

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

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



جامعة الشاذلي بن جديد

UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشاذلي بن جديد

الطارف

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم العلوم

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des.....



Mémoire de Fin d'Études

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

« Toxicologie Industriel et Environnementale »

THÈME

Contrôle de qualité des eaux de surface du barrage Mexa et son aptitude à l'irrigation (région EL TAREF)

Soutenu le : 04/ 07 /2021

Présenté Par : SALMI Chaima

Devant le jury composé de :

Dr DELIMI Amel	MCB	Président	UCBET
Dr BOUMARAF Ward	MCB	Examinatrice	UCBET
Dr BERGAL Amira	MCB	Promotrice	UCBET

Année universitaire 2020 - 2021

Remerciements

Avant tout, nous remercions ALLAH le tout puissant pour s'être donné la force et le courage afin que nous puissions accomplir ce modeste travail.

Nous tenons à remercier notre encadreur

Dr. BERGAL Amira pour le temps consacré afin de réaliser ce manuscrit, ainsi nous la remercions profondément pour ses conseils et ses directions pour que ce travail se réalise sous une meilleure forme.

Nos vifs remerciements vont à **Mme DELIMI Amel** qui nous fait l'honneur de présider notre jury et **Mme BOUMARA Warda** d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Enfin Nous remercions aussi toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet et nous réservons une particulière à nos parents.

A tous, Merci

Dédicace

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut... Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, Le respect, la reconnaissance... Aussi, c'est tout simplement que

Je dédie cette Thèse...?

· Mes parents :

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

*A ma frère : **zakahiballah***

*A ma sœur : **aya***

*A mes chères amies : **salima, rihab, rahil.....***

chaima

SOMMAIRE

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction

Chapitre I. Partie Bibliographique

I.1. Introduction.....	03
I.1.1. Type d'eau.....	03
I.1.1.1. L'eau du robinet.....	03
I.1.1.2. L'eau de source	03
I.1.1.3. L'eau minérale naturelle.....	03
I.1.1.4. L'eau de surface.....	03
I.1.1.5. Les eaux souterraines.....	04
I.1.2. La pollution d'eau.....	04
I.1.2.1. Pollution des sols	04
I.1.2.2. Pollution de l'eau	04
I.1.2.3. Pollution de l'air	05
I.2. Définition d'un sol	05
I.2.1. Composition du sol	05
I.2.1.1. Végétation.....	05
I.2.1.2. L'humus.....	05
I.2.1.3. La couche arable.....	05
I.2.1.4. Le sous-sol.....	05
I.2.1.5. La roche mère	05
I.3. Structure du sol	06
I.3.1. Différentes structures du sol	07
I.3.1.1. Sols sableux	07
I.3.1.2. Sols argileux.....	07
I.3.1.3. Sols limoneux	07
I.4. L'irrigation.....	07
I.4.1. Importance de l'irrigation.....	07

I.4.2. Méthodes d'irrigation	08
I.4.2.1. Irrigation de surface.....	08
I.4.2.2. Irrigation par bassins	08
I.4.2.3. Irrigation par sillons/a la raie	09
I.4.2.4. Irrigation par planches	10
I.4.2.5. Irrigation par aspersion.....	10
I.4.2.6. Irrigation goutte à goutte	11

Chapitre II : Contexte général

II.1.Introduction.....	14
II.1.1.Présentation du barrage Mexa.....	14
II.2.Situation géographique	15
II.3. Rôle du barrage.....	15
II.4. Les facteurs climatiques.....	16
II.4.1 .Brouillard.....	16
II.4.2. Humidité relative (HR %).....	16
II.4.3. Le régime des Vents.....	17
II.4.5. Les précipitations.....	18
II.4.5.1. Les précipitations mensuelles.....	18
II.5 .Température.....	20
II.5.1. Température moyennes mensuelles.....	20
II.6. Bilan Hydrique.....	21
II.6.1. L'évapotranspiration.....	21
a. Evapotranspiration potentielle (ETP).....	21
b. Evapotranspiration réelle (ETR).....	22
II.6.2. Ruissèlement (R).....	22
II.6.3. Infiltration (I).....	22
II.7. Hydrologie.....	23
III.1.1. Les données hydrométriques.....	23
III.1.2.Etudes des apports liquides.....	23
III.1.3. Apports liquides moyennes mensuels.....	23
III.1.4. Apport liquides annuels.....	24/25
III.1.5. Les apports solides.....	25

III.2.Conclusion.....	27
-----------------------	----

Chapitre III : Matériel et méthodes

IV. 1. Introduction.....	30
IV.2. Objectif du travail.....	30
IV.3. Méthodes d'échantillonnage et d'analyses.....	30
IV.3.1. Conservation de prélèvement.....	30
IV.4.Matériel.....	30
IV.4.1. L'échantillonnage.....	31
IV.4.1.1.Méthode de prélèvement.....	31
IV. 4.1.2.Transport et stockage.....	31
IV.5. Les méthodes d'analyses.....	32
IV.5.1. Au laboratoire.....	32
IV.5.1.1.paramètres physiques.....	32
a. Température (T).....	32
b. Potentiel en Hydrogène (pH).....	33
c. La conductivité électrique.....	34
d. La salinité.....	34
e. La turbidité.....	34
IV.5.1.2. Paramètres chimiques.....	35
a. Le taux de solides dissous(TDS).....	35
b. La dureté	35
c. titre alcalimétrique	36
d. Calcium (Ca ⁺⁺).....	37
e. Magnesium (Mg ⁺⁺)	37
f. Chlorures (Cl ⁻).....	37
g. Sodium (Na ⁺).....	37
h. Les Nitrates (NO ₃ ⁻)	38
i. L'ammonium (NH ₄ ⁺)	38
IV.6. Aptitude des eaux a l'irrigation.....	39
IV.6.1. Risque de salinité.....	39
IV.6.2.Risque de sodicité.....	40

Chapitre IV : Résultats et discussion

VI.1.Paramètres physico-chimique	42
a. Température(T).....	42
b. potentiel en hydrogène (pH).....	43
c. La conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$).....	43
d.la salinité	44
e. La turbidité.....	45
f. Le taux de solides dissous(TDS).....	46
g. Titre alcalimétrique	47
h. La d�ret�.....	48
i. Le sodium Na^+ (mg/l).....	49
j. Le magnésium Mg^{++} (mg/l).....	50
k. Le chlorure Cl^- (mg/l).....	51
l. Le calcium Ca^{++} (mg/l).....	52
m. Les Nitrates (NO_3^-).....	53
n. L'ammonium (NH_4^+).....	54
VII. Etablissement de la carte d'aptitude des eaux de l'Oued Kébir Est � l'irrigation.....	55

Conclusion

Résumés

Références Bibliographique.

Liste des abréviations

T°	Température
pH	Potentiel Hydrogène
TH	Titre Hydrotimétrique ou dureté
TDS	Taux des Sels Dissous
CE	Conductivité Electrique
Cl	Chlorure
Ca	Calcium
Mg⁺⁺	Magnésium
Na⁺	Sodium
NO⁻³	Nitrates
NO₂⁻	Nitrites
NH₄⁺	L'ammonium
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
HR	Humidité Relative
ETP	EvapoTranspiration Potentielle
ETR	EvapoTranspiration Réelle
R	Ruissèlement
I	Infiltration

Liste des figures

Figure 1	Schéma d'un profil de sol	06
Figure 2	Irrigation de surface	08
Figure 3	Irrigation par bassins.	09
Figure 4	Irrigation par sillons /a la raie	09
Figure 5	Irrigation par planches.	10
Figure 6	Irrigation par aspersion	11
Figure 7	Irrigation goutte à goutte	12
Figure 8	Barrage Mexa (Direction du barrage, 2020)	14
Figure 9	Situation géographique du barrage Mexa (Bahroun, 2020)	15
Figure 10	Variations de l'humidité relative moyenne mensuelle à la station d'Ain Assel (1983/2005).	17
Figure 11	Variation mensuelle de la vitesse des vents à la station d'Ain Assel. (1984/2005).	18
Figure 12	Variations mensuelles des précipitations à la station d'Ain Assel.	19
Figure 13	Variations saisonnières des précipitations à la station d'Ain Assel (1996-2014).	20
Figure 14	Variations mensuelles des températures à la station d'Ain Assel. (1996/2014)	21
Figure 15	Variations mensuelle des apports liquides de l'oued Kebir Est à la station de jaugeage d'Ain Assel(1961-62/2001-2002).	24
Figure 16	Variations annuelle des apports liquides de l'oued Kebir Est à la station d'Ain Assel (1961-62/2001-2002).	25
Figure 17	glacière et Des flacons stériles	32
Figure 18	Mesure de la température	33
Figure 19	Mesure du pH	33
Figure 20	Mesure de conductivité . salinité.. TDS	34
Figure 21	Mesure de la turbidité	35
Figure 22	mesure La dûreté.	36
Figure 23	Mesure de Titre alcalimétrique	37
Figure 24	Mesure les nitrates	38

Figure 25	Mesure L'ammonium	39
Figure 26	Variation de la température (c°)	42
Figure 27	Variation de potentiel en hydrogène (pH)	43
Figure 28	Variation de la conductivité en µs/cm	44
Figure 29	Variation de la salinité	45
Figure 30	Variation de la turbidité.	46
Figure 31	Variation de solides dissous (TDS).	47
Figure 32	Variation de titre alcalimétrique	48
Figure 33	Variation de la dureté en mg/l.	49
Figure 34	Variation de sodium (en mg/l).	50
Figure 35	Variation de magnésium en mg/l.	51
Figure 36	Variation de chlorure en mg/l.	52
Figure 37	Variation de calcium en mg/l.	53
Figure 38	Variation de nitrate en mg/l.	54
Figure 39	Variation de L'ammonium en mg/l.	55
Figure 40	Carte d'aptitude du barrage Mexa à l'irrigation	56

Liste des tableaux

Tableau 1	Coordonnées géographique de station pluviométrique.	16
Tableau 2	Humidité relative moyenne mensuelle (1983/2005) à la station d'Ain Assel	17
Tableau 3	Variation mensuelle de la vitesse des vents (1984/2005) à la station D'Ain Assel.	17
Tableau 4	Précipitations moyennes mensuelles en (mm) à la station d'Ain Assel (1996/2014).	18
Tableau 5	variations saisonnières des précipitations à la station d'Ain Assel.	19
Tableau 6	les variations de température moyennes mensuelles	20
Tableau 7	Résultats de l'ETP obtenus à la station d'Ain Assel (1996-2013).	21
Tableau 8	Résultats de l'ETR obtenus par les différentes méthodes d'estimation à la station d'Ain Assel (1996-2013).	22
Tableau 9	Estimation de ruissellement à la station d'Ain assel (1996-2013).	22
Tableau 10	Estimation de l'infiltration par l'équation fondamentale du Bilan hydrique en (mm).	22
Tableau 11	Coordonnées de la station de jaugeage d'Ain Assel (oued Kebir Est).	23
Tableau 12	Variation mensuelle des apports liquides de l'oued Kebir Est à la station d'Ain Assel (1961-1962 à 2001-2002)	23
Tableau 13	Variation annuelle des apports liquides de l'oued Kebir Est à la station d'Ain Assel (1961-62/2001-2002)	25
Tableau 14	Apports solides en suspension de l'oued Kebir Est à la station de jaugeage d'Ain Assel (1947-48/1977-78).	26
Tableau 15	Classes de salinité selon Richards	40
Tableau 16	Variation de la température (c°).	42
Tableau 17	Variation de potentiel en hydrogène (pH)	43
Tableau 18	Variation de la conductivité (en µs/cm).	44
Tableau 19	Variation de la salinité.	45
Tableau 20	Variation de la turbidité.	46
Tableau 21	Variation du taux de solides dissous.	47
Tableau 22	Variation de titre alcalimétrique	48
Tableau 23	Variation de la duresté	49
Tableau 24	Variation de sodium (en mg/l).	50

Tableau 25	Variation de magnésium (en mg/l).	51
Tableau 26	Variation de chlorure en mg/l.	52
Tableau 27	Variation de calcium en mg/l.	53
Tableau 28	Variation de nitrates en mg/l.	54
Tableau 29	Variation de l'ammonium en mg/l.	55

Introduction

Introduction

L'eau une ressource naturelle principale et atout national précieux, constitue le principal élément de l'écosystème. Les sources d'eau peuvent être principalement sous la forme de rivières, de lacs, de glaciers, l'eau de pluie, les eaux souterraines, etc (**Guechi, 2016**).

Outre la nécessité de l'eau pour boire, les ressources en eau jouent un rôle vital dans divers secteurs de l'économie tels que l'agriculture, l'élevage, la foresterie, l'activité industrielles, la production d'hydroélectricité, de la pêche et d'autres activités créatives. La disponibilité et la qualité de l'eau soit de surface ou souterraine, ont été détériorées en raison de certains facteurs importants comme l'augmentation de la population, l'industrialisation, l'urbanisation, etc (**Guechi, 2016**).

Qualité de l'eau d'une zone spécifique ou source spécifique peut être évaluée en utilisant des paramètres biologiques physiques et chimiques. Les valeurs de ces paramètres sont nocifs pour la santé humaine si elles ont eu lieu plus de limites définies (**Guechi, 2016**).

Par conséquent, la pertinence des sources d'eau pour la consommation humaine a été décrite en termes d'indice de qualité de l'eau (IQE), qui est l'un des moyens les plus efficaces pour décrire la qualité de l'eau.

Le phénomène de la pollution de l'eau contribue de façon considérable à la limitation des ressources on eau potable (**Aissaoui A. et Houhamdi M, 2008**).

L'évolution des paramètres physico-chimiques des eaux influent sur les caractéristiques du sol ce qui aura des répercussions sur le rendement de l'activité agricole. L'étude chimique des eaux pour l'irrigation est nécessaire pour mettre en évidence le danger que présente certains éléments chimiques, pour les plantes qui supportent malles les sols saturés en sodium et en sel.

Cette dernière peut être une source de maladie affectant la planète due à l'insuffisance de l'évacuation des eaux usées domestique et industrielle. La pollution causé par l'homme affecte de plus au plus le cycle d'eau d'où la nécessité d'instaurer des traitements artificiels qui doivent sauvent être appliqués pour compléter les cycles naturels d'autoépuration. Ce traitement est à la place à l'heure actuelle au niveau des stations d'épuration et des stations des traitements (**Lazhr G, 2008**).

A cette raison, dans ce travail nous allons étudier la qualité physico-chimique des eaux du **barrage de Mexa** au niveau de la région de la wilaya d'El TARF.

Pour répondre à la problématique posée, un suivi de la qualité des eaux a été réalisé durant une période de deux mois au cours de l'année 2021. Afin d'atteindre les objectifs visés, nous avons dégagé quatre chapitres ;

Le premier chapitre est consacré à l'étude bibliographique, qui est un rappelle sur l'eau, la pollution et l'irrigation d'une façon générale.

Le deuxième chapitre donne un aperçu sur le cadre général de la zone d'étude, sa situation géographique, sa géologie et la faune et la flore de cette région.

Le troisième chapitre intitulé matériel et méthode, est essentiellement consacrée à la présentation des matériaux et différentes méthodes utilisées pour l'interprétation des résultats trouvés ainsi que la définition des paramètres physicochimiques.

La présentation et la discussion des résultats obtenus, ont fait l'objet du quatrième chapitre de ce mémoire.

Enfin ; une conclusion générale qui résume les résultats obtenus.

Partie

Bibliographique

Chapitre I :

I.1.Introduction

L'eau recouvre 72 % de la surface terrestre et représente une réserve totale de 1350 milliard de km³ dans la biosphère. Cependant l'eau se trouve en constant recyclage. L'eau douce ne représente que 2,5 % du stock total d'eau sur la planète (les 97,5 % restant étant salés) : or 2/3 de l'eau douce planétaire est concentrée dans les glaciers et la couverture neigeuse et 1/3 dans les nappes souterraines difficiles d'accès. Il ne reste que 0,3 % de l'eau douce (soit 0,007 % de la totalité de l'eau de la planète) dans les rivières, les ruisseaux, les réservoirs et les lacs.

Seule cette infime partie est aisément disponible et se renouvelle relativement rapidement : 16 jours en moyenne pour une rivière, 17 ans pour un lac (**Aoussi A, 2009**).

I.1.1. Type d'eau

I.1.1.1. L'eau du robinet :

Elle peut provenir des rivières et fleuves, des nappes souterraines mais aussi des sources. L'eau récupérée est ensuite traitée pour la rendre parfaitement potable. La composition de l'eau du robinet en sels minéraux varie d'une région à l'autre, de fait son goût également. (**Mackenzie et al., 1981**).

I.1.1.2. L'eau de source :

L'eau de source est directement potable à l'état naturel. Elle fait l'objet d'analyses régulières pour vérifier qu'elle reste de bonne qualité mais n'est pas spécialement tenue d'avoir une formule fixe. Cette eau ne subit pas de traitement avant sa mise en bouteille tout au plus peut-elle être enrichie en gaz lorsqu'il s'agit d'une eau gazeuse. Si l'eau répond à un certain nombre de critères et notamment qu'elle contient moins de 15 mg par litre de nitrates, elle peut alors comporter la mention "convient pour l'alimentation des nourrissons". Dernière obligation légale, l'eau de source ne doit pas entretenir de confusion avec une eau minérale naturelle (**OMS, 1998**).

I.1.1.3. L'eau minérale naturelle :

Lorsqu'une eau jaillit naturellement au cœur de la nature et qu'elle est consommable sans aucune modification, elle peut bénéficier de l'appellation eau minérale naturelle. Les eaux minérales naturelles sont caractérisées par leur pureté originelle, leur source unique tenue à l'abri de tout risque de pollution et leur composition minérale constante (**Baudrillard, 1970**).

I.1.1.4. L'eau de surface :

Précise qu'une eau, telle qu'elle issue d'un ruissellement, reste à la surface du sol et peut être stockée en étangs ou autres ouvrages de retenue. Elle résume la collecte de l'eau souterraine ou de l'eau

atmosphérique. Par définition, les eaux de surface sont tirées des lacs, rivières, chutes d'eau et de la mer.

Ces eaux superficielles jouent le plus grand rôle dans la formation de l'hydrosphère sur terre.

L'eau de surface est de l'eau qui s'accumule sur le sol ou dans un cours d'eau, dans le lit d'une rivière, d'un lac, d'une zone humide, d'une mer ou d'un océan. Son degré de pollution est mesuré par la qualité de l'eau recueillie.

I.1.1.5. Les eaux souterraines

Quand la pluie tombe sur le sol, une partie coule le long de la surface de la terre vers des ruisseaux, rivières ou des lacs et peut hydrater le sol. Une partie de cette eau est utilisée par la végétation, une autre partie s'évapore et retourne à l'atmosphère. Une partie de l'eau s'infiltré aussi dans le sol, traverse la zone non saturée et atteint la nappe phréatique, ce qui est une surface imaginaire où le sol est saturé en dessous. **(Baudrillard, 1970).**

I.1.2. La pollution d'eau :

La pollution peut-être définie de plusieurs façons. La pollution de l'eau survient lorsque des matières sont déversées dans l'eau qui en dégrade la qualité. Elle inclut toutes les matières superflues qui ne peuvent être détruites par l'eau naturellement. Autrement dit, n'importe quelle matière ajoutée à l'eau qui est au-delà de sa capacité à le détruire est considérée comme de la pollution. Elle peut, dans certaines circonstances, être causée par la nature elle-même, comme lorsque l'eau coule par des sols qui a un taux élevé d'acidité. Par contre, la plupart du temps ce sont les actions humaines qui polluent l'eau.

I.1.2.1. Pollution des sols :

La pollution excessive du sol peut entraîner la contamination de l'eau et peut donc créer d'énormes dégâts sur l'environnement. Le sol contaminé est tout sauf un endroit sûr pour les cultures, les produits chimiques par ce biais peuvent atteindre le corps des organismes vivants, une fois que sont digérés les aliments affectés **(Rigaudiat, 2007).**

I.1.2.2. Pollution de l'eau :

La pollution de l'eau est mauvaise pour l'environnement car elle conduit à souiller les ressources d'eau douce, alors qu'il n'y a pas assez d'eau potable pour soutenir les écosystèmes. Les animaux boivent l'eau contenant des produits chimiques divers, la pollution de l'eau peut aussi conduire à la création de «zones mortes» où les animaux et les plantes ne peuvent plus vivre à cause du manque sévère d'oxygène **(Rigaudiat, 2007).**

I.1.2.3. Pollution de l'air :

La pollution atmosphérique fait de gros dégâts à notre environnement. Les gaz à effet de serre sont terriblement nuisibles, non seulement ils polluent notre planète, mais ils contribuent aussi au réchauffement planétaire et entraîne le changement climatique.

I.2.Définition d'un sol :

Le sol provient en général de l'altération de la roche mère sous-jacente, appelée sous-sol. La pédologie décrit les différents types de sols ainsi formés, en distinguant la couche arable et le sol sous-jacent. L'agriculteur travaille la couche arable, plus riche en matières organiques. L'horizon sous-jacent, entre la couche arable et la roche mère, contribue aussi à la nutrition de la plante en éléments minéraux et en eau. L'agronomie s'intéresse à ces deux horizons à travers le profil cultural (**Baba Ahmed, 2012**).

I.2.1.Composition du sol

Le sol est composé de

I.2.1.1.Végétation :

En surface, la litière constituée des feuilles mortes encore identifiables avec beaucoup d'air, abritent plantes et animaux vivants.

I.2.1.2.L'humus :

Une terre noire et souple, riche en matières organiques. L'humus désigne la matière issue de la décomposition de matières organiques brutes comme les feuilles, les branches et les tontes de gazon qui s'accumulent à la surface du sol. Cette décomposition réalisée par les organismes du sol rend au sol des nutriments vitaux que les végétaux peuvent utiliser.

I.2.1.3.La couche arable :

La couche dite arable que l'homme peut travailler : mélange riche en humus et en minéraux.

I.2.1.4.Le sous-sol :

Généralement pauvre en humus, avec peu de traces de vie.

I.2.1.5.La roche mère :

100% minérale, sans air, sans vie



Figure n°1. Schéma d'un profil de sol

I.3. Structure du sol :

La structure d'un sol fait référence à la façon dont les particules de sable, de limon et d'argile sont disposées les unes par rapport aux autres. Dans un sol bien structuré, les particules de sable et de limon sont liées en agrégats (petites mottes) par l'argile, l'humus et le calcium. Les grands espaces vides entre les agrégats (micropores) permettent à l'eau et à l'air de circuler et aux racines de s'enfoncer dans le sol. Les petits espaces vides (micropores) retiennent quant à eux l'eau dont les plantes ont besoin. Cette structure « idéale » est appelée structure grumeleuse. La structure grumeleuse comporte de nombreux avantages :

Une bonne rétention de l'eau et des éléments nutritifs,

- Une bonne aération,
- Un bon drainage,
- Un travail facile du sol,
- Un bon développement du système racinaire des végétaux,
- Un réchauffement rapide du sol au printemps,
- Une bonne activité biologique du sol,
- Une bonne résistance à l'érosion et à la compaction.
- Les sols argileux, sableux et limoneux présentent rarement une structure idéale. On peut toutefois les améliorer en incorporant des amendements.

I.3.1. Différentes structures du sol :

I.3.1.1. Sols sableux :

On améliore la structure des sols sableux en les amendant régulièrement avec de la matière organique sous forme de engrais. Il est préférable d'incorporer ces amendements au début du printemps, Parce que le travail du sol sablonneux à l'automne favorise l'érosion.

I.3.1.2. Sols argileux :

On améliore la structure des sols argileux par des apports en matières organiques sous forme de compost ou de fumier composté. Ces amendements sont préférablement incorporés à la fin de l'automne. Les sols argileux mal drainés peuvent aussi être amendés avec une terre sableuse. Certains sols argileux sont très riches en sodium, ce qui nuit à l'agrégation des particules minérales. Il est possible d'améliorer la structure de ces argiles sodiques en y incorporant du gypse (si leur pH est neutre ou alcalin) ou de la chaux (si leur pH est acide).

I.3.1.3. Sols limoneux :

On améliore le drainage et l'aération des sols limoneux par des apports importants de matières organiques, sous forme de compost ou de fumier composté. Il est préférable d'incorporer ces amendements à la fin de l'automne.

I.4. L'irrigation :

L'irrigation est l'application de l'eau au sol dans le but de rafraîchir le sol et l'atmosphère, par ce moyen réaliser les conditions les plus favorables pour la croissance des plantes. Mais quel que soit l'origine de l'eau (cours d'eau naturel, nappe souterraine, eau de barrage) et son mode de transport (canaux, conduite sous pression), le problème qui se pose est comment répartir cette eau sur le sol de façon que les plantes en tirent le maximum de profit. Cependant le moyen de répartition de l'eau sur le sol ne doit pas toujours répondre à ce critère d'une production maximale, donc on doit essentiellement envisager un choix minutieusement détaillé du mode d'irrigation et de la technique d'arrosage et compatibilité avec les contraintes de la région d'étude **(Regnault J.P, 1990)**.

I.4.1. Importance de l'irrigation

Jusqu'à présent l'irrigation reste le seul moyen d'augmenter les rendements et de les régulariser dans bien des régions du monde. En effet, selon les espèces et variétés cultivées, selon les terres, et selon les techniques utilisées, l'irrigation peut permettre d'obtenir de deux à cinq fois plus de production (et même dix en zone aride) **(Plauchu, 2004)**.

L'irrigation n'est pas uniquement un apport d'eau sur une terre cultivée en vue de compenser l'insuffisance des précipitations et de permettre le plein développement des cultures. Elle est

considérée plutôt comme un ensemble d'actions de développement intégré des milieux agricole et rural qui doit se traduire non seulement par l'augmentation de la production et l'amélioration du niveau de vie de l'agriculteur, mais doit se traduire également par la préservation du milieu, notamment des terres agricoles, et par une économie de l'eau d'irrigation qui elle-même se traduit par une économie dans l'utilisation de l'énergie (**Ollier et Poirée, 1983**).

I.4.2. Méthodes d'irrigation :

I.4.2.1. Irrigation de surface :

L'irrigation de surface regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage dans lesquelles la répartition de l'eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre par simple écoulement à la surface du sol. La répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain, et aux propriétés hydriques du sol (ruissellement, infiltration, et capillarité). En irrigation de surface, la distinction entre les différentes techniques est essentiellement fondée sur la méthode d'application de l'eau : ruissellement, submersion ou technique mixte (**Brasilia, 2013**).



Figure n° 2.Irrigation de surface.

I.4.2.2. Irrigation par bassins :

Les bassins sont constitués de cuvettes en terre, à fond à peu près plat, entourées de diguettes de faible hauteur ou levées. Ces levées sont conçues pour empêcher le passage de l'eau aux champs adjacents (**figure n°3**). Cette technique est utilisée d'une façon générale, pour l'irrigation des rizières sur terrain plat, ou des terrasses à flanc de coteau (**Halitim, 1988**).



Figure n°3. Irrigation par bassins.

I.4.2.3. Irrigation par sillons/a la raie :

Ce mode d'irrigation consiste à laisser écouler l'eau dans des raies ou sillons situés dans le sens de la pente ou en travers. L'eau s'infiltre dans le fond et les côtés du sillon pour humidifier le sol. Il importe de niveler avec soin le terrain et de lui donner une pente uniforme. L'irrigation par sillons ne mouille pas la totalité du sol. Son efficacité dépend donc de l'infiltration latérale de l'eau (OMS, 1987).



Figure n° 4. Irrigation par sillons /a la raie

I.4.2.4. Irrigation par planches :

Consiste à faire couler une mince couche d'eau sur un sol inclinée 0,2 à 3%. Le débit à déverser est fonction de la pente, de la largeur et de la longueur de la planche. Cette méthode est de loin la plus difficile car il faut ajuster le débit d'irrigation de chaque planche avec toutes les autres variables.



Figure n° 5.Irrigation par planches.

I.4.2.5. Irrigation par aspersion

L'eau parvient alors aux cultures d'une façon qui imite la chute naturelle de la pluie grâce à l'utilisation de divers appareils de projection alimentés en eau sous pression (**Leroy, 1999**).

Les principales installations utilisées sont :

- Elles sont fixes lorsque la et le réseau de canalisation sont placés de façon permanente, de supprimer une grande partie de la main d'œuvre, mais les frais t sont élevés.
- Elles sont mobiles quand l'ensemble peut se déplacer ; dans ce cas le matériel peut être utilisé à plein rend donc mieux amorti mais les installations mobiles nécessitent plus d'œuvres.

Les principaux appareils d'aspersion sont :

- Les rampes d'arrosage qui ont une densité d'aspersion élevée (les sols arrosés ainsi doivent avoir une perméabilité suffisante).
- Les petits arroseurs rotatifs, ou tourniquets, traditionnellement utilisé pour les pelouses et les exploitations maraichères, qui apparaissent de plus en plus dans les exploitations agricoles, mais qui sont exigent en main d'œuvre.

- Les appareils à jet unique (sprinklers, lance d'arrosage, canon d'arrosage) (AFNOR, 2001).



Figure n° 6.Irrigation par aspersion.

I.4.2.6.L'irrigation localisée (goutte à goutte)

L'irrigation localisée apporte l'eau nécessaire directement au pied des végétaux. Ce sont des systèmes très utilisés en maraichage, en arboriculture et en horticulture. Le plus connu de ces principes est sans doute le «goutte à goutte », d'autres systèmes existent également tels que les tubes poreux alignés sur le sol ou mini-asperseurs. Ces derniers sont utilisés notamment en arboriculture (Messahel, 1988).

L'eau est acheminée aux cultures au moyen de tuyaux munis de goutteurs et s'écoule par ceux-ci sous forme de gouttes avec un faible débit.



Figure n° 7.Irrigation goutte à goutte

Chapitre II

Barrage Mexa

Chapitre II :

II.1. Introduction

La région d'étude porte sur le barrage de Mexa, situé au Nord-est de l'Algérie, dans le territoire de la wilaya d'EL TAREF.

Dans ce chapitre nous avons essayé d'étudier les caractéristiques morphologiques du bassin versant vu le rôle important sur le comportement hydrologique (le ruissellement), Et de détailler les conditions climatiques qui règnent sur le bassin versant, à savoir la pluviosité et le régime thermique en se basant sur la station d'Ain Assel.

Nous avons essayé de quantifié les apports liquides et solides régularisé par le bassin versant.

II.1.1. Présentation du barrage Mexa

Plusieurs cours d'eau ont été modifiés, au fil des années, pour satisfaire aux besoins de l'être humain. Les barrages et les digues qui contiennent leur eau de manière temporaire ou permanente constituent de nombreux exemple. Aujourd'hui l'Algérie compte de plus 64 barrages en service totalisant une capacité de 7.7 milliards de m³ et permettant de régulariser un volume annuel de 3.6 milliards de m³ utilisé pour l'alimentation en eau potable, l'industrie et l'irrigation. Parmi ces barrages le barrage Mexa (**figure n° 8**), ce dernier est situé à 75 kilomètres de la ville d'El Tarf. L'objectif de ce barrage est l'alimentation des villes d'Annaba, El Tarf et el Kala en eau potable. Il a été construit en 1994, mise en service en 1998, sa capacité totale est 47 hm³ /an, l'apport moyen annuel est 103hm³ /an, la surface du bassin versant est 650 km, avec une hauteur de 40 m et une longueur de 402 m, la cote retenue normale est 52 m, la cote plus haut eaux est 58.33 avec un déversoir a seuil libre de 1800m³ (**Direction du barrage, 2020**).



Figure n° 8. Barrage Mexa (Direction du barrage, 2020).

II.2. Situation géographique

Le barrage Mexa est situé dans la commune de Bougous willaya d'El Tarf, (près de la frontière Algéro-Tunisienne), à 8 km du chef-lieu de la wilaya El Tarf, et de 71 km de la ville d'Annaba en suivant la route national n°44. Le barrage Mexa est situé au niveau du sous bassin côtier Ramel Souk 03-16, il contrôle un bassin versant de 579 Km², Il est limité (**figure n° 9**) :

- Au Nord par le sous bassin côtier oued oued la Kale 03-18 ;
- A l'Ouest par le sous bassin côtier oued Mafragh 03-17 ;
- Au Sud par le sous bassin côtier oued Bounamoussa 03-15 ;
- A l'Est par la frontière Tunisienne.

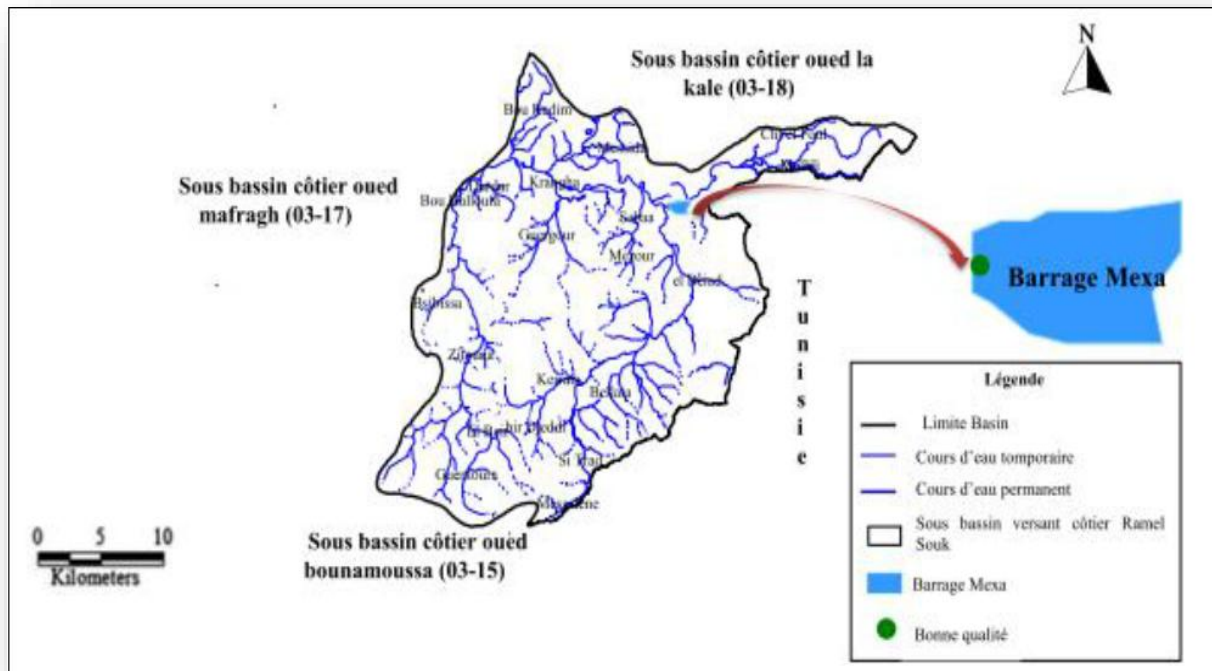


Figure n°9. Situation géographique du barrage Mexa (Bahroun, 2020).

II.3. Rôle du barrage

Le barrage a un rôle double :

- L'alimentation en eau potable de la ville d'Annaba et les centres suivantes relevant de la willaya d'El Tarf : El Tarf ville, El Kala, Souarahekh, El Aioun, Ramel Souk, Dréan, Besbes, Ben M'hidi, El Chatt, Ben Amar, Ain Assel.
- Régularisation des crues de l'oued kébir et réduire les inondations vers la plaines d'El Tarf.

II.4. Les facteurs climatiques

La zone d'étude est située dans l'extrême Nord-Est Algérien dont plusieurs stations pluviométriques sont installées. Pour cette étude on a pris en considération la station d'Ain Assel.

Tableaux n°1 : Coordonnées géographique de station pluviométrique.

Station pluviométrique	Coordonnées Géographiques			Période d'observation
	X	Y	Z	
-				-
Ain Assel	1005.54	400	32	1996/2014

L'établissement d'un bilan hydrique est nécessaire pour connaître le fonctionnement d'un système hydraulique de surface, implique la connaissance des paramètres suivants : la précipitation, l'évaporation, l'infiltration et le ruissellement. Cette étude climatique débouchera sur un calcul du bilan en exploitant les données météorologiques disponibles eton utilisant les méthodes adaptées à la région.

II.4.1 .Brouillard

La formation du brouillard est liée aux conditions locales, en premier lieu au microclimat. Le maximum est observé durant la période estivale de mai à septembre avec 64 % au littoral. Par exemple, pour le mois de mai 1992 à la station d'Ain Assel, on a enregistré 13 jours de brouillard. Dans la zone littorale, ce nombre atteint 48 % à Ain Karma, le maximum se situe au printemps, 50 % dans l'ensemble.

II.4.2. Humidité relative (HR %)

L'humidité relative de l'air correspond au rapport de la tension de vapeur réelle observée à la tension de valeur saturante à la même température.

La mer, les nombreux plans d'eau ainsi que la richesse de la région en écosystèmes forestiers, contribuent au maintien d'une humidité élevée pendant toute l'année.

Dans la zone d'étude, le degré d'hygrométrie est très élevé le long de l'année, il est presque constant avec une moyenne de 76.3%. Le maximum est observé en décembre (78.9%) et le minimum en avril (74.1%).

(Moy : moyenne de l'humidité en %).

Tableau n °2 : Humidité relative moyenne mensuelle (1983/2005) à la station d'Ain Assel.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév
Moy	75.9	76.8	78.9	78.9	74.1	77.9
Mois	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou
Moy	74.4	74.8	78	76.3	75.3	75.6

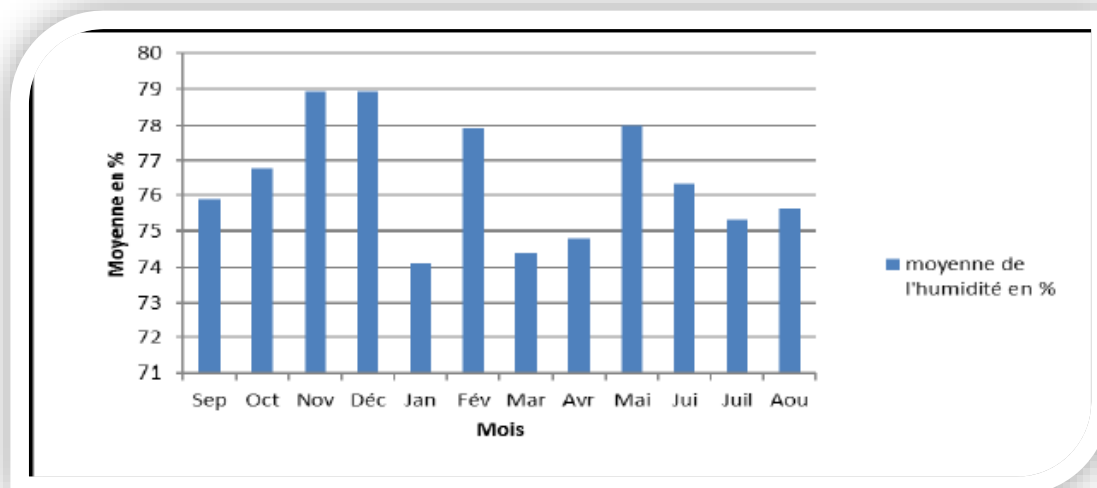


Figure. n°10 : Variations de l’humidité relative moyenne mensuelle à la station d’Ain Assel. (1983/2005).

II.4.3. Le régime des Vents

Les vents jouent un rôle très important dans notre région, puisqu'ils interviennent dans la pluviométrie, l'évaporation et un degré moindre sur la température. Les vents dominants dans le bassin du barrage Mexa sont ceux du Nord et Nord-Ouest, ils sont les plus fréquents en saison froide. Tandis qu'en été le Sirocco est fréquent, particulièrement en mois d'Août.

Tableau n°3 : Variation mensuelle de la vitesse des vents (1984/2005) à la station D’Ain Assel.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév
Moy (m/s)	2.9	3.1	3.6	3.8	4	3.7
Mois	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou
Moy (m/s)	4.1	3.9	2.9	2	2.4	2.5

(Moy : moyenne des vitesses du vent en m/s).

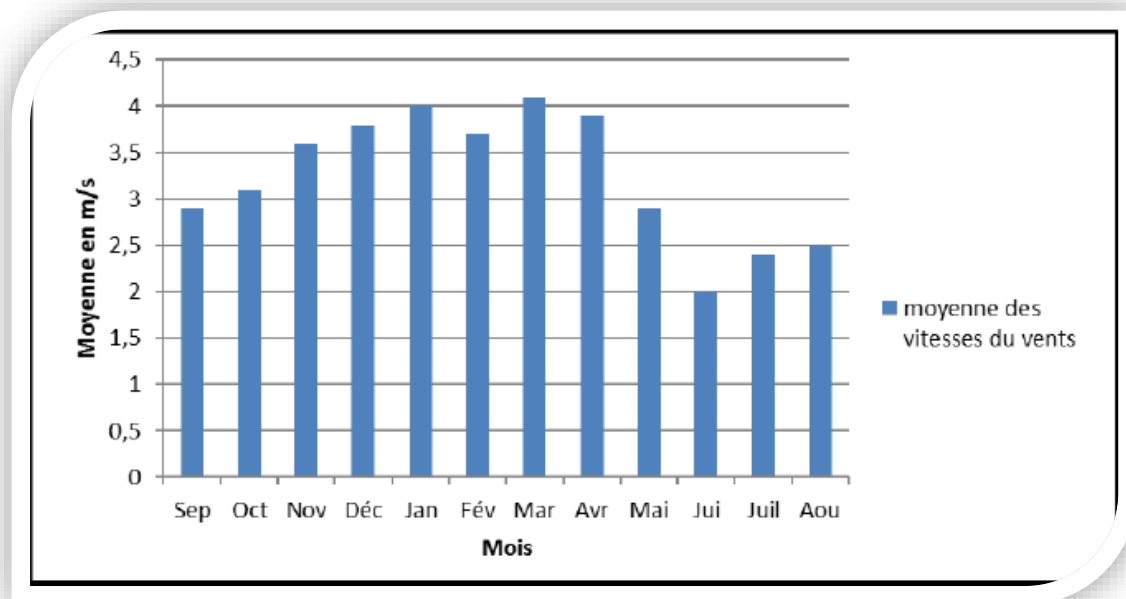


Figure. n°11 : Variation mensuelle de la vitesse des vents à la station d’Ain Assel. (1984/2005).

II.4.5. Les précipitations

Les précipitations constituent le premier facteur important dans le cycle de l’eau, leurs distributions dans le temps et dans l’espace conditionnent la forme des écoulements.

II.4.5.1. Les précipitations mensuelles

Les quantités d’eau tombées à l’échelle mensuelle donnent un aperçu sur les rapports au niveau de la station de mesure stations par mois de l’année, ce qui nous permet de classer les mois selon leurs pluviosités. **Le tableau (4)**, donne la répartition mensuelle au niveau de station de : Ain Assel.

Tableau n°4 : Précipitations moyennes mensuelles en (mm) à la station d’Ain Assel (1996/2014).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou
P (mm)	55.63	77.15	125.93	137.85	113.81	113.9	66.3	78.33	27.10	4.82	1.33	6.00

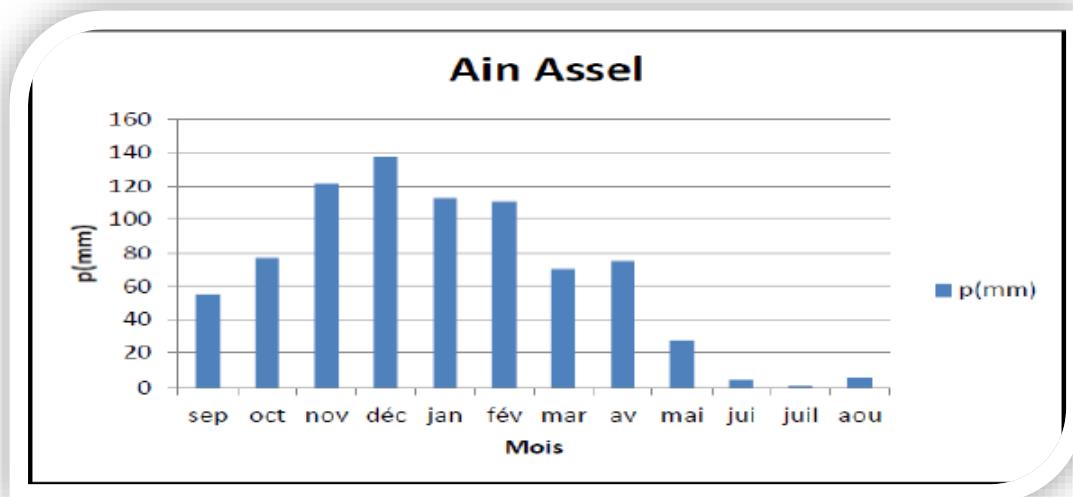


Figure. n°12 : Variations mensuelles des précipitations à la station d’Ain Assel.

Au niveau de la présente station les fortes précipitations sont enregistrées au cours des trois saisons (l’automne, l’hiver et le printemps) par contre la saison estivale est la période où il pleut le moins. Il est connu que le taux des précipitations diffère d’une saison à l’autre, pour déterminer les quantités de ce fait nous nous sommes intéressés aux précipitations saisonnières (**Automne** :(Sep, Oct, Nov.). **Hiver** : (Déc, Jan, Fév.). **Printemps** : (Mars, Avril, Mai). **Eté** (juin, juil et aout).

Ce choix nous permet les constatations suivantes :

Tableau n°5 : variations saisonnières des précipitations à la station d’Ain Assel.

Saisons	Automne		Hiver		Printemps		Eté	
Périodes	P (mm)	P(%)	P (mm)	P(%)	P (mm)	P(%)	P (mm)	P (%)
(1996/2014)	254.25	31.78	361.23	45.15	172.44	21.56	12,06	1,51

La représentation saisonnière ci-dessus montre que la saison la plus pluvieuse est l’Hiver par contre l’Eté est la saison la plus sèche.

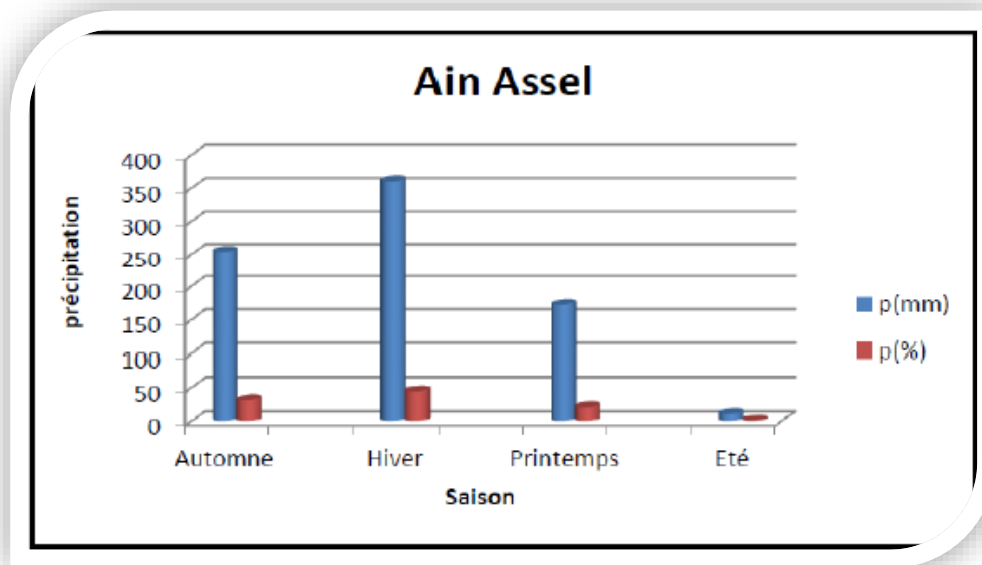


Figure n°13 : Variations saisonnières des précipitations à la station d'Ain Assel (1996-2014).

II.5 .Température

La température est le deuxième élément important dans l'étude du climat, elle joue un rôle important dans la détermination des paramètres climatiques particulièrement la détermination du bilan hydrique. Pour réaliser ce travail, nous nous sommes basés sur les données recueillies au niveau de la station météorologique d'Ain Assel.

II.5.1. Température moyennes mensuelles

Les températures moyennes mensuelles sont présentées dans le tableau suivant tableau (6)

Tableau n°6 : les variations de température moyennes mensuelles

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou
T moy	23.3	19.7	15.39	13.31	10.74	11.19	13.15	14.98	18.32	21.89	24.48	25.66

La figure suivant représente les données des températures moyennes mensuelles.

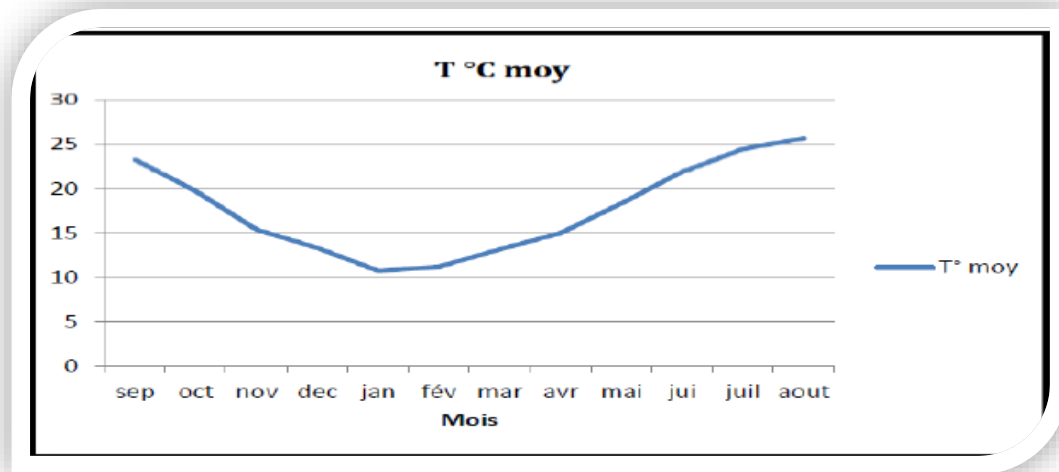


Figure. n°14 : Variations mensuelles des températures à la station d'Ain Assel.
(1996/2014)

II.6. Bilan Hydrique

L'établissement du bilan d'eau d'une région nécessite plusieurs données :

- Les précipitations.
- La température.
- L'évapotranspiration potentiel (ETP) et réelle (ETR).
- Le ruissellement.
- L'infiltration.

II.6.1. L'évapotranspiration

C'est un terme important du cycle hydrique qui résulte de deux phénomènes l'un physique (évaporation), l'autre biologique (la transpiration), l'évapotranspiration est en fonction de plusieurs facteurs (l'humidité, la température et la couverture végétale).

Le terme évapotranspiration englobe deux types :

c. Evapotranspiration potentielle (ETP)

Tableau n°7 : Résultats de l'ETP obtenus à la station d'Ain Assel (1996-2013).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Total
T moy	23.3	19.7	15.39	13.31	10.74	11.19	13.15	14.98	18.32	21.89	24.48	25.66	83.8
ETP (mm)	108.3	74.9	42.1	30.4	22.0	23.2	37.8	51.3	81.7	114.3	14.8	145.6	87.4

Avec :

ETP : évapotranspiration potentielle du mois considéré en (mm).

I : la somme des indices mensuels de l'année.

d. Evapotranspiration réelle (ETR)

Tableau n°8 : Résultats de l'ETR obtenus par les différentes méthodes d'estimation à la station d'Ain Assel (1996-2013).

ETR	Selon « truc » (mm/ans)	Selon « C.W Thornthwait »(mm/ans)
Station d'Ain Assel	528,9	476,6

II.6.2. Ruissèlement (R)

Le ruissèlement de surface est la quantité d'eau au cours d'une précipitation échappé à l'infiltration et à l'évapotranspiration.

Pour estimer le bilan hydrique il est nécessaire d'évaluer le ruissèlement dans le but d'apprécier l'importance de l'érosion mécanique et chimique qui affecte la surface de la terre.

Tableau n°9 : Estimation de ruissèlement à la station d'Ain Assel (1996-2013).

Paramètres	P (mm)	ETR (mm)	R (mm)
Station d'Ain Assel	808.2	874.4	230.2

II.6.3. Infiltration (I)

L'infiltration est un paramètre très important dans le bilan hydrique, est définie comme étant le mouvement de l'eau dans un sol en passant par la surface, elle dépend de plusieurs facteurs.

Les plus importants sont :

- La nature de sol.
- La perméabilité et la porosité.
- La couverture végétale.
-

Tableau n°10 : Estimation de l'infiltration par l'équation fondamentale du Bilan hydrique en (mm).

Paramètres	P (mm)	R (mm)	ETR (mm)	I (mm)
Station d'Ain Assel	808.2	230.2	476.6	101.4

Avec :

R : Ruissellement en (mm).

P : précipitations moyennes annuelles en (mm).

I : Infiltration en (mm).

II.7. Hydrologie

III.1.1. Les données hydrométriques

Pour l'étude des apports liquides et solides de l'oued Kebir Est on dispose de la station de jaugeage d'Ain El Assel, située à 3 km en aval du site du barrage et dont le bassin versant est légèrement supérieur à celui du barrage pour une superficie de 676 km².

Tableau n°11 : Coordonnées de la station de jaugeage d'Ain Assel (oued Kebir Est).

Station d'Ain	Code de l'ANRH	Longitude	Latitude	Altitude
Assel	03 16 01	8°21'57"	36°46'03"	32

III.1.2. Etudes des apports liquides

Le régime des débits d'un cours d'eau durant une période déterminée est le seul paramètre du bilan hydrologique d'un bassin qui puisse être mesuré dans son ensemble avec une bonne précision. Les autres éléments de ce bilan tels que les précipitations, l'évapotranspiration (ETP, ETR),...etc., ne peuvent être qu'estimés à partir d'échantillons prélevés ou par déduire des formules hydrologiques toujours approximatives. Dans l'intérêt d'un suivi garantissant un résultat satisfaisant, on s'est penché sur l'étude des apports (débits).

III.1.3. Apports liquides moyennes mensuels

On peut étudier les variations mensuelles des Apports, en se basant sur les résultats des jaugeages sur la période d'observation (1961-62 à 2001-2002) à la station d'Ain Assel.

Tableau n°12 : Variation mensuelle des apports liquides de l'oued Kebir Est à la station d'Ain Assel (1961-1962 à 2001-2002)

Mois	Janvier	février	Mars	Avril	Mai	Juin
Moy(Hm³)	0.73	2.65	11.91	31.62	45.23	43.99
Mois	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Moy(Hm³)	30.01	24.06	9.06	0.68	0.53	0.27

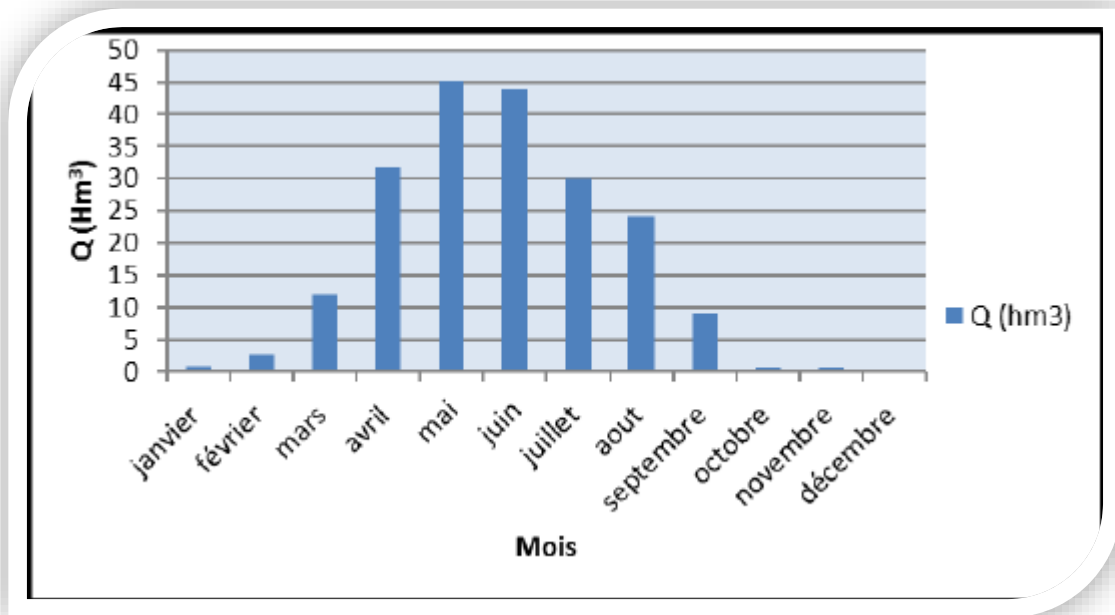


Figure n°15 : Variations mensuelle des apports liquides de l’oued Kebir Est à la station de jaugeage d’Ain Assel (1961-62/2001-2002).

L’apport de l’oued Kebir présente une distribution très variable sur toute l’année avec toutefois les irrégularités propres aux oueds de l’Algérie de Nord. Il existe une saison humide concentrée sur une période de six mois qui s’étend de novembre à avril, pendant laquelle l’écoulement représente 92 % de volume annuel en moyenne, tandis que pendant les six mois restants qui correspond à la saison sèche, les apports baissent considérablement et sont pratiquement inappréciables pendant les mois de juin, juillet, août et septembre, comme en peut le voir sur **la figure (15)**. Cette répartition correspond assez bien à celle qui avait été présentée antérieurement pour les précipitations.

III.1.4. Apport liquides annuels

Sur la base des données disponibles, l’apport moyen annuel de l’oued Kebir à la station de jaugeage d’Ain Assel est 222.3 hm³.

Tableau N°13 : Variation annuelle des apports liquides de l'oued Kebir Est à la station d'Ain Assel (1961-62/2001-2002)

Année	1961 - 1962	1962 - 1963	1963 - 1964	1964 - 1965	1965 - 1966	1966 - 1967
Q (Hm ³)	114.33	216.46	159.57	250.41	175.31	127.81
Année	1967 - 1968	1968 - 1969	1969 - 1970	1970 - 1971	1971 - 1972	1972 - 1973
Q (Hm ³)	132.94	97.13	340.11	264.23	224.6	377.86
Année	1973 - 1974	1974 - 1975	1975 - 1976	1977 - 1978	1978 - 1979	1979 - 1980
Q (Hm ³)	85.05	210.37	148.25	201.05	205.21	131.25
Année	1980 - 1981	1981 - 1982	1982 - 1983	1983 - 1984	1984 - 1985	1985 - 1986
Q (Hm ³)	162.2	181.36	203.65	333.65	296.87	116.7
Année	1986 - 1987	1987 - 1988	1988 - 1989	1989 - 1990	1990 - 1991	1991 - 1992
Q (Hm ³)	463.47	91.8	44.2	26.02	423.35	202.16
Année	1992 - 1993	1993 - 1994	1994 - 1995	1995 - 1996	1996 - 1997	1997 - 1998
Q (Hm ³)	173.01	114.98	92.23	352.6	41.7	264.65
Année	1998 - 1999	1999 - 2000	2000 - 2001	2001 - 2002	-	-
Q (Hm ³)	260.94	93.53	132.05	14.89	-	-

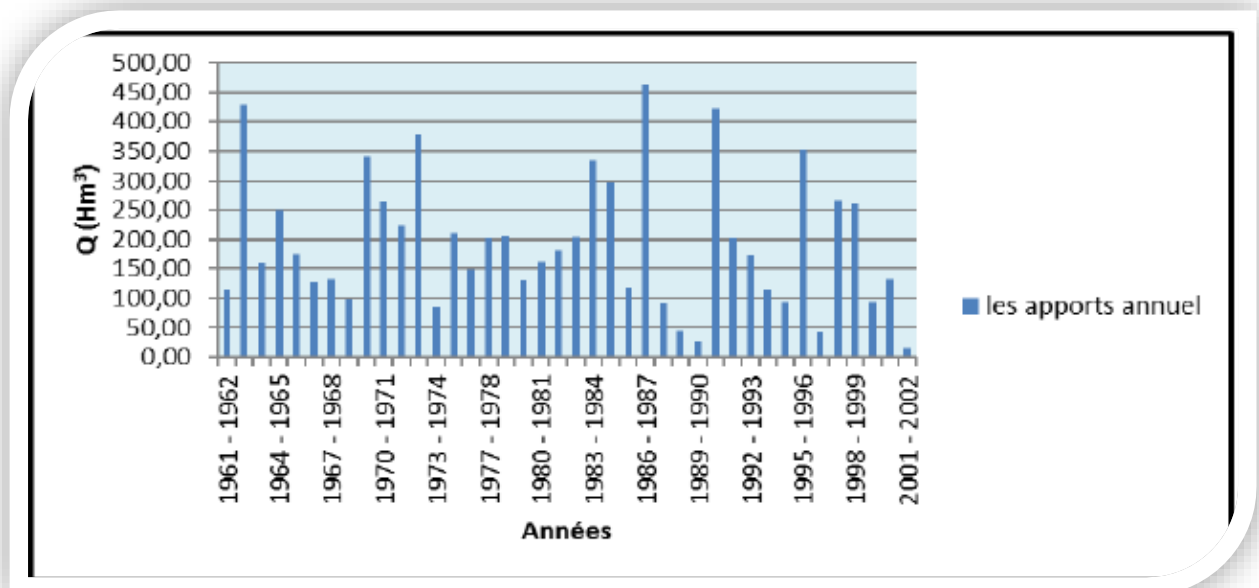


Figure n°16 : Variations annuelle des apports liquides de l'oued Kebir Est à la station d'Ain Assel (1961-62/2001-2002).

III.1.5. Les apports solides

Comme nous avons annoncé ultérieurement, les données disponibles, qui se rapportent aux mesures réalisées à la station de jaugeage d'Ain Assel sont peu nombreuses. Les données

existantes ne concernent que les matériaux solides en suspension apportés par les eaux de l’oued Kébir Est ; et ne dispose pas des données concernant le volume des matériaux de charriage, dont la proportion par rapport aux premiers pourrait être importante.

Le tableau (14) présente un résumé des valeurs annuelles estimées pour les apports solides en suspension ou cours de la période de mesure (1947-48/1977-78) à la station d’Ain Assel.

Tableau n°14 : Apports solides en suspension de l’oued Kébir Est à la station de jaugeage d’Ain Assel (1947-48/1977-78).

Années	Apports solides ($.10^3$ T)	Apports liquides ($.10^6$ m ³)	(%)
1947-1948	128	172	0.74
1948-1949	924	314	2.94
1949-1950	-	-	-
1950-1951	119	112	1.06
1951-1952	-	-	-
1952-1953	1207	454	2.66
1953-1954	960	440	2.18
1954-1955	339	188	2.12
1970-1971	841	253	3.33
1971-1972	513	215	2.41
1972-1973	1375	378	3.65
1973-1974	205	146	1.41
1974-1975	653	212	3.08
1975-1976	-	-	-
1976-1977	686	154	4.46
1977-1978	464	202	2.30

L’observation du tableau (14) permet de tirer les conclusions suivantes :

Il existe une différence notable dans la quantité des apports solides correspondant à la dernière période d’observation, soit depuis 1970 ou le rapport (apport solide/apport liquide) s’accroît considérablement. Donc pour estimer les valeurs moyennes des apports solides en suspension de l’oued Kébir Est on élimine les anciennes données (des années cinquante).

L'apport liquide de la période d'observation des débits solides, égal à 223 hm³/an, Par conséquent le rapport moyen de 3.04 ‰ déterminé dans le tableau (14). On admettant que ce coefficient pourrait être maximum de 3.5 ‰ toujours à moyen et à long terme.

Si l'on suit ce raisonnement, l'apport solide en suspension de l'oued Kebir Est pourrait être de :

$$\begin{aligned} - & Q_{\text{solide}} = 3.04 \text{ ‰} \times 222.3 \cdot 10^6 = 675.8 \cdot 10^3 \text{ T/an.} \\ - & Q_{\text{solide maximum}} = 3.5 \text{ ‰} \times 222.3 \cdot 10^6 = 778 \cdot 10^3 \text{ T/an.} \end{aligned}$$

Un apport de type exponentiel ayant été établi entre les apports solides et liquides pour la période d'observation à partir de 1970, soit :

$$A_{\text{solides}} = a \cdot e^{bx} \cdot 10^3 \text{ T/an}$$

Où :

$$a = 263.21$$

$$b = 0.004$$

x : apports liquide en Hm³.

Si l'on applique ce rapport pour un volume d'apports liquides équivalent à la moyenne à long terme, à savoir 222.3 hm³/an, on obtient comme apport moyen des solides en suspension le chiffre de 660000 T/an, ce qui correspond assez bien aux valeurs antérieures.

$$675.8 \times 1.3 \times 50 \times 10^3 = 43.9 \cdot 10^5 \text{ T/an.}$$

L'envasement total max probable :

$$778 \times 1.3 \times 50 \times 10^3 = 50.6 \cdot 10^5 \text{ T/an.}$$

En supposant que la densité moyenne est comprise entre 1.2 et 1.5 T/m³ on arriverait à un volume maximum total de l'ordre de 35-42 hm³ pour entrant dans la retenue.

III.2. Conclusion

Le barrage de Mexa est aménagé sur la vallée de l'oued El-Kébir-Est, au Nord-Est de la ville d'El-Tarf (Algérie) et est alimenté par 3 oueds : El-Kébir, Bougous et Ballouta, destinée essentiellement pour l'alimentation en eau potable des willayas d'Annaba et El Tarf.

La synthèse des données climatiques nous permet de distinguer que la région d'étude est soumise à un climat Méditerranéen, elle est caractérisée par deux saisons distinctes, l'une

pluvieuse humide à précipitations élevées et des températures basses, l'autre sèche moins pluvieuse avec des températures relativement élevée.

Partie pratique

Chapitre 03 : Matériel et méthodes

IV. 1. Introduction

La fiabilité et la bonne pratique de l'échantillonnage est une étape primordiale dans l'interprétation des résultats obtenus.

Afin de garantir cette opération, il est nécessaire de prendre toutes les dispositions depuis le prélèvement du milieu de surface (échantillons représentatifs, opérations d'échantillonnage, conservation et transport, délais et analyse).

IV.2. Objectif du travail

Notre travail a pour objectif d'évaluer de la qualité des eaux de barrage Mexa destiné pour l'irrigation, sur la base d'un suivi d'analyse des paramètres physicochimique sur une période d'étude de deux mois (Mars - Avril).

Cette étude nous permettra de déterminer l'aptitude des eaux de barrage Mexa pendant cette période d'étude pour l'irrigation.

IV.3. Méthodes d'échantillonnage et d'analyses

Pour étudier l'évolution des paramètres physico-chimiques de l'eau du barrage Mexa, 02 campagnes ont été effectuées durant l'année courante 2021 (Mars, Avril).

Pour le mode de prélèvement, les bouteilles sont plongés à une certaine distance du fond (25,30 cm) de la surface, assez loin des rives ou des bords ainsi que des obstacles naturels ou artificiels, en dehors des zones mortes ou des remous, et en évitant la remise en suspension des dépôts (**Rodier et al., 2009**).

Le prélèvement subira obligatoirement un certain temps de transport et une attente au laboratoire avant la mise en route analytique. Ces temps devront être réduits au minimum.

Les éléments chimiques suivants : **calcium (Ca²⁺) magnésium (Mg²⁺), sodium (Na⁺), chlorure (Cl⁻), L'ammonium(NH₄), titre hydrométrique (TH), titre alcalimétrique (TAC) et nitrate (NO₃⁻) ont été analysés.**

IV.3.1. Conservation de prélèvement

Avant de procéder aux opérations analytiques, il est essentiel que tous les dispositions soient prises pour que les résultats donnent bien une représentation exacte de la composition de l'eau analysée (**Rodier et al., 2009**).

IV.4. Matériel

L'ensemble des instruments et appareils seront cités au fur et à mesure de leurs utilisations.

Ainsi on peut dénombrer :

- Un GPS pour relever les coordonnées

- Une glacière pour transporter les échantillons ;
- Des flacons stériles pour prélèvement d'eau ;
- Cahier

IV.4.1. L'échantillonnage

IV.4.1.1.Méthode de prélèvement

Les techniques de prélèvement sont variables en fonction du but recherché et de la nature de l'eau à analyser. Pour une eau de surface (eau superficielle), les bouteilles stériles sont plongées à une distance qui varie de 20 à 30 cm de la surface assez loin des bords, ainsi que des obstacles naturel ou artificiel (**Rodier et al, 1996**).

Les prélèvements d'eaux brutes de barrage ont été effectués entre Mars 2021 et Avril 2021. Les prélèvements se font à une profondeur de 20 à 30 cm de la surface de l'eau, en évitant la pénétration de l'air dans des flacons stériles de 250 ml munis d'étiquettes (portant les coordonnées du lieu de prélèvement et la date du prélèvement).

Le transport des échantillons depuis le point de prélèvement jusqu'au laboratoire se fait dans une glacière à 4 °C. Lorsque les échantillons sont conservés, ils sont mis au réfrigérateur. Avant de procéder aux opérations analytiques, il est essentiel que toutes les dispositions soient prises, telles que l'homogénéisation au moment du dosage.

IV. 4.1.2.Transport et stockage

Pour éviter des modifications des composants de l'eau dans le flacon, toutes les analyses sont effectuées le plus rapidement possible. L'évolution est difficile à prévoir et dépend de nombreux facteurs. Si la durée du transport dépasse 1 heure, et si la température extérieure est supérieure à 10 °C, les prélèvements seront transportés dans des glacières dont la température doit être comprise entre 4 à 6 °C (**Bordj, 2019**).



Figure n°17 : glacière et Des flacons stériles

IV.5. Les méthodes d'analyses

IV.5.1. Au laboratoire

Tous les échantillons destinés aux analyses doivent toujours être prélevés dans les contenants stériles fournis par les laboratoires.

Toujours laisser un espace d'air au moins 2,5 cm entre la surface d'eau et le bouchon, ce qui facilite l'homogénéisation de l'échantillon au moment de son analyse au laboratoire

IV.5.1.1.paramètres physiques

a. Température(T)

La température de l'eau est un facteur écologique qui entraîne d'importantes répercussions écologiques (**Leynaud, 1968**). Elle agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels dissous, de même que sur les réactions chimiques et biochimiques, le développement et la croissance des organismes vivant dans l'eau et particulièrement les microorganismes (**WHO, 2011**). Toute variation brusque de ce paramètre entraîne une perturbation dans l'équilibre de l'écosystème aquatique (**Chapman et Kimstach ,1996**). Et mesurer par l'appareil de thermomètre.

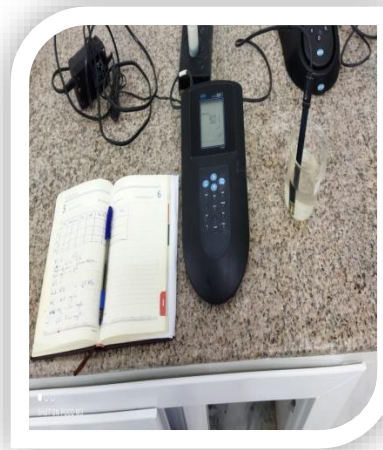
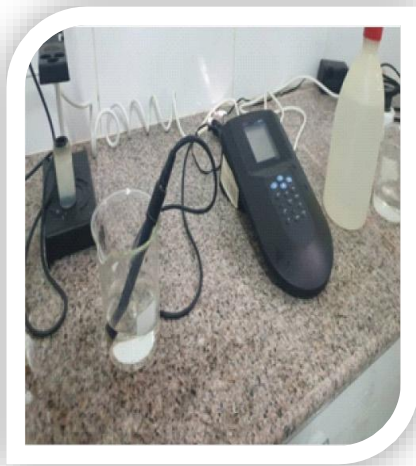


Figure n°18 : Mesure de la température

b. Potentiel en Hydrogène (pH)

Ce paramètre mesure la concentration des protons H^+ contenus dans l'eau, et donc l'acidité ou l'alcalinité de l'eau sur une échelle logarithmique de 0 à 14. Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés et dépend de l'équilibre calco-carbonique de la formule ci-dessous (El Blidiet *al*, 2006).

Le pH influence la plupart des mécanismes chimiques et biologiques dans les eaux. Habituellement, les valeurs du pH se situent entre 6 et 8,5 dans les eaux naturelles (Chapman et Kimstach, 1996). Il diminue en présence des teneurs élevées en matière organique et augmente en période d'étiage, lorsque l'évaporation est importante (Meybeck *et al*, 1996).

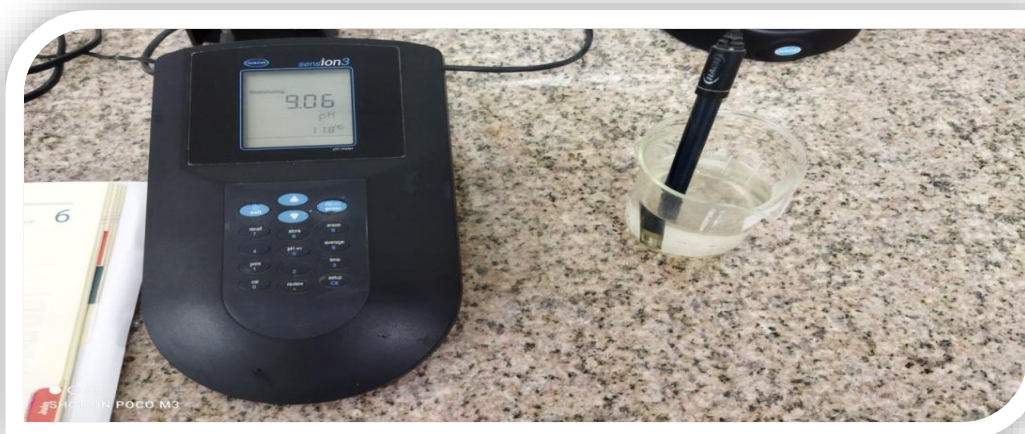


Figure n°19 : Mesure du pH

c. La conductivité électrique

La conductivité électrique l'un des moyens de valider les analyses physicochimiques de l'eau, en effet des contrastes de conductivité mesurés sur un milieu permettent de mettre en évidence des pollutions. La conductivité est également en fonction de température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente. Elle sert aussi d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau (**Rodier, 1984**).



Figure n°20 : Mesure de conductivité .salinité.. TDS

d. La salinité

La présence de sel dans l'eau modifie certaines propriétés (densité, compressibilité, point de congélation, température du maximal de densité), d'autre (viscosité, absorption de la lumière) ne sont pas influencées de manière signification. Enfin certaines sont essentiellement déterminées par la qualité de sel dans l'eau (conductivité, pression osmotique) (**Merzoug, 2009**).

e. La turbidité

La turbidité est un paramètre organoleptique (**Ghazali D et Zaid A, 2013**). Cette dernière est due à la présence de particules en suspension, notamment colloïdales ; argiles, limons, grains de silice, matière organique, etc. qui donnent un aspect trouble à l'eau (**Rodier et al., 2009**). (**Graindorge J, 2015**).L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité (**Rodier et al., 2009**).



Figure n°21 : Mesure de la turbidité

1V.5.1.2. Paramètres chimiques

a. Le Taux de Solides Dissous(TDS)

Les solides dissous sont constitués principalement de substances inorganiques dissoutes dans l'eau. Les principaux constituants des solides dissous sont les chlorures, les sulfates, les bicarbonates, le calcium, le magnésium et le sodium. Ils proviennent de sources naturelles, et industriels, du ruissellement des terres agricoles et des retombées de matières particulaires atmosphériques.

L'influence la plus importante qu'exercent les solides dissous sur la qualité de l'eau sont l'altération du goût. Ils provoquent par fois un entartrage des canalisations.

b. La dureté :

La dureté ou titre hydrométrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plus part des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions fer, aluminium, manganèse, strontium. La dureté est encore appelée dureté calcique et magnésienne ou consommation de savon. Elle s'exprime en milliéquivalents de concentrations en CaCO₃ (Rodier, 2009).



Figure n°22 : Mesure de la d urete.

c. Titre alcalimétrique :

Le titre alcalimétrique permet d'apprécier la concentration de tous les carbonates et bicarbonates dans l'eau. La formation d'une couche carbonatée assurant la protection des canalisations contre certains risques de corrosion nécessite une alcalinité minimale .le titre alcalimétrique complet, donnant l'alcalinité totale de l'eau (pas seulement l'alcalinité due au bicarbonate et au carbonate), ne doit pas être inférieur à 50  F.



Figure n°23 : Mesure de Titre alcalimétrique

d. Calcium (Ca^{++})

La présence des ions de calcium dans l'eau est liée principalement à deux origines naturelles, soit la dissolution des formations gypseuses CaSO_4 et la dissolution des formations carbonatées CaCO_3 .

e. Magnésium (Mg^{++})

Les origines du magnésium sont comparables à celles du calcium, car il provient de la dissolution des formations carbonatées à forte teneur en magnésium (magnésite et dolomites) (Guechi, 2016).

f. Chlorures (Cl^-)

L'origine des chlorures est liée principalement à la dissolution des formations salifères et à l'effet de la salinité marine. Ils proviennent aussi de la pollution anthropique et de l'évaporation intense qui provoque l'augmentation des concentrations en ions Cl^- , et qui se produit dans les régions où le niveau statique est proche de la surface du sol.

g. Sodium (Na^+)

Le sodium Na^+ est très abondant sur la terre. On le retrouve dans les roches cristallines et les roches sédimentaires (sables, argiles, évaporites).

h. Les Nitrates

Les nitrates (NO_3^-) sont des ions minéraux nutritifs solubles dans l'eau, ils se trouvent dans les couches superficielles du sol, la migration des nitrates augmente rapidement sur les surfaces cultivables laissées nues exposées pendant l'hiver (Benslimane, 2015). Les nitrates pénètrent dans le sol et les eaux souterraines et se déversent dans les cours d'eau (Abboudiet *al.*, 2014). Cependant, ils sont aussi apportés de manière synthétique par les engrais (Chapman et Kimstach, 1996).



Figure n°24 : Mesure les nitrates

i. L'ammonium (NH_4^+)

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. Il existe en faible proportion, inférieure à 0,1mg/l d'azote ammoniacal dans les eaux naturelles.

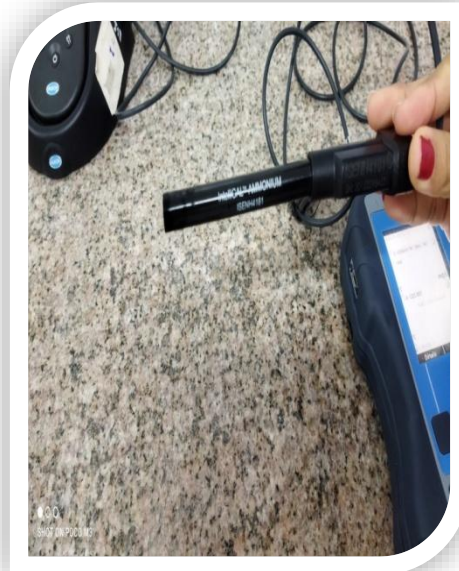


Figure n°25 : Mesure L'ammonium

IV.6. Aptitude des eaux a l'irrigation

L'agriculture durable passe par le maintien de la qualité du sol et de l'eau. Certaines pratiques agricoles constituent un risque pour l'environnement dont les conséquences pourraient affecter les régions urbaines comme rurales. Les bonnes pratiques de gestion permettent de réduire les risques environnementaux de l'agriculture. Ces pratiques agricoles tiennent compte des connaissances actuelles en matière de conservation du sol et de l'eau, sans pour autant sacrifier la productivité.

Notre région d'étude est à vocation agricole, une activité qui demande beaucoup d'eau afin de subvenir aux besoins des diverses cultures. L'eau destinée à l'irrigation doit présenter des caractéristiques physico-chimiques tolérables par les plantes

IV.6.1. Risque de salinité

La salinité a eu des effets sur l'agriculture depuis très longtemps. Les sels ont été reconnus comme un problème durant des milliers d'années. Les sels minéraux contenus dans l'eau ont des effets sur le sol et les plantes (**Chaoui, 2007**). La salinité peut entraîner des effets nocifs conséquents en raison de la fixation du sodium des sels de chlorure de sodium par les colloïdes du sol. Le sodium exerce alors une action néfaste sur la végétation, de façon indirecte, en dégradant les propriétés physiques du sol. Sous cette action, les sols deviennent compacts et asphyxiants pour les plantes (**Todd, 1980**).

Richards en 1969 a établi une échelle de qualité des eaux d'irrigation en fonction de leur salinité évaluée par leur conductivité électrique (**Tableau n°(15)**).

	Conductivité de l'eau (mmhos/cm)	Sels correspondants estimés en NaCl (mg/l)
Excellente	< 0,25	< 160
Faible salinité	0,25 - 0,75	160 - 500
Forte salinité	0,75 - 2,25	500 - 1500
Très forte salinité	2,25 - 5	1500 - 3600

Tableau n°15 : Classes de salinité selon Richards

IV.6.2. Risque de sodicité

L'accumulation du sodium sur le complexe adsorbant des sols peut dégrader les propriétés physiques des sols. Leur capacité de drainage donc leur perméabilité, conditionne la productivité des terres irriguées. Le sodium a un effet particulièrement néfaste sur la végétation. Les sols deviennent compacts et asphyxiants pour les plantes. Ce risque peut être déterminé par le SAR (Sodium Absorption Ratio), qui s'exprime par la relation suivante :

$$SAR = Na / \sqrt{Ca + Mg} / 2$$

Résultats et discussion

Chapitre IV : Résultats et discussion

VI.1. Paramètres physico-chimique

a. Température(T)

Le **tableau n°16** nous a permis de déterminer les différentes fluctuations de la température des eaux du barrage Mexa au cours de 2 périodes en 2021. Parallèlement ces données affichent la valeur maximum qui est de 27.6 c° durant la 2eme période, et une valeur minimum qui est de 12.3 c° durant la 01ere période d'étude.

Tableau n° 16 : Variation de la température (c°).

heure	1h	2h	3h
17/03/2021	15.7	12.3	13.4
07/04/2021	25.4	25.4	27.6

La figure n°26 exploite des valeurs de températures d'eau qui sont supérieures à 25°C. Cette dernière est considérée comme une valeur limite indicative fixée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour les eaux destinées à l'irrigation des cultures.

Ces variations et augmentations de la température sont dues aux changements climatiques qui frappent particulièrement la région.

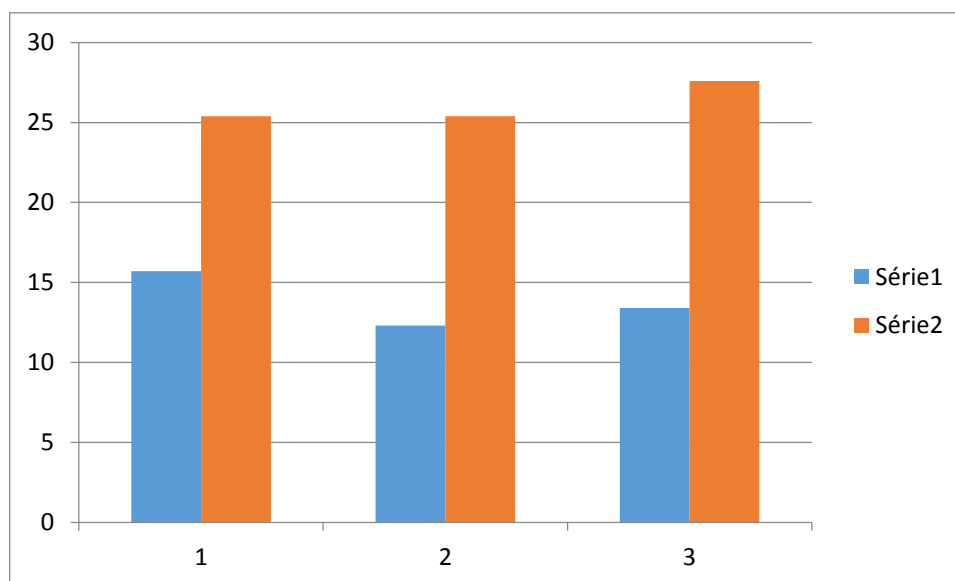


Figure n°26 : Variation de la température (c°)

B .Potentiel en hydrogène (pH)

Le **tableau n° 17** nous a permis de déterminer les différentes fluctuations du potentiel en hydrogène (pH) des eaux du barrage Mexa au cours du période d'étude.

On peut observer une valeur maximum de 8.47 pendant la 02 période et une valeur minimum de 8.20 pendant la 01 période.

Tableau n°17 : Variation de potentiel en hydrogène (pH)

heure	1h	2h	3h
17/03/2021	8.31	8.20	8.23
07/04/2021	8.47	8.39	8.36

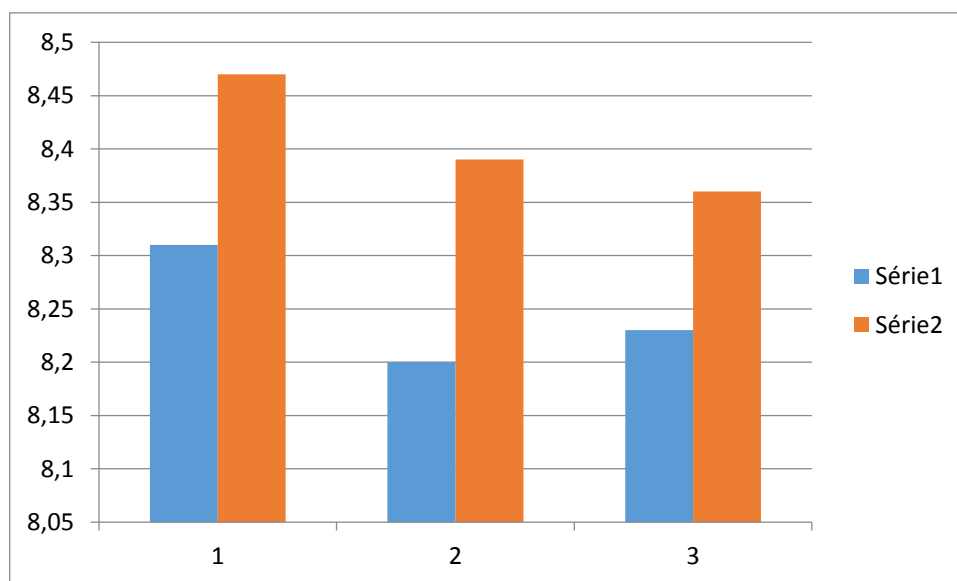


Figure n°27 : Variation de potentiel en hydrogène (pH)

La figure ci-dessus affiche des concentrations suggèrent que les eaux traversent des sols riches en calcaires au niveau du bassin versant du Mexa.

c. La conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$)

Le **tableau n°18** nous a permis de déterminer les différentes fluctuations de la conductivité des eaux du barrage Mexa.

On peut observer une valeur maximum de $577\mu\text{s}/\text{cm}$ pendant la 01 période, et une valeur minimum qui est de $533\mu\text{s}/\text{cm}$ pendant la 02 période.

Tableau n° 18 : Variation de la conductivité (en $\mu\text{s}/\text{cm}$).

heure	1h	2h	3h
17/03/2021	577	559	555
07/04/2021	554	533	544

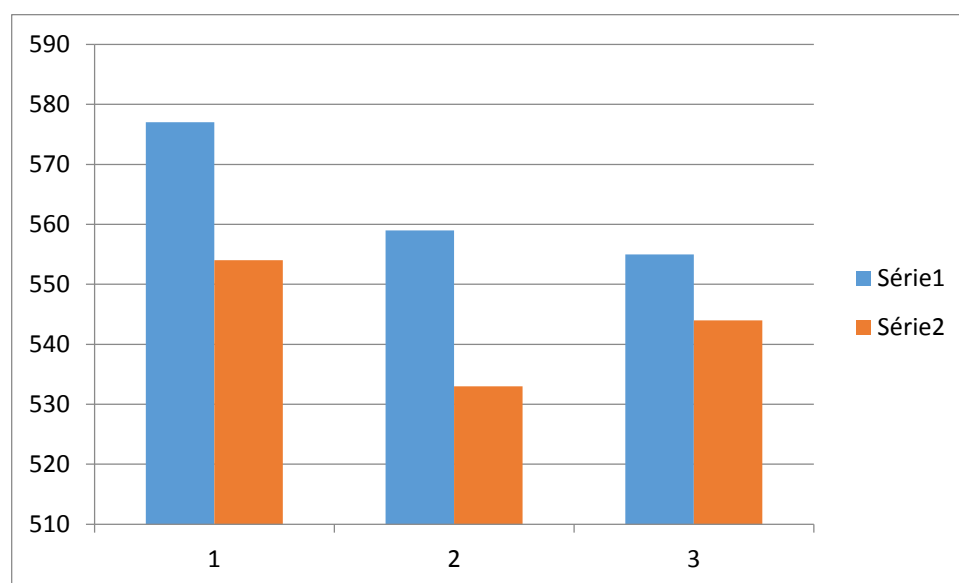


Figure n°28 : Variation de la conductivité en $\mu\text{s}/\text{cm}$

Cette figure nous a permis d'apprécier la minéralisation ainsi d'autre réaction chimiques relatives à cette dernière. Ainsi on peut déduire que ces eaux varient en eaux de minéralisation qui peut accentuée à une eau de minéralisation moyenne.

d.la salinité :

Le **tableau n° 19** nous a permis de déterminer les différentes fluctuations de la salinité des eaux du barrage Mexa.

Une valeur maximum de 0.28 est affichée pendant la 01 période, et une valeur minimum de 0.26 pendant la 02 période.

Tableau n°19 : Variation de la salinité

heure	1h	2h	3h
17/03/2021	0.28	0.27	0.27
07/04/2021	0.27	0.26	0.26

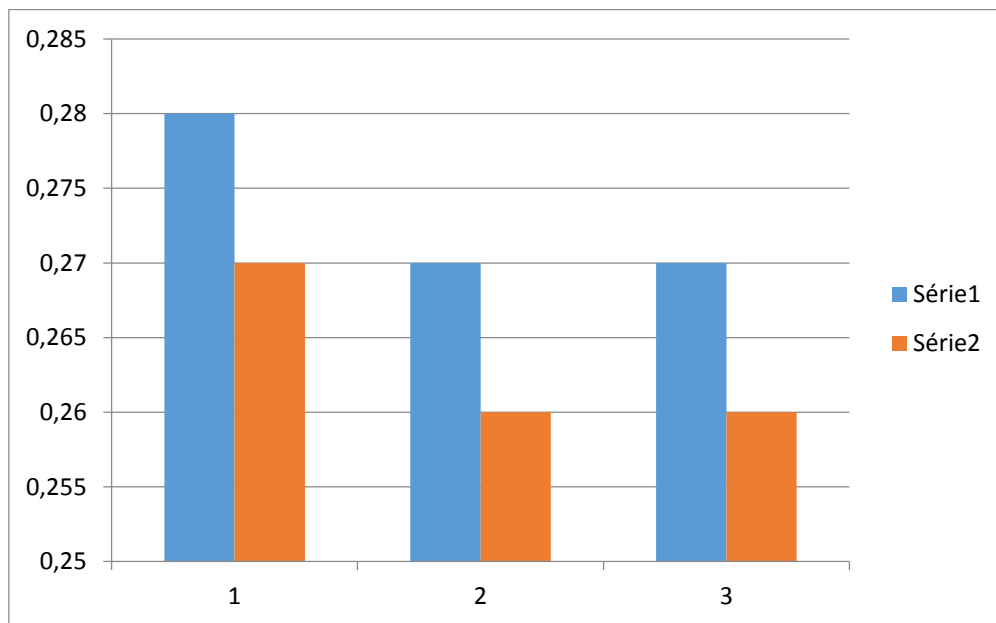


Figure n°29 : Variation de la salinité

Les résultats obtenus sur le terrain d'étude montrent que la salinité des eaux varie entre 0.26 et 0.28. Cette dernière représente des valeurs inférieures par rapport aux travaux de Sekiou et Kellil (2014).

e. La turbidité

Le **tableau n° 20** nous a permis de déterminer les différentes fluctuations de la turbidité des eaux du barrage Mexa.

On observe une valeur maximum de 36.2 pendant la 01 période, et une valeur minimum de 14.7 pendant la 02 période.

Tableau n° 20 : Variation de la turbidité

heure	1h	2h	3h
17/03/2021	35.6	36.2	34.3
07/04/2021	14.7	15.4	14.8

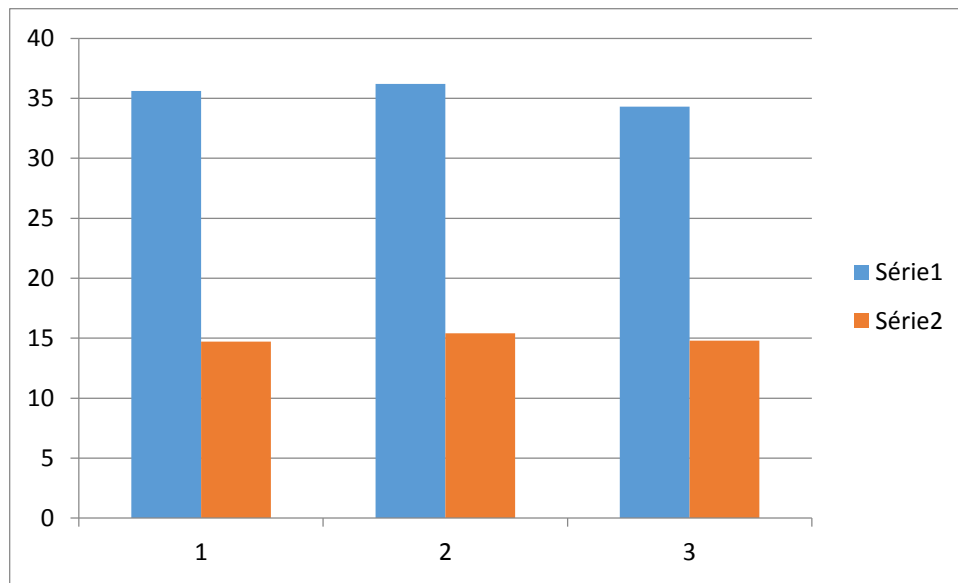


Figure n°30 : Variation de la turbidité.

Ces données nous a permis d'observer l'augmentation de la turbidité d'où le rapport de la présence des particules argileuses en suspension dans l'eau et en plus elle s'ajoute par le passage d'animaux sauvages qui s'abreuvent d'où la perturbation de l'eau de la source.

f. Le taux de solides dissous (TDS)

Le **tableau n° 21** nous a permis de déterminer les différentes fluctuations des solides dissous (TDS) des eaux du barrage Mexa. On observe une valeur maximum de 280 pendant la 01 et 02 périodes.

Tableau n° 21 : Variation du taux de solides dissous.

heure	1h	2h	3h
17/03/2021	280	271	269
07/04/2021	266	258	264

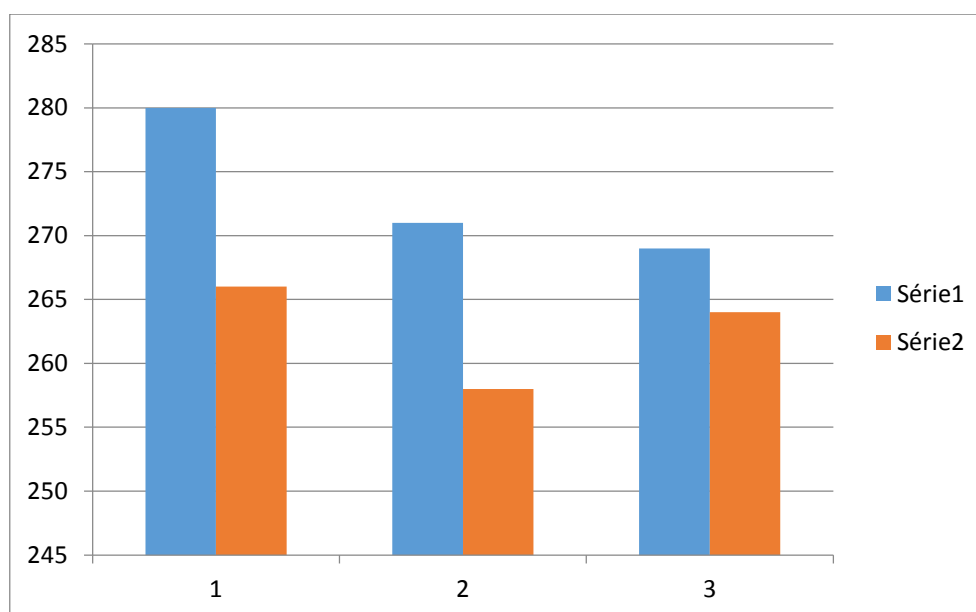


Figure n°31 : Variation de solides dissous (TDS).

La **figure n°31** nous a permis d'apprécier la minéralisation ainsi d'autre réaction chimiques relatives à cette dernière.

On peut déduire que ces eaux varient en eaux de minéralisation qui peut accentuée à une eau de minéralisation moyenne.

g. Titre alcalimétrique

Le **tableau n°22** nous a permis de déterminer les différentes fluctuations du titre alcalimétrique des eaux du barrage Mexa.

On observe une valeur maximum de 7.5 pendant la 01 et 02 périodes.

Tableau n° 22. Variation de titre alcalimétrique.

heure	1h	2h	3h
période			
17/03/2021	7.5	7.5	7.5
07/04/2021	7.5	7.5	7.5

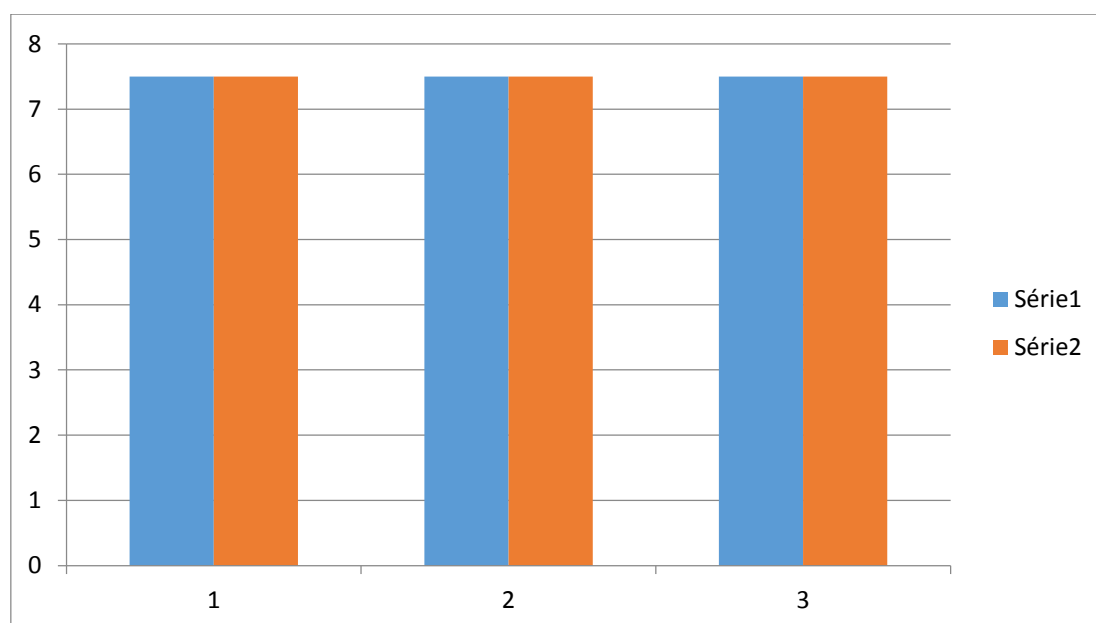


Figure n°32 : Variation de titre alcalimétrique

Cette variation serait liée à la nature lithologique des formations traversées et en particulier à sa composition.

h. La durezza

Le tableau n° 3 nous a permis de déterminer les différentes fluctuations de la durezza des eaux du barrage Mexa.

On observe une valeur maximum de 200 pendant la 01 et 02 périodes.

Tableau n° 23 : Variation de la dureté

heure	1h	2h	3h
17/03/2021	200	200	200
07/04/2021	200	200	200

Cette variation serait liée à la nature lithologique des formations traversées et en particulier à sa composition en magnésium et en calcium.

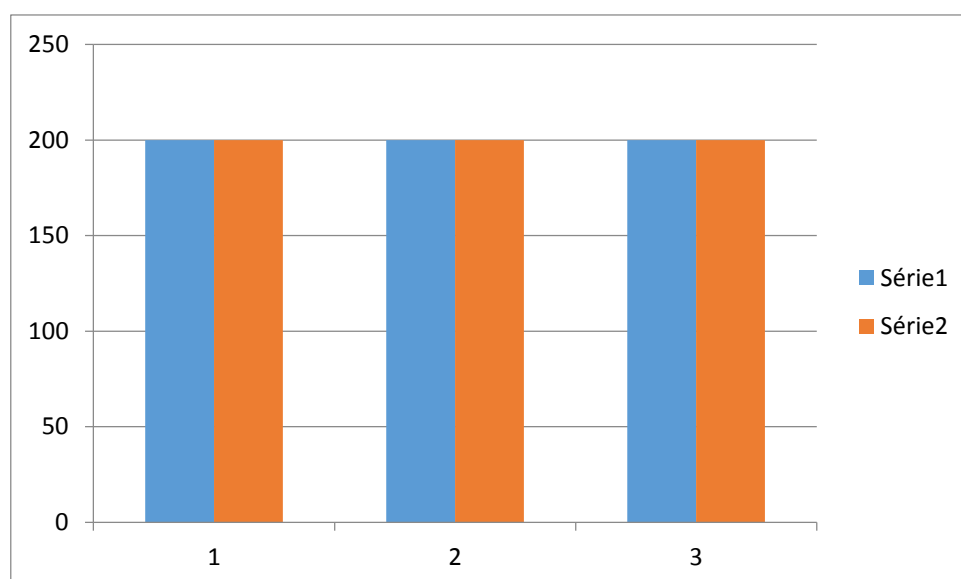


Figure n°33 : Variation de la dureté en mg/l.

i. Le sodium Na+ (mg/l)

Les valeurs du sodium oscillent entre la valeur minimale 13.8 mg/l observée pendant les 02 périodes et une valeur maximale 14.8 mg/l observée pendant la 2 période.

On s'aperçoit que les plus fortes teneurs sont enregistrées pendant la période des basses eaux alors que les plus faibles teneurs sont enregistrées pendant la période des hautes eaux.

Tableau n° 24 : Variation de sodium (en mg/l).

heure	1h	2h	3h
17/03/2021	14.5	14.1	13.8
07/04/2021	14.8	14.3	13.8

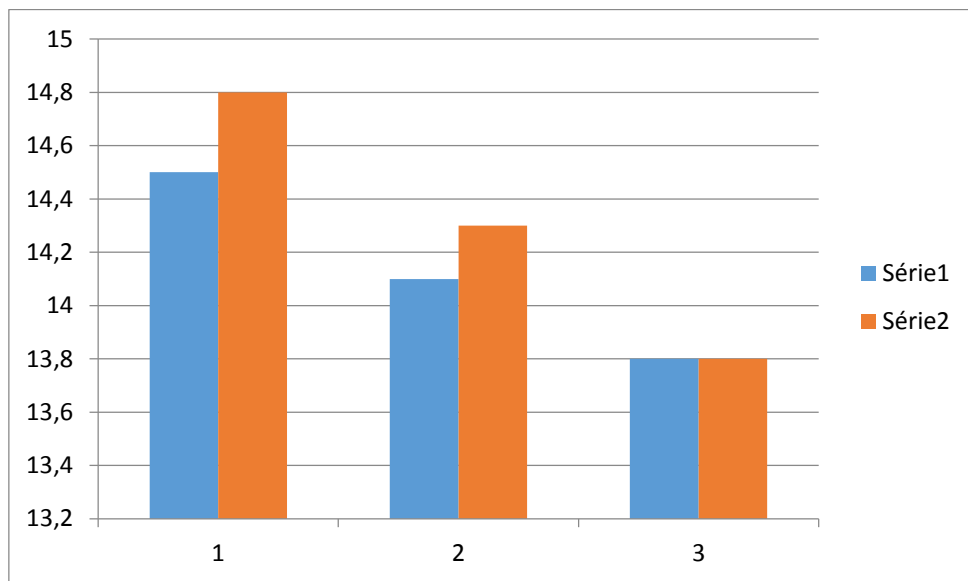


Figure n°34 : Variation de sodium (en mg/l).

La figure ci-dessus nous a permis de déduire que la variation de sodium des eaux de ce barrage est très faibles et les moyennes des saisons n'ont pas dépassées la norme qui est de 150 mg/l, le sodium proviendra en partie des terrains argileux ou des rejets agricoles surtout en période 01.

j. Le magnésium Mg⁺⁺ (mg/l)

Les données affichées dans **tableau n° 25** déterminent les différentes fluctuations de la mesure du magnésium au niveau des eaux de ce barrage Mexa.

On observe une valeur maximum de 19.2 mg/l pendant la 02 période, et une valeur minimum qui est de 16.8 mg/l pendant la 01 période.

Tableau n°25 : Variation de magnésium (en mg/l).

heure	1h	2h	3h
17/03/2021	16.8	16.8	16.8
07/04/2021	19.2	19.2	19.2

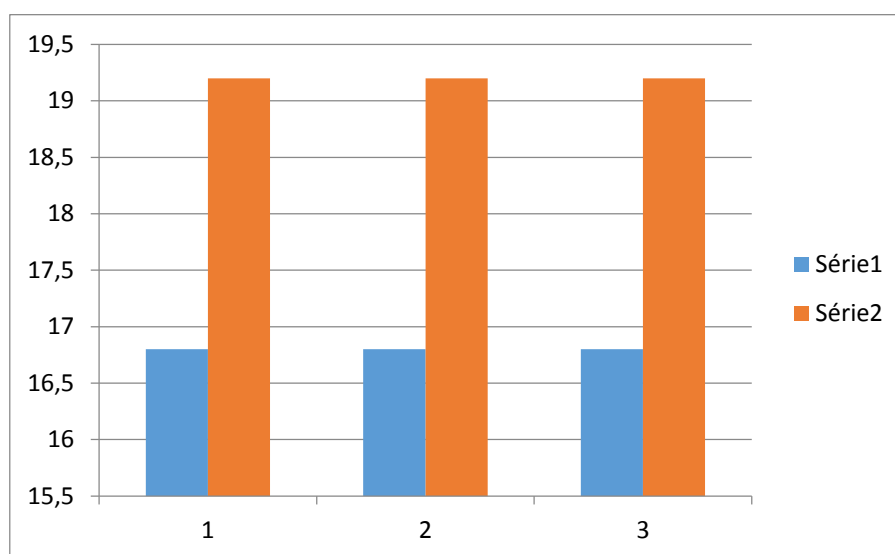


Figure n°35 : Variation de magnésium en mg/l.

On constate que la variation du magnésium ne dépasse pas la norme qui est de 50 mg/l pendant la période 01 et 02 de l'année 2021

k. Le chlorure Cl⁻ (mg/l)

Le **tableau n° 26** montre les différentes fluctuations de chlorure des eaux de ce barrage pendant la période d'étude (2021).

On remarque que la valeur minimale des chlorures est affichée pendant la période 02 ; qui est de 26.5 mg/l et une valeur maximale pendant la période 01 qui est de 55.2 mg/l.

Tableau n° 26 : Variation de chlorure en mg/l.

heure période	1h	2h	3h
17/03/2021	55.2	43.6	49.3
07/04/2021	30.3	31	26.5

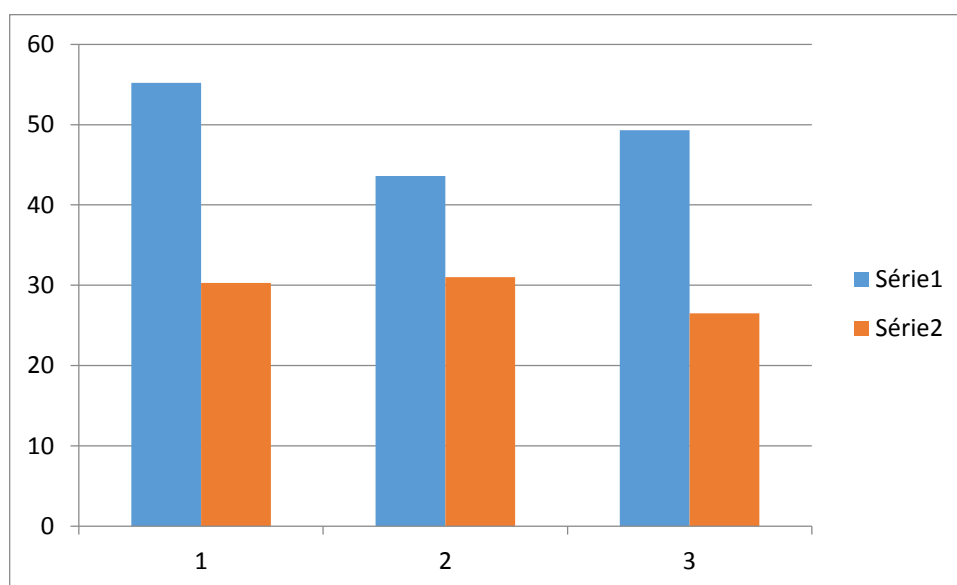


Figure n°36 : Variation de chlorure en mg/l.

La **figure n°36** montre que les teneurs en chlorures des eaux de ce barrage sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés, la provenance des chlorures peut être due au passage de l'eau à travers des percolations de roches sédimentaires.

1. Le calcium Ca⁺⁺ (mg/l)

Le **tableau n°27** nous a permis de déterminer les différentes fluctuations de calcium des eaux du barrage Mexa.

On observe une valeur minimum dans la saison 02 qui est de 48 mg/l, et une valeur maximum qui est de 52 mg/l pendant la saison 01.

Tableau n°27 : Variation de calcium en mg/l.

heure période	1h	2h	3h
17/03/2021	52	52	52
07/04/2021	48	48	48

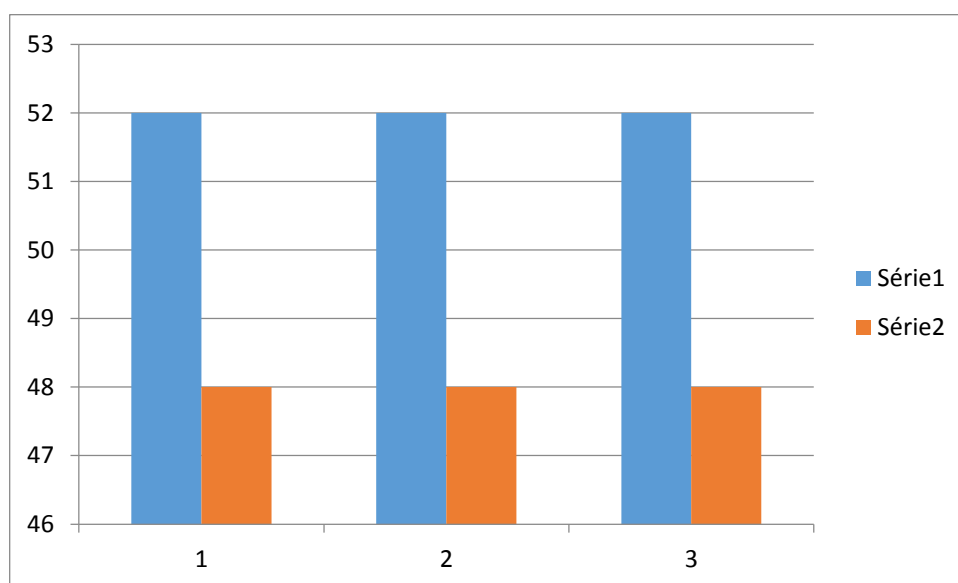


Figure n°37 : Variation de calcium en mg/l.

La **figure n°37** nous a permis de dire que l'intervalle de variation des teneurs en calcium des eaux de barrage est très limité, cette variation est liée principalement à deux origines naturelles : soit la dissolution des formations carbonatées (CaCO_3), soit la dissolution des formations gypsifères (CaSO_4).

m. Les Nitrates

Le **tableau n°28** nous a permis de déterminer les différentes fluctuations de nitrates des eaux du barrage Mexa.

On observe une valeur minimum durant la période 02 qui est de 0.054 mg/l, et une valeur maximum qui est de 0.13 mg/l pendant la période 01.

Tableau n°28 : Variation de nitrates en mg/l

heure	1h	2h	3h
17/03/2021	0.50	0.28	0.13
07/04/2021	0.21	0.054	0.04

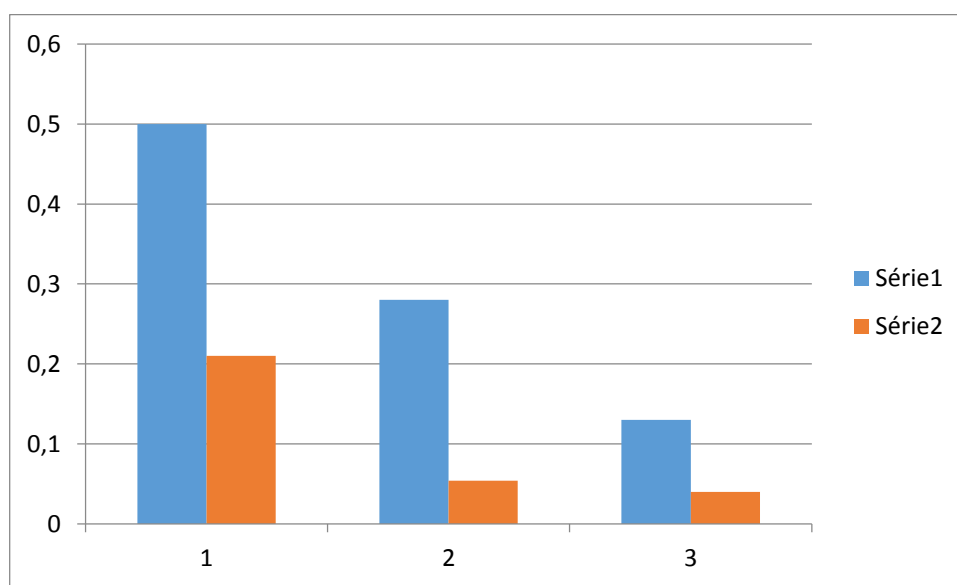


Figure n°38 : Variation de nitrate en mg/l.

Les nitrates sont utilisés comme indicateur de pollution. Ils jouent le rôle de fertilisant pour les plantes qui assimilent l'azote sous la forme NO₃.

n. L'ammonium (NH₄⁺)

Le **tableau n°29** nous a permis de déterminer les différentes fluctuations de l'ammonium des eaux du barrage Mexa.

On observe une valeur minimum durant la période 01 qui est de 0.12 mg/l, et une valeur maximum qui est de 0.27 mg/l pendant la période 02.

Tableau n°29 : Variation de l'ammonium en mg/l.

heure	1h	2h	3h
17/03/2021	0.18	0.13	0.12
07/04/2021	0.27	0.19	0.20

Les concentrations en ammonium fournissent des informations sur la pollution des eaux ; suite ou déversement des eaux usées ménagères ou à l'érosion et au lessivage des sols agricoles. L'ammonium n'est pas très stable ou plan chimique entre le prélèvement et l'analyse en laboratoire, il faut compter avec une importante dégradation biologique durant le transport, cette transformation est particulièrement sensible pour de faibles concentrations, Il faut garantir une réfrigération appropriée de l'échantillon lors de prélèvement et du transport.

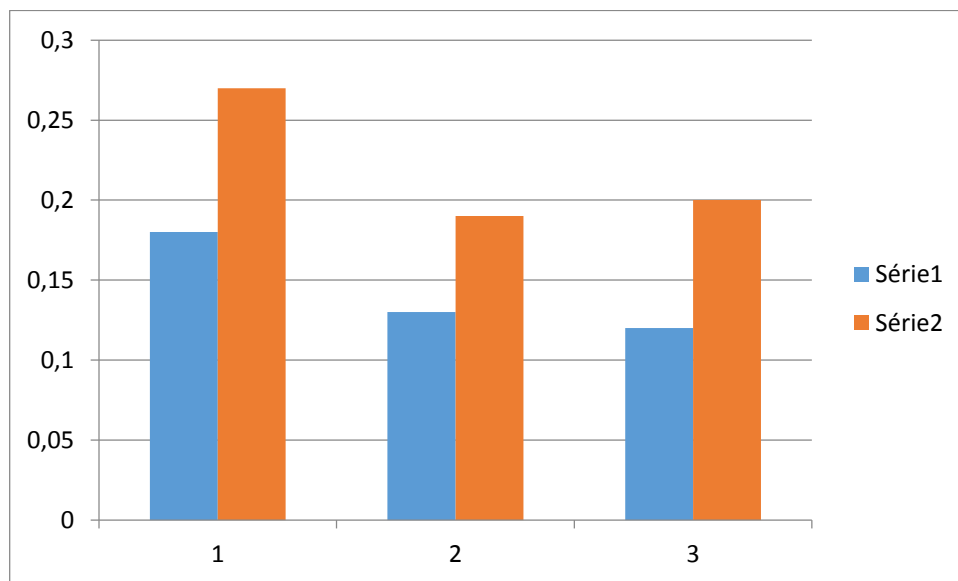


Figure n°39 : Variation de L'ammonium en mg/l.

VII. Etablissement de la carte d'aptitude des eaux de l'Oued Kébir Est à l'irrigation

Les classifications de Richards et Wilcox ont permis de classer les eaux du barrage, et montrer que la salinité reste toujours moyenne au niveau du barrage Mexa.

Pour que l'interprétation ait un sens pratique, nous avons cartographié l'aptitude de ces eaux à l'irrigation (**figure n° 40**).

L'établissement de la carte d'aptitude des eaux du barrage Mexa à l'irrigation confirme les résultats obtenus par les deux méthodes. Ces eaux sont de bonne qualité. En général, eau pouvant être utilisée sans contrôle particulier pour l'irrigation des plantes moyennement tolérantes aux sels, sur sols ayant une bonne perméabilité.

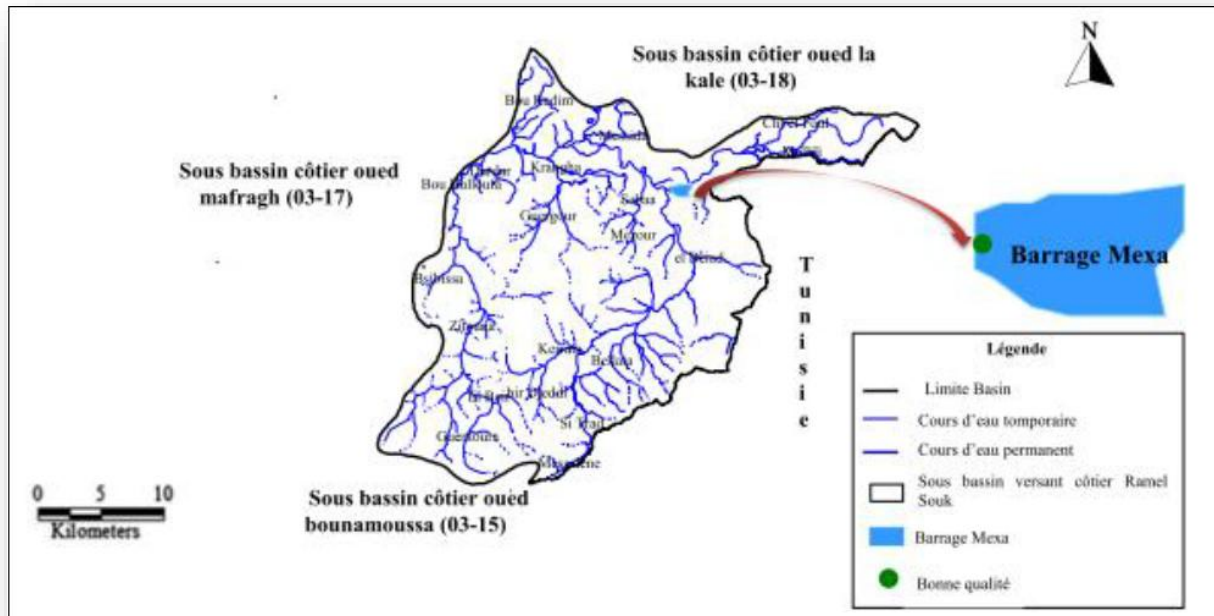


Figure n° 40 : Carte d'aptitude du barrage Mexa à l'irrigation

Conclusion

Conclusion

Les barrages et les retenues d'eau jouent un rôle primordial dans le cadre de gestion de l'eau et apportent une contribution à la qualité de vie de la société. Le présent travail a été consacré à l'étude de la qualité physico chimique des eaux de barrage de Mexa ; situé dans la wilaya d'El Tarf à l'extrême Nord-Est Algérien près de la frontière Algéro-Tunisienne.

Le barrage Mexa occupe une superficie de 648,72 Km² environ, destiné essentiellement pour l'alimentation en eau potable des deux wilayas El Tarf et Annaba. La région d'étude est soumise à un climat méditerranéen, elle est caractérisée par deux saisons distinctes l'une pluvieuse humide à précipitations relativement élevées et des températures basses, l'autre sèche moins pluvieuses avec des températures élevées.

Pour arriver à nos objectifs un protocole d'étude a été établie ainsi qu'une analyse complémentaires des données sont exploitées pour bien interprété les résultats obtenus.

La minéralisation des eaux du barrage est influencée naturellement par la géologie et les précipitations. Les eaux brutes du barrage sont de bonnes qualités, presque tous les paramètres analysés sont dans les normes de potabilité.

Les classifications de Richards et Wilcox ont permis de classer les eaux du barrage, et montrer que la salinité reste toujours moyenne au niveau du barrage Mexa, l'établissement de la carte d'aptitude des eaux du barrage Mexa à l'irrigation confirme les résultats obtenus par les deux méthodes ; ces eaux sont de bonne qualité.

En général, l'eau pouvant être utilisée sans contrôle particulier pour l'irrigation des plantes moyennement tolérantes aux sels, sur sols ayant une bonne perméabilité.

Résumés

Résumé

L'eau est un élément naturel indispensable à la vie, c'est une richesse nécessaire à toute activité humaine. L'objectif principal de cette présente étude est d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux du barrage Mexa situé à l'extrême Nord Est de l'Algérie à la wilaya d'El Tarf, et voir son aptitude à l'irrigation.

Les classifications de Richards et Wilcox ont permis de classer les eaux du barrage, et montrer que la salinité reste toujours moyenne au niveau du barrage Mexa. Pour que l'interprétation ait un sens pratique, nous avons cartographié l'aptitude de ces eaux à l'irrigation.

L'établissement de la carte d'aptitude des eaux du barrage Mexa à l'irrigation confirme les résultats obtenus. Ces eaux sont de bonne qualité. En général, l'eau pouvant être utilisée sans contrôle particulier pour l'irrigation des plantes moyennement tolérantes aux sels, sur sols ayant une bonne perméabilité.

Mots clés : Barrage Mexa, eau, qualité physico chimique, irrigation.

Abstract

Water is a natural element essential to life; it is a necessary resource for all human activity. The main objective of this present study is to assess the physico-chemical quality of the waters of the Mexa dam located in the extreme northeast of Algeria, wilaya of El Tarf, and to see its suitability for irrigation.

The classifications of Richards and Wilcox made it possible to classify the water of the dam, and to show that the salinity always remains average at the level of the Mexa dam. To make the interpretation practical, we have mapped the suitability of these waters for irrigation.

The establishment of the map of the suitability of the waters of the Mexa dam for irrigation confirms the results obtained. These waters are of good quality. In general, the water can be used without special control for the irrigation of moderately tolerant plants to salts, on soil with good permeability.

Keywords : Mexa dam, water, physico-chemical quality, irrigation.

المخلص

الماء عنصر طبيعي ضروري للحياة، فهو مورد ضروري لكل نشاط بشري. الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية لمياه سد ميكسا الواقع في أقصى شمال شرق الجزائر في ولاية الطارف، ومعرفة مدى ملاءمتها للري.

أُتاحت تصنيفات ريتشاردز وويلكوكس تصنيف مياه السد، وإظهار أن الملوحة تظل دائمًا متوسطة على مستوى سد ميكسا. ولكي يكون للتفسير معنى عمليًا، فقد حددنا مدى ملاءمة هذه المياه للري.

يؤكد إنشاء خريطة ملاءمة المياه لسد ميكسا للري النتائج التي تم الحصول عليها. هذه المياه ذات نوعية جيدة. بشكل عام، يمكن استخدام المياه دون تحكم خاص لري النباتات التي تتحمل الأملاح بشكل معتدل، في التربة ذات النفاذية الجيدة.

الكلمات المفتاحية: سد مكيسا، المياه، الجودة الفيزيائية والكيميائية، الري

BIBLIOGRAPHIE

Références bibliographiques

A

(**Afnor, 2001**). Qualité de l'eau, analyses organoleptiques mesures physico- Chimiques paramètres globaux – composés organique. 6eme Edition.ISO7888-1985(F) p.73

(**Aoussi A, 2009**). Microbiologie et physico-chimie de l'eau des puits et des Sources de la région de Guelma Nord–est de l'Algérie .Mémoire de Magister, Université 08 mais 1945, Guelma. 141p.

B

(**Baba A, 2012**). Etude De Contamination Et D'accumulation De Quelques Métaux lourds Dans Des Céréales, Des Légumes Et Des Sols Agricoles irrigués Par Des Eaux Usées De La Ville De Hammam Boukhara Chimie de L' Environnement Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, pp 227.

(**Brasilia, 2013**). Manuel pratique d'analyse de l'eau. 4ème édition. 54,57, 63 p.

(**Bordj A, 2019**). Qualité physico chimique et bactériologique des eaux de sources du sous bassin versant oued la kalle, extrême nord est algérien,

C

(**Chaoui W, 2007**). Impact de la pollution organique et chimique des eaux de l'oued seybouse et de l'oued mellah sur les eaux souterraines de la nappe alluviale de boucegouf (Guelma), mémoire de magister, faculté des sciences de la terre, université d'Annaba, pp79-84.

(**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.

E

(Elblidi S, Fekhaoui M, El Abidi A, Idrissi L, Benazzou T, 2006). Contamination des rizières de la plaine du Gharb (Maroc) par des métaux traces. Vecteur environnement, janvier. pp. 46–53.

G

(Ghazali D et Zaid A, 2013). Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (région de Meknès–Maroc). Larhyss Journal, 12, 25-36.

(Graindorge J, 2015). Guide des analyses de la qualité de l'eau. Edition territoriale, Voiron. Paris. P.126.

(Guechi A, 2016). Les eaux superficielles caractérisation physico chimique et aptitude (Lac réservoir du barrage Mexa nord est Algérien).

J

(Jacques R, 2007). Le nouvel ordre prolétaire, 184p.

(Jean B, 1929-2007). La Société de consommation - Denoël - 1970, 284p

H

(Halitim A, 1988). Sols des régions arides d'Algérie Office des publications universitaire (N°2-01-2497)-01 place centrale Benaknoun. Alger. 384p.

L

(Leroy, 1999). La pollution des eaux 4eme édition, Paris : presse universitaire de France. 127p

(Leynaud G, 1968). Les pollutions thermiques, influence de la température sur la vie aquatique. B.T.I. Ministère de l'agriculture, Maroc. pp 224-881.

M

(Mackenie D, 1981). An epidemiological study of well water nitrates in a group of South West African /Namibian infants. Water Research.

(Meybeck, M. Friedrich, G. Thomas, R. Chapman, D, 1996). Rivers 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 49-58.

O

(Ollier CH et Poirée M, 1983). Irrigation : les réseaux d'irrigation, théorie, technique et économie des arrosages. Ed. Eyrolles. paris.455p.

(OMS, 1987).Directive Pour La Qualité De L'eau De Boisson. Volume 1 (Recommandations). Organisation Mondiale De La Santé. 2ième édition. 211 p.

P

(Plauchu, 2004). Economies de l'environnement.

R

(Regnaultj P, 1990). Microbiologie générale, Paris : Vigot.-859p.

(Rodier J, 1984).L'analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux résiduaires et Eaux de mer, 7èmeédition. Ed. Dulod, Paris.

(Rodier J, 1996). L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, Ed. Dunod, 8ème Edition, Paris.

(Rodier J, Bazin C,Brotin J-P,Chompon P,&RodiL, 2009).L'analyse de l'eau. Ed Dunod, 9émé ed Paris. 78-79-118 p.

S

(Super M, Heese HV, Mackenie D et al, 1981) an epidemiological study of well water nitrates in a group of South West African /Namibian infants. Water Research.

T

(Todd K, 1980). Ground water hydrology, J. Wiley & Sons, 2nd Edition, New York, USA

W

(WHO, 2011). Guidelines for drinking-water quality. WHO chronicle 38, 104-8.