

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université Abdelhamid Iben Badis
Mostaganem
Faculté des Sciences de la Nature et
de la Vie



جامعة عبد الحميد ابن باديس
مستغانم
كلية العلوم الطبيعية والحياة

Département d'Agronomie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Changement environnemental et développement durable

THEME

EVALUATION DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET
BACTERIOLOGIQUE DES EAUX DU BARRAGE DE CHORFA (SIG-MASCARA)

Soutenu le : 02 juillet 2023

Présenté par

M^{ème} : CHINE Medjda

M^{elle} : BENABED Zohra

Devant la composition du jury :

Qualité	Nom	Grade	Structure de rattachement
Président	LARID MOHAMED	Professeur	Université-Mostaganem
Encadreur	MAGHNIA DJAMILA	Maitre de conférence de B	Université-Mostaganem
Examineur	SAIAH FARIDA	Maitre de conférence de B	Université-Mostaganem

Année Universitaire 2022-2023

REMERCIEMENTS:

Avant tout, nous remercions sincèrement et profondément le bon Dieu qui nous a donné le courage, la patience et la force pour faire ce modeste travail.

*Tout d'abord, nous remercions vivement notre encadreur **Mme MAGHNIA DJAMILA**, Qui a accepté de nous encadrer, pour nous avoir toujours soutenues, conseillée et guidée.*

*Remercie **Dr. SAIAH FARIDA** pour sa gentillesse d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Remercie **Dr. LARIDE MOHAMED** pour l'honneur qu'il nous fait de présider les jurys.*

*Remercie aussi tout le personnel de l'université de **MOSTAGANEM** surtout les Enseignants de département des Sciences d'agronomes et cheffe département **Mme BOUALEM MALIKA**.*

*Toute fois nous adressons nos remerciements sincères à tout le système éducatif d'el 'Université **Abd Alhamid Ibn Badis Mostaganem** qui s'est attelé corps et âme depuis le début de notre formation.*

*Nos remerciements s'adressent également aux techniciens de laboratoire : **Mr BENDBIZA** et **Mr BENTTONES** pour avoir faciliter la partie expérimentale de ce travail.*

Nous en profitons l'occasion à remercier tous nos enseignants dès la première année primaire jusqu'au deuxième cycle universitaire.

On n'oublie pas nos parents, qui nous ont toujours encouragées. Enfin on remercie tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail :

En mémoire de mon père, qui a laissé derrière lui un profond chagrin, que dieu ait pitié de toi et fasse de ta tombe un jardin de paradis.

A nos parents qui ont fait de nous ce que nous sommes aujourd'hui, surtout ma mère, la prunelle de mes yeux, la lumière de mon chemin et la compagne de ma vie nul sentiment ne peut exprimer l'amour qu'on vous porte.

A' mon grand-père, paix à son Ame, qui a voulu me voir en ce jour.

*Une dédicace spéciale à **M. GUESSOUM MOHAMMED RIAD**, l'époux de **Mme MAJDA**, qui a été notre grand soutien, morale et financier, dans notre travail.
Tout le respect et la reconnaissance à vous.*

À mes chères sœurs, Et mes chères amies merci à tous pour votre soutien à nous.

Dédicace A toute personne qui a contribué à la réalisation de ce manuscrit de près ou de loin.

Résumé

L'eau est un élément naturel essentiel à la vie et constitue l'une des ressources nécessaires à toutes les activités humaines. Elle est considérée comme l'héritage de la nation. Les eaux de surface des barrages sont exposées quotidiennement à des variations de leur qualité en raison de plusieurs facteurs, principalement les conditions climatiques et les activités humaines telles que les rejets des eaux usées. Cette étude porte sur l'analyse des paramètres physico-chimiques et bactériologiques (température, pH, conductivité électrique, oxygène dissous, matières en suspension, chlorures, phosphates, ammonium, nitrates, nitrites, matières organiques, demande biologique en oxygène, demande chimique en oxygène, ainsi que les coliformes totaux et fécaux, les streptocoques fécaux, les germes totaux et les clostridium sulfite-réducteurs) du barrage de Chorfa, situé dans la commune de Sig, dans la wilaya de Mascara. Les analyses effectuées sur les échantillons prélevés aux différents points du barrage ont révélé les caractéristiques suivantes de l'eau : une température comprise entre 15°C et 16,5°C, influencée par le changement climatique ; un pH alcalin variant de 7,85 à 8,4 ; une concentration d'oxygène dissous allant de 5,51 à 13,2 mg/L ; une conductivité électrique élevée dépassant les normes ; une concentration élevée de chlorures ; une présence importante d'ammonium ; des niveaux de nitrates, nitrites et azote supérieurs aux normes de l'OMS ; une teneur en matières en suspension très élevée ; des concentrations de phosphates supérieures à la norme ; des niveaux de matières organiques dans les eaux du barrage dépassant les normes ; une demande biochimique en oxygène (DBO5) et une demande chimique en oxygène (DCO) excédant la norme algériennes ; la présence de goût, d'odeur et de couleur dans l'eau du barrage constitue une preuve de la pollution. Les résultats obtenus indiquent que la qualité physico-chimique et organique des eaux brutes du barrage est mauvaise, car presque tous les échantillons ne sont pas conformes aux normes algériennes. En conséquence, nous recommandons d'établir un diagnostic de l'état de la qualité des eaux de surface de ces barrages.

Mots clés : Eaux de surface, barrage Chorfa, analyses physico-chimiques, analyses microbiologiques

عنصر طبيعي ضروري للحياة وهو أحد الموارد اللازمة لجميع الأنشطة البشرية. يعتبر تراث الأمة. تتعرض المياه السطحية للسدود بشكل يومي لتغيرات في جودتها نتيجة لعدة عوامل، أهمها الظروف المناخية والأنشطة البشرية مثل تصريف المياه الصرف الصحي. تركز هذه الدراسة على تحليل المعلمات الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية (درجة الحرارة، ودرجة الحموضة، والتوصيل الكهربائي، والأكسجين المذاب، والمادة المعلقة، والكلوريدات، والفوسفات، والأمونيوم، والنترات، والنتريت، والمواد العضوية، والطلب البيولوجي على الأكسجين، والطلب الكيميائي للأكسجين، مثل coliformes totaux et fécaux les streptocoques fécaux, les germes totaux et les clostridium sulfito-réducteurs: من سد الشرفة الواقع في بلدية سيح بولاية معسكر. كشفت التحليلات التي أجريت على العينات المأخوذة من نقاط مختلفة من السد عن الخصائص التالية للمياه: درجة حرارة تتراوح بين 15 درجة مئوية و16.5 درجة مئوية، متأثرة بتغير المناخ. درجة حموضة قلوية تتراوح من 7.85 إلى 8.4؛ يتراوح تركيز الأكسجين المذاب من 5.51 إلى 13.2 ملغم / لتر؛ الموصلية الكهربائية العالية تتجاوز المعايير؛ تركيز عالٍ من الكلوريدات وجود كبير من الأمونيوم. مستويات النترات والنتريت والنيتروجين أعلى من معايير منظمة الصحة العالمية؛ محتوى عالٍ جداً من المادة المعلقة؛ تركيزات الفوسفات أعلى من المعتاد؛ مستويات المواد العضوية في مياه السد تتجاوز المعايير؛ طلب الأكسجين الكيميائي الحيوي (BOD5) والطلب الكيميائي للأكسجين (DCO) يتجاوز المعيار الجزائري؛ يشكل وجود الطعم والرائحة واللون في مياه السد دليلاً على التلوث. تشير النتائج التي تم الحصول عليها إلى أن الجودة الفيزيائية والكيميائية والعضوية للمياه الخام من السد رديئة، حيث أن جميع العينات تقريباً لا تتوافق مع المعايير الجزائرية. وبالتالي فإننا نوصي بإجراء تشخيص لحالة جودة المياه السطحية لهذه السدود.

الكلمات المفتاحية: المياه السطحية، سد الشرفة، التحاليل الفيزيائية والكيميائية، التحليلات الميكروبيولوجية

Summary

Water is a natural element essential to life and is one of the resources necessary for all human activities. It is considered the heritage of the nation. The surface waters of dams are exposed daily to variations in their quality due to several factors, mainly climatic conditions and human activities such as wastewater discharges. This study focuses on the analysis of physico-chemical and bacteriological parameters (temperature, pH, electrical conductivity, dissolved oxygen, suspended matter, chlorides, phosphates, ammonium, nitrates, nitrites, organic matter, biological oxygen demand, chemical demand in oxygen, as well as total and faecal coliforms, faecal streptococci, total germs and sulphite-reducing clostridium) from the Chorfa dam, located in the municipality of Sig, in the wilaya of Mascara. The analyzes carried out on the samples taken at the various points of the dam revealed the following characteristics of the water: a temperature between 15°C and 16.5°C, influenced by climate change; an alkaline pH ranging from 7.85 to 8.4; a dissolved oxygen concentration ranging from 5.51 to 13.2 mg/L; high electrical conductivity exceeding standards; a high concentration of chlorides; a significant presence of ammonium; nitrate, nitrite and nitrogen levels above WHO standards; a very high suspended matter content; phosphate concentrations above the norm; levels of organic matter in the waters of the dam exceeding the standards; a biochemical oxygen demand (BOD5) and a chemical oxygen demand (COD) exceeding the Algerian standard; the presence of taste, odor and color in the dam water constitutes proof of pollution. The results obtained indicate that the physico-chemical and organic quality of the raw water from the dam is poor, since almost all the samples do not comply with Algerian standards. Consequently, we recommend establishing a diagnosis of the state of the quality of the surface waters of these dams.

Keywords: Surface water, Chorfa dam, physico-chemical analyses, microbiological analyzes.

Liste des figures

Liste des figures:

Figure N°01: molécule d'eau (Spellman et Frank, 2008). P3

Figure N°02: Coliformes totaux (Cheval, 1982) .p10

Figure N°03: Coliformes fécaux (Cheval, 1982) .p11

Figure N°04: Les streptocoques fécaux (Rodier, 1996).p12

Figure N°05 : Les Clostridium sulfito-réducteurs (CSR).p13

Figure N°06 : Coupe d'un barrage poids. P16

Figure N°07: Coupe d'un barrage voute.P16

Figure N°08 : Coupe d'un barrage contrefort.P16

Figure N°09 : Coupe d'un barrage en terre homogène. P16

Figure N°10 : Coupe d'un barrage à masque amont étanche. P17

Figure N°11 : Coupe d'un barrage zoné.P17

Figure N°12 : Situation géographique de SiG et Chorfa. (APC, 2018). P22

Figure N°13 : Répartition mensuelle des moyennes de précipitations (mm) de barrage Chorfa. P23

Figure N° 14 : Répartition mensuelle des moyennes de température (°C) de la région d'étude. P24
(Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018)

Figure N° 15 : Diagramme ombrothermique de barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source P25
APW Mascara, 2018)

Figure N°16 : points d'échantillonnage du barrage (A: aval eaux usées -B: aménage -C: eaux
irrigation). P27

Figure N°17 : Prélèvement et flaconnage d'échantillons (barrage Chorfa). P28

Figure N°18 : Multi-paramètre HACH modèle cyber can waterproof .P29

Figure N°19 : Turbidimètre optique et électronique HACH modèle TL2300 (appelé aussi
néphélométrie) P31

Figure N°20 : Titration de l'excès de $K_2Cr_2O_7$ P31

Figure N°21 : Refroidissement dans impact P32

Figure N°22: spectrophotomètre HACH modèle DR 6000. P36

Figure N°23 : Technique de la recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux, et
streptocoques fécaux par filtration sur membrane. P37

Figure N°24 : méthode d'étalement en surface (des germes totaux). P38

Figure N°25: dénombrement des Clostridium sulfite-réducteur .P39

Figure N°26 : Température Annuelle de l'eau du barrage du Chorfa (2014-2023)P41

Figure N°27: PH annuelle de l'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW
Mascara, 2018) P42

Figure N°28 : Conductivité électrique annuelle de l'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018
source APW Mascara, 2018)P43

Figure N°29 : chlorure annuelle de l'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018). P44

Figure N°30 : Variation annuelle de matière organique de l'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018). P45

Figure N°31 : Variation annuelle de l'oxygène dissous de l'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018). P46

Figure N°32 : Variation annuelle de Nitrate de l'eau du barrage Chorfa. (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018). P47

Figure N°33 : Variation annuelle de Nitrite de l'eau du barrage Chorfa. (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018). P48

Figure N°34: Variation annuelle de la DBO5 de l'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018). P49

Figure N°35: Variation annuelle de la DCO de l'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018). P50

Figure N°36 : Variations annuelle d'ammonium de l'eau du Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018). P51

Figure N°37 : Variations annuelle de Phosphate de l'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018). P52

Figure N°38 : Variations annuelle de MES de l'eau du Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018). 53

Figure N°39 : les résultats d'analyse des coliformes totaux (A et B), (ADE, 2023). P54

Figure N°40 : les résultats d'analyse des coliformes fécaux (A et B), (ADE, 2023). P55

Figure N°41 : les résultats d'analyse streptocoques fécaux (A et B), (ADE, 2023). P56

Figure N°42 : Les résultats d'analyse Les germes totaux (colonies blanche). (ADE, 2023). P57

Figure N°43 : Les résultats d'analyse Des clostridium sulfito-réductase (colonies noir). (ADE, 2023).

Liste des tableaux

Liste des tableaux :

Tableau N° 01 : Composition isotopique moyenne de l'eau (Boeglin, 2001).P4

Tableau N° 02 : Classification des eaux d'après leur Ph (Apfelbaum ,1995).P5

Tableau. N° 03 : Principaux lacs barrage en Algérie.P18

Tableau N° 04 : Variation Annuelle de la température de l'eau du barrage du Chorfa. (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).P39

Tableau N°05 : Variabilité annuelle du pH d'eau du barrage Chorfa. (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).P40

Tableau N°06 : variation annuelle de la conductivité électrique d'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).P41

Tableau N° 07 : variation annuelle Chlorures (cl-) de l'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara ,2018).P42

Tableau N°08 : Variation annuelle de matière organique de l'eau du barrage Chorfa (Période 2014à 2018 source APW Mascara, 2018).P43

Tableau N°09 : Variation annuelle de l'oxygène dissous d'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).P44

Tableau N°10 : Variation annuelle des Nitrates de l'eau du barrage Chorfa. (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).P45

Tableau N°11 : Variation annuelle de Nitrite de l'eau du barrage Chorfa. (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).P46

Tableau N°12 : Variabilité annuelle de la DBO5 des eaux du barrage Chorfa. (Période 2014 à 2018 source APW Mascara ,2018).P47

Tableau N°13 : Variation annuelle de la DCO des eaux du barrage Chorfa. (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).P48

Tableau N°14 : Variation annuelle de l'Ammonium de l'eau du barrage Chorfa. (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).P49

Tableau N°15 : Variation annuelle de phosphate de l'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).P50

Tableau N°16 : Variation annuelle de MES de l'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).P51

Tableau N°17 : Les résultats des analyses bactériologiques(Les coliformes totaux) de l'eau du Barrage de Chorfa (ADE ,2023).P51

Tableau N°18 : Les résultats des analyses bactériologiques(Les coliformes fécaux) de l'eau du Barrage de Chorfa (ADE ,2023).P53

Tableau N°19 : Les résultats des analyses bactériologiques (Streptocoques Fécaux) de l'eau du Barrage de Chorfa (ADE ,2023).P54

Tableau N°20 : Les résultats des analyses bactériologiques (Germe totaux) de l'eau du Barrage de Chorfa (ADE ,2023).P54

Tableau N°21 : Les résultats des analyses bactériologiques (Les clostridium sulfito-réducteurs) de l'eau du Barrage de Chorfa (ADE ,2023).P55

Liste des Abréviations

1-Abréviations scientifiques :

T : température

Tmin : température minimale

Tmax : température maximale

PH : Potentiel Hydrogène

CE : Conductivité électrique

Cl⁻ : Chlorure

DCO : Demande chimique en oxygène

DBO5 : demande biologique en oxygène pendant cinq jours ;

MES: Matières en suspension

VBL : Bouillon lactosé bilié au vert brillant

TGEA : Tryptone Glucose Extract

EDTA : Ethylène diamine tétracétique

2- Abréviations spécial pour mémoire :

OMS : organisation mondiale de la santé

ANRH : agence nationale des ressources hydrauliques

APW:Assemblée populaire de wilaya

ABH : Agence de Bassins Hydrauliques

ADE : Algérienne Des Eaux

ONA : Office National de l'Assainissement Algérie

APC : L'Assemblée Populaire Communale

Introduction :

L'eau est devenue une ressource de plus en plus précieuse au fil du temps. Les êtres humains, depuis les temps anciens et dans toutes les civilisations, ont cherché à la maîtrise réutilisant des dérivations et des canaux pour sa conservation. L'eau est fondamentale pour la vie, constituant une part importante de la composition de tous les êtres vivants. La molécule d'eau est formée d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène, symbolisée par H₂O. En tant que liquide, l'eau est considérée comme un solvant universel. Elle gèle à 0°C et peut se transformer en vapeur à 100°C, son point d'ébullition, ses principales caractéristiques sont qu'elle est inodore, incolore et sans goût **(Gerard, 1999)**.

Sans cette matière simple et complexe en même temps la vie sur terre n'aurait jamais existé donc c'est un élément noble qu'on doit protéger pour les générations futures, