'un des pays où la disponibilité de l'eau est limitée alors que les besoins sont en forte croissance. Cette croissance est due à l'explosion démographique, aux développements industriels et agricoles ainsi qu'à la sécheresse. Pour faire face à la pénurie d'eau, la construction des barrages semble être la solution la plus adaptée pour répondre aux différents besoins **(Bouzid-Lagha et Belkheir, 2011).**

Le secteur hydrique en Algérie compte 94 barrages répartis sur tout le territoire national, qui relèvent du Ministère des Ressources en Eau et de l'Environnement .

Ces barrages sont des retenues d'eau qui dépendent des 48 Directions de Wilayas des Ressources en Eau et de l'Hydraulique en Algérie, et qui sont gérées par l'Agence Nationale des Barrages et Transferts (ANBT).

L'exploitation de l'eau potable de ces barrages est effectuée par l'Algérienne Des Eaux (ADE) **(Anonyme 3 ,2018)**

4. Paramètre de qualité de l'eau

4.1. Paramètres organoleptiques:

Les facteurs organoleptiques (couleur, saveur, turbidité et odeur) constituent souvent les facteurs d'alerte pour une pollution sans présenter à coup sûr un risque pour la santé **(Genoutdet, 2001).**

- **La couleur:**

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité **(Rodier, 2005).**

- **L'odeur:**

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L'odeur peut être définie comme:

- L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.
- La qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune de ces substances **(Rodier, 2005).**

- **Le goût et la saveur:**

Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque la boisson est dans la bouche.

La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs **(Rodier, 2009).**

4.2. Les paramètres physico-chimiques:

4.2.1. Paramètres physiques:

- **La température:**

C'est une caractéristique physique importante, elle est exprimée en degré Celsius (°C). Elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau des mélanges éventuels. Sa mesure est nécessaire pour accéder à la détermination du champ de densité et des courants. D'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profond **(Rodier, 1996).**

- **La turbidité:**

La turbidité de l'eau est liée à sa transparence. Elle donne une idée sur la teneur en matières en suspension (**Bern et Jean, 1991).** La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (M.E.S) fines comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale **(Rejsek, 2002)**. La turbidité se mesure en unité néphelométrique (N.T.U) **(Ghazali et *al.* 2013).**

- **Le potentiel d'hydrogène (pH):**

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau c'est-à-dire de la concentration en ions d'hydrogène (H^+). Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique **(Devillers et *al.*, 2005)**.

Le pH mesure la concentration en ions H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14. pH=7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples. Les valeurs du pH se situent entre 6 et 8,5 dans les eaux naturelles **(Chapman et *al.*, 1996).**

- **La conductivité électrique:**

La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions. Ainsi, plus l'eau contient des ions comme le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), le sodium (Na^{+}), le potassium (K^{+}), le bicarbonate (HCO^{3-}), le sulfate (SO_4^{2-}) et le chlorure (Cl^{-}), plus elle est capable de conduire un courant électrique et plus la conductivité mesurée est élevée **(Durand et *al.*1999).** La conductivité est également fonction de la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente. Elle sert aussi à apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau, elle est donc corrélable à la minéralisation de celle-ci. La conductivité s'exprime en micro siemens par centimètre (µS/cm) **(Ghazali et *al.* 2013).**

- **La salinité:**

La salinité totale d'une eau correspond au totale des cations et des anions présents exprimés en mg/l **(Degrémont, 1984).**

4.2.2. Paramètres chimiques:

La qualité chimique de l'eau est l'ensemble des caractéristiques générales de l'eau et des concentrations de minéraux dissous dans l'eau. Elle dépend des types de matériaux présents dans le sol et du temps de contact de l'eau avec ces matériaux. Le terme technique qui désigne les éléments à analyser est «paramètre» **(Catherine, 2009).**

- **L'oxygène dissous:**

L'oxygène dissous dans les eaux de surface, provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs; tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments **(Merabet, 2010).**

- **Le magnésium:**

Le magnésium est plus abondant après le calcium par rapport au sodium et au potassium. Le magnésium peut avoir deux genres: Les calcaires dolomitiques qui

libèrent le magnésium par dissolution, en présence du gaz carbonique. La dissolution du $MgSO_4$ des terrains gypseux. Il est exprimée en mg/l **(Sahraoui, 2015).**

- **Le sodium**:

Le cation sodium (Na^+) est très abondant sur la terre. On le retrouve dans les roches cristallines et les roches sédimentaires (sable, argile, évaporite). La roche Halite (évaporite NaCl) est le sel de cuisine. Il est très soluble dans l'eau. Il est exprimé par mg/l **(Rodier, 1976).**

- **Le potassium:**

Le potassium provient de l'altération des formations silicatées (Gneiss, Schistes), des argiles potassiques et de la dissolution des engrais chimiques (N.P.K) **(Debieche, 2002)**. La teneur en potassium (exprimée en mg/l) dans les eaux naturelles est de l'ordre de 10 à 15 mg/l. A cette concentration, le potassium ne présente pas d'inconvénients pour la santé des individus. (**Rodier, 1996).**

- **Le calcium:**

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous formes de carbonates. C'est aussi un composant majeur de la dureté de l'eau exprimé par mg/l **(Berne et *al.*, 1991).** Sa teneur varie essentiellement suivant la nature de terrains traversés. Il existe surtout à l'état l'hydrogénocarbonate et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlores, etc. **(Rodier, 1976).**

- **Les sulfates**:

Les sulfates sont des composés naturels des eaux exprimées en mg/l. Ils sont liés aux cations majeurs tels que le calcium, le potassium et le sodium. Ils proviennent de certains minéraux, en particulier du gypse ou apparaissent à partir de l'oxydation des minéraux sulfureux. Les teneurs en sulfates des eaux naturelles sont variables de 5 à 200 mg/l. Les eaux usées de nombreuses industries peuvent également contenir des sulfates **(Rodier, 1984)**.

- **Les chlorures:**

L'eau contient presque toujours des chlorures mais en proportions très variables. La teneur en chlorures augmente généralement avec le degré de minéralisation d'une eau, exprimé par mg/l **(Tardat et Beaudry, 1984).** Les chlorures présents dans une eau, selon **Rejsek (2002)** peuvent avoir plusieurs origines:

- Percolation de l'eau à travers des terrains salés;
- Infiltration d'eaux marines dans la nappe souterraine, de matière naturelle ou par intervention humaine par pompage excessif ;
- Rejets humains, en particulier d'urine; industries extractives comme des mines de potasse ou des salines.

Le fer:

Les eaux de surfaces peuvent contenir jusqu'à 0,5 mg/l de fer qui peut avoir pour origine les terrains traversées ou les pollutions industrielles. Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau. Le fer de l'eau ne présente certes aucun inconvénient du point de vue physiologique, mais à des teneurs très importantes, il influe sur la qualité organoleptique de l'eau (mauvais gout, couleur et saveur) (**Rodier, 1996).**

Les nitrates:

Les nitrates (NO_3^-) présents dans les eaux superficielles et souterraines résultent de la décomposition naturelle, par des microorganismes, de matières organiques azotées telles que les protéines végétales et les protéines ou les excréments des animaux. L'ion ammonium formé est oxydé en nitrates. La présence de nitrates dans l'environnement est une conséquence naturelle du cycle de l'azote, leur unité est mg/l (**Schuddeboom, 1993**).

Les nitrites:

Les nitrites (NO_2^-) proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates **(Boualem, 2009).**

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composants azotés. Les nitrites sont exprimés par mg/l. Ils s'insèrent dans le cycle de l'azote de l'ammoniaque et des nitrates, leur présence est due soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniaque, soit à la réduction des nitrates **(Rejsek, 2000).**

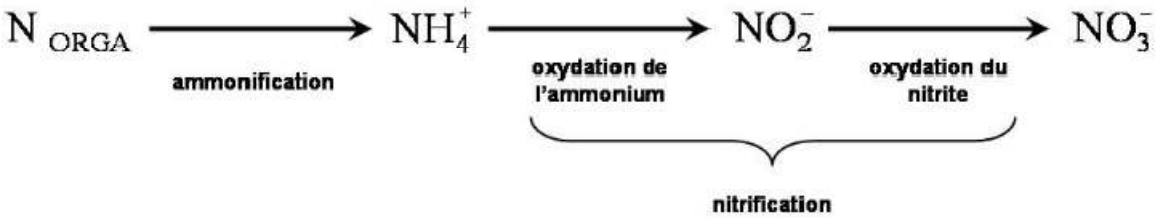


Figure I-2: Différentes formes de transfert d'azote **(A.D.E, 2018)**

- **Le manganèse :**

Le manganèse est un métal qui peut provoquer une coloration et il est à l'origine de dépôts dans les réseaux. Par ailleurs il affecte les paramètres organoleptiques de l'eau comme d'autres métaux cuivre, aluminium, zinc. Dans les eaux de surface, le manganèse (exprimée en mg/l) se trouve en général à l'état oxydé et précipité; il est donc éliminé par traitements classiques de clarification **(Degremont, 2005).**

- **L'aluminium**

D'après l'organisation mondiale de la santé (O.M.S), la présence d'aluminium à des concentrations supérieures à 0,2 mg/l provoque souvent des plaintes de la part des consommateurs en raison de la floculation de l'hydroxyde d'aluminium dans les canalisations.

- **La dureté totale**

La dureté totale est un paramètre qui représente la teneur en sels de métaux alcalinoterreux (sels de calcium, magnésium, strontium et baryum) dans l'eau. Etant donné que le strontium et le baryum sont souvent présents dans l'eau sous forme de traces, la dureté totale se réduit à sa concentration en ions calcium et magnésium, exprimés en degré français (°F) **(Chaker-houdk et *al.*2014).** On considère que jusqu'à 120 mg/l, l'eau peut être considérée comme bonne **(Dufrasne, 2012).**

- **Les résidus secs**

Les résidus secs donnent une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (le taux des éléments minéraux). Suivant le domaine d'origine de l'eau cette teneur peut varier de moins de 100 mg/l (eaux provenant de massifs cristallins) à plus de 1000 mg/l **(Berne et Jean, 1991).**

- **Les phosphates**

Les ions phosphates contenus dans les eaux de surface peuvent être d'origine naturelle (décomposition de la matière organique et lessivage des minéraux) ou aussi

résulter des rejets industriels (agroalimentaires), des rejets domestiques (poly-phosphates des détergents) et de l'utilisation des engrais et des pesticides **(Tardat, 1992).**

Les phosphates doivent être dégradés et hydrolysés par les bactéries en orthophosphates pour devenir assimilables par d'autres organismes aquatiques leur unité est en mg/l **(Devillers et *al.*, 2005).**

- **L'alcalinité**

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement de la présence d'hydrogénocarbonates, décarbonates et d'hydroxydes **(Rodier et *al.*, 2009).**

- **La demande biochimique en oxygène (D.B.O)**

La demande biochimique en oxygène (D.B.O) représente la quantité d'oxygène utilisée par les bactéries pour décomposer partiellement ou pour oxyder totalement les matières biochimiques oxydables présentes dans l'eau et qui constituent leur source de carbone (**Devillers et *al.*, 2005).**

D'après **Chapman et *al.* (1996)**, la $D.B.O_5$ des eaux naturelles est inférieure à 2 mg/l. La D.B.O exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique d'une eau à l'aide d'un oxydant : le bichromate de potassium.

- **La demande chimique en oxygène (D.C.O)**

Elle regroupe la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation de l'ensemble des matières minérales et organiques biodégradables ou non présentes dans un milieu. Donc les matières oxydables par les processus purement chimiques et celles oxydables par les processus biochimiques **(Bousseboua, 2005)**.

La D.C.O exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique, d'une eau à l'aide d'un oxydant: le bichromate de potassium exprimé en mg/l **(Chapman et *al.*1996).**

- **Les matières organiques**

Les matières organiques susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale élaborés sous l'influence des microorganismes. Les matières organiques sont exprimées en mg/l. L'inconvénient des matières organiques est de favoriser l'apparition de mauvais

gout qui peut augmenter après chloration. Une eau riche en matières organiques doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique **(Berne et Jean, 1991).** Selon la classification de **Rodier (1996)**:

- Une eau est très pure pour des valeurs inférieures à 1mg/l.
- Une eau est dite potable pour des valeurs comprises entre 1 et 2mg/l.
- Une eau est suspecte pour des valeurs comprises entre 2 et 4mg/l.
- Une eau est mauvaise pour des valeurs supérieures à 4mg/l.

➢ **L'Eutrophisation:**

L'eutrophisation est un phénomène naturel, malheureusement amplifié par les activités humaines. L'azote et le phosphore sont les deux principaux nutriments responsables de l'eutrophisation. Leur excès dans l'environnement, d'origine domestique, agricole ou industrielle, représente un risque toxicologique important pour les usagers de l'eau, tant au niveau de sa consommation que de son utilisation à des fins récréatives. Ces apports excessifs de nutriments provoquent une surcroissance algale au sein des lacs, puis une disparition de l'oxygène, qui conduit à la mort des organismes aquatiques et à la production de gaz toxiques. Le niveau trophique des lacs peut être quantifié à l'aide de divers paramètres et donne une idée sur la qualité de l'eau **(I.F.E.N, 1999).**

4.3. Paramètres Microbiologiques:

Les coliformes :

Les coliformes font partie des Entérobactéries. C'est-à-dire des bactéries qui sont de bacille à Gram(-) présentant une réaction (-) à l'oxydase **(Cheikhtidiane, 1995).** Ces bactéries se divisent en deux groupes:

- Les coliformes totaux ne sont pas spécifiques d'une contamination fécale, un petit nombre est toléré mais doit être stable dans le temps,

- Les coliformes fécaux qui sont la preuve d'une contamination de l'eau par les matières fécales **(Lamer, 2013).**

Escherichia coli

La présence d'*Escherichia coli* dans l'eau d'abreuvement des animaux indique une contamination par des matières fécales. Une eau contaminée ne devrait pas être distribuée à des vaches laitières. Au-delà de 10 bactéries par 100 ml d'eau, les

performances zootechniques peuvent être diminuées. Les veaux sont plus sensibles et ne doivent pas recevoir une eau contenant plus de 1 bactérie/100ml **(Dufrasne, 2012).**

- **Les streptocoques fécaux**

On distingue deux genres différents de streptocoques d'origine fécale (les genres *Enterococcus et Streptococcus*). Ils sont présents dans le contenu digestif de l'animal. Les streptocoques fécaux présentent l'avantage sur les coliformes de ne pas pouvoir se multiplier dans l'eau **(Gadin-goyon, 2002).**

II- GENERALITES SUR LA POLLUTION DE L'EAU

Une eau est dite polluée lorsque son équilibre est modifié de façon durable par l'apport en quantités très importantes des substances plus ou moins toxiques, d'origines naturelles ou issues d'activités humaines. L'activité humaine, qu'elle soit industrielle, urbaine ou agricoles, produit une quantité des substances polluantes de toute nature qui sont à l'origine de différents types de pollution qui peuvent être permanentes (rejets domestiques d'une grande ville par exemple), périodique ou encore accidentelles ou aiguës, à la suite du déversement intempestif des produits toxiques d'origine industrielle ou agricole, ou de lessivage des sols urbains lors de fortes pluies **(Rodier, 2005).** La pollution participe, de ce fait, à diminuer les volumes d'eau utilisables par les populations. Elle engendre aussi des maladies et les phénomènes d'eutrophisation dans les réserves d'eau et déséquilibre l'environnement naturel **(Zellal, 2007).**

1. Définition de la pollution

- **Pollution de l'eau:**

La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement, car l'eau est l'interface entre l'air et le sol, subit donc les dégradations de ces deux milieux **(Bouziane, 2000).**

L'eau compte tenu de ses propriétés physico-chimique est trop souvent utilisée par l'homme comme un vecteur d'évacuation de la majorité de ses déchets, ainsi

pollué, elle devienne un vecteur de pollution **(Emilian, 2004).** La pollution de l'eau est peut être observée à différents niveaux dont on cite:

- Les nappes ou les sources d'eaux par suite d'infiltration d'eaux usées (Fosses, latrines).
- Les eaux de surfaces: les fleuves; par les déversements des eaux non traités.
- Les canalisations et les réseaux d'alimentations en eau **(Bouziani, 2000).**

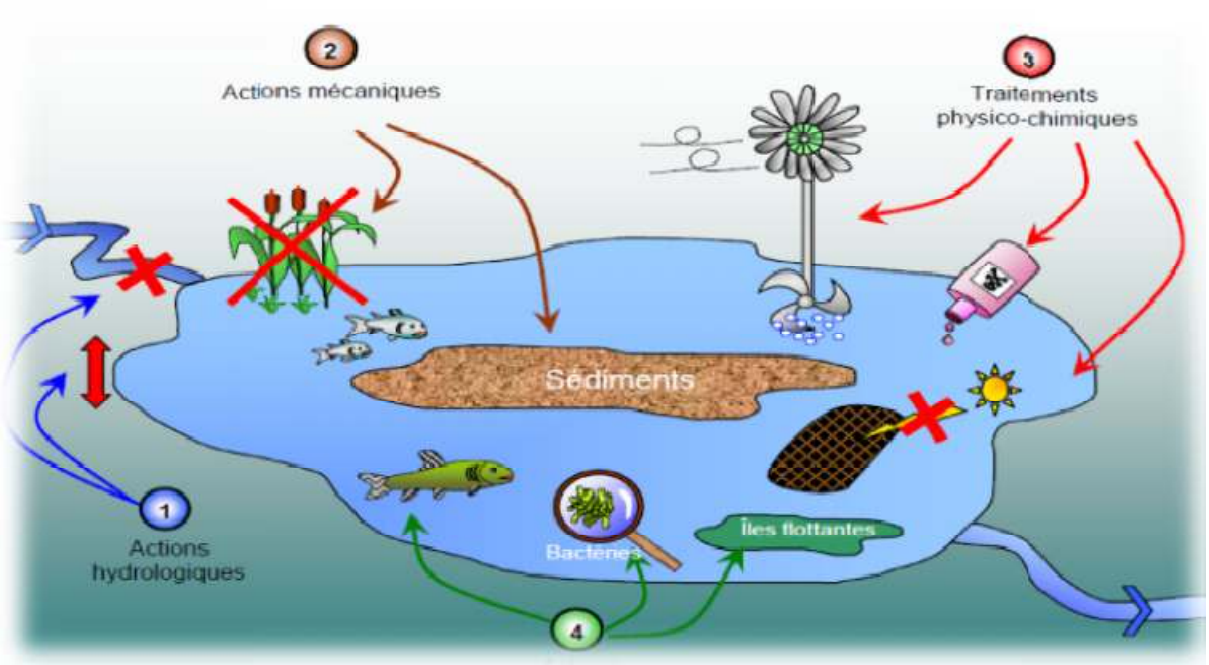


Figure I-3: Pollution de l'eau **(Bouziane, 2000)**

2. Les différentes origines de la pollution

- **Origine industrielle:**

Les activités industrielles rejettent un bon nombre de substances qui polluent les rivières et les nappes, parfois d'une manière intensive que l'on n'en connaît pas les effets à long terme. Les rejets industriels renferment des produits divers sous forme insoluble ou soluble, d'origine minérale et/ou organique, à caractère plus ou moins biodégradable et parfois toxique même à très faible concentration **(Boeglin, 2001).**

- **Origine agricole:**

La pollution agricole est due à l'utilisation des engrais chimiques (azotés ou phosphorés) et des produits phytosanitaires destinés à protéger les cultures. Ces produits parfois toxiques lorsqu'ils sont utilisés en excès contaminent en période de pluies les eaux de surface et les eaux souterraines par infiltration **(Djabri, 1996).**

- **Origine domestique:**

La pollution d'origine domestique provient des activités humaines de tous les jours (bains, excréments, préparation des aliments, lessive et vaisselle). A travers ces activités l'homme rejette des polluants, biologiques, urinaire, fécaux **(Radoux et *al.*1991).**

- **Origine naturelle:**

Des composés inorganiques comme le baryum, l'arsenic, les fluorures, le mercure, le cadmium et les cyanures peuvent contaminer l'eau potable. L'eau souterraine est particulièrement vulnérable lorsqu'il y a présence de métaux dans les formations géologiques environnantes **(Djabri ,1996).**

3. Les différents types de pollution

- **Pollution physique:**

Il s'agit d'une pollution qui se traduit par la présence des particules de taille et de matière très variées dans l'eau qui confèrent à une eau un caractère trouble. On distingue aussi les matières décantées (plus lourdes que l'eau elle-même), la matière flottable (plus légère que l'eau elle-même) et les matières non séparables (de la même densité que l'eau) **(Bouziani, 2000).**

La pollution physique désigne un autre type de pollution telle que la pollution thermique due aux températures élevées qui causent une diminution de la teneur en oxygène dissous ainsi qu'une réduction de la solubilité des gaz **(Boudjelal et Djouid, 2003)**

- **Pollution mécanique:**

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les eaux résiduaires industrielles ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont

soit les éléments grossiers soit du sable ou bien des matières en suspension (M.E.S) **(Galaf, 2003).**

- **Pollution biologique:**

Un grand nombre de micro-organismes peut proliférer dans l'eau qui sert d'habitat naturel ou comme un simple moyen de transport pour ces microorganismes. L'importance de la pollution de l'eau dépend également des conditions d'hygiène, des populations, mais aussi des caractéristiques écologiques et épidémiologiques. Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient dans l'eau sont: les bactéries, les virus, les parasites et les champignons, on parle ainsi de la pollution bactérienne, virale où parasitaire **(Thomas et *al.*1995).**

- **Pollution chimique:**

La pollution chimique des eaux résulte de la libération de certaines substances minérales toxiques dans les cours d'eaux, par exemple: les nitrates, les phosphates, l'ammoniac et autre sels, ainsi que des ions métalliques. Ces substances exercent un effet toxique sur les matières organiques et les rendent plus dangereuses **(Boudjelal et Djoudi, 2003).** Les polluants chimiques sont classés à l'heure actuelle en cinq catégories: les substances chimiques dites indésirables, les pesticides, les produits apparentés, les détergents et les colorants et autre éléments toxiques **(Bouziani, 2000).**

4. Les normes de qualité

4.1. Qualité des eaux destinées à l'irrigation:

- **Pourquoi des normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation ?**

L'agriculture représente le plus gros consommateur des ressources en eau. Ces ressources, suivant les régions dont elles proviennent, et leur contact éventuel avec des sources de pollution ont des caractéristiques très diversifiées .De plus, vu la diminution des apports en eau constatée depuis plusieurs décennies, les agriculteurs, notamment dans les régions continentales, s'intéressent à l'utilisation des eaux usées. C'est ainsi que des normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation ont été établies afin de:

- protéger le public et les ouvriers agricoles;
- protéger les consommateurs des produits agricoles;
- protéger les ressources en eau superficielle et souterraine et les sols;

- protéger le matériel d'irrigation;
- maintenir des rendements acceptables.

Tableau I-2 : Les normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation **(S.E.E.E, 2007).**

Paramètres	**Valeurs limites**
Bactériologiques	
Coliformes fécaux	1000/100 ml
Salmonelles	Absence dans 5 l
Vibrion cholérique	Absence dans 450 ml
Toxiques	
Aluminium (Al) en mg/l	5
Fer (Fe) en mg/l	5
Manganèse (Mn) en mg/l	0.2
Physico-chimiques	
Salinité totale en mg/l	7680
Conductivité électrique en ms/cm	12
Sodium(Na) en mg/l	_
Azote nitrique en mg/l	30
Sulfates en mg/l	250
Bicarbonate en mg/l	518
Température (°C)	35
Ph	6.5 à 8.4
Matières en suspension en mg/l	100 à 200

4.2. Qualité des eaux destinées à l'alimentation en eau potable des populations :

Tableau I-3 : Les normes algériennes des eaux destinées à l'alimentation en eau potable des populations **(A.D.E, 2018).**

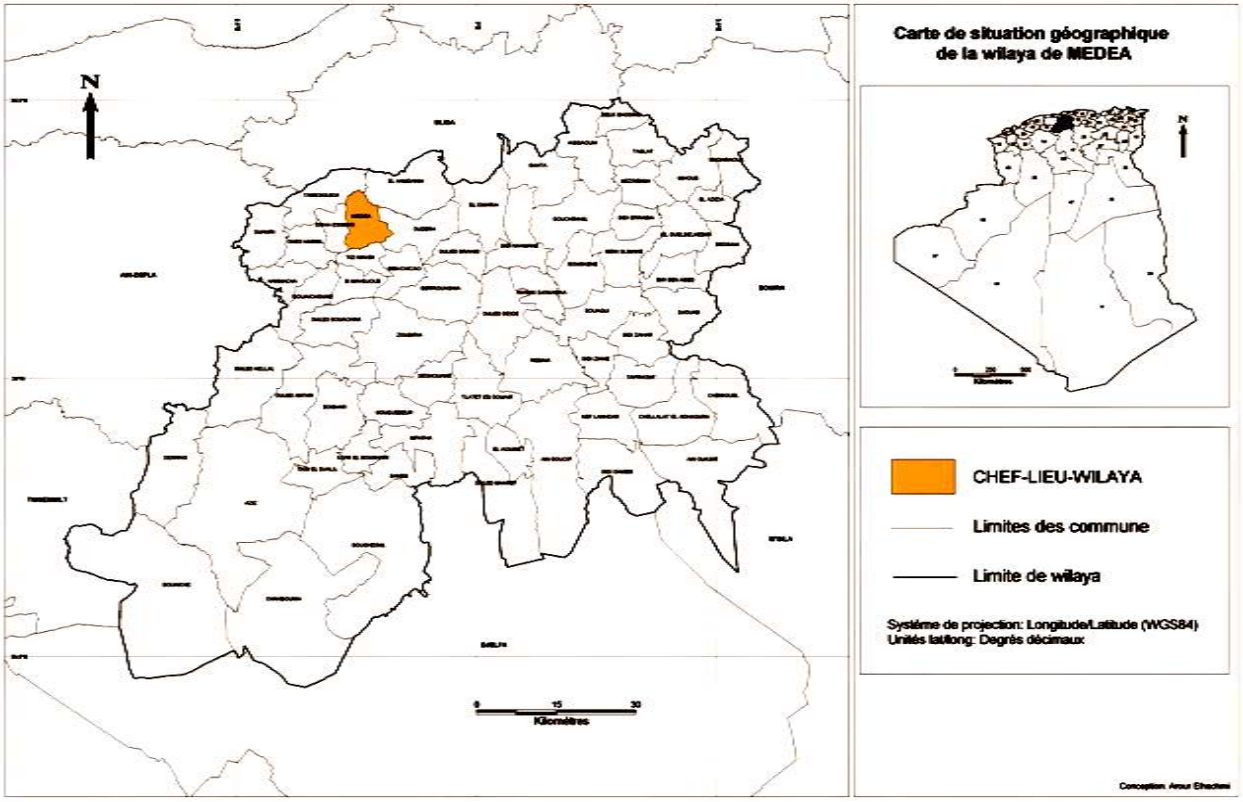
Groupes de paramètres	paramètres	Unité	Valeur maximale	
			Eaux superficielles	Eaux souterraines
Paramètres organoleptiques	Couleur	mg/l	200	20
	Odeur	_	20	3
Paramètres Physico-chimiques	Chlorures	mg/l	600	500
	pH	_	> 6.5et <9	> 6.5et <9
	conductivité	µs/cm	2800	2800
	$D.B.O_5$	mg/l O_2	7	<3
	D.C.O	mg/l O_2	30	_
	M.E.S	mg/l	25	25
	Sulfates	mg/l	400	400
	Température	°C	25	25
	Ammonium	mg/l	4	0.5

Présentation de la zone d'étude

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I- DONNEES SUR LA WILAYA DE MEDEA

La Wilaya de Médéa se situe à 90 Km au sud d'Alger. Elle est limitée géographiquement par la Wilaya de Blida au nord, par la Wilaya de Djelfa au sud, les Wilayas de M'sila et Bouira à l'est et par les Wilayas de Ain Defla et Tissemsilt à l'ouest couvrant une superficie totale de 8700 km^2. Médéa comprend 19 Daïra se décomposant en 64 communes **(fig.II-1).**



FigureII-1: Carte de situation géographique
de la Wilaya de Médéa **(D.S.A. 2018)**.

Par ailleurs, la wilaya de Médéa est répartie en trois zones:

- **Zone Nord de Montagnes**: où prédominent l'arboriculture fruitière, la vigne et l'élevage bovin.
- **Zone des plaines intérieure**s: cette zone est dominée par l'agriculture semi intensive (Polyculture) en particulier la céréaliculture associée à l'élevage avicole.
- **Zone Agro-pastorale et steppique**: cette zone est caractérisée par l'élevage des ovins associé à la céréaliculture.

1. Présentation de la Wilaya:

Médéa est une wilaya à vocation agro-sylvo-pastorale dont plus de 70% de la population est rurale. Elle s'étend sur un territoire de 877 595 ha dont:

- **773 541 ha** de la surface agricole totale (S.A.T), soit 88% de la surface totale (S.T).
- **338 359 ha** de la surface agricole utilisé (S.A.U).

Etant pourvoyeur en emploi de plus de 47% de la population active, le secteur agricole constitue l'une des principales activités économiques de la wilaya.

Le secteur agricole située entre les isohyètes pluviométriques de 800 mm et 200 mm en allant du nord au sud se répartit sur :

- Zones montagneuses 359 956 ha, soit 47% de la S.A.T (polyculture, bovin laitier, cultures herbacées et forêts).
- Hautes plaines 102 654 ha, soit 13% de la S.A.T (céréales, élevage ovin, arboriculture et espèces forestières).
- Zones steppiques 311.532 ha, soit 40% de la S.A.T (Elevage ovin, parcours steppiques, cultures herbacées et espèces forestières) **(D.S.A, 2018)**.

2. Cadre géologique :

Les données géologiques fournissent des indications précieuses sur la nature du substrat où se développe la végétation. Cette dernière répond d'une manière assez fidèle à la nature lithologique et aux formes géomorphologique **(Bensaid, 2006).**

A l'échelle régionale, et selon **Medjnoun (2014)** les formations litho stratigraphiques affleurant sont représentées par les dépôts du Néogène post nappe ainsi que les terrains quaternaires qui reposent en discordance sur les formations Albiennes et Cénomaniennes.

3. La pédologie

Le sol constitue une composante fondamentale dans l'étude des écosystèmes. Il présente le point de rencontre entre le monde minéral et le monde du vivant **(Belouahem-abed, 2012**). Le sol résulte de l'action de plusieurs facteurs du milieu: végétation, climat, géomorphologie et topographie. La wilaya de Médéa est caractérisée par des sols très variés

aussi bien en ce qui concerne leur nature que leur origine géologique. Toutefois, ils restent fortement dominés par les calcaires **(Badani et Laouadji, 2017).**

4. L'hydrologie

Selon la **D.G.F (2018)**, la wilaya de Médéa est drainée par un réseau hydrographique relativement dense. Les principaux oueds sont des cours d'eaux exoréiques qui se jettent donc en mer méditerranée tels que : **Oued Chélif**, **Oued Chiffa**, **Oued Mazafran** et **Oued Isser.**

5. Climat de la région de Médéa:

La wilaya de Médéa est caractérisée par un climat méditerranéen semi-continental, froid et humide en hiver, tempéré au printemps, chaud et sec en été. Médéa reçoit une quantité considérable de pluie atteignant 500 mm par an, avec une moyenne de pluviométrie élevée, particulièrement en mois Décembre, Janvier et Février. La neige quant à elle, recouvre régulièrement les hauteurs de Benchicao, situées à une altitude de 1240 m, Taguenssa commune de Ouled Hellal et Ain Diss à la commune d'Ain Boucif **(Boulesnam et Boufatah, 2015).**

6. Capacités hydrauliques:

Tableau II-1: La capacité totale des barrages et retenues collinaires

(**Anonyme2, 2018)**

Ouvrages	**Nombre**	**Capacité (m^3)**
Petits Barrages	20	27.967.000
Retenues collinaires	50	3.827.000
Capacité total	70	31.794.000

En outre et étant donné que la zone d'étude (barrage Ladrat) se trouve sur le territoire de deux communes avoisinantes, on a opté pour une brève présentation de ces deux dernières vu leurs influences sur le barrage faisant l'objet de cette étude.

II- PRESENTATION DE LA COMMUNE DE SIDI NAAMANE:

1. Situation Géographique:

La région de Sidi Naamane s'étale sur le flanc Sud-Est de la Wilaya de Médéa, avec une superficie totale: 389 Km^2 environ: 40800 Ha.



Figure II-2: Localisation de la commune Sidi Naâmane

(D.S.A, 2018).

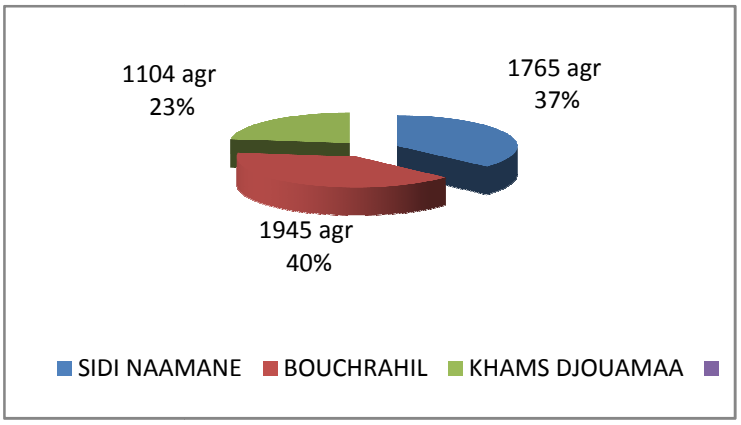
2. Les communes de la Daïra de Sidi Naâmane:

Tableau II-2: Les communes de la Daïra et leur occupation

(D.S.A. 2018).

Les communes	Occupation (Km^2)
Sidi Naâmane	**117**
Bouchrahil	**210**
Khams Djouamaa	**62**

3. La superficie agricole totale de la Daira



Selon D.S.A (2018), les données de 2011 ont montré ce qui suit :

Nombre total d'habitants**: 42414** Nombre total d'agriculteurs**: 4814.**

4. Répartition des terres agricoles:

Tableau II-3: Répartition des terres agricoles de la Commune de Sidi Naâmane (**D.S.A, 2018)**

S.A.T (Ha)	S.A.U (Ha)	Forêts et Maquis (Ha)	Pacages et Parcours (Ha)
11675	7347	300	4028

5. Ressources en eau:

Tableau II-4: Ressources en eau de la Commune de Sidi Naâmane **(D.S.A ,2018)**

Type	Forages	Puits	Barrage	Oueds
Nombre	195	150	01	06

III- PRESENTATION DE LA COMMUNE D'EL-OMARIA :

1. Les communes de la Daïra:

- El-omaria
- Ouled Brahim
- Baata



FigureII-3 : Localisation de la commune Omaria **(D.S.A., 2018)**.

2. Population :

Tableau II-5: Nombre des habitants par communes **(D.S.A ,2018).**

Communes (2011)	El omaria	Ouled Brahim	Baata
Habitants	**21000**	**12000**	**2500**

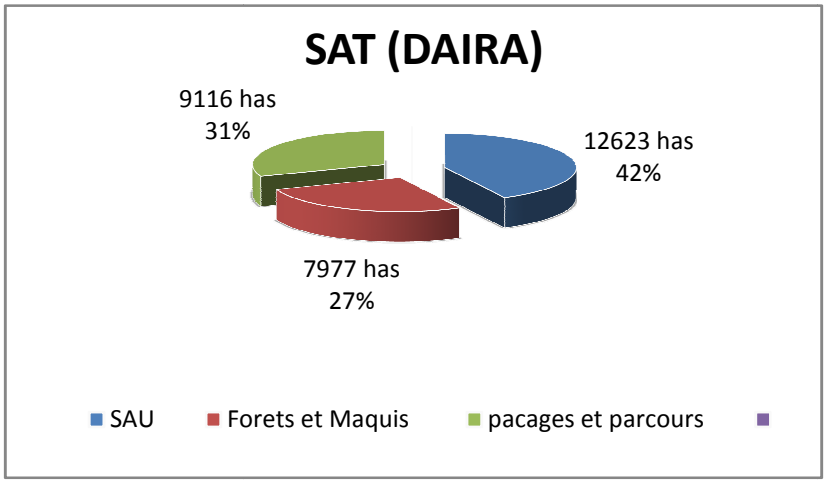
- Total daïra **: 35000 habitants**.

3. Répartition des terres (El-Omaria) :

Tableau II-6: Répartition des terres **(D.S.A ,2018)**.

S.T (Ha)	S A U (Ha)	Forêts et Maquis (Ha)
11532	5956	1500

3.1. La superficie agricole totale de la Daïra d'El-Omaria



3.2. Ressources en eau:

Tableau II-7: Ressources en eaux de la Commune d'El omaria

(D.S.A ,2018)

	El Omaria	Ouled Brahim	Baata	Total
Forage	**18**	**05**	/	**23**
Puits	**56**	**18**	/	**74**
Bassins	**52**	**12**	/	**64**
Goutte à Goutte	**93 ha**	/	/	**93 ha**
EQ- pompage	**42**	**12**	/	**54**

IV- PRESENTATION DU BARRAGE LADRAT:

1. Généralités:

C'est sur l'oued Ladrat que le premier barrage est construit dans les années 1981-1990. Situé au nord ouest de la zone des Béni Slimane, c'est un affluent de l'oued Malah ouest. Le site du barrage retenu se trouve à 8 km en amont de la confluence avec l'oued Malah. **(A.N.B.T, 2018).**



Figure II-4: Barrage Ladrat.

2. Localisation du site du barrage :

Le barrage Ladrat implanté sur l'oued du même nom, se trouve à l'Est de Médéa à 5 km environ au Sud-Ouest de la commune d'El Oumaria. Les apports de l'oued Ladrat au niveau du barrage sont estimés à 8 Hm^3 pour une superficie du bassin versant de 73 km^2. D'une capacité actuelle de 9 Hm3, ce barrage est destiné à l'irrigation du périmètre de Ladrat **(A.N.B.T, 2018)**.

Le site du barrage Ladrat est situé dans la plaine des Béni Slimane, au sud-Est du village d'El-Omaria. L'emplacement du barrage se trouve à 200m à l'aval de la confluence de l'oued Ladrat avec l'Oued Adham; au droit d'un méandre. A cet endroit; la largeur de la plaine alluviale est de l'ordre de 300m **(A.N.B.T, 2018)**.

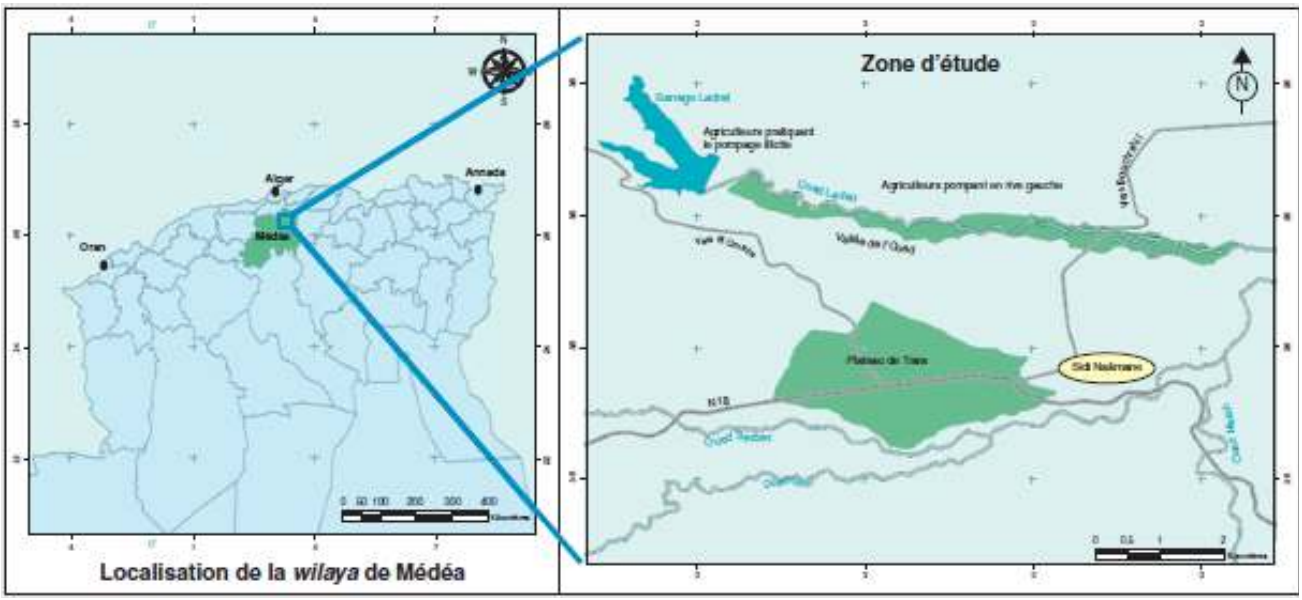


Figure II-5: Localisation de barrage Ladrat **(Yakoubi, 2015)**.

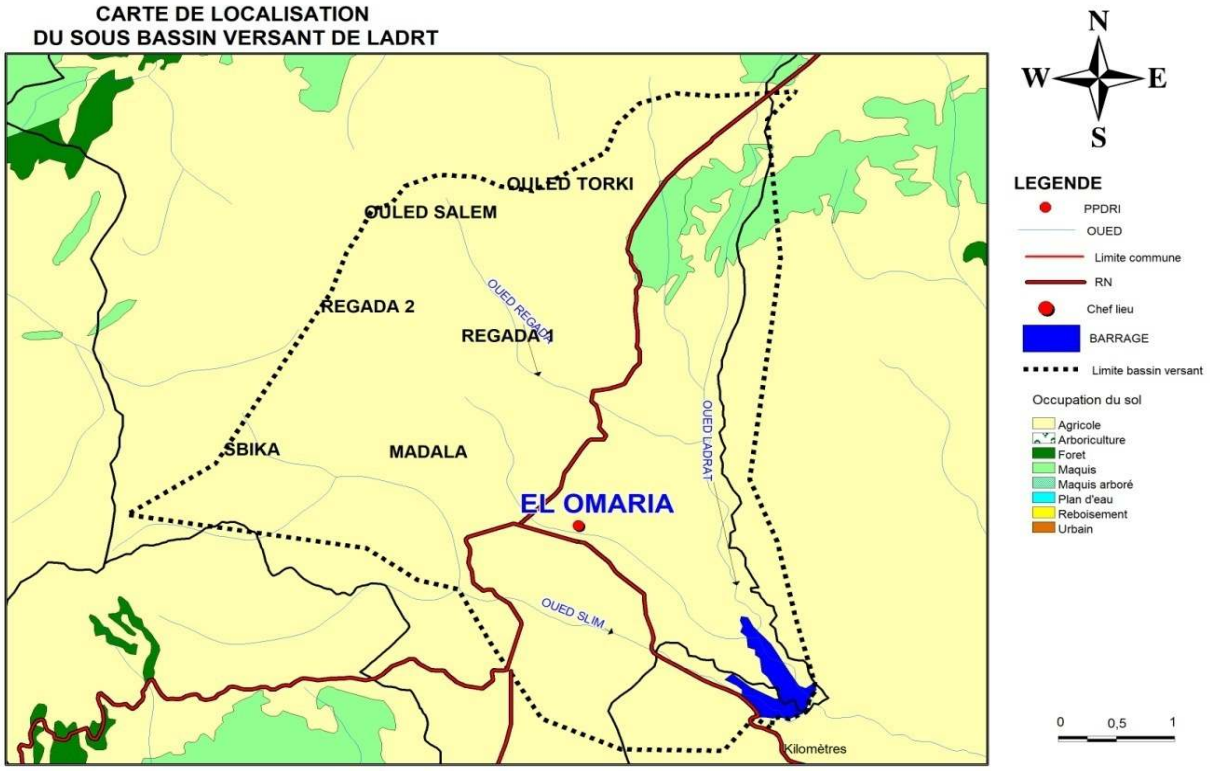


Figure II- 6: Localisation et occupation du sol du sous-bassin versant de Ladrat **(D.G.F, 2018)**

3. Géologie et autres données:

Le bassin a sensiblement la forme d'un triangle dont la pointe la plus basse (le site du barrage) se trouve au sud Est à une altitude de 650 m. la ligne de crête Sw-NE allant du point 1227 au point 1210 forme également la limite du bassin versant de l'oued Isser **(A.N.B.T, 2018)**.

3.1. Les caractéristiques morphologiques:

Tableau II-8: Quelques caractéristiques morphologiques du bassin et sous bassins versant **(A.N.B.T, 2018)**

Superficie du bassin versant	73 ,5 km²
Superficie du sous –bassin Oued Ladrat	39 ,5 km² (54%)
Superficie du sous –bassin Oued Adham	34,0 km² (46%)

Le bassin se divise en deux sous –bassins principaux :

- L'oued Ladrat s'écoule principalement du nord au sud. Il se divise en deux branches parallèles dans sa partie haute et possède un affluent important: l'Oued Regada qui s'écoule du nord ouest au sud Est.

- Sa longueur est de 11km pour une dénivellation de 450 m.

- L'Oued Adham prend sa source à l'ouest du bassin, s'écoule d'abord d'ouest en est, reçoit un petit affluent: le Chabet Chaiba, puis se dirige vers le sud Est et rejoint l'Oued Ladrat juste en amont du site de barrage. Sa longueur est de 11,8 km pour une dénivellation de 450m **(Services Hydrauliques, 2018).**

3.2. Données géologiques du site du barrage

La géologie du site du barrage de Ladarat est essentiellement constituée de formations du miocène continental surmontées de terrains quaternaires: alluvions et terrasses Rharbiennes

- **Le Miocène:** continental est composé d'argiles rouges ou jaunes; plus ou moins sableuses comportant localement des concrétions calcaires ou des cailloux.

- **Les alluvions anciennes:** d'une épaisseur variable de l'ordre de 3 à 4,50m, sont caractérisées par leur nature hétérogène. Elles sont constituées d'un mélange variable de graviers, de sables et de silts.

- **Les terrasses Rharbiennes:** situées à plusieurs mètres au dessus du lit de l'oued, elles surmontent les alluvions anciennes et sont composées de sables bruns plus ou moins limoneux. Peu épais au milieu de la vallée, ils atteignent 5m d'épaisseur au pied de la rive gauche.

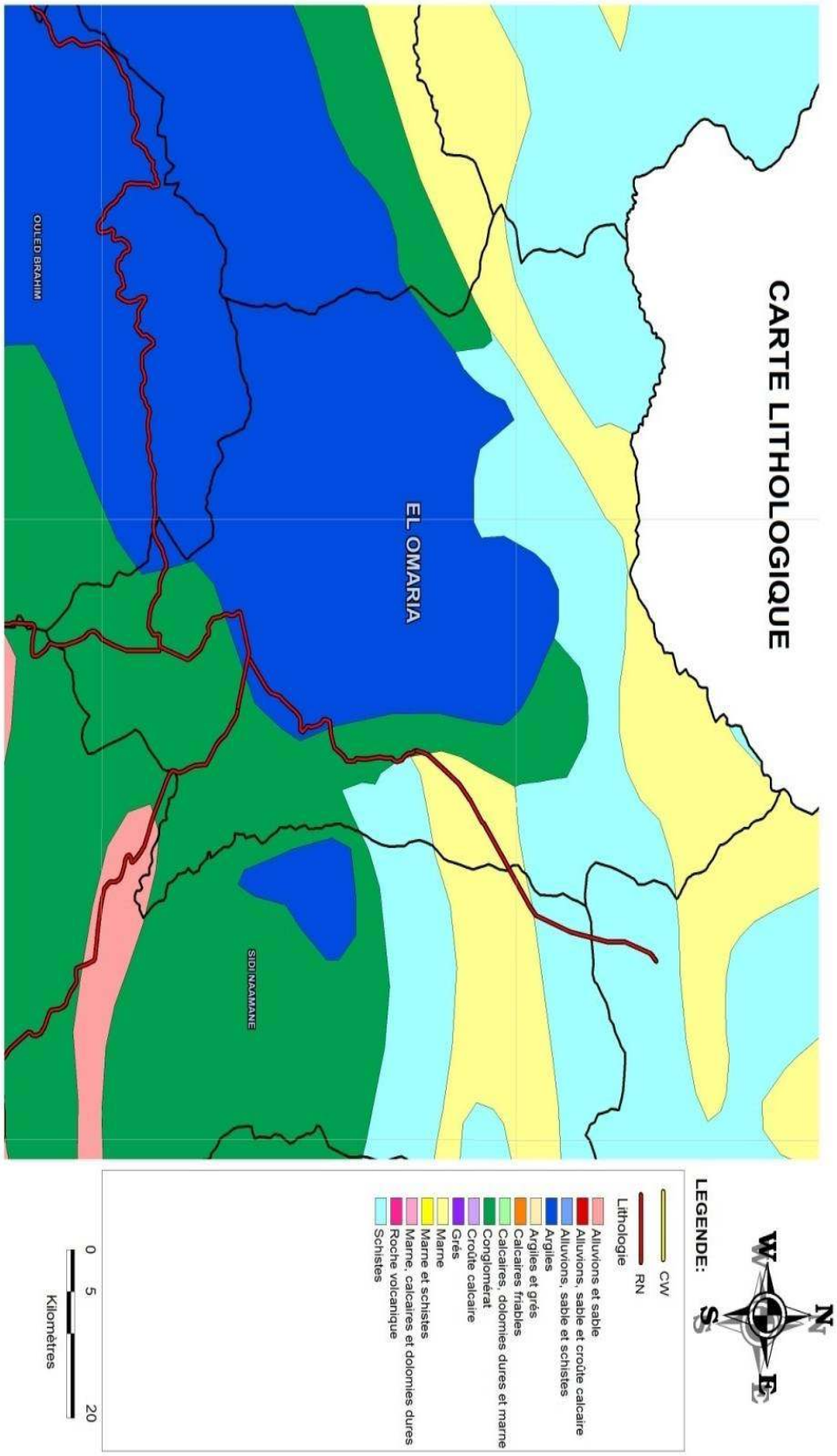
- **Les alluvions récentes:** constituées de cailloux bien gradués leur épaisseur ne semble pas dépasser 3m au droit du site.

- **Structure générale:** Au sein du miocène, les couches sont constituées de sédiments continentaux dont la granulométrie varie des cailloux aux argiles et présentent des variations latérales de faciès très rapides **(L.N.T.P, 1974).**

3.3. La lithologie

La plus grande partie du bassin de Ladrat se trouve dans la formation du Miocène post-orogénique, dont la sédimentation est continentale. Seuls les affleurements de marnes et marno- calcaires d'Est du bassin sont d'âge Crétacé.

- les cailloutis, conglomérats et argiles du miocène continental, assez perméables; leur capacité d'emmagasinement est moyenne. Le ruissèlement est moyen également.
- les conglomérats et sables argileux des glacis qui forment le plateau d'El Omaria. Ces formations sont perméables et leur pente est assez faible. L'emmagasinement est important et le ruissellement est faible.
- les grès, conglomérats et argiles du miocène marin, perméables également, mais les pentes sont plus fortes d'où un ruissellement plus important;
- les grès calcaires du Miocène marin qui recouvrent toute la partie nord ouest du bassin. L'emmagasinement est important mais peut varier selon la position structurale des bancs de grès et la pente. Lorsque celle-ci est forte, le ruissellement et le ravinement sont violents. C'est cependant la formation qui retient le mieux les eaux de pluie, d'où l'existence de nombreuses sources pérennes, principalement au contact des formations miocènes continentales plus argileuses,
- les argiles grises du Miocène continental qui affleurent sur la rive droite du haut Ladrat. L'emmagasinement y est quasiment nul et les pentes sont fortes. Le ruissellement sera donc très important **(L.N.T.P, 1974).**



FigureII-7: La carte lithologique de la zone d'étude
(D.G.F, 2018)

3.4. Données hydrologiques:

Tableau II-9: Quelques données hydrologiques

(A .N.B.T, 2018)

Aire du bassin versant	73 Km^2
Précipitation annuelle moyenne	560mm-Débit
Annuel moyen de l'oued	175m^3
Débit instantané de la plus forte crue	695m^3 /s
Envasement annuel	2000T /m^3
Volume régularisé	4,7hm^3

4. Les caractéristiques climatiques de la zone d'étude:

Tableau II-10: Les précipitations annuelles du barrage Ladrat (2007-2017)

(A.N.B.T, 2018)

Dates	Précipitations annuelles
2007--- 2008	334,3 mm
2008 ---2009	380,6 mm
2009 --- 2010	490,3 mm
2010 --- 2011	467,9 mm
2011 --- 2012	456,6 mm
2012 --- 2013	485,2 mm
2013 --- 2014	302,3 mm
2014 --- 2015	399,4 mm
2015 --- 2016	354,0 mm
2016 --- 2017	356,5 mm

- Données climatique (humidité, précipitations, température, le vent) de la région de Médéa pendant 10ans (2006 – 2015).

4.1. Les précipitations :

D'après **Halimi (1999)**, les précipitations sont la totalité de l'eau recueillie dans le pluviomètre qu'elle que soit son origine. La pluviométrie est extrêmement variable d'une année à l'autre, ainsi aux années humides succèdent des années relativement sèches sur un

rythme très irrégulier. La pluviométrie varie en fonction de l'éloignement de la mer et l'exposition des versants par rapport aux vents humides **(Djebaili, 1984).**

Tableau II-11: Pluviosités moyennes en (mm)
de la wilaya de Médéa (1990-2015) **(O.N.M. Médéa).**

Les mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuel
P (mm)	99.7	102.89	74.63	73.57	52.25	9.44	3.67	9.48	34.30	74.5	92.3	73.78	700.5

4.1.1. Le régime saisonnier

Le régime pluviométrique est utilisé comme un élément caractéristique du climat, il est souvent exprimé par le régime saisonnier.

Tableau II-12: Régime saisonnier de la Wilaya de Médéa
durant la période (1990-2015).

Station	Hiver (H)	Printemps (P)	Eté (E)	Automne (A)	Régime saisonnier
Médéa	276.37	200.45	22.59	201.1	**HPAE**

Le tableau II-12, montre que le régime saisonnier des pluies de la wilaya de Médéa (1990-2015) qui est de type HPAE. Ce qui signifie que l'hiver est la saison la plus arrosée alors que l'été est la saison la plus sèche.

4.2. Les températures:

La température représente un facteur limitant de première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère **(Ramade, 1984)**. Ce paramètre contrôle aussi l'importance de l'évaporation des retenues d'eau.

Tableau II-13: Températures mensuelles de la région de Médéa (1990-2015)

Températures mensuelles (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Max	11.54	11.55	16.33	19.8	25.21	30.34	**33.11**	32.90	28.08	24.68	14.37	11.31
Min	**3.055**	3.15	5.41	7.76	11.69	16.7	**20.27**	19.6	15.54	12.66	7.35	4.83
Moy	**7.29**	7.35	10.87	13.78	18.45	23.52	**26.69**	26.25	21.81	18.67	10.86	8.07

4.2.1. Moyennes des températures minimales du mois le plus froid «m» :

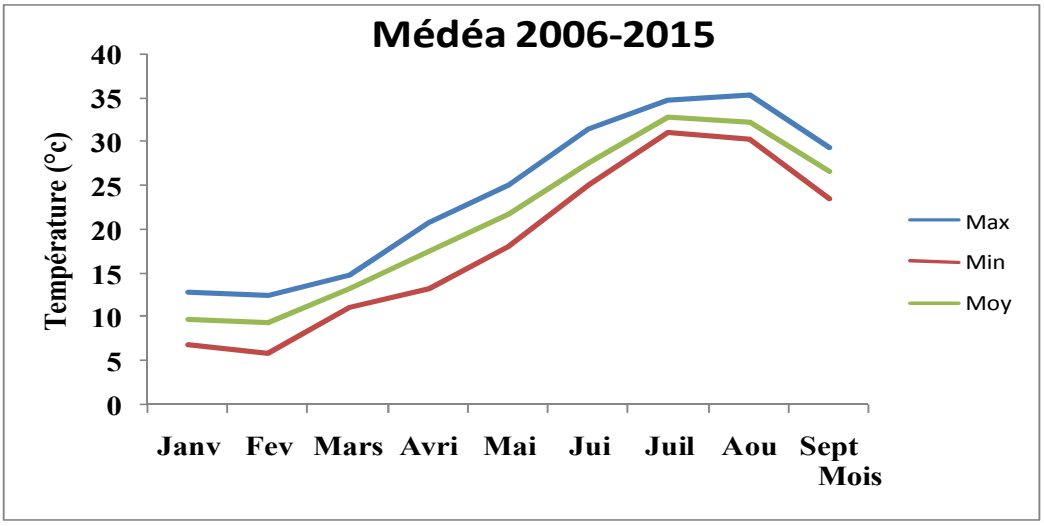
D'après le tableau II-13, on remarque que la valeur moyenne des minima du mois le plus froid «m» correspond au mois de janvier elle est 3.055°C.

4.2.2. Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud «M»:

En ce qui concerne les températures moyennes du mois le plus chaud «M», elles correspondent au mois juillet avec 33.11°C.

4.2.3. Températures moyennes mensuelles et annuelles:

Les températures moyennes mensuelles les plus basses sont enregistrées durant le mois de janvier (7.29°C°) et la température la plus élevée se manifeste durant le mois de juillet , avec une moyenne mensuelle (26.69°C).



FigureII-8 : Température moyennes annuelles (°C) de la wilaya de Médéa (2006-2015).

4.3. Les données complémentaires:

- **Le vent :**

Le vent constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant, sous l'influence des vents violents, la végétation est limitée dans son développement **(Abdelbaki, 2012).**

Tableau II-14: Les vents mensuelles (m/s) au niveau de Médéa **(O.N.M, 2018).**

Vitesse des vents (m/s)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Max	15,7	16,2	17,1	15	13,1	15,9	13,7	12,1	13,7	13,3	14,2	13,3
Min	8,8	9,9	11	9,3	9,6	9,4	8,5	8,4	8,4	8,8	8,7	6,8
Moy	11,7	13,3	13,7	12	12	11,2	10,6	10	10,5	11,3	11,3	10,9

La vitesse moyenne du vent prend le maximum au cours de mois mars (13,7 m/s) et le minimum dans le mois Aout (10 m/s).

- **L'humidité relative:**

C'est le rapport exprimé en pourcentage entre la teneur réelle de l'air en vapeur d'eau à la Température à laquelle il se trouve, et celle que l'on relèverait s'il était à saturation à la même Température **(Ramade, 1993).**

L'humidité exprime le rapport en pourcentage de la pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air (Pa) à la pression de la vapeur saturante (Pa) dans les mêmes conditions de mesure de température lue au thermomètre sec et de pression **(Benmessaoud, 2009).**

Tableau II-15: Humidité mensuelle de la région de Médéa en (%) **(O.N.M, 2018).**

Humidité relative (%)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Max	15,7	16,2	17,1	15,0	13,1	15,9	13,7	12,1	13,7	13,3	14,2	13,3
Min	8,8	9,9	11,0	9,3	9,6	9,4	8,5	8,4	8,4	8,8	8,7	6,8

Moy	11,7	13,3	**13,7**	12,0	12,0	11,2	10,6	**10,0**	10,5	11,3	11,3	10,9

L'analyse du tableau II-15, montre que l'humidité de la région de Médéa est plus élevée en printemps en particulier en mois de mars avec un taux d'humidité atteignant 13,7% tandis qu'elle est plus basse durant les mois d'été où elle descend à 10% pour le mois d'août.

4.4. Synthèse climatique :

4.4.1. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) :

Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN montre l'importance de la période sèche (P.S), en tenant compte de la moyenne mensuelle des températures moyennes (°C) et des précipitations (mm). Selon BAGNOULS et GAUSSEN (1953), un mois est considéré biologiquement sec, lorsque le cumul des précipitations (P) exprimé en mm est inférieur ou égal au double de la température (T) exprimée en °C. Elle peut s'exprimer par : **P = 2T**

L'importance de la période sèche est indiquée par la surface d'intersection des courbes ombrique et thermique.

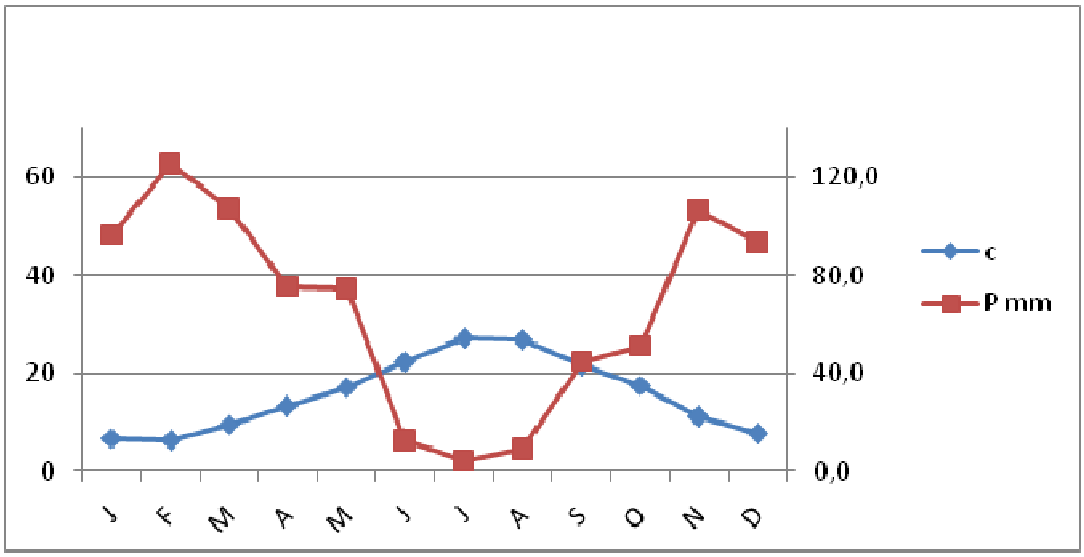


Figure II-9: Diagramme ombrothermique de la région de Médéa (2006-2015).

4.4.2. Quotient pluviothermique d'EMBERGER (1955)

Pour déterminer les types de bioclimat de la région méditerranéenne, EMBERGER (1955) a proposé un quotient pluviothermique qui désigne le caractère xérique d'un biotope.

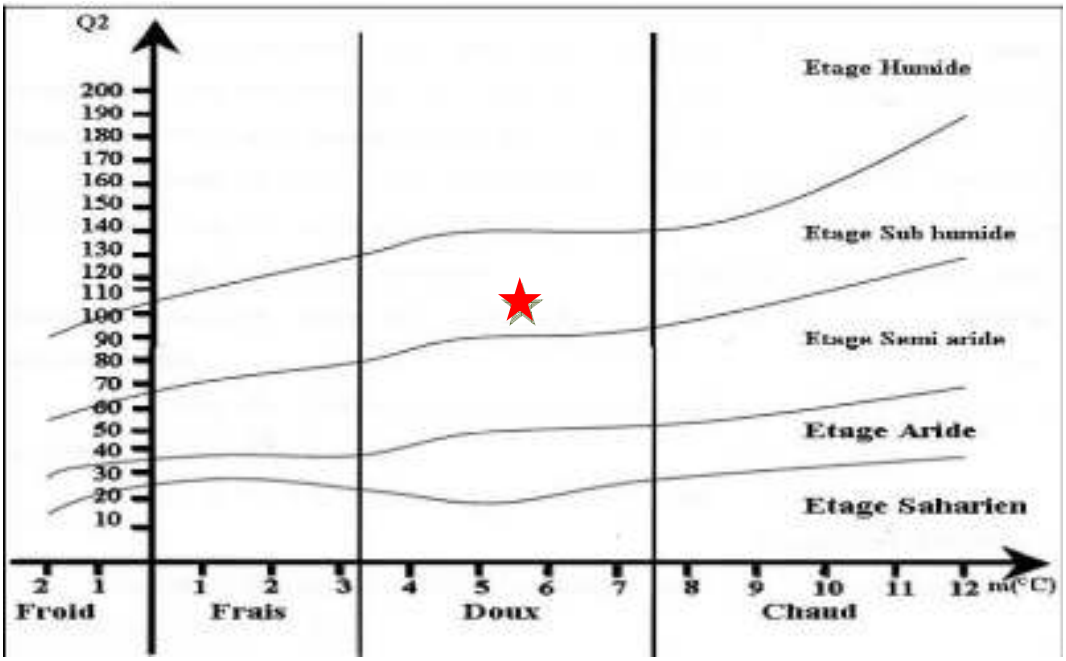
Le quotient a été formulé autour de deux facteurs importants: le total des précipitations **(P)** d'une part, et la moyenne des températures des maximas du mois le plus chaud **(M)** et la moyenne des températures minimales du mois le plus froid **(m),** (M et m les deux en degré Kelvin (°K)) d'autre part. Emberger relie ces facteurs en quotient appelé quotient pluviothermique **(Q_2)** dont la formule est la suivante:

$$Q_2=1000*P/\ (((M+m))/2)*(M-m) \text{ ou } Q_2=2000*P/\ (M^2-m^2)$$

Tableau II-16: Quotient pluviométrique et bioclimat de la wilaya de Médéa.

Station	m (c°)	Q_2	Bioclimat	Variante thermique
Médéa	**5,9**	**92,62**	Sub-humide inferieur	Hiver tempéré

Q2=92,62 m=5,9



★ La localisation de la station de Médéa

(Q2=92,62+m=5,9) bioclimat est sub-humide inférieur.

Figure II-10: Climagramme d'Emberger de la wilaya de Médéa.

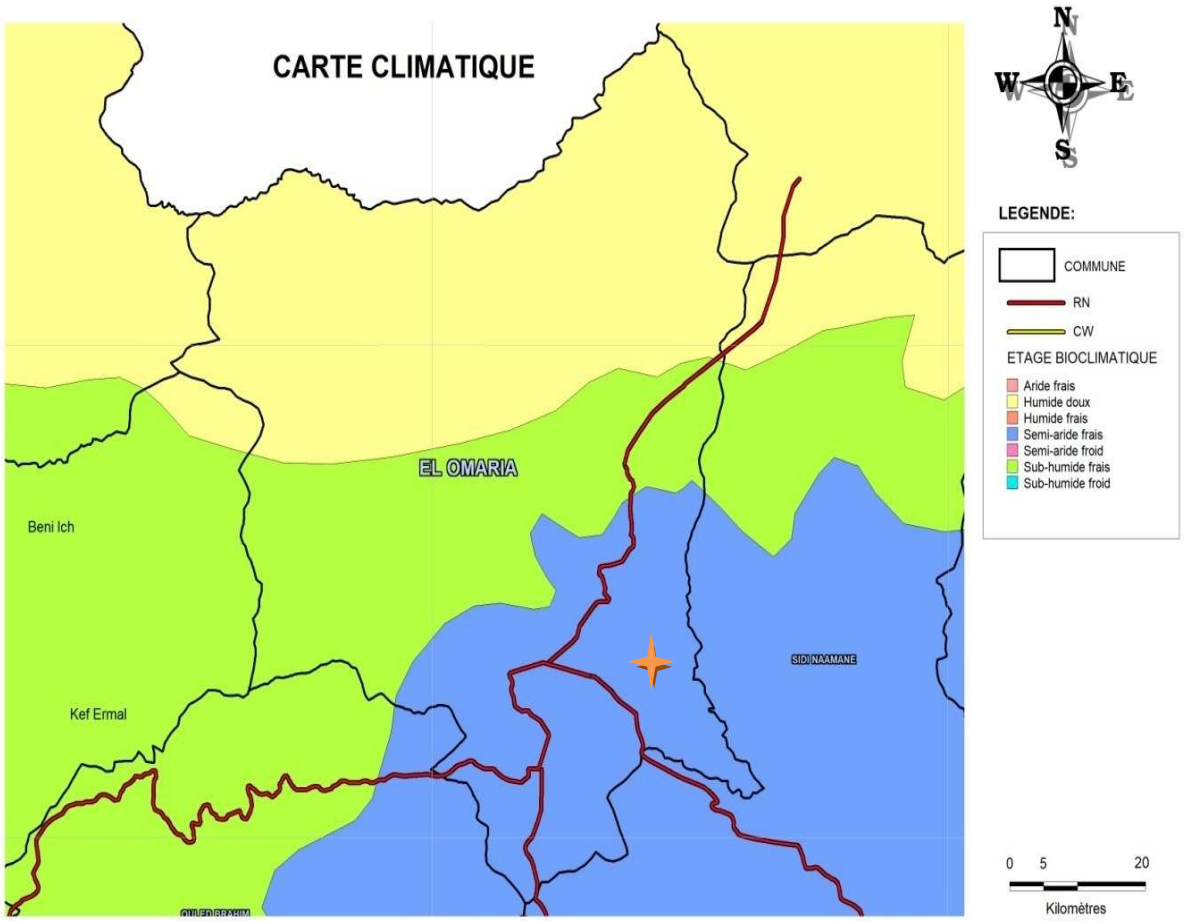


Figure II-11: La Carte climatique de la zone d'étude (Omaria – Sidi Naamane) **(D.G.F, 2018)**

Localisation du barrage Ladrat .

Le barrage Ladrat représente dans la carte climatique avec un étage bioclimatique semi aride frais.

5. La faune et la flore :

Selon **D.G.F (2018)** de la Wilaya de Médéa la végétation dominante dans notre zone d'étude est caractérisée surtout par:

- Céréalicultures,
- Cultures maraichères,
- Oliviers,
- Pommiers,
- Figuiers,
- Tamarix,
- Acacias,
- Cyprès,
- Pin d'Alep

Pour la faune notamment au niveau du barrage, celles-ci est représentée par plusieurs espèces de poissons tels que: des tortues. Par ailleurs, et selon **D.G.F (2018),** l'avifaune est représentée par quelques espèces tels que:

Tableau II-17: Etat du recensement des espèces d'oiseaux migrateurs **(D.G.F, 2018).**

Espèces	Nombre
Grèbe castagneux	**155**
Canard colvert	**308**
Canard souchet	**63**
Canard siffleur	**02**
Canard chipeau	**01**
Grèbe huppé	**70**
Grèbe à tête noir	**77**
Grande aigrette	**01**
Héron cendré	**02**
Foulque Macroule	**90**
Fuligule milouin	**17**

Grand Cormoran	**02**
Sarcelle d'hiver	**18**
Poule d'eau	**04**
Chevalier guignette	**01**
Corbeau	**02**

6. Quelques les activités humaines dans la région :



Figure II-12: Photos représentants les différentes cultures à proximité du barrage Ladrat (L2).



Figure II-13: Photos représentants les actions de pompage de l'eau du barrage Ladrat pour l'irrigation des cultures(L3) .





Figure II-14: Photos représentants les différents types de déchets rejetés au niveau et à proximité du barrage Ladrat(L3).

Matériels et Méthodes

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

1. Le choix des stations:

Barrage Ladrat se localise sur le territoire de la commune d'El Omaria- Wilaya de Médéa. Afin d'effectuer notre échantillonnage qui a comme objectif de connaître la qualité physico-chimique de l'eau de ce barrage, trois stations sont choisies. Ce choix nous permet d'avoir une représentativité maximale des eaux du barrage et de cerner les différents effluents arrivant à celui-ci à partir des activités se trouvant dans le périphérie de cette structure.

- **L_1 :** représente le premier point de prélèvement qui est le plus proche de la ville d'El-Omaria. Le problème majeur de cette station est le déversement des eaux usées provenant de la ville et de ses différentes activités.
- **L_2 :** représente le deuxième point de prélèvement, celui-ci se situe à proximité des activités agricoles.
- **L_3 :** représente le troisième point. Le problème majeur qui se pose à ce point de prélèvement c'est les actions observés de pompage et de déversement des restes des huiles et de gasoil

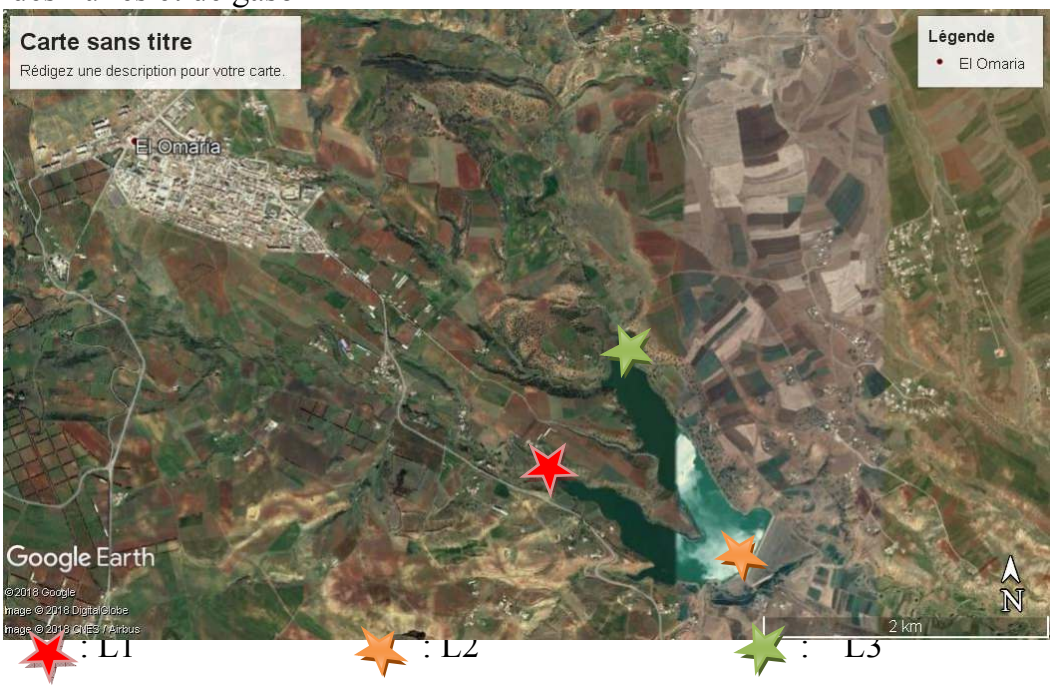


Figure III-1: Photo localisant barrage Ladrat et les trois stations de prélèvement: L1, L2 et L3 **(Google Earth, 2018)**

2. Le choix des paramètres étudiés:

Pour cette contribution nous avons opté pour une étude physicochimique des eaux provenant des stations retenues. Pour cela, vingt-six (26) paramètres physicochimiques sont choisis. Ces paramètres sont souvent analysés lors des études de la qualité de l'eau. Ce choix est aussi effectué suivant la disponibilité du matériel d'analyse au niveau du laboratoire de l'A.D.E et de l'O.N.A de la Wilaya de Médéa au sein desquels nous avons effectués nos différentes analyses.

3. Le prélèvement de l'eau:

Dans le cadre du suivi de l'état de la qualité physico-chimique de l'eau de barrage Ladrat nous avons effectué des prélèvements au niveau des trois points précédemment cités. L'eau échantillonnée est prise à 50cm de la berge et à 50cm environ de profondeur. La période d'échantillonnage s'est étalée entre le mois de février et le mois de mai 2018.

3.1. Plan de prélèvement:

Tableau III-1: Les dates de prélèvement.

Prélèvements	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**P6**
Les dates	19-02-18	12-03-18	09-04-18	24-04-18	07-05-18	21-05-2018

3.2. Matériel et techniques de prélèvement:

3.2.1. Flaconnage:

Après lavage des bouteilles avec de l'eau échantillonnée, l'eau provenant de chaque station est prélevée dans des bouteilles en plastique.

3.2.2. Conditionnement et transport des échantillons

Toutes les bouteilles en plastique ont été immédiatement étiquetés pour éviter tout risque de confusion sur l'identité des échantillons (lieu et date de prélèvement) puis sont transportés au laboratoire dans une glacière propre ou ils sont conservés à une température de 4°C.

4. Caractérisation physico-chimique de l'eau:

4.1. Mesures in situ :

La température, le pH, la conductivité électrique ont été mesurés in situ (sur site) à l'aide des appareils appropriés. En effet, ces paramètres sont très sensibles aux conditions du milieu et sont susceptibles de varier dans des proportions importantes s'ils ne sont pas mesurés in situ (**Rodier, 2008**).

Appareillage

- Thermomètre de marque (ChecktempC°)
- pH mètre de marque (WATERPROOF) pH Testr10
- Conductimètre (marque : WTW LF 197)
- Bécher

Mode opératoire

Tremper le thermomètre, le pH mètre et le conductimètre pendant deux minutes au minimum dans l'eau à analyser puis noter la valeur affiché par l'appareil de chaque paramètre.

4.2. Analyses au laboratoire:

4.2.1. La turbidité

Appareillage:

En utilisant un Turbidimètre optique et électronique HACH modèle 2100N, on note les valeurs de la turbidité. Les résultats sont exprimés en NTU (Nephelometric Turbidity Units) **(A.D.E, 2018).**



FigureIII-2: Le turbidimètre (marque HACH 2100N).
(A.D.E, 2018).

4.2.2. La salinité :

Appareillage :

La valeur de la salinité est obtenue à l'aide d'un Multi paramètre. Les résultats de la salinité sont exprimés en mg/l.



FigureIII-3: Multi paramètre (de marque WTW) **(A.D.E, 2018).**

4.2.3. Dosage de la somme du calcium et du magnésium (T.H):

Appareillage:

- Bécher
- pro pipette

Mode opératoire:

- Prendre 50ml de l'échantillon.
- Ajouter 4ml de la solution tampon Ammoniacal.
- Ajouter le noir d'Erichrome, la solution doit se colorer en rose.
- Titrer avecla solution d'E.D.T.A jusqu'au virage au bleu **(A.D.E, 2018).**

4.2.4. Le Calcium:

Appareillage:

- Prendre 50ml de l'échantillon.
- Ajouter 2 ml de la solution d'hydroxyde NaOH (2N).
- une pincée d'indicateur (Murexide), la solution doit se colorer en rose.
- Titrer avec la solution d'E.D.T.A lorsque la couleur devient nettement violette.

4.2.5. Les chlorures:

Mode opératoire:

- Dans une fiole on met 50ml d'eau à analyser avec quelques gouttes de bichromate de potassium

- Titrer par nitrate d'argent 0.2N.
- La lecture se fait par le spectrophotomètre. **(A.D.E, 2018)**

4.2.6. Le Titre Alcalimétrique Complet (T.A.C) :

Mode opératoire :

- Introduire 100 ml de l'échantillon dans un bécher et noter le pH.
- Amener 100 ml d'eau au pH 4.3 en versant lentement l'acide chlorhydrique pour obtenir cette valeur a l'aide d'un disimat.
- Noter le volume V1 lu au disimat **(A.D.E, 2018).**

4.2.7. La matière organique:

Mode opératoire:

Dans un erlenmeyer a col large on introduit 100 ml d'eau à analyser.

- On rajoute 10 ml d'acide sulfurique 1/2N puis quelques grains de Potter et on porte à ébullition,
- On ajoute 10 ml de Permanganate de K^+ N/80 et on porte à ébullition pendent 10 minutes,
- On refroidit puis on ajoute 10 ml de sulfate ferreux ammoniacal (N/80),
- Titrer avec $KMnO_4$ jusqu'au virage de la solution rose claire,
- Faire un témoin avec l'eau distillée **(A.D.E, 2018).**



FigureIII-4: Détermination de l'oxydabilité au permanganate de potassium **(A.D.E, 2018)**

Mesure et calcul du résultat:

$$[O_2]=V-V_0 \text{ mg/l}$$

4.2.8. Le résidu sec:

- poser les capsules avant (vide),
- puis on met 100ml d'eau à analyser à 105 °C pendant 24 h à l'étuve,
- poser les capsules pour la 2éme fois à la balance.

4.2.9. Les nitrites:

Mode opératoire:

- Dans une fiole on met 40 ml d'eau à analyser,
- Ajouter 1ml de réactif nitrite et après 20 minutes on fait la lecture (couleur rose),
- La lecture se fait par le spectrophotomètre (de marque HACH DR/4000U) **(A.D.E, 2018).**

4.2.10. L'ammonium:

Mode opératoire:

- On met 40ml dans une fiole,
- On rajoute 2ml de réactif Nesseler = 2ml de réactif double tartrate,
- Après 20 minute on fait la lecture (couleur jaune verdâtre),
- La lecture se fait par le spectrophotomètre. **(A.D.E, 2018)**

4.2.11. Les nitrates:

Mode opératoire :

- On met 10 ml d'eau à analyser avec 1ml de solution salicylate de sodium (0.5N) dans une capsule
- Le desséchement se fait à l'étuve pendent 24 h
- On rajoute 2ml d'acide sulfurique + 15 ml d'eau distillée
- et 15ml double tartrate de sodium et de potassium (couleur jaune)
- La lecture se fait par le spectrophotomètre **(A.D.E, 2018)** .

4.2.12. Les phosphates:

- Dans une fiole on introduit 40ml d'échantillon.
- Dans un bécher on mélange (3.75ml) d'acide ascorbique avec (11.25ml) réactif (a+b).

- On complète avec l'eau distillée.
- On met la fiole à l'étuve à 80°C pendant 20 minutes.
- A la suite on lie la valeur au spectrophotomètre. **(A.D.E, 2018)**

- **Remarque:**

- Réactif (a+b)= solution de Molybdate d'ammonium+ solution d'acide sulfurique

4.2.13. Les sulfates:

Mode opératoire:

- Dans un bécher on met 20ml d'échantillon +80ml d'eau distillée
- On rajoute 5ml de solution stabilisante
- Et 2ml de solution chlorure de baryum
- on met la solution sur l'agitateur pendent 1minute et après on fait la lecture par spectrophotomètre. **(A.D.E, 2018).**

4.2.14. Potassium –Sodium:

Mode opératoire:

On met un volume d'eau dans un bécher et fait la lecture par la flamme photomètre.



FigureIII-5 : Détermination du potassium et du sodium par la flamme photomètre **(A.D.E, 2018)**.

4.2.15. Le manganèse:

- Dans une Erlenmeyer on introduit 100ml de l'échantillon.
- On rajoute 5ml de réactif mixte + quelques graines de Potter.
- Chauffer la solution 05 minutes.

- On ajoute 10ml de réactif persulfate de sodium.
- Chauffer la solution 10 minute puis refroidir 15 minutes.
- La lecture se fait par le spectrophotomètre **(A.D.E, 2018).**

4.2.16. Le fer:

Mode opératoire:

- Dans une fiole on introduit 50ml d'eau à analyser.
- On rajoute 1ml Hydroxylaine chlorure hydrique 100g/l.
- Et 2ml de solution tampon et 2ml de phénothrolinechlorohydrate 0.05g/l.
- La lecture se fait par le spectrophotomètre (couleur marron).

4.2.17. L'aluminium:

Mode opératoire :

- Dans une fiole on introduit 25ml d'eau à analyser avec 1ml d'acide sulfurique (0.04N).
- Puis 1ml d'acide ascorbique 1% (10g/l).
- On rajoute 1ml de solution tampon à pH=6.
- Avec quelques gouttes d'Eriochromecyanine 10g/l.
- On fait la lecture par le spectrophotomètre après 10 minutes (couleur rouge brique) **(A.D.E, 2018)**



FigureIII-6: Spectrophotomètre (marque HACH DR/4000U)

(A .D.E ,2018).

4.2.18. Mesure de la DBO5 :

Après avoir calculé la D.C.O, la $D.B.O_5$ estimée est à 80% de la D.C.O. D'après la valeur de la $D.B.O_5$ on peut se refaire à un tableau de gamme qui nous indique le volume de l'échantillon ainsi que la valeur du facteur.

Tableau III-2: Tableau de gamme **(O.N.A, 2018).**

D.B.O estimée mg/l	Prise d'essai Ml	Facteur	D.B.O estimée Mg/l	Prise d'essai ml	Facteur
0 – 40	432	1	0 – 400	164	10
0 – 80	365	2	0–800	94	20
0 – 200	250	5	0 – 2000	43.5	50

Dès que le volume de la prise d'essai est connu, on l'introduit dans un flacon brun, mettre un barreau magnétique, placer la capsule et mettre deux postilles de Soude pour capter le CO_2. Fermer avec l'oxitope et régler le zéro, mettre une étiquette sur chaque bouteille contenant la date du prélèvement et l'analyse ainsi que l'identification de l'échantillon.Incuber dans le DBO-mètre à 20°c et pendant cinq jours.

DBO_5 (mg/l) = lecture au bout de cinq jours x le facteur **(O.N.A, 2018).**



FigureIII-7: D.B.O-mètre **(O.N.A, 2018).**

4.2.19. La D.C.O:

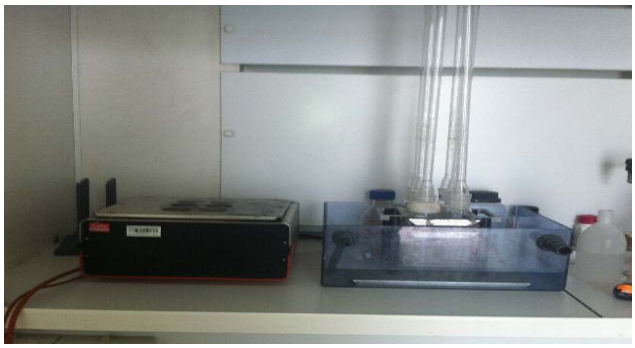
Mode opératoire:

- Prendre 10ml de l'échantillon à analyser dans un tube à D.C.O (diluer si nécessaire), ajouter 5 ml de dichromate de Potassium.
- Effectuer un essai à blanc (10 ml d'eau distillée).

- Introduire avec précaution 15ml d'acide sulfurique sulfate d'argent.
- Mettre le D.C.Omètre en marche à 150°C pendant deux heures.
- Une fois les deux heures entamées, laisser refroidir les tubes, diluer jusqu'à environ 75 ml, ajouter quelques gouttes d'indicateur coloré et titrer avec la solution sulfate de fer et d'ammonium.
- La D.C.O exprimée en mg/l est donnée par la formule suivante :

$$D.C.O= (V_1-V_2)\ x8000xC/V_0$$ ou:

- C: est la concentration de la solution du Sulfate de Fer et d'Ammonium exprimée en moles par litre.
- V_0: est le volume de la prise d'essai avant dilution.
- V_1: est le volume du sulfate de Fer et d'Ammonium pour le dosage du blanc.
- V_2: est le volume nécessaire pour le dosage de l'échantillon 8000: est la masse molaire d'$1/O_2$ exprimée en mg **(O.N.A, 2018).**



FigureIII-8: D.C.O. mètre **(O.N.A, 2018)**

Résultats et discussions

CHAPITRE IV: RESULTATS & INTERPRETATIONS

Tableau IV-1: Résultats d'analyses physico-chimiques des eaux de barrage Ladrat (Février-Mai 2018)

Paramètres Physicochimiques \ Stations		Station L1	Station L2	Station L3	Paramètres physicochimiques \ Stations		Station L1	Station L2	Station L3
T° Air (°C)	Max	23,5	27,1	25,3	**T° Eau (°C)**	Max	19,8	19,1	20,7
	Moy	18 ,02	19,65	19 ,38		Moy	15,68	15,57	16,03
	Min	12,3	12,5	13,2		Min	10,3	10,8	11,2
	ET	4 ,85	6,04	5,23		ET	4,00	3,91	4,09
pH	Max	9,14	8,76	8,95	**Turbidité (NTU)**	Max	8,64	26,1	18,4
	Moy	8,79	8 ,47	8 ,48		Moy	6,07	12,08	7,41
	Min	7,86	7,8	7,76		Min	2,87	3 ,57	1,36
	ET	0 ,51	0,38	0,42		ET	3 ,42	7,52	6,04
Salinité (mg/l)	Max	4,89	5,24	4,97	**TDS (ppm)**	Max	784	847	768
	Moy	0,92	0,99	0,93		Moy	692 ,67	725,83	701,67
	Min	0,1	0,1	0 ,1		Min	624	645	643
	ET	1,95	2,08	1,98		ET	57,63	77,82	51,09
Conductivité électrique (µs/cm)	Max	985	1005	995	**TH (mg/l)**	Max	1250	1210	1300
	Moy	740,67	780,33	767,83		Moy	813,83	836,67	851,67
	Min	598	711	683		Min	340	300	270
	ET	142,72	144,13	128,06		ET	420,40	436,47	452,08
Mg^{2+} (mg/l)	Max	153,09	165,2	189,54	**Ca^{2+} (mg/l)**	Max	276,55	272,55	280,56
	Moy	86,75	91,52	93 ,99		Moy	195,07	195 ,07	177,88
	Min	27,2	24,3	29 ,16		Min	44,08	44,08	52,1
	ET	57,93	59,51	69,75		ET	93,73	108,35	102 ,11
Cl^- (mg/l)	Max	99,4	97,98	117,86	**T.A.C (Mg/l)**	Max	525	625	450
	Moy	84,54	87,78	85,65		Moy	226,17	301,75	205,58
	Min	46,09	56,72	51,05		Min	7	10,5	8,5
	ET	25,63	24,39	25,75		ET	179,24	237,71	142,03
M.O (mg/l)	Max	12	12,7	12,2	**NO_2^- (mg/l)**	Max	0,4	0,4	0,4
	Moy	8,83	9 ,75	8 ,78		Moy	0 ,22	0,22	0,22
	Min	7	7,5	7,6		Min	0,01	0,01	0,01
	ET	1 ,83	1,97			ET	0,20	0,20	0,20
NH_4^+ (mg/l)	Max	5,307	4,829	2,467	**NO_3^- (mg/l)**	Max	26,903	28,041	30,828
	Moy	1,64	1,86	1,15		Moy	10	9,68	10,27
	Min	0	0	0		Min	0	0	0
	ET	2,09	2	1,25		ET	9,24	9,83	10,82
PO_4^{-2} (mg/l)	Max	2,91	1,56	1,3	**SO_4^{-2} (mg/l)**	Max	121,35	158,6	103,75
	Moy	0,54	0,61	0,26		Moy	81,64	83,83	83,69
	Min	0	0	0		Min	12,12	15,7	15,15
	ET	1,17	0,70	0,51		ET	37,50	46,85	47,61
Na^+ (mg/l)	Max	81	72	81	**K^+ (mg/l)**	Max	7	7	7
	Moy	64,17	60,67	66,83		Moy	6,50	6,50	6,50
	Min	48	48	56		Min	6	6	6
	ET	12,61	8,64	9 ,45		ET	0,55	0,5	0,5
Mn^{2+} (mg/l)	Max	0,28	0,227	0,222	**Fe^{3+} (mg/l)**	Max	0,173	0,197	0,175
	Moy	0 ,12	0,11	0,08		Moy	0,10	0,12	0,10
	Min	0	0	0		Min	0,05	0,04	0
	ET	0,14	0,12	0,11		ET	0,06	0 ,06	0,06
Al^{3+} (mg/l)	Max	0,6266	0,6542	0,6378	**HCO^{3-} (mg/l)**	Max	396,5	762,5	549
	Moy	0,26	0,26	0,29		Moy	175,10	231,96	136,84
	Min	0,026	0,027	0,06		Min	152,5	183	174,5
	ET	0,26	0,28	0,27		ET	175,10	231,96	136,84
DBO_5 (mg/l)	Max	18	20	26	**DCO (mg/l)**	Max	57,6	192	67,2
	Moy	9,67	11,67	12,17		Moy	48	95	48
	Min	5	3	3		Min	28,8	38,4	42,8
	ET	5,13	6,62	8,80		ET	0	84,02	0

A- EVOLUTION SPATIALE DES PARAMETRES PHYSICOCHIMIQUES:

1. La température de l'air:

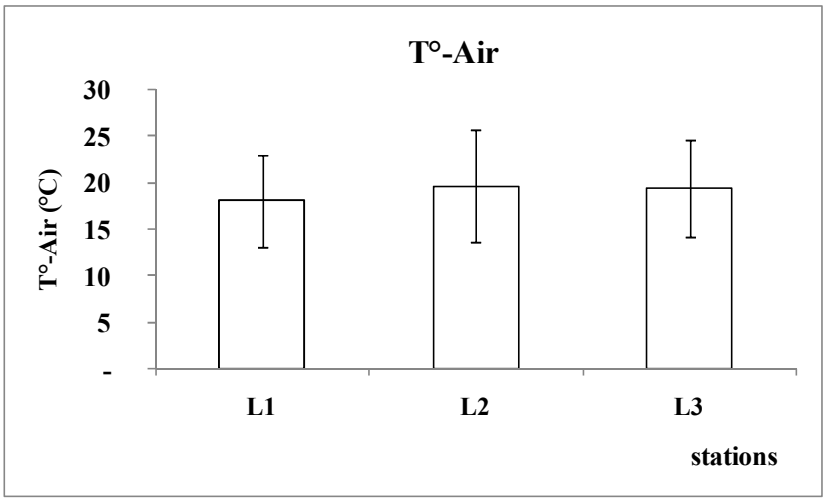


Figure IV-1: Variations des températures d'air dans les trois stations d'étude.

Selon la figure IV-1 et le tableau IV-1 les valeurs moyennes de la température de l'air sont très proches pour les deux stations L2 (19,65°C) et L3 (19,38°C). Par ailleurs, on enregistre une valeur moyenne de 18,02°C. Au fait, ces températures sont aussi influencées par la période d'échantillonnage (février – Mai2018).

2. La température de l'eau:

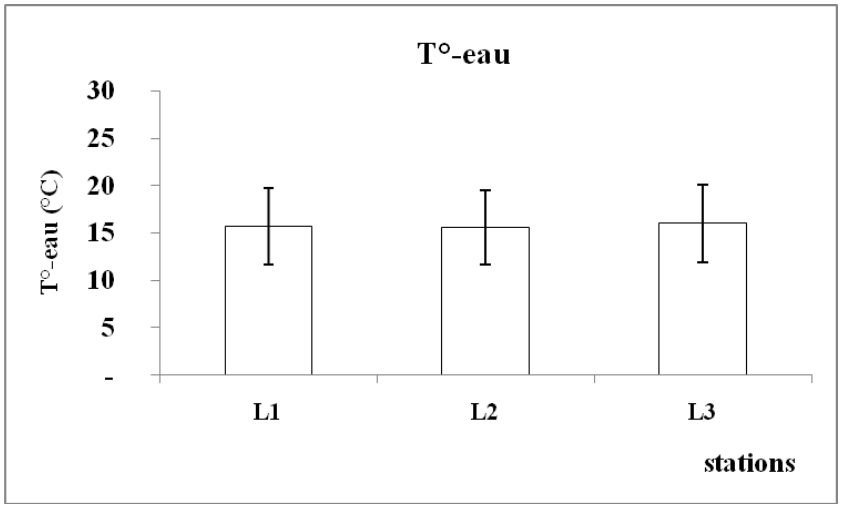


Figure IV-2: Variations des températures moyennes de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

D'après la figure IV-2 et le tableau IV-1 on remarque que les valeurs moyennes de la température de l'eau varient au niveau des différents points de prélèvement. Au niveau de la station L1 et L2 les moyennes de la température de l'eau enregistrées se trouvent respectivement à 15,68°C et 15,57°C. Cette température de l'eau augmente légèrement au niveau de la station L3 où la valeur moyenne notée est de 16,03°C avec un maximum atteint de 20,7 pour l'eau de cette station. La température de l'eau est un facteur très important pour le fonctionnement des écosystèmes. Pour les eaux superficielles, elle est due aux influences atmosphériques et particulièrement aux changements de la température de l'air (**Ben Attallah et Daoudi, 2017)**.

3. pH:

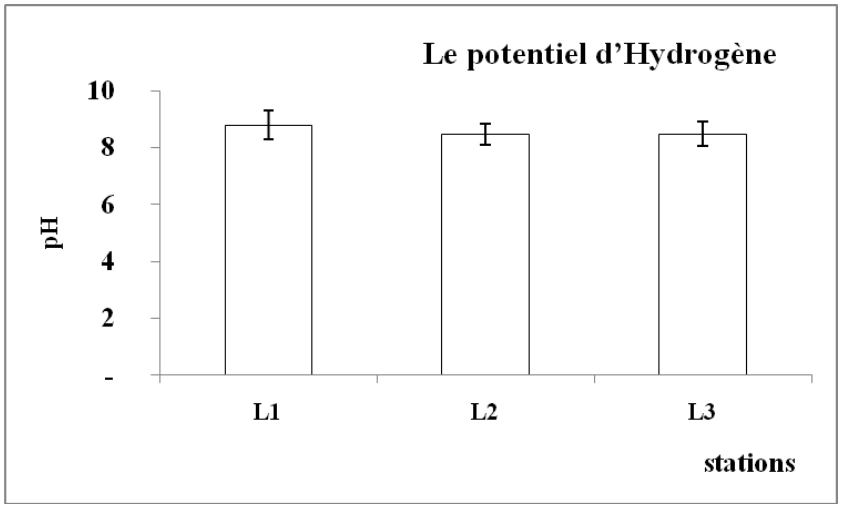


Figure IV-3: Variations du pH de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

Habituellement, les valeurs du pH se situent entre 6 et 8,5 dans les eaux naturelles **(Chapman et al., 1996).** La figure IV-3 Montre que les eaux du barrage sont alcalines, les valeurs moyennes du pH dépassent les 8 durant la période d'étude. Les valeurs moyennes du pH dans les trois points de cette étude sont pas très éloignées enregistrant 8,79 au niveau de la station L1, 8,47 et 8,48 respectivement au niveau de la station L2 et la station L3. Le journal officiel de la République Algérienne N°34(19 juin2011), indique que le pH doit être compris entre 6,5<pH<9 pour une eau potable. De ce fait, il s'avère que nos résultats d'analyse donnent des valeurs de pH dans les normes.

4. La turbidité:

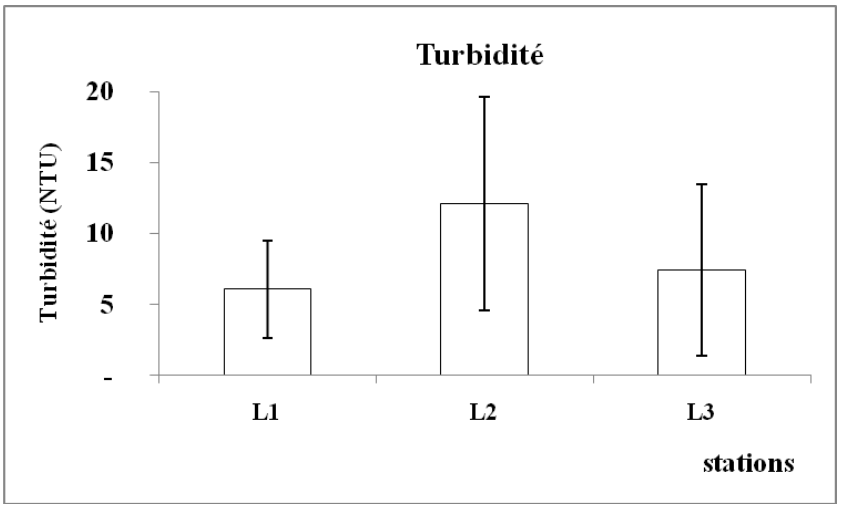


Figure IV-4: Variations des turbidités de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

Selon le tableau IV-1 et la figure IV-4, les moyennes de la turbidité varient d'une station à une autre. Pour la station L_1 la moyenne est de 6,07 NTU alors qu'elle est de 12,08 NTU pour la station L_2 et devient 7,41 NTU pour la station L_3. Ces résultats dépassent la norme Algérienne pour une eau potable (≤5 NTU). D'après la classification de **Joel (2003)**:

- **NTU<5** = Eau claire
- **5<NTU<30** = Eau légèrement trouble
- **NTU>50** = Eau trouble

Notre eau est de moyenne qualité et classée dans les eaux légèrement troubles.

5. La salinité:

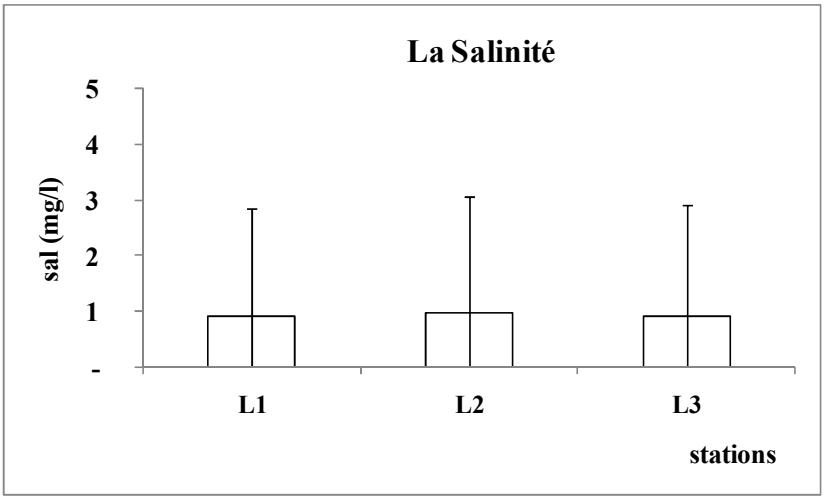


Figure IV-5: Variations des salinités moyennes de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

On remarque que les moyennes de la salinité sont presque stables pour L_1 0.92mg/l, L_2 0.99mg/l et L_3 0.93mg/l. Ces valeurs restant au-dessous de la norme d'irrigation (7680 mg/l).

6. Solides totaux dissous:

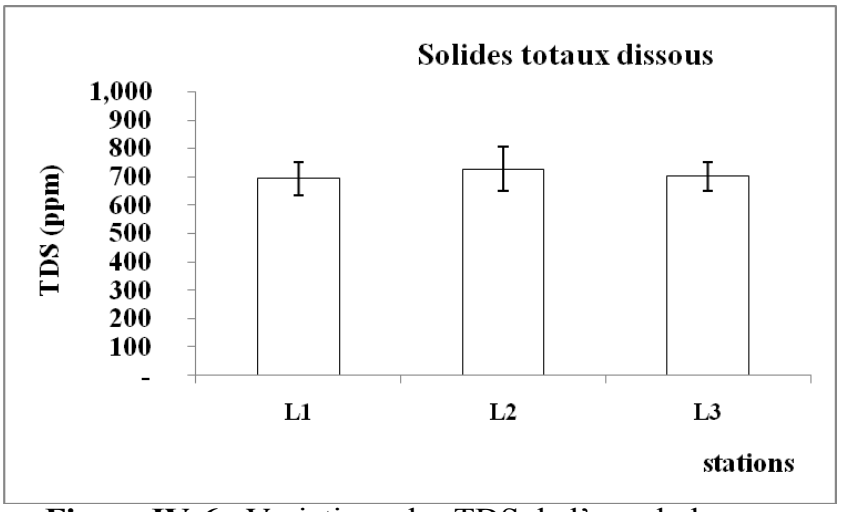


Figure IV-6 : Variations des TDS de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

Le tableau IV-1 et la figure IV-6 montrent que les valeurs de solides dissous que la valeur moyenne inférieure est enregistrée au niveau de la station L1 (692,67mg/l), cette valeur est proche de celle enregistrée au niveau de la station L2 (701,67mg/l) alors que la valeur moyenne la plus élevée (725,83mg/l) correspond aux eaux de la station L3. Ce paramètre n'est pas indiqué dans les normes retenues.

7. La conductivité électrique:

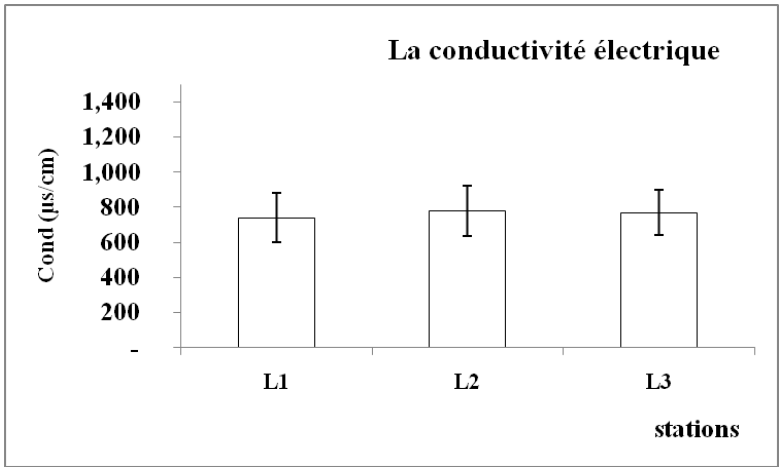


Figure IV-7: Variations des conductivités électriques de l'eau du barrage dans les 03 stations d'étude.

D'après la figure IV-7 on constate que la conductivité électrique est variable au niveau des eaux prélevées aux différents points étudiés. Au niveau de la station L1 la valeur moyenne de la conductivité est 740,67µs/cm, celle-ci est de 780,33 µs/cm au niveau de la station L2 et elle raugmente pour le L3 pour atteindre 767,83 µs/cm. D'après **Rodier (2009),** une conductivité supérieure à 666 µS/cm implique une minéralisation importante des eaux. La norme algérienne de potabilité (2011) accepte une valeur limite de 2800 µS/cm donc les valeurs de la conductivité enregistrées respectent les normes algériennes.

8. Le titre hydrométrique:

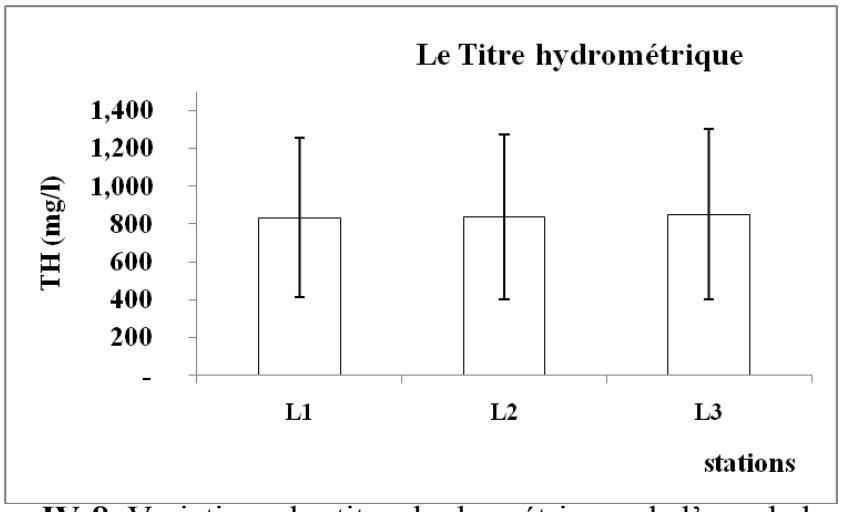


Figure IV-8: Variations des titres hydrométriques de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

La dureté d'une eau traduit sa teneur globale en ions calcium (Ca^{2+}) et magnésium (Mg^{2+}), Elle est exprimée en degrés hydrotimétriques **(Gomilla ,2015).**

D'après la figure IV-8 et le tableau IV-1 on remarque que les valeurs des moyennes des trois stations sont presque identiques où on note une valeur moyenne de 813,83mg/l pour les eaux de la station L1, 836,67mg/l pour les eaux de la station L2 et 851,67mg/l pour les eaux de la station L3. Cette paramètre n'indique pas dans les normes soit de l'irrigation et ou de la potabilité).

9. Magnésium :

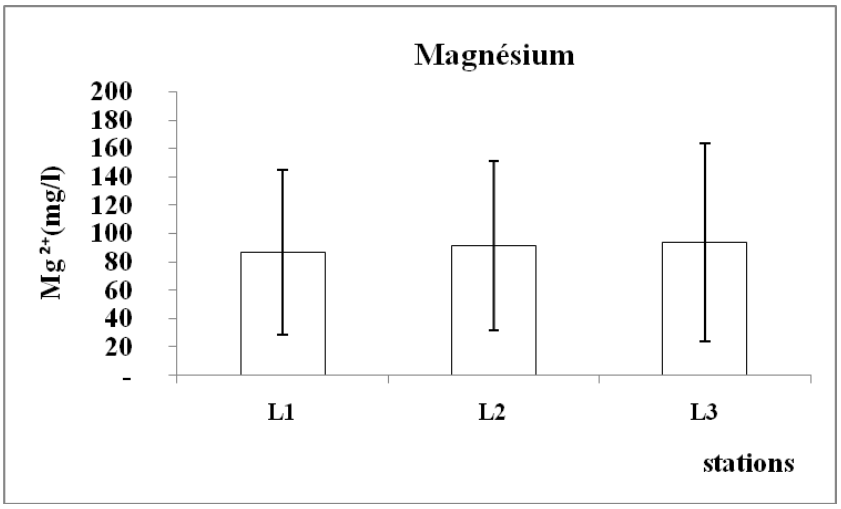


Figure IV-9: Variations du magnésium d'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

A partir de la figure IV-9 la variation des moyennes mensuelles de magnésium des eaux brutes oscillent entre une valeur inferieur enregistrée au niveau de L1 (86.75mg/l), une valeur moyen (91.51mg/l) et une valeur supérieur (93.99mg/l). cette paramètre n'indique pas dans les norme soit de l'irrigation et ou de la potabilité).

10.Le calcium :

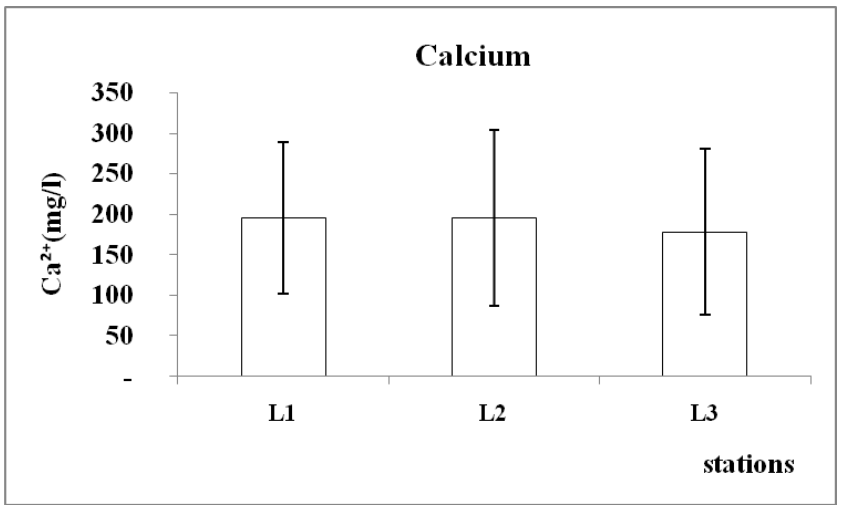


Figure IV-10: Variations du calcium de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

Les résultats obtenus au cours de cette étude pour le calcium (figure IV-10) montrent que les teneurs de cet élément varient entre une moyenne de 195,07mg/l pour

les eaux de L1 et L2 et une moyenne de 177,88mg /l pour les eaux de L3. Ce paramètre n'est pas indiqué soit pour la norme d'irrigation et ou de la potabilité.

11.Les chlorures :

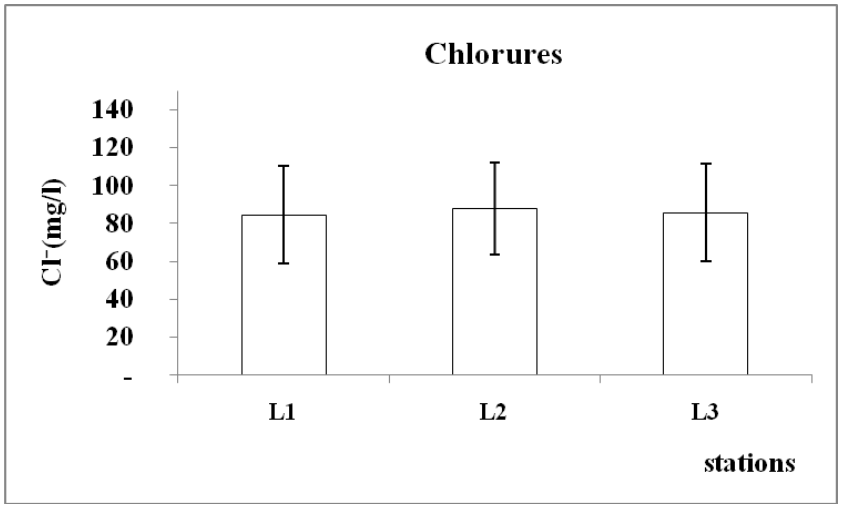


Figure IV-11: Variations des chlorures de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

Les variations des teneurs en chlorures sont liées principalement à la nature des terrains traversés. Ainsi, les eaux courantes exemptes de pollution ont une teneur généralement inférieure à 25 mg/l, mais dans certaines régions, la traversée de marnes salifères peut conduire à des teneurs exceptionnelles de 1 000 mg/l. Pour l'usage agricole, les teneurs élevées en chlorures peuvent limiter certaines cultures **(Rodier, 2005).**

En examinant le tableau IV-1 et la figure IV-11 on remarque que les teneurs en chlorures des eaux du barrage étudiées enregistrent des valeurs très proches, la station L1 avec une teneur moyenne de 84,54mg/l, 85,65mg/l pour la station L3 et 87,78mg/l pour la station L2. La valeur limite donnée par la réglementation algérienne est de 600mg/l.

12.Titre alcalimétrique complet :

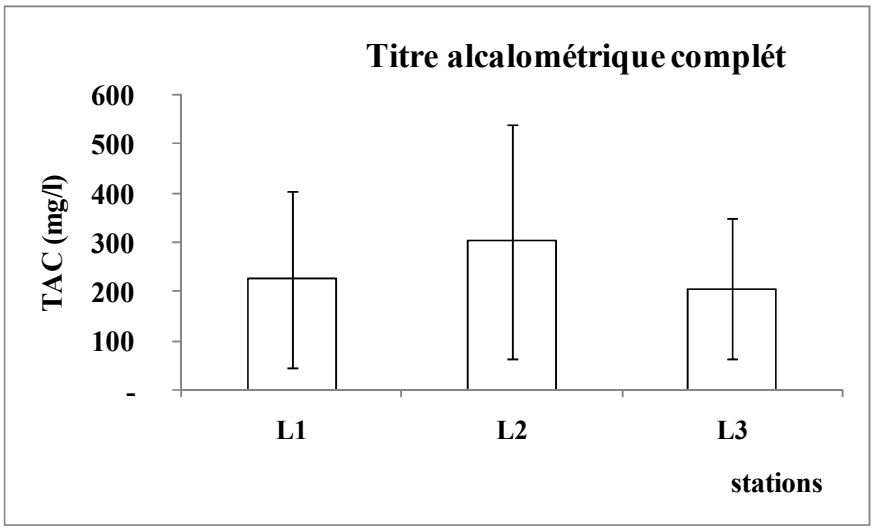


Figure IV-12: Variations des TAC de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

D'après le tableau IV-1 et la figure IV-12 on observe que les valeurs moyennes du titre alcalimétrique complet varient selon la station. A cet effet, la valeur moyenne la plus faible obtenue est 205,58mg/l celle-ci correspondant aux eaux de la station L3, cette valeur est proche avec la valeur de L1 qui est de 226,17mg/l alors que la valeur la plus élevée est celle enregistrée pour les eaux de la station L3 avec une valeur de TAC de 301,75 mg/l. Ce paramètre n'est pas mentionné dans les normes retenues.

13.La matière organique (M.O):

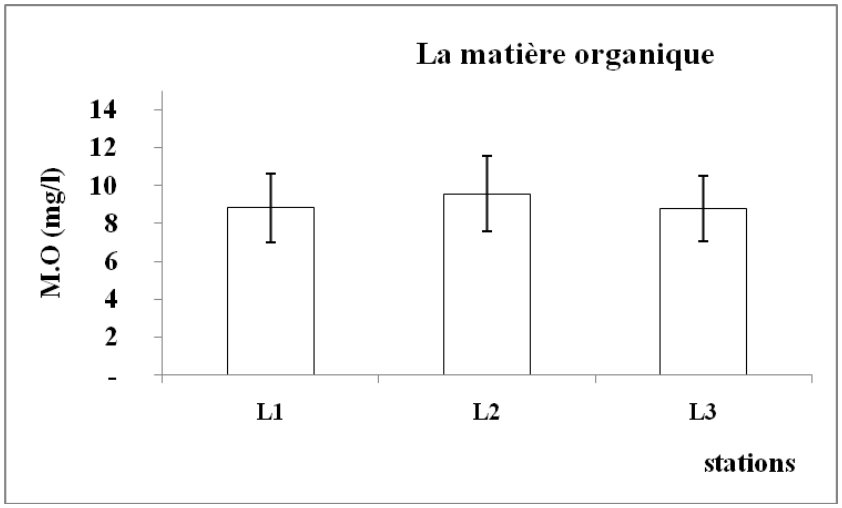


Figure IV-13: Variations de la matière organique de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

En examinant le tableau IV-1 et la figure IV-13 on s'aperçoit que la charge des matières organiques des eaux analysées est importante avec des valeurs moyennes de 8,83mg/l pour la station L1, 9,57mg/l pour la station L2 et 8,78mg/l pour la station L3. Dans la bibliographie, les matières organiques sont responsables de la coloration des eaux de surface et elles sont issues de processus de biodégradation des végétaux et des détritus animaux **(Ben attallah et Daoudi, 2017)**. (cette paramètre n'indique pas dans les normes soit de l'irrigation et ou de la potabilité).

14.Les nitrites :

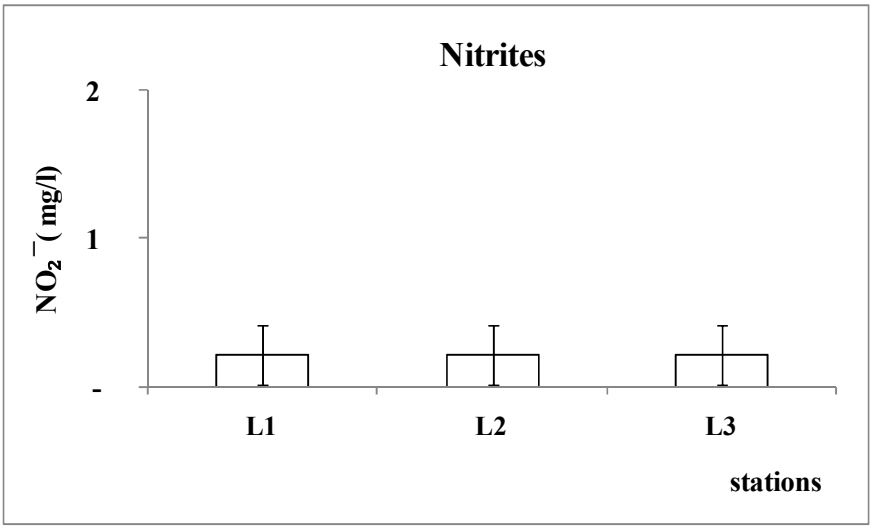


Figure IV-14: Variations des nitrites de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

Les eaux de barrage Ladrat présentent des teneurs en nitrites importantes et identiques pour les trois stations (tab.IV-1 et fig. IV-14) où on remarque que la même valeur moyenne (0,22mg/l) est enregistrée pour les différents points de prélèvement. Au fait, nos valeurs enregistrées ne dépassent pas les normes de l'irrigation 30 mg/l.

Les nitrites sont des indicateurs de la pollution. Elles proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium soit d'une réduction des nitrates. Selon **Rodier et al.; (2009),** une eau qui renferme des nitrites est considérée comme suspecte car il lui est souvent associé une détérioration de la qualité microbiologique. Cependant les eaux en contact avec certains terrains peuvent contenir des nitrites indépendamment de toute souillure **(Cebron, 2004).**

15.L'ammonium:

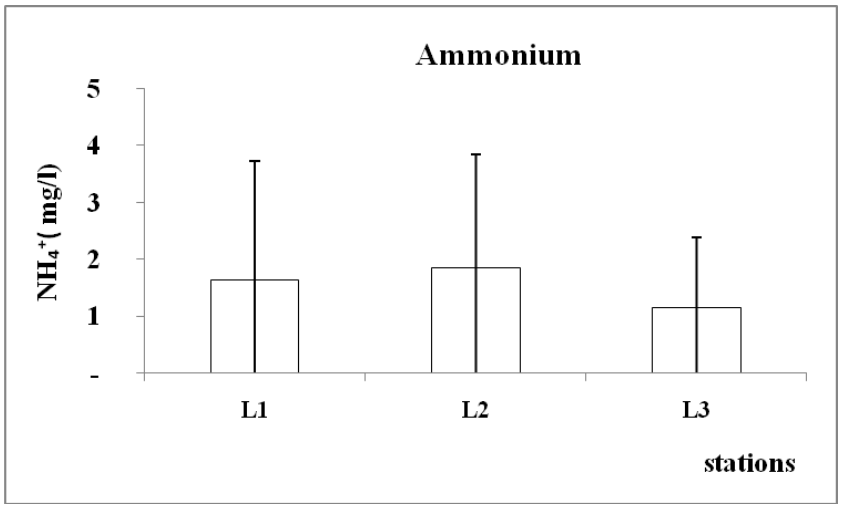


Figure IV-15: Variations de l'ammonium de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

L'azote ammoniacal constitue un des maillons du cycle complexe de l'azote dans son état primitif. C'est un gaz soluble dans l'eau **(Chapman et *al*., 1996).**

Les résultats de notre étude (figure IV-15) montrent que les valeurs d'ammonium varient pour les eaux des trois stations de cette étude où on note une valeur moyenne de 1,64mg/l au niveau de L1, 1,86mg/l au niveau de la station L2 et une valeur moyenne de 1,15mg/l au niveau de la station L3. Malgré cela, les teneurs moyennes d'ammonium enregistrées restent inferieur au de la valeur normative qui est de 4mg/l pour les eaux potable. Selon **Chapman et *al*. (1996)**, les ions ammonium résultent de la réduction finale des substances organiques azotées et de la matière inorganique dans les eaux et les sols. Ils proviennent également de l'excrétion des organismes vivants et de la réduction et la biodégradation des déchets sans négliger les apports d'origine domestique, industrielle et agricole. Dans les eaux superficielles, ils proviennent aussi des échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère.

16.Les nitrates:

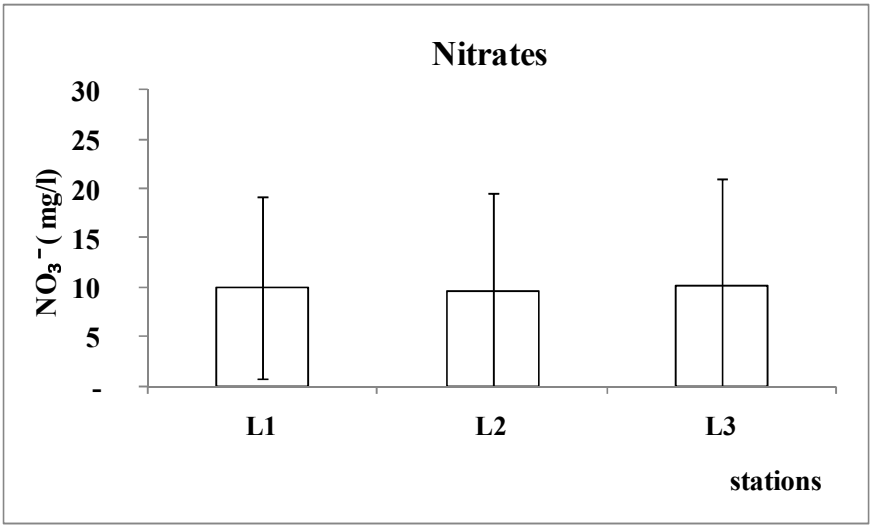


Figure IV-16: Variations des nitrates de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

Les nitrates résultent de l'oxydation des nitrites par des bactéries (nitrobacter) lors de la réaction de nitratation **(Aminot et Chausse-pied, 1983).** Les résultats de cette étude (figure IV-16) montrent que les valeurs de nitrate sont presque identiques pour les deux stations L1 et L3 respectivement avec des moyennes de 10mg/l et 10,27mg/l. Pour la station L3 on enregistre une valeur de 9,68 (mg/l). Les teneurs en nitrate enregistrées respectent la norme de potabilité qui est de 50mg/l**.**

17.Les phosphates :

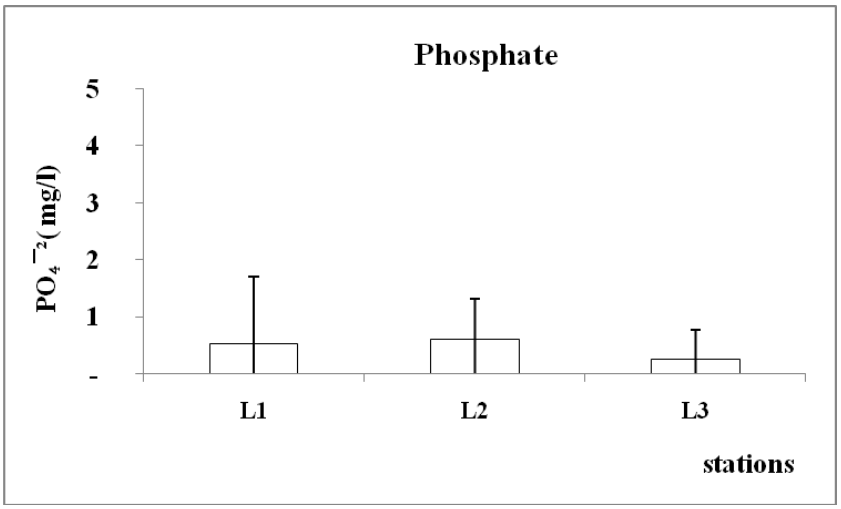


Figure IV-17: Variations du phosphate de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

On remarque que les valeurs moyennes du phosphate sont similaires pour nos eaux provenant des différentes stations prospectées. Les teneurs moyennes sont de 0,54mg/l pour la station L1, 0,61mg/l pour la station L2 et 0,26mg/l pour la station L3. Ces teneurs moyennes de nos eaux en phosphate restent inférieures à la valeur limitée de 10mg/l pour des eaux potables.

18.Les sulfates:

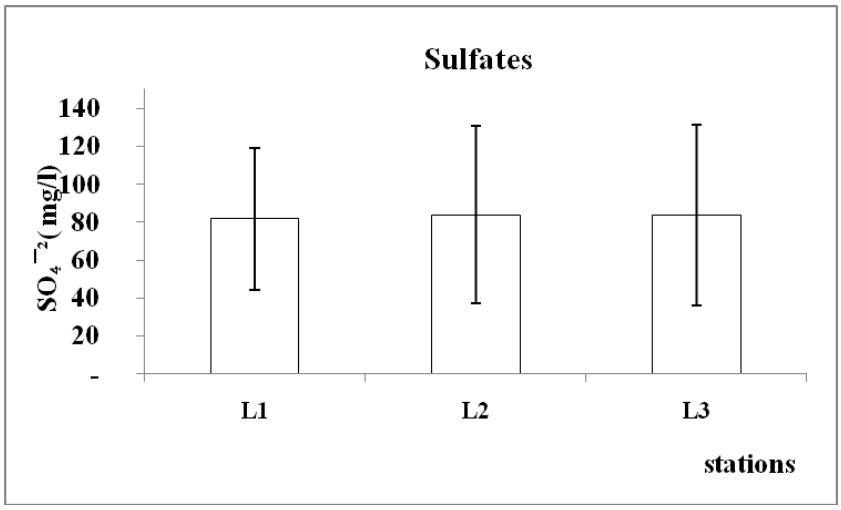


Figure IV-18: Variations des sulfates de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

D'après la figure IV-18 les valeurs moyennes des sulfates des eaux obtenues durant les quatre mois de prélèvement sont très proches. On note une valeur moyenne de 83,83mg/l pour la station L2, 83,69mg/l pour la station L3 et 81,64mg/l pour la station L1. Cependant, la journal officiel 2011 indique une valeur maximale de 400 mg/l pour les sulfates ce qui fait que les sulfates au niveau de nos échantillons d'eau restent au-dessous des normes admises.

19.Le sodium:

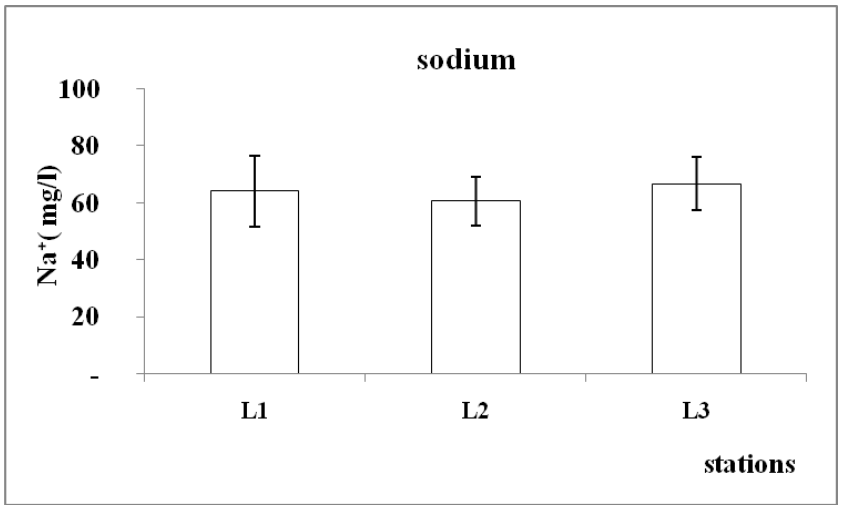


Figure IV-19: Variations du sodium de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

En analysant les résultats obtenus pour le sodium (tableau IV-1 et figure IV-19), on observe que les valeurs de cet élément varient entre une moyenne de 60,67mg/l pour la station L2, 64,17mg/l pour la station L1 et une moyenne de 66,83mg/l pour la station L3. Ce paramètre n'est pas indiqué dans les normes soit de l'irrigation ou de la potabilité. Le sodium provient surtout de la géologie (**Liferki, 2016)**.

20.Le potassium:

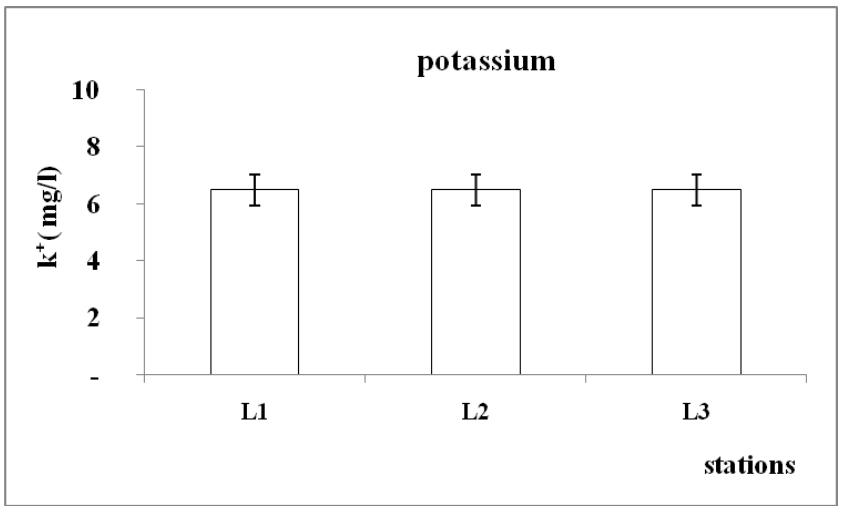


Figure IV-20: Variations du potassium de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

Le potassium est un élément chimique, sa réaction avec l'eau est d'ailleurs bien plus forte que celle du sodium. On le retrouve dans les roches ignées et dans la nature sous forme de chlorure double dans de nombreux minerais, sa teneur naturelle ne dépasse pas habituellement 10 à 15 mg/l **(Liferki, 2016)**. Pour cette étude (figure IV-20) on remarque que dans les trois stations les valeurs de potassium sont identiques se limitant à 6,50mg/l. Ce paramètre n'est pas indiqué dans les normes retenues.

21.Le manganèse:

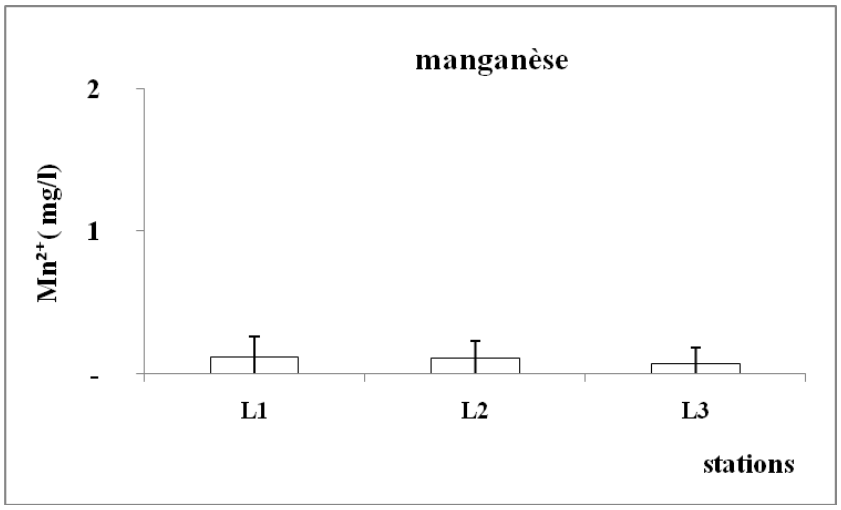


Figure IV-21: Variations du manganèse de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

A partir de la figure IV-21 montrant la variation des moyennes du manganèse dans les eaux du barrage Ladrat on remarque que la valeur la plus faible en cet élément est enregistrée au niveau de la station L3 avec une moyenne notée de 0,08mg/l alors que cette valeur devient légèrement supérieure et presque similaire au niveau de la station L1 et la station L2 respectivement avec des teneurs de 0,12mg/l et 0,11mg/l notée pour chacune d'elle. Le journal officiel, quant à lui, il indique une valeur limitée à 1mg/l pour cet élément (pour les eaux potable), ce qui fait que nos eaux restent dans les normes pour le manganèse.

22.Le fer :

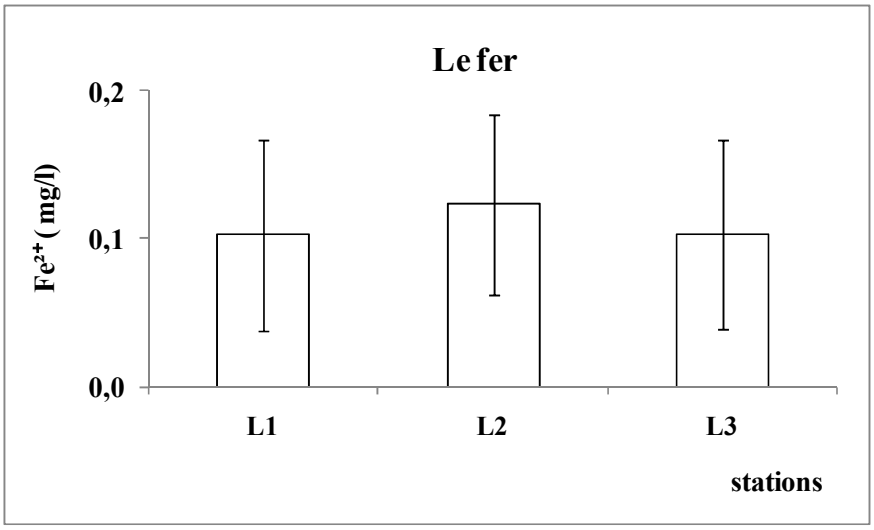


Figure IV-22: Variations du fer de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

Selon la figure IV-22 les moyennes de l'eau en fer dans les trois points de prélèvement sont très proches où on enregistre 0,10mg/l pour la station L1 et la station L3 et 0,12mg/l pour la station L2. La valeur limite pour les eaux potable donnée par le journal officiel est de 1 mg/l. De ce fait, les résultats obtenus pour notre étude sont conformes à la norme prescrite pour cet élément.

23.L'aluminium:

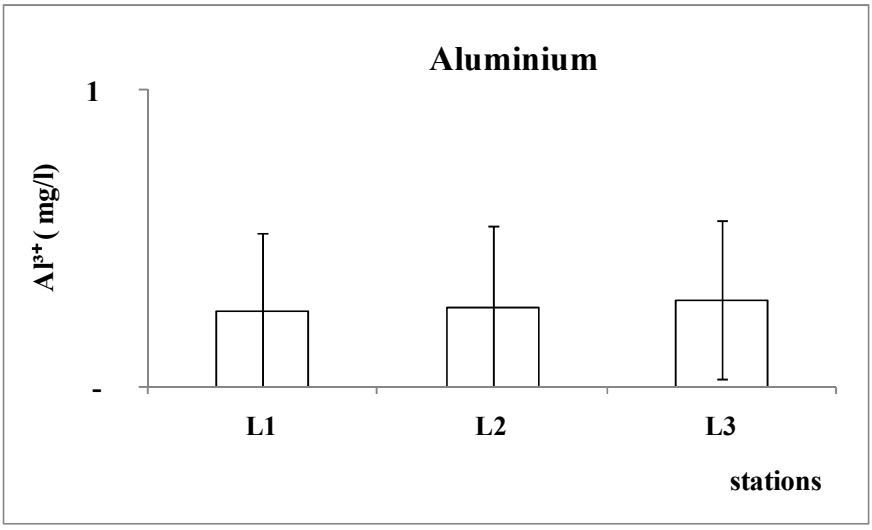


Figure IV-23: Variations d'aluminium de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

Concernant l'aluminium, les résultats des analyses des eaux du barrage (figure IV-23) montrent que les valeurs moyennes enregistrées pour les trois stations sont très proches (0,26mg/l) pour les stations L1 et L2 et 0,29mg/l pour la station L3. Ces teneurs moyennes ne dépassent pas les normes d'irrigation 5mg/l.(Les normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation **S.E.E.E, 2007).**

24. Les Bicarbonates:

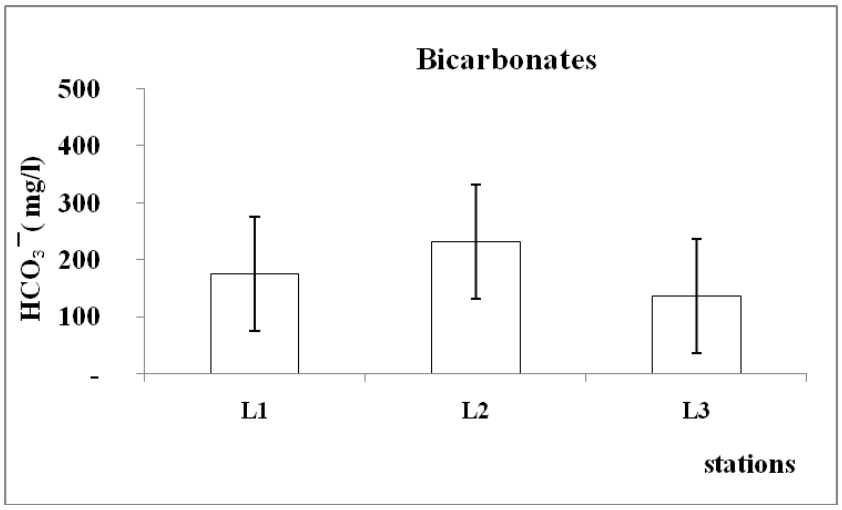


Figure IV-24: Variations des bicarbonates de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

A partir de la figure IV-24 on constate que les bicarbonates dans l'eau sont présentes au niveau des différents points de prélèvement avec des concentrations moyennes variables. A cet effet, la valeur moyenne maximale est atteinte au niveau de la station L2 (231,96mg/l), pour la valeur moyenne au niveau de la station L1 elle est de 175,10mg/l alors que la valeur moyenne minimale de 136,84mg/l celle-ci est enregistrée au niveau de la station L3. Ces teneurs moyennes ne dépassent pas les normes admises pour des eaux d'irrigation (518mg/l). Par ailleurs, les normes algériennes de potabilité ne fixent aucune valeur pour ce paramètre.

25.Demande biochimique en oxygène:

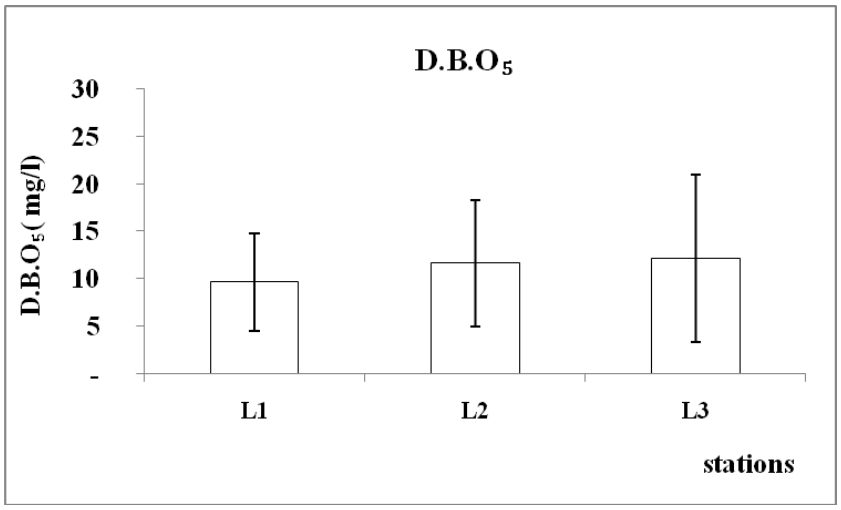


Figure IV-25: Variations de la D.B.O_5 de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

Le tableau IV-1 et la figure IV-25 nous révèlent une différence importante entre les valeurs moyennes de la demande biochimique en oxygène aux différents points de prélèvement de cette étude. A cet effet, la valeur moyenne maximale enregistrée (12,17mg/l) se localise au niveau de la station L3, la station L2 note une valeur moyenne de 11,67mg/l alors que la valeur moyenne minimale est inscrite pour la station L1 (9,67mg/l). Ces valeurs sont élevées une fois comparées à la valeur limite donnée par le journal officiel pour les eaux potable qui est de 7mg/l.

26.Demande chimique on oxygène :

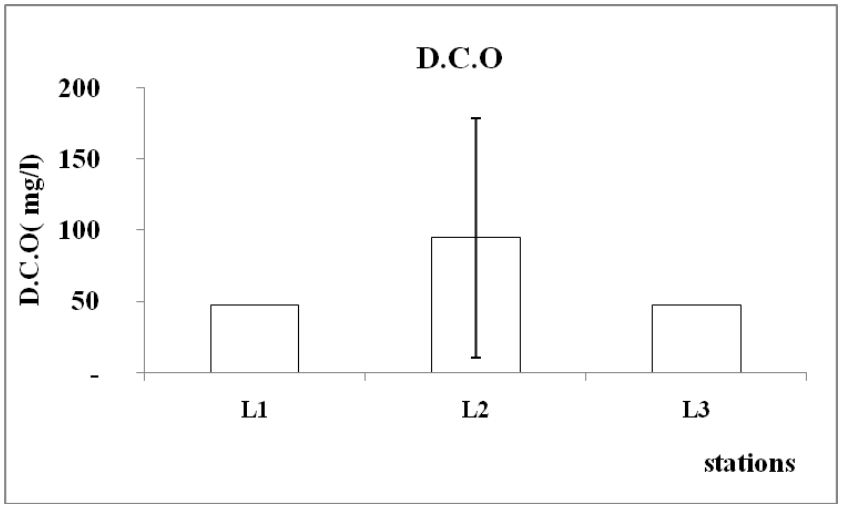


Figure IV-26: Variations de la D.C.O de l'eau du barrage dans les trois stations d'étude.

En comparant les résultats de la demande chimique en oxygène entre les eaux des différentes stations il s'avère que la valeur moyenne la plus élevée est celle enregistrée pour la station L2 (95mg/l) alors que pour les autres stations L1 et L3 une valeur moyenne de 48mg/l est enregistrée pour leurs eaux. Pour ce qui est de la valeur limite donnée par la réglementation algérienne pour ce paramètre celle-ci est de 30mg/l mettant de ce fait nos résultats de DCO en dessus des normes en vigueur (pour les eaux potable).

B- EVOLUTION TEMPORELLE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES:

1. La température de l'air

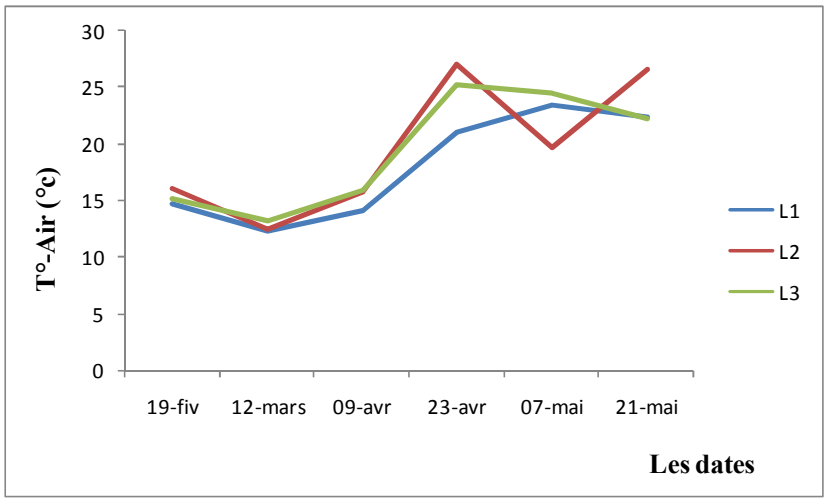


Figure IV-27: Variations temporelles de la température de l'air au niveau des trois stations d'étude.

L'analyse in situ de la température de l'air dans nos sites de prélèvement durant la période d'étude (Figure IV-27); nous a permis d'enregistrer une variation presque identique, une valeur maximale pour le mois d'avril (23avril) et une valeur minimale de 12,3°C enregistrée pour le mois de mars2018.

2. La température de l'eau:

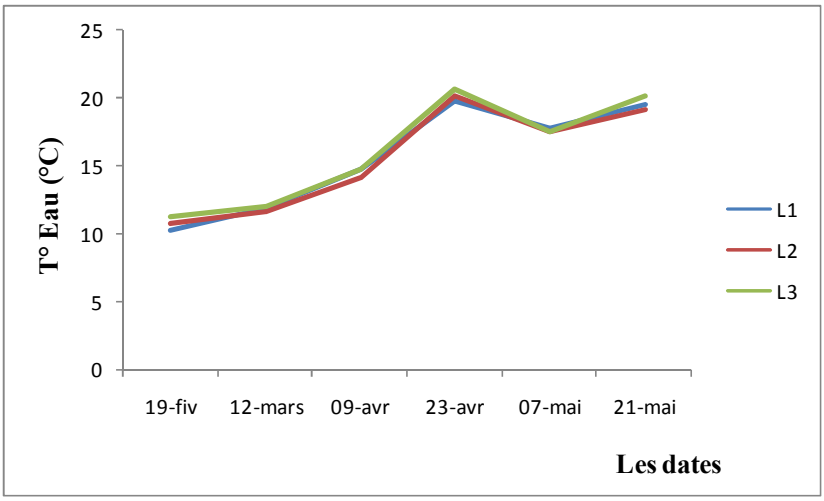


Figure IV-28: Variations temporelles de la température de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

Selon la figure IV-28, les données enregistrées au niveau des trois stations ne présentent pas de grandes différences entre les stations, des valeurs maximales sont enregistrées le mois d'avril (23avril) et des valeurs minimales en mois de février. Ainsi les températures de l'eau enregistrées traduisent une qualité normale à bonne, selon la grille d'appréciation de la qualité des eaux et ne dépassent pas les normes de potabilité (25°C) et les normes d'irrigation (35°C).

3. pH:

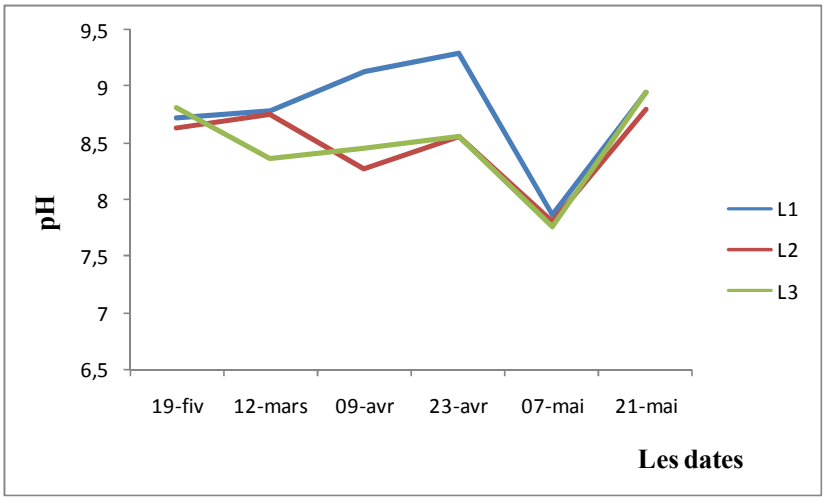


Figure IV-29: Variations temporelles des pH de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

Les valeurs observées (figure IV-29) révèlent que le pH est alcalin à très alcalin au niveau de toutes les stations de barrage Ladrat. On observe que le pH varie presque identique avec une valeur maximale durant le mois 23avril pour L1 mais pour L2 et L3 la valeur maximal marque le mois de (21 mai), les valeurs minimal pour les trois stations enregistré le mois de (7 mai) donc il dépasse légèrement la norme Algérienne de potabilité (pH= 6,5-9) et d'irrigation (6,5-8,4), donc la qualité de l'eau dans la région d'étude est non acceptable pour ce paramètre. Certains auteurs rapportent que les barrages eutrophies ont un pH qui varie entre 5 et 9 et possède une faible transparence **(Seyni, 2006).**

4. La turbidité:

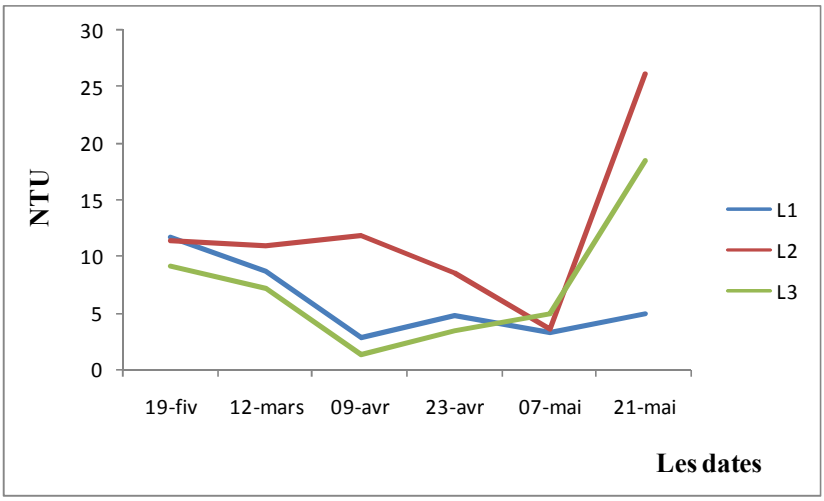


Figure IV-30: Variations temporelles des turbidités de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude .

D'après les résultats obtenus (Figure IV-30), les valeurs enregistre varie de façon différent durant la période d'étude marque par des valeurs maximales pour L1 (11 .7NTU) le mois de février pour L2 (26.1 NTU), L3 (18.4 NTU) durant le mois de (21mai) .donc les résultats dépassent les normes Algérienne de 5 NTU à cause de l'augmentation des matières en suspension, donc la qualité de l'eau dans la région d'étude elle est très mauvaise.

La turbidité elle est élevée surtout en mai parce qu'il y avait beaucoup de précipitations durant toute cette période donc des apports en MES ce qui fait que l'eau est turbide avec les apports et les pluies.

5. La Salinité:

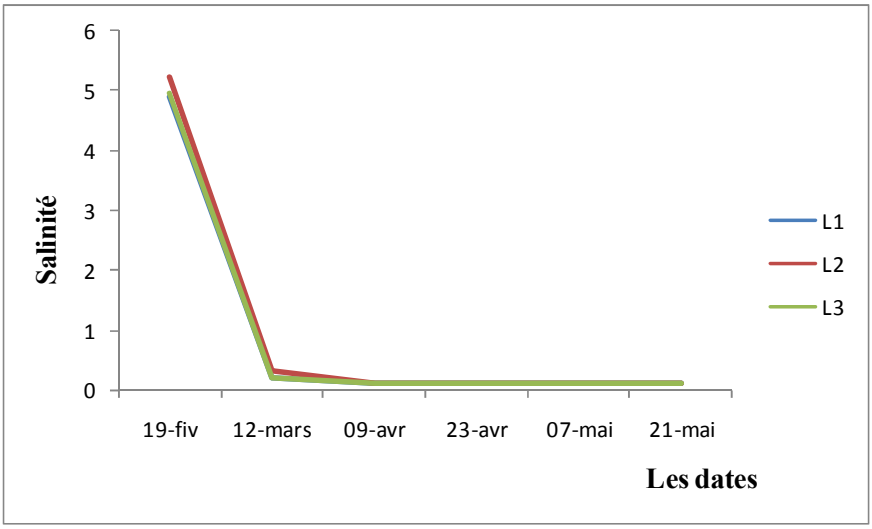


Figure IV-31: Variations temporelles de salinité d'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

D'après la figure IV-31 les résultats obtenue de la salinité enregistre au cours de la période d'étude varient de façon identique, pour les trois stations d'étude marque par des valeurs maximales dans le mois de février, et des valeurs minimales enregistré le mois de avril et mai, donc les valeurs obtenue ne dépasse pas les normes d'irrigation 7680 (mg/l).

6. Les Solides totaux dissous:

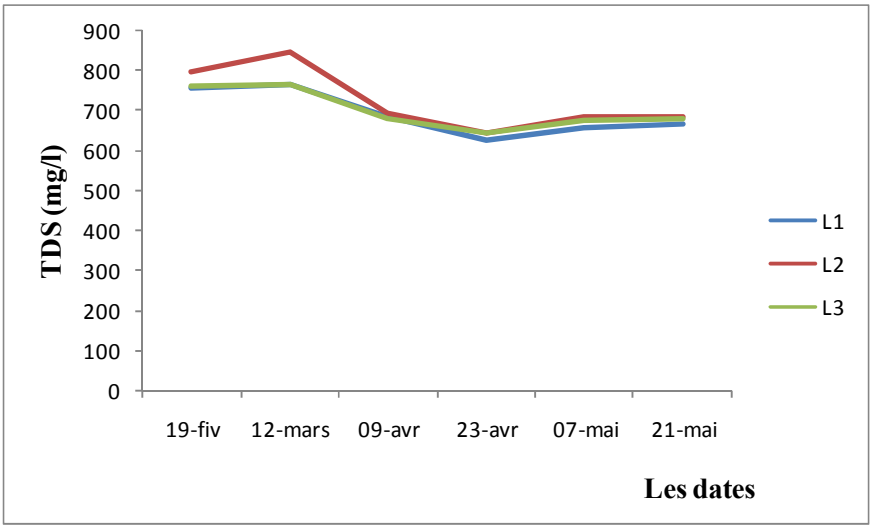


Figure IV-32: Variations temporelles des TDS de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

Selon la figure IV-32, l'évolution des taux des TDS affiche une certaine similarité entre les eaux des stations étudiées, les concentrations des TDS maximales sont enregistrées dans en mois de mars. Pour les concentrations minimales, elles sont enregistrées en mois d'avril (23avril).

7. La conductivité électrique:

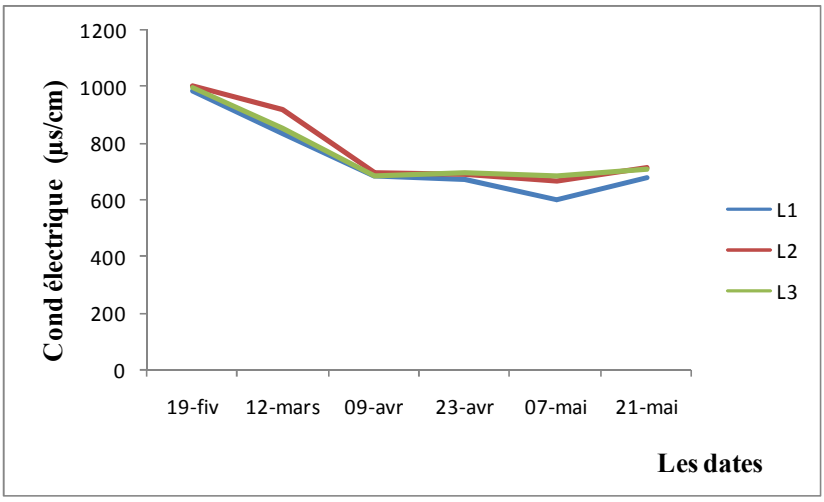


Figure IV-33: Variations temporelles des conductivités électriques de l'eau de barrage au niveau des trois stations d'étude.

D'après la figure IV-33, la conductivité enregistrée durant la période d'étude évolue de façon similaire pour les trois stations avec des valeurs maximales enregistrées le mois de février et des valeurs minimale durant le mois de mai. Toutes les valeurs de la conductivité enregistrées sont inférieures à celle donnée par la norme algérienne de potabilité (2800 µs/cm) et celle d'irrigation 1200 µs/cm d'où la qualité des points d'eau examinés dans la région est acceptable.

8. La dureté totale:

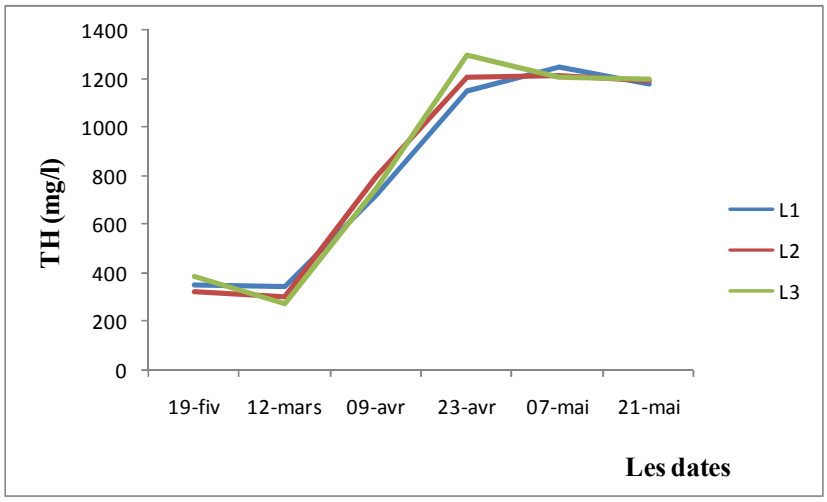


Figure IV-34: Variations temporelles des duretés totales de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

D'après les résultats obtenus Figure IV-34, les valeurs enregistrées du titre hydrométrique affichent des valeurs maximales enregistrées en mois d'avril (23avril) et des valeurs minimales marquées en mois de mars.

9. Le magnésium:

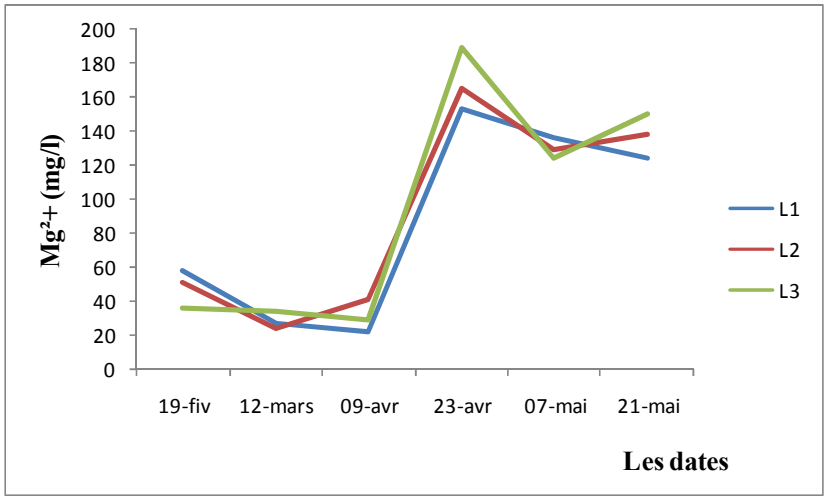


Figure IV-35: Variations temporelles des magnésiums de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

D'après les résultats obtenus pour le magnésium (figure IV-35) il s'avère que les teneurs enregistrées pour cet élément suivent la même évolution durant les dates de ce suivi. A cet effet, les teneurs maximales marqué le mois (23avril) pour les trois stations d'étude et des valeurs minimales enregistre pondant le mois de mars pour L1 L2 pour L3pondant le mois de (9 avril. En outre, ces résultats ne dépassent pas les normes Algériennes qui fixent une valeur de 500 mg/l pour cet élément rendant de ce fait la qualité de nos eaux acceptable.

10.Le calcium:

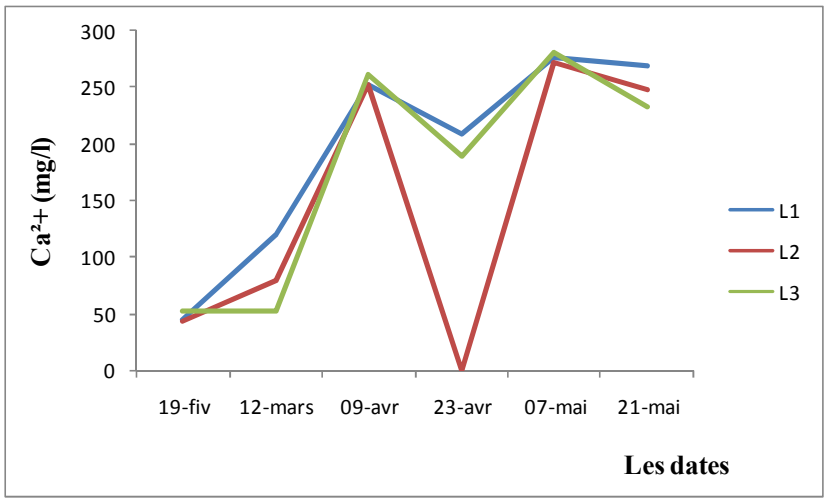


Figure IV-36: Variations temporelles du calcium de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

D'après les résultats obtenus (Figure IV-36) on constate que les concentrations du calcium varient de façon presque similaire pour les valeurs maximales enregistré pondant le mois de (7mai) avec des valeurs minimales enregistré lors de mois de février. Pour les trois stations les valeurs restent toujours inférieures par rapport aux normes Algériennes limitées à 500 mg/l, donc la qualité de l'eau dans la région d'étude elle est acceptable.

11.Les chlorures:

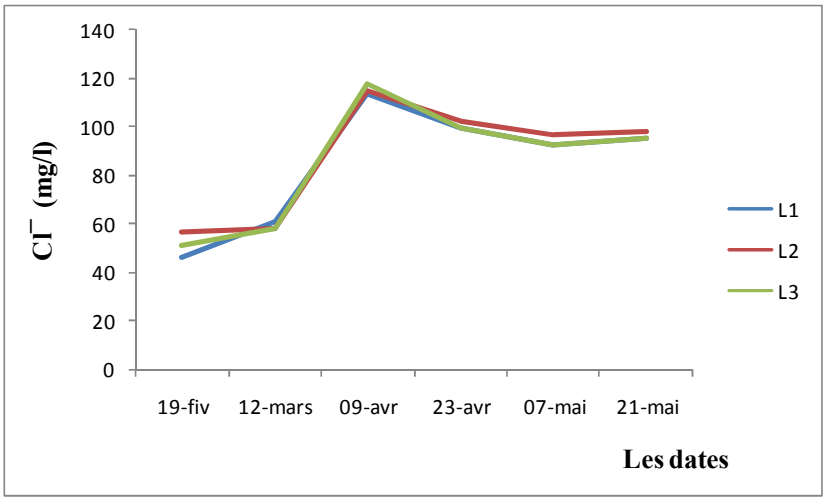


Figure IV-37: Variations temporelles des chlorures de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

Les teneurs des chlorures mesurées durant la période d'étude figure IV-37 varient de façon similaire. Les valeurs maximales sont enregistrées pendant le mois d'avril (9avril) alors que les valeurs minimales sont notées le mois de février pour les trois stations d'étude, cela est dû probablement à l'effet de la dilution des eaux du barrage. Les résultats enregistrés lors de cette étude sont inférieures à la norme de potabilité fixée à 600 mg/l.

12.Titre alcalimétrique complet :

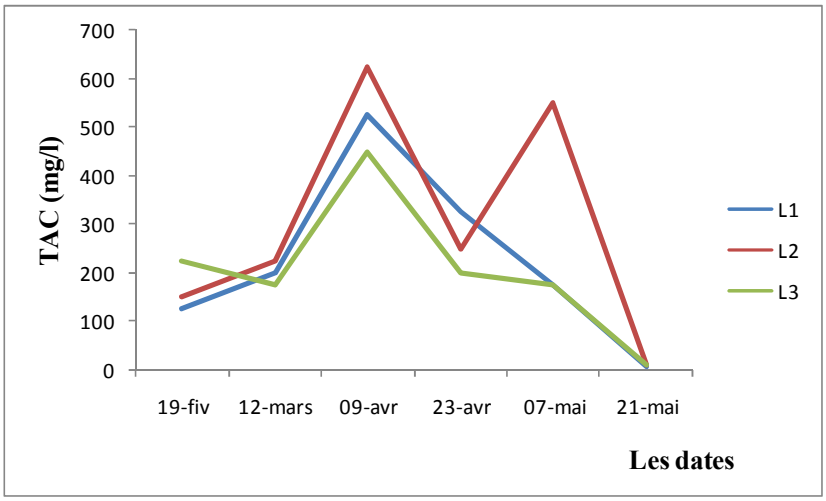


Figure IV-38: Variations temporelles des TAC de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

D'après les résultats obtenus (figure IV-38) les concentrations en TAC de nos eaux varient de façon presque proche des valeurs maximales enregistrées en mois

d'avril (9avril) pour les trois stations et des valeurs minimales enregistrées le mois de mai. Par ailleurs, certaines valeurs obtenues dépassent la valeur attribuée à ce paramètre limitée dans la norme Algérienne à 500 mg/l.

13.La matière organique:

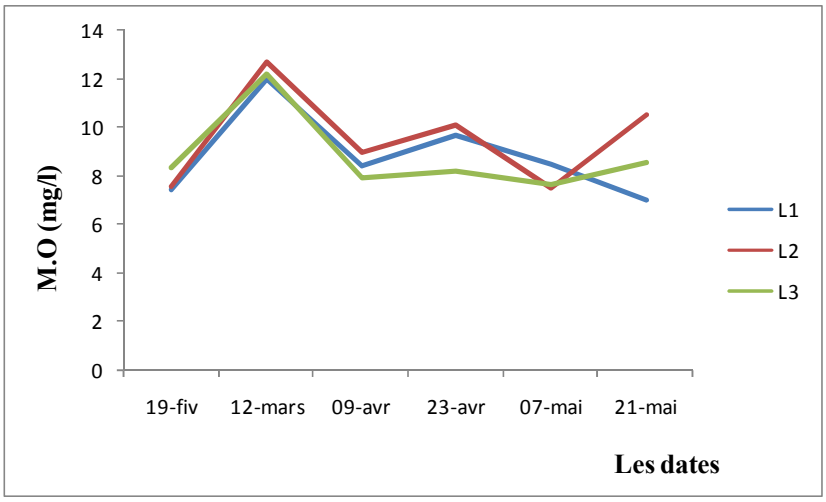


Figure IV-39: Variations temporelles de la matière organique de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

Les teneurs en matières organiques présentes dans l'eau analysée varient de façon presque similaire pour nos stations (figure IV-39), les valeurs maximales sont enregistrées en mois de mars et les valeurs minimales en mois de février.

14.Les nitrites:

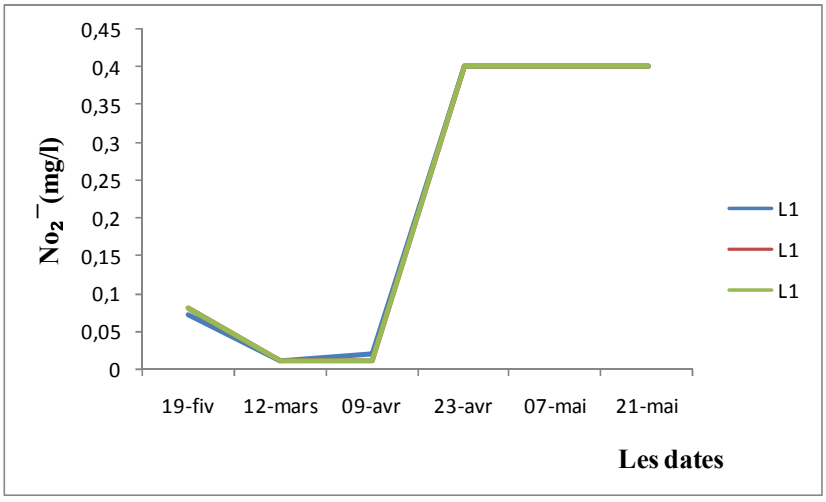


Figure IV-40: Variations temporelles des nitrites de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

Les valeurs des teneurs en nitrite varient de façon similaire (Figure IV-40). Toutes fois dans les trois stations étudiées, les valeurs maximales sont enregistrées le 23avril et le 21mai alors que les valeurs minimales pendant le mois de mars.

15.L'ammonium:

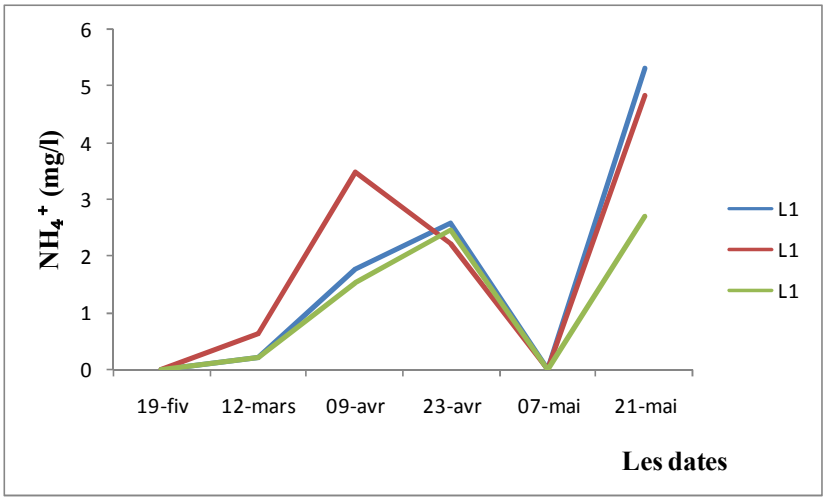


Figure IV-41: Variations temporelles d'ammonium de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

Pour l'ammonium (figure IV-41), ce paramètre varie de façon presque identique au niveau de toutes les stations. Il présente des teneurs maximales enregistrées le 21mai et des teneurs minimales marquées en mois de février et le 7mai. Les pics de concentrations enregistrés en mois d'avril sont relativement élevés mais les pics les plus élevés restent ceux enregistrés lors de la sortie du 21/05/2018. Certains de nos résultats enregistrés dépassent la norme de potabilité pour cet élément qui est de 4mg/l.

16.Les nitrates:

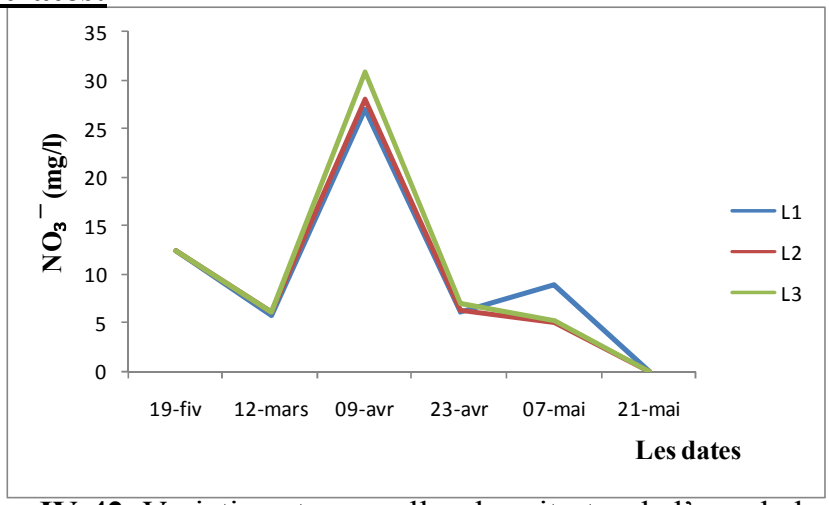


Figure IV-42: Variations temporelles des nitrates de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

Les concentrations des nitrates enregistrées lors de cette étude Figure IV-42 varie de façon presque identique pour les trois stations d'étude marquées par des valeurs maximales pendant le mois de d'avril (9 avril) les apports en nitrates pourraient être liés au lessivage des sols agricoles en amont du bassin versant. Les valeurs minimales, quant à elles, sont notées en mois de mai (21 mai).

Dans les réservoirs d'eau les NO_3^- contribuent à plus de 90% de l'azote inorganique et la source diffuse d'azote est d'origine agricole **(Djebri, 1996).** Si les teneurs en nitrates dépassent 1,5 mg/L, il y a probablement eu lessivage de terres agricoles ou déversement d'eaux usées communales **(Liechti ,2010).**

17.Les phosphates:

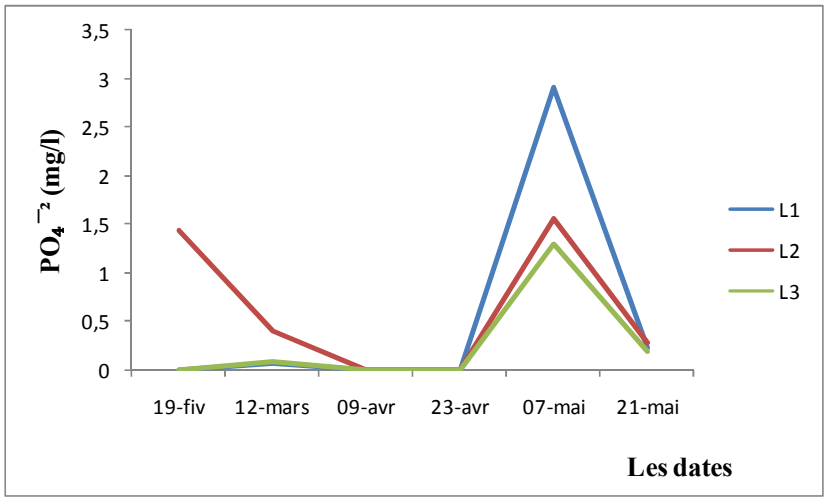


Figure IV-43: Variations temporelles des phosphates de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

Les concentrations du phosphate (figure IV-43) varient de façon presque identique pour les trois stations d'étude. Pour les teneurs les plus élevées sont mesurées en mois de mai (7 mai), Cette augmentation de la concentration du phosphate au niveau des eaux du barrage Ladrat en cette période est due à l'augmentation des composés organiques dans l'eau. Pour les teneurs inferieures, celles-ci sont relevées pendant le mois d'avril (9avril).

18.Les sulfates:

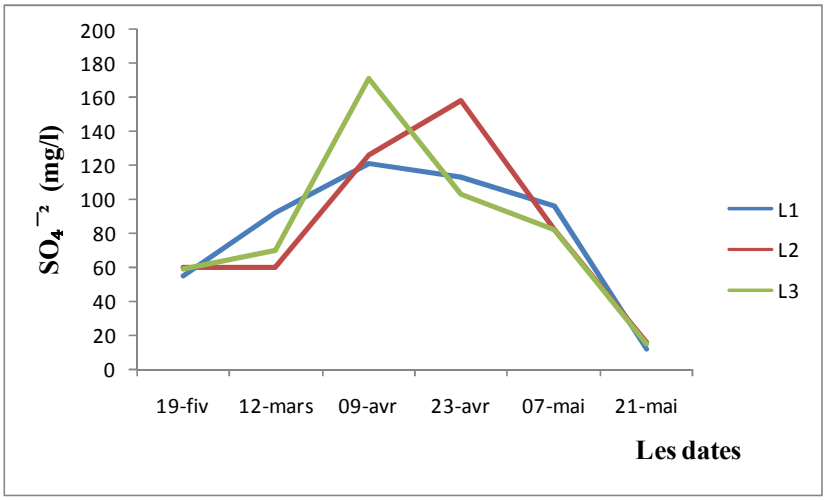


Figure IV-44: Variations temporelles des sulfates de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude

Selon la figure IV-44 les concentrations des sulfates sont fluctuent de façon presque similaire pour les trois stations d'étude. Les valeurs maximales enregistrées généralement en mois d'avril (09et23avril) et les valeurs minimales en mois de mai (21mai). Les teneurs enregistrées pendant toute la période d'étude ne dépassent pas la norme d'irrigation (250 mg/l) et celle de potabilité (400 mg/l).

19.Le sodium:

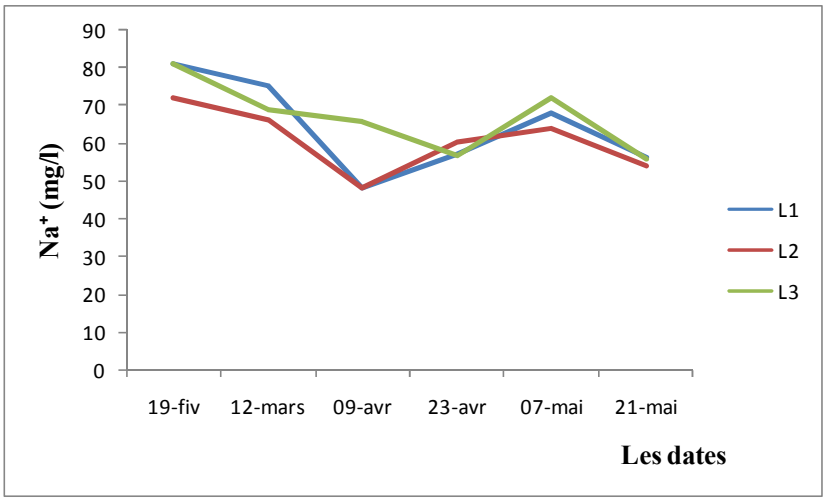


Figure IV-45: Variations temporelles du sodium de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

Selon figure IV-45, les concentrations enregistrées varient de façon similaire. Les valeurs maximales enregistrées le mois de février et les valeurs minimales enregistrées le mois d'avril (9avril).

20.Le potassium:

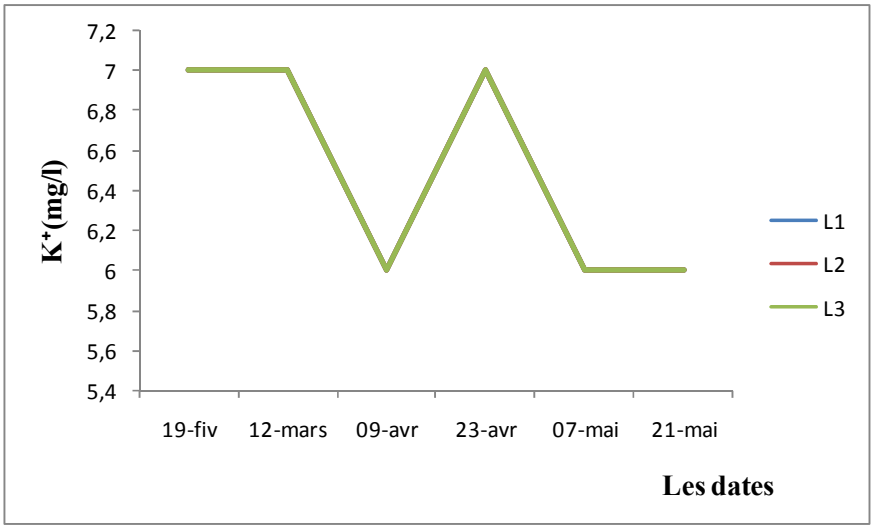


Figure IV-46: Variations temporelles du potassium de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

Les concentrations du potassium illustrées sur la figure IV-46 montrent des variations similaires pour les trois stations au cours de la période d'étude. Les résultats obtenus sont marquées par des valeurs maximales le mois de février et le 23avril et des valeurs minimales enregistrées le mois d'avril (9avril) et le mois de mai.

21.Le manganèse:

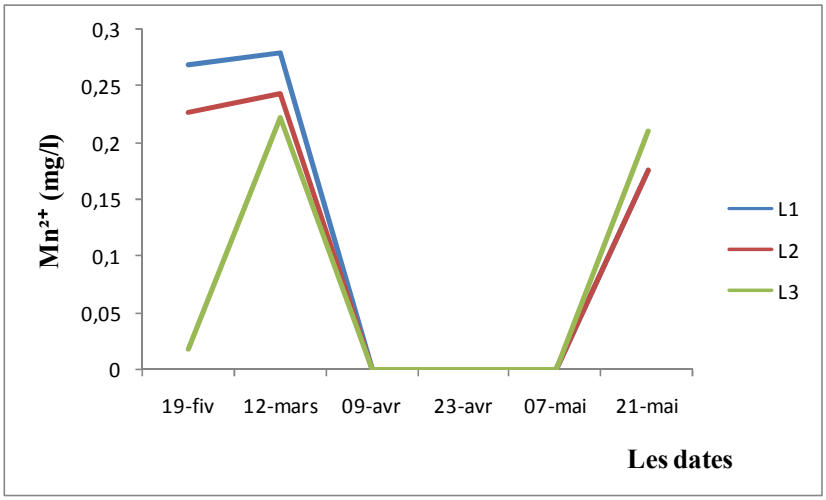


Figure IV-47: Variations temporelles du manganèse de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

Les teneurs en manganèse enregistrées varient de façon presque identique pour les trois stations d'étude les valeurs maximales enregistrées le mois de mars (12mars) et pour les valeurs minimales, elles sont relevées le mois d'avril et mai (7mai). Ces

teneurs dépassent les normes d'irrigation (0,2mg/l) ce qui permet de classer ces eaux dans un état de mauvaise qualité pour cet élément.

22.Le fer:

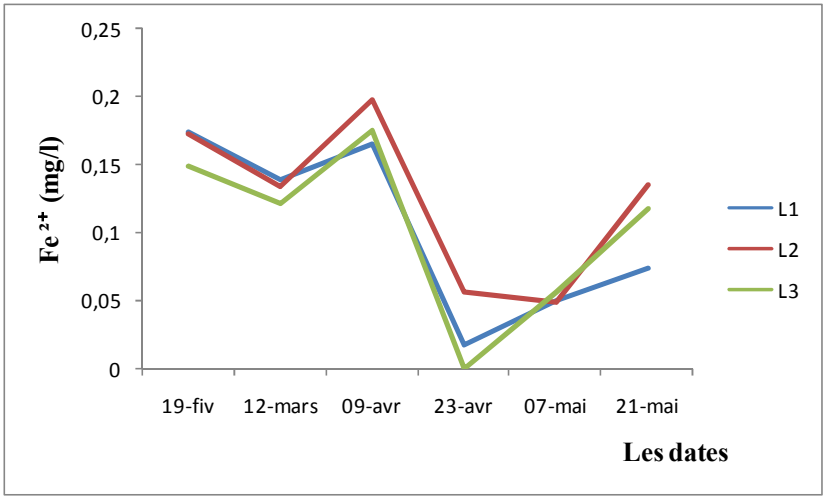


Figure IV-48: Variations temporelles de fer de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

D'après la figure IV-48 les résultats en fer obtenus varient de manière similaire pour les trois stations. Les teneurs maximales sont inscrites le mois d'avril (9avril). Par ailleurs, les teneurs minimales sont obtenues le mois d'avril (23avril) pour L1, L3 et pour L2 marque le mois de (7mai). Au cours de cette étude, les échantillons d'eau ont une teneur en fer inférieure à la norme d'irrigation qui est de 5mg/l.

23.Aluminium :

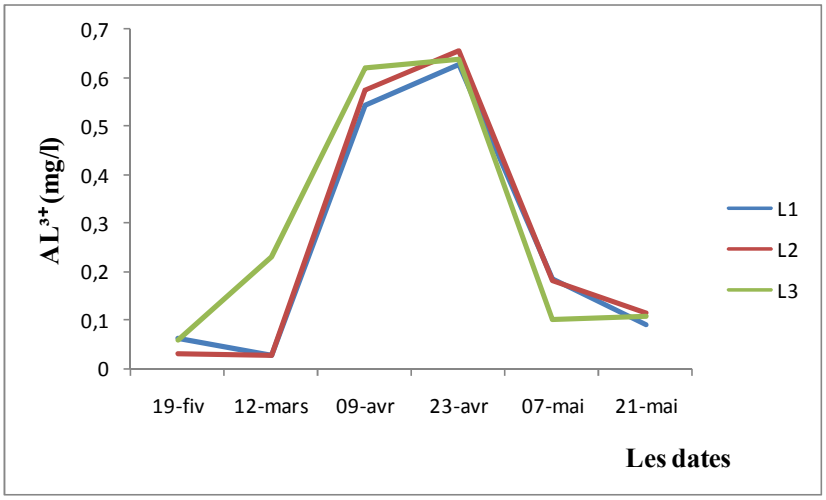


Figure IV-49: Variations temporelles d'aluminium de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

Selon la figure IV-49, l'aluminum varie de facon presque similaire pour nos stations. Les valeurs maximales enregistrées le mois d'avril (23avril) et les valeurs minimales sont enregistrées le mois de février pour L1, L2 et en mai (21mai) pour L3.

24.Les bicarbonates:

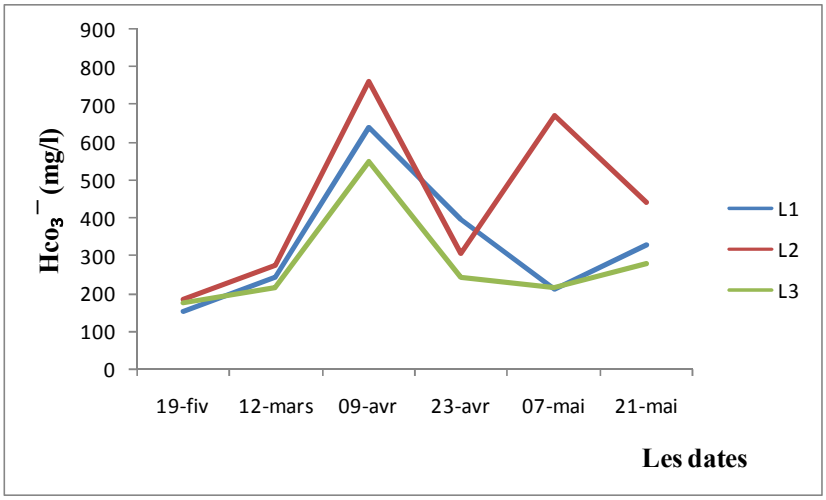


Figure IV-50: Variations temporelles des bicarbonates de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

Pour les bicarbonates (figure IV-50) on a enregistré des valeurs variant de façon presque identique pour nos stations d'étude. Les valeurs maximales sont marquées le mois d'avril (9avril) et les valeurs minimales sont enregistrées le mois de février pour les trois stations d'étude. Ces résultats dépassent les normes d'irrigation (518mg/l). Pour les normes algériennes, elles ne fixent aucune valeur pour ce paramètre puisque quelle que soit les teneurs en bicarbonates la potabilité n'est pas affectée.

25.D.B.O_5 :

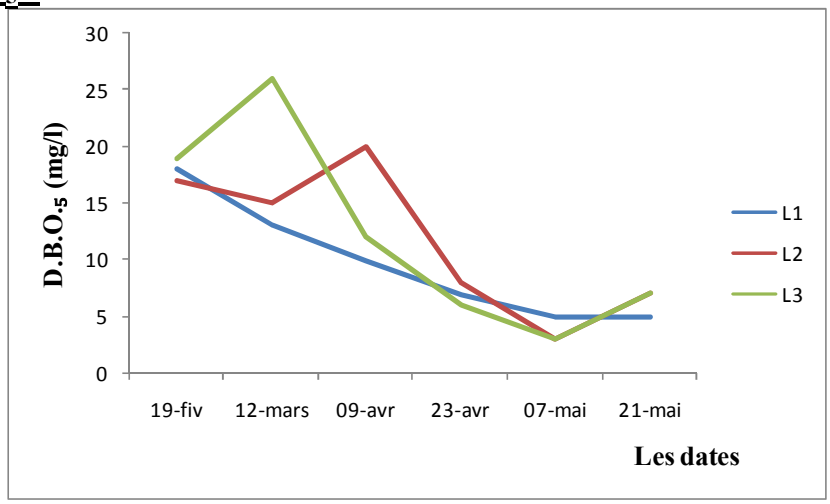


Figure IV-51: Variations temporelles des D.B.O_5 de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

Les résultats obtenus pour la DBO_5 fluctuent de façon presque similaire montrant une diminution de DBO_5 de l'eau de barrage Ladrat au cours des dates de prélèvement (figure IV-51). Ces résultats sont marqués par des valeurs maximales durant le mois de février pour L1 L2 et pour L3 pendant le mois de mars et des valeurs minimales enregistrées pendant le mois de mai (7 mai) . Les résultats obtenus montrent également que les teneurs obtenues dépassent la norme Algérienne pour ce paramètre fixée pour la DBO_5 à 7 mg/l à cause des eaux usées brutes riches en matières organiques et en substances nutritives provenant probablement des agglomérations urbaines avoisinantes du barrage.

26.D.C.O:



Figure IV-52: Variations temporelles des D.C.O de l'eau du barrage au niveau des trois stations d'étude.

En examinant la figure IV-52 il se monstre que les valeurs de la D.C.O enregistrées varient de façon presque identique pour les trois stations d'étude. Les valeurs maximales sont enregistrées le mois d'avril (9avril) et les valeurs minimales sont enregistrées le mois de février pour L1 L2, et L3 dans le mois de mai (21mai).

III- COMPARAISON AVEC LES RESULTATS DE QUELQUES TRAVAUX ANTERIEURS

Le tableau IV-2 représente une synthèse des résultats de l'étude présente comparés à d'autres résultats provenant d'études réalisées sur des barrages algériens. Nos valeurs indiquées sur le tableau représentent la moyenne entre les résultats des trois stations retenues (L_1, L_2, L_3).

Tableau IV-2: Comparaison entre les résultats de l'étude présente avec ceux d'autres barrages en Algérie.

	Barrage Djorf-Torba, Bechar (Hamed, Guettache, Bouamer, 2012)	**Barrage Béni Haroun-Constantine (Barkat, 2016)**	**Barrage Ouled Mellouk, Ain Defla (Ben attallah et Daoudi, 2017)**	**Barrage Bouroumi. Ain Defla (Kerfah et Bahloul, 2017)**	**Barrage Ladrat-Médéa (Touili et Saifi, 2018)**
T d'air (°C)	/	/	/	/	19.01
T de l'eau (°C)	16,15	16,43	12,59	18,16	15,76
pH	8,24	7,6	8,32	8,11	8,58
Turbidité (NTU)	17,86	/	18,05	clair	8,52
Salinité (mg/l)	0,88	/	0,61	/	0,94
TDS (ppm)	784,36	/	/	/	706,72
C E (µs/cm)	1415,31	1204,29	1226,5	1260,53	762,94
TH (mg/l)	/	/	/	42,33	834,05
Mg^{2+} (mg/l)	/	/	32,22	37,25	90,75
Ca^{2+} (mg/l)	/	/	94,5	95,16	189,34
Cl^- (mg/l)	/	120,71	169,73	91,94	0,27
TAC	/	/	/	/	244,5
M,O (mg/l)	/	/	3,41	4,32	9,12
NO_2^- (mg/l)	/	0,02	0,037	0,27	0,22
NH_4^+ (mg/l)	/	0,12	0,029	0,10	1,55
NO_3^- (mg/l)	/	6,43	4,74	0,25	9,98
$PO_{4^{-2}}$ (mg/l)	/	0,004	/	0,03	0,47
SO_4 (mg/l)	/	284,86	202,48	345,08	83,05
Na^+ (mg/l)	/	/	/	/	63,89
K^+ (mg/l)	/	/	/	/	6,5
Mn^{2+} (mg/l)	/	/	0,012	/	0,10
Fe^{3+} (mg/l)	/	/	/	/	0,10
Al (mg/l)	/	/	/	/	0,27
HCO^{3-} (mg/l)	/	/	/	20,33	181,3
DBO_5 (mg/l)	/	2,29	/	2,83	11,17
DCO (mg/l)	/	34,85	/	17,75	63,66

En examinant les résultats présentés sur le tableau IV-2, il se montre que nos eaux superficielles prélevées présentent des températures moyennes (15,76°C) supérieures aux eaux de barrage Ouled Mellouk (12,59°C) mais ces températures restent comme même inférieures aux eaux des autres barrages considérés lors de cette comparaison. Les eaux de barrage Ladrat sont alcalines avec un pHmoyen de 8,58 par rapport aux eaux de Beni Haroun (Constantine) qui sont plus ou moins neutres (7,6).

Pour la turbidité, il se montre que nos eaux de barrage Ladrat (8,52 NTU) sont moins claires que les eaux de barrage Bouroumi mais par contre ces eaux sont moins turbides que les eaux de barrage Djorf Torba (Béchar) et Ouled Mellouk (Aïn Defla) respectivement avec 17,86 e 18,05 NTU enregistrés.

Concernant la salinité, il s'avère que les eaux de barrage Ladrat sont les plus salées notant une valeur de 0,94mg/l par rapport aux eaux de barrage Djorf-Torba et barrage Ouled Mellouk. On remarque aussi que la quantité des solides totaux dissous au barrage Ladrat (706,72ppm) est inférieure que la quantité enregistrée au niveau de barrage Djorf-Torba avec une valeur de (784,36ppm).

Nos eaux étudiées notent une conductivité électrique minimale avec une valeur de 762,94µs/cm par rapport aux eaux des autres barrages de cette comparaison. La valeur de TH est beaucoup plus élevée 834,05 mg/l pour les eaux de Ladrat une fois comparé à celle relative aux de barrage Bouroumi (Ain Defla) enregistrant une moyenne de 42,33mg/l.

Pour ce qui est du Manganèse, on constate que les eaux des deux barrages de Ain Defla Ouled Mellouk et Bouroumi ont une valeur trois fois moins importante (32,22 et 37,25mg/l) que celle obtenue au niveau de barrage Ladrat (90,75mg/l). Cependant, la valeur obtenue pour le Calcium est deux fois plus importantes pour les eaux de Ladrat (189,34mg/l) par rapport à celles obtenues pour les eaux des barrages de Ain Defla (94,5 et 95,16mg/l).

Pour les teneurs en chlorures on remarque une grande variation dans les moyennes de ce paramètre entre les eaux des différents barrages comparés, la valeur enregistrée pour barrage Ladrat (0,27 mg/l) est la plus faible, alors que la valeur obtenue pour barrage Ouled Mellouk est la plus élevée (169,73mg/l) pour les chlorures. Quant à la charge en matières organiques des eaux, celle-ci est plus

importante au niveau de barrage Ladrat (9,12 mg/l) par rapport au barrage Bouroumi (4,32 mg/l) ou bien au barrage de Béni-Haroun (3,41 mg/l).

Les résultats du tableau de comparaison montre que les eaux de barrage Ladrat contiennent des quantités moyennes en nitrites (0,22mg/l) supérieures aux quantités trouvées au niveau du barrage de Béni-Haroun (0,02mg/l) et inferieures par rapport à ceux des barrages Bouroumi et Oueld Mellouk. Par ailleurs, la valeur d'ammonium enregistrée au niveau de barrage Ladrat (1,55 mg/l) est la plus élevée par rapport aux valeurs obtenues pour les autres barrages de cette comparaison. Les nitrates au niveau des eaux de barrage Ladrat avec une teneur de 9,98 mg/l sont aussi les plus élevées comparées à ceux des autres barrages algériens. En outre, on observe que la teneur la plus faible en phosphates est celle enregistrée au barrage de Béni-Haroun (0,004 mg/l), une valeur moyenne de 0,03 mg/l est enregistrée au niveau du barrage Bouroumi alors que la teneur la plus élevée en phosphates se localise au niveau de Ladrat (0,47mg/l).

La quantité des sulfates enregistrée pour les eaux de barrage Ladrat 83.05 mg/l est minimale lorsqu'elle est comparée avec la valeur moyenne pour les eaux de barrage Ouled Mellouk (202,48 mg/l) ou bien avec la valeur moyenne obtenue pour les eaux de barrage Béni-Haroun (284,86 mg/l) et barrage Bouroumi (345,08 mg/l). Concernant le manganèse on remarque que sa concentration moyenne enregistrée pour les eaux de Ladrat (0,1mg/l) sont dix fois plus supérieure par rapport à celle enregistrée pour les eaux de barrage Ouled Mellouk (0,012mg/l). La quantité des bicarbonates enregistrée est également très élevée au niveau du barrage Ladrat (181,3 mg/l) comparée à la quantité obtenue au niveau de barrage Bouroumi (20,33mg/l).

La plus forte valeur de la demande biologique en oxygène (DBO_5) est inscrite au niveau de barrage Ladrat (11,17 mg/l) pour les valeurs obtenues pour les eaux des autres barrages sont très faibles jusqu'à cinq fois moins importantes que ces derniers respectivement au niveau du barrage Bouroumi (2,83mg/l) et au niveau du barrage Béni-Haroun (2,29mg/l). Aussi on observe que la valeur moyenne maximale de la demande chimique en oxygène (DCO) enregistrée au niveau de barrage Ladrat est la plus élevée avec 63,66 mg/l par rapport à celle notée au niveau de barrage Béni-Haroun (34,85 mg/l) et à la valeur enregistrée au niveau de barrage Bouroumi (17,75 mg/l).

Conclusion Générale

CONCLUSION GENERALE

Pour conclure, le travail entrepris dans le cadre de ce projet est une contribution à l'étude de la qualité des eaux de barrage Ladrat se localisant sur le territoire de la wilaya de Médéa. Le but de notre étude était de suivre l'évolution de la qualité physicochimique de l'eau de ce barrage en analysant 26 paramètres sur une période de six mois à partir du mois de février 2018 jusqu'au mois de mai2018. A cet effet, il convient de rappeler que ce barrage est l'un des principaux barrages de la wilaya. Il est destiné à l'irrigation d'une superficie équipée totale de 480 ha. Le nombre d'agriculteurs officiellement bénéficiaires de l'eau du barrage était de 290 en 2010 d'où l'intérêt d'un suivi régulier de la qualité physicochimique de ces eaux pour la région.

Les résultats des différentes analyses physico-chimiques effectuées sur l'eau superficielle prélevée au niveau de trois stations (L_1, L_2, L_3) montrent que cette dernière est caractérisée par une température d'eau inférieure à 25°C.

Nos eaux présentent un pH alcalin entre 8,47 et 8,79 cette dernière valeur est obtenue pour les eaux provenant de la station L_1. Ces valeurs, au fait, dépassent légèrement les normes algériennes de potabilité (6.5-9)

Les valeurs moyennes obtenues pour la conductivité électrique se situent entre 740,67 et 780,33µs/cm valeur maximale enregistrée au niveau de L_2. Pour ce paramètre les résultats obtenus restent en dessous de la norme de potabilité et d'irrigation pour ce paramètre. (2800 µs/cm pour la potabilité et12 ms/cm pour l'irrigation).

Lors de cette étude la salinité enregistrée entre 0,92 mg/l (L_1) et 0,99mg/l (L_2) ne dépasse pas la valeur de la norme admise pour des eaux destinées à l'irrigation (5,24 mg/l).

Par ailleurs, les échantillons d'eaux prélevés présentent une turbidité variable durant la période de suivi, les valeurs moyennes sont comprises entre 6,07 NTU (L_1) et 12,08 NTU (L_2). (cette valeur indique pas par les norme d'irrigation ou de potabilité)

La moyenne maximale en TDS obtenue pour cette étude est de 725,83mg/l et se situe au niveau des eaux de la station L_2. Pour les autres valeurs moyennes elles se situent autour de 700mg/l. (cette valeur indique pas par les norme d'irrigation ou de potabilité)

Pour le titre hydrométrique nos teneurs moyennes sont très proches et la valeur moyenne la plus élevée est celle inscrite pour les eaux provenant de L_3 (851,67mg/l). (cette valeur indique pas par les norme d'irrigation ou de potabilité)

Les teneurs en chlorures se situent lors de cette étude entre 84,54 et 87,78mg/l, cette teneur relevée est trouvée au niveau des eaux de la station L2. Ces teneurs moyennes ne dépassent pas les normes de potabilité(600mg/l).

Pour le magnésium, la concentration moyenne enregistrée est maximale pour la station L_3 (93,99mg/l) alors qu'elle est minimale pour la station L_1 (280,56 mg/l). (cette valeur indique pas par les norme d'irrigation ou de potabilité)

Pour le calcium, la concentration moyenne 195,07mg/l est la plus élevée durant cette étude, celle-ci est enregistrée respectivement au niveau des eaux de L_1 et L_2.

(cette valeur indique pas par les norme d'irrigation ou de potabilité)

La teneur en titre alcalimétrique complet est de 301,75 mg/l, valeur inscrite pour les eaux de la station L2 alors que pour les autres stations les valeurs moyennes sont respectivement de 205,58 et 226,17mg/l pour L_3 et L_1. (cette valeur indique pas par les norme d'irrigation ou de potabilité)

La matière organique ne dépasse pas une moyenne de 9,75 mg/l valeur maximale relative aux eaux de la station L_2. Pour les eaux des autres stations ils se situent à 8,83mg/l pour L_1 et 8,78mg/l pour L_3. (cette valeur indique pas par les norme d'irrigation ou de potabilité)

Les teneurs en nitrites sont identiques pour les eaux des trois stations avec une teneur moyenne de 0,22mg/l (cette valeur indique pas par les norme d'irrigation ou de potabilité)

Les nitrates enregistrés atteignent la moyenne maximale de 10,27 mg/l au niveau de L3.pour les eaux des autres stations elles sont de 10mg/l (L_1) et 10,27mg/l (L_3) (cette valeur indique pas par les norme d'irrigation ou de potabilité)

L'ammonium dépasse légèrement les normes de potabilité (4mg/l), les valeurs moyennes enregistrées se situent entre 1,15mg/l (L_3) et 1,86mg/l (L_2).

Les phosphates enregistrées durant cette étude se situent entre une moyenne de 0,26 mg/l (L3) et 0,61mg/l (L2). (cette valeur indique pas par les norme d'irrigation ou de potabilité)

Quant aux sulfates enregistrés les moyennes obtenues sont partout supérieurs à 80mg/l et atteignent 83,83mg/l au niveau de L_2. Ces valeurs ne dépassent pas les normes d'irrigation (250mg/l).

Le sodium est plus concentré (66,83mg/l) au niveau de la station L_3 et il est légèrement moins au niveau des autres stations. (cette valeur indique pas par les norme d'irrigation ou de potabilité)

Le potassium enregistre des teneurs moyennes identiques faibles qui ne dépassent pas 6,50mg/l. (cette valeur indique pas par les norme d'irrigation ou de potabilité)

Le manganèse atteigne une valeur moyenne de 0,12mg/l au niveau de L_1 alors que les bicarbonates atteignent leur maximum de 231,96mg/l au niveau de L_2. Ces valeurs dépassent légèrement les normes d'irrigation pour ces deux éléments (0.2mg/l).

Le fer et aluminium dans nos eaux ne dépassent pas les normes d'irrigation respectivement de (5mg/l pour aluminium). La teneur moyenne la plus importante en fer se situe au niveau de L_2 (0,12mg/l), alors que la teneur moyenne la plus élevée en aluminium est inscrite au niveau de L_3 (0,29mg/l).

La $D.B.O_5$ moyenne enregistrée est maximale au niveau de la station L_3 (12,17mg/l) alors qu'elle est plus faible (9,67mg/l) au niveau de L_1. Quant à la D.C.O, celle-ci est plus importante par sa moyenne au niveau de L_2 (95mg/l) par rapport aux stations L1 et L3 (48mg/l). Généralement, les moyennes enregistrées de la $D.B.O_5$ et de la D.C.O dépassent les normes de potabilité (7 mg/l O_2).

A travers ces résultats on constate que la majorité des paramètres physico-chimiques étudiés répondent aux normes algériennes de potabilité et celles d'irrigation. Cependant, certains paramètres comme que la turbidité et la $D.B.O_5$ la D.C.O et les bicarbonates dépassent les normes ce qui laisse dire que l'eau de barrage

Ladrat est de qualité physico-chimique acceptable. L'eau de barrage Ladrat est loin de la pollution qui peut être générée que ce soit par les rejets directs et les déchets industriels ou par les eaux usées domestiques. A l'issu de cette contribution, nous proposons dans nos perspectives:

- Elargir le suivi des paramètres physico-chimiques d'eau déjà étudiés au cours de cette contribution ainsi que d'autres comme les métaux lourds sur le temps et l'espace (autres points de prélèvement) pour alimenter une banque de données permettant d'évaluer l'évolution de la qualité des eaux de ce barrage.
- Conception d'un réseau d'assainissement pour l'évacuation des eaux usées provenant des localités avoisinantes.
- L'évaluation de la qualité biologique des eaux de barrage Ladrat à travers une étude microbiologique, on peut également proposer une étude de la faune et de la flore aquatique.
- Renforcer le suivi et le contrôle des activités anthropiques autour du barrage notamment ceux responsables des rejets qui peuvent atteindre les eaux de ce barrage.
- Sensibilisation de la population autour du barrage vis-à-vis des problèmes liés à la pollution des barrages.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABDESSELEM A., 1999. Suivi de la qualité microbiologique et physico-chimique de trois serres alimentant la région de Tlemcen. Mémoire d'ingénieur. Institut de Biologie. Université de Tlemcen, pp 2-18.

AISSAOUI A., 2013. Evaluation du niveau de contamination des eaux de barrage Hammam Grouz de la région d'Oued Athmania (Wilaya de Mila) par les activités agricoles. Mémoire de Magister en biologie Université Mouloud Mammeri de Tizi ouzou

ALIZIEU C., 1989. L'eau milieu de culture. In aquaculture. 2ème Ed. Tec & Doc, Tome 1, édition C.N.E.X.O, France. 395p.

AMINOT A. ET CHAUSSEPIED M., 1983. Manuels d'analyses chimiques en milieu marin. 993p.

ANONYME 1, 2018. Le cycle de l'eau, CE2 MIRI école de MATAIREA. French ACF. 1. QUALITE DE L'EAU .DOC. (Consulté en 2018).

ANONYME 2, 2018. http://www.andi.dz/PDF/monographies/MEDEA.pdf (consulté en 2018).

ANONYME 3, 2018. https://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_barrages_en_Alg.(consulté en 2018).

BADANI S., LAOUADJI M., 2017. Contribution à l'élaboration de la carte de végétation de la forêt d'oued Chair – Berrouaghia - Wilaya de Médéa par le système d'information géographique (SIG). Mémoire de master Université de Médéa.

BARKAT K., 2016. Suivi de la qualité physico-chimique des eaux du Barrage Béni Haroun. Mémoire de Master Université des frères Mentouri Constantine.

BENATTALLAH H., DAOUDI M., 2017. Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux du barrage Ouled Mellouk W.Ain Defla. Mémoire de master

BENSAID A.,2006. SIG et télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une zone aride (le cas de wilaya Naama-Algérie) .Thèse de Doctorat en géographique. Université Es.Senia Oran. 325p.

BELOUAHEM ABED D., 2012. Etude écologique des peuplements forestiers des zones humides dans les région de Skikda, Annaba et El Taref (Nord-Est Algérien). Option : Ecologie et Environnement. 27-32p

BERN F., JEAN C., 1991. Traitement des eaux, Edition TCHNIP, 306p.

BERTRAND G., 2008. Utiliser l'eau de pluie, Editions Eyrolles,130p.

BOEGLIN J., 2001. Propriétés des eaux naturelles. Technique d'ingénieur, traité environnement**.**

BOUALEM R., 2009. Contribution à l'étude de la qualité des eaux des Barrages, Article de recherche, pp 20-33.

BOUDJELAL, DJOUDI H. ,2008. Pollution de l'oued Boussellem par les eaux usées urbaines et industrielle et impact de leur utilisation dans l'irrigation. Mémoire d'ingénieur pathologie des écosystèmes. Université de Sétif. pp 6-13.

BOULESNAM F.Z., BOUFATAH K. , 2015. Analyse et traitement d'un glissement de terrain sur la RN n°64/PK 47+200, El Oumaria (MEDEA).

BOUSSEBOUA H., 2005. Eléments de microbiologie. 2ème édition, Campus-Club, Algérie.

BOUZAINI M., 2000. L'eau de la pénurie maladie. Ed. I BN-KHALDOUN., Oran: 59-64. Bureau d'étude et de réalisation des ouvrages U.R.T.O, PADV de Hassi Ben Abdellah Phase 1: rapport d'orientation: pp 1-4.

CATHERINE G., 2009. La qualité chimique de l'eau, 3eme édition, Paris, p10.

CHAKER-HOUD K. ET SLIMANI A., 2014. Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux d'abreuvements des ruminants dans la zone semi-aride d'Oum El Bouaghi, Nord-est de l'Algérie. Laboratoire Agriculture et fonctionnement des écosystèmes, Institut des sciences agronomiques, université d'El Tarf, Algérie, p13.

CHAPMAN D., KIMSTACH, V., 1996. Selection of water quality variables. Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring,Chapman edition, 2nd ed. E & FN SPON; London; pp 59-126.

CHEIKH TIDIANE D., 1995. Paramètres physico-chimiques et microbiologiques de l'eau du lac de Guiers: usine de traitement des eaux à Gnith (Sénégal). Doctorat de recherche. Université de Florence, Italie, p 40.

DEBIECHET. H ,2002. Évolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle: Application à la basse plaine de la Seybouse-Nord-est Algérien. Thèse de doctorat. Université de Franche-Comté, 200p.

DEGREMENT,1989. Mémento technique de l'eau, Vol 1, 9éme édition, Lavoisier.

DEVILLERS J., SQUILBIN M., YOURASSOWSKY C., 2005. Qualité physicochimique et chimique des eaux de surface, Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement, pp1-4.

DJABRI L.,1996. Mécanismes de la pollution et vulnérabilité des eaux de la Seybouse, origine géologiques, industrielles, agricoles et urbaines. Thèse de doctorat d'état. Université d'Annaba.

DUFRASNE I., 2012. Importance de la quantité et de la qualité de l'eau d'abreuvement pour les bovins laitiers, Service de Nutrition, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège, p4.

EMILLIAN K., 2004. Traitement des pollutions industrielles, pp 1-24.

GADIN-GOYON N., 2002. Qualité bactériologique de l'eau et impact en élevage bovin laitier. Thèse pour l'obtention du grade de Docteur Vétérinaire, Université CLAUDE –BERNARD, LYON, 143p.

GALAF F., et GHANNAM S., 2003. Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site Web sur la pollution du milieu marin. Mémoire d'ingénieur d'état. Université.

GAUJOUS D., 1995. Pollution des milieux aquatiques (aide-mémoire), 2éme édition, p46.

GENOUTDET, 2001. L'eau de robinet: de la source au verre. Extrait de dossier de bulletin de l'association médicale Kouzmine internationale.

GHAZALI D., ZAID A., 2013. Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (région de Meknes –Maroc), Larhyss Journal, 12, pp25-36.

GOMELLA, CYRILLE, 2015. Dureté de l'eau. Encyclopædia Universalis.

GUILBERT L., 2000. Chimie Dans La Buanderie, Projets d'Intégration des Sciences et des Technologies en Enseignement au Secondaire, p 21.

HAMED M., GUETTACHE A. & BOUAMER L., 2012. Etude des propriétés physicochimiques et bactériologiques de l'eau du Barrage Djorf- Torba - Béchar. Mémoire d'Ingénieur d'état en Biologie Université de Bechar.

HCEFLCD, 2006. Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et la lutte contre la Désertification. Etude sur la pisciculture au barrage Almassira ; CR dar CHAFAAI; Cercle d'ELBROUGE; Province de Settat. 201p.

INSTITUT FRANÇAIS DE l'ENVIRONNEMENT (IFEN), 1999. L'eutrophisation des rivières en France: où en est la pollution verte? , N048, 4p.

DURAND J.M. et al., 1999. Technique des petits barrages en Afrique sahélienne et équatorial, Cemagref éditions- ISBN 2-85362-511-7.

KERFAH K., BAHLOUL, S., 2017. Etude da la qualité physico-chimique des eaux du barrage de Bouroumi. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master Université de khmis-meliana.

KHOUDIR S. , TRAOREY Y. , 2003. Cartographie des unités paysagères de la région de Mecheria, Mémoire d'ingénieur, Ecosystème forestiers steppiques USTHB, 69p.

LAMER J-CH, 2013. La lettre Synthèse élevage L'information des éleveurs de bovins n°4, p 3.

MAIGA FATOUMATA SOKONA, 2002. Manuel de la cour d'hygiène du milieu, F.M.P.O.S.

MEBARKI A., 1982. Le bassin de Kabîr Rimmel, Ressources en eaux et aménagement en Algérie. Thèse doctorat 3eme cycle, Université de Nancy 2 ,303p.

Analyse, caractérisation, prévision et modélisation du comportement des argiles gonflantes. Thèse de doctorat en géotechnique, Univ de Mouloud Mammeri Tizi–Ouzou-Algérie pp66-67.

MEMONTO TECHNIQUE DE L'EAU DEGREMENT, 1984. 9e édition Tome 1.

MICHAEL L, 2002. Water for Dairy Cattle, Guide D-107, p8**.**

PECK H., 1970. Sulphur requirements and metabolism of microorganisms.

RADOUX M., CADELLI D., NEMCAVA M., KEMP D., KLAESSEN D., 1991. Qualité et traitement des eaux, Belgique.

REJESK F., 2002. Analyse des eaux, aspect réglementaire et techniques Ed CRDP d'aquitaine, France. 358p.

RODIER J., 2009. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires

RODIER J., 2005. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8eme édition: Dunod, Paris. Traitement des eaux, Édition TECHNIP,

RODIER. J., 1997. L'analyse de L'eau (Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires et Eaux De Mer), 8ème Edition, Dunod, Paris, p66.

RODIER J., 1996. Analyse de L'eau (Eau Naturelles, Eaux Résiduaires, Eau De Mer), 8ème Edition, paris, 1260 p. au de mer.9eme édition: Dunod, Paris.

SCHUDDEBOOM J., 1993. Nitrates et Nitrites dans les denrées alimentaires, éditions du Conseil de l'Europe, Strasbourg, p11.

BOUZID-LAGHA S., BELKHEIR DJ., 2011. Etude du phénomène d'eutrophisation dans le Barrage de Hammam Boughrara (Wilaya de Tlemcen, Algérie).
Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, chargé de l'Eau et de l'Environnement, 2007

TADJ Z., MOUSSAOUI N., BENOTHMANE. A, 2007. Etude de transfert d'eau a partir du barrage DJORF-TORBA, Mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique, centre universitaire de Bechar, 208p.

TARDATHENRY M., 1992. Chimie des eaux, 2ème Edition, Les éditions du griffon d'Argile, pp 213-215.

VILAGINES R., 2003. Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie. 2ème Edition: Tec et Doc. Lavoisier.

ZELLAL, 2007. L'eau pénurie ou incurie. Edition: OPU. Office des Publications. Universitaires.

INSTITUT FRANÇAIS DE l'ENVIRONNEMENT (IFEN), 1999. L'eutrophisation des rivières en France: où en est la pollution verte? , N048, 4p.

DURAND J.M. et al., 1999. Technique des petits barrages en Afrique sahélienne et équatorial, Cemagref éditions- ISBN 2-85362-511-7.

KERFAH K., BAHLOUL, S., 2017. Etude da la qualité physico-chimique des eaux du barrage de Bouroumi. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master Université de khmis-meliana.

KHOUDIR S. , TRAOREY Y. , 2003. Cartographie des unités paysagères de la région de Mecheria, Mémoire d'ingénieur, Ecosystème forestiers steppiques USTHB, 69p.

LAMER J-CH, 2013. La lettre Synthèse élevage L'information des éleveurs de bovins n°4, p 3.

MAIGA FATOUMATA SOKONA, 2002. Manuel de la cour d'hygiène du milieu, F.M.P.O.S.

MEBARKI A., 1982. Le bassin de Kabîr Rimmel, Ressources en eaux et aménagement en Algérie. Thèse doctorat 3eme cycle, Université de Nancy 2 ,303p.

Analyse, caractérisation, prévision et modélisation du comportement des argiles gonflantes. Thèse de doctorat en géotechnique, Univ de Mouloud Mammeri Tizi–Ouzou-Algérie pp66-67.

MEMONTO TECHNIQUE DE L'EAU DEGREMENT, 1984. 9e édition Tome 1.

MICHAEL L, 2002. Water for Dairy Cattle, Guide D-107, p8**.**

PECK H., 1970. Sulphur requirements and metabolism of microorganisms.

RADOUX M., CADELLI D., NEMCAVA M., KEMP D., KLAESSEN D., 1991. Qualité et traitement des eaux, Belgique.

REJESK F., 2002. Analyse des eaux, aspect réglementaire et techniques Ed CRDP d'aquitaine, France. 358p.

RODIER J., 2009. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires

RODIER J., 2005. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8eme édition: Dunod, Paris. Traitement des eaux, Édition TECHNIP,

RODIER. J., 1997. L'analyse de L'eau (Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires et Eaux De Mer), 8ème Edition, Dunod, Paris, p66.

RODIER J., 1996. Analyse de L'eau (Eau Naturelles, Eaux Résiduaires, Eau De Mer), 8ème Edition, paris, 1260 p. au de mer.9eme édition: Dunod, Paris.

SCHUDDEBOOM J., 1993. Nitrates et Nitrites dans les denrées alimentaires, éditions du Conseil de l'Europe, Strasbourg, p11.

BOUZID-LAGHA S., BELKHEIR DJ., 2011. Etude du phénomène d'eutrophisation dans le Barrage de Hammam Boughrara (Wilaya de Tlemcen, Algérie).
Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, chargé de l'Eau et de l'Environnement, 2007

TADJ Z., MOUSSAOUI N., BENOTHMANE. A, 2007. Etude de transfert d'eau a partir du barrage DJORF-TORBA, Mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique, centre universitaire de Bechar, 208p.

TARDATHENRY M., 1992. Chimie des eaux, 2ème Edition, Les éditions du griffon d'Argile, pp 213-215.

VILAGINES R., 2003. Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie. 2ème Edition: Tec et Doc. Lavoisier.

ZELLAL, 2007. L'eau pénurie ou incurie. Edition: OPU. Office des Publications. Universitaires.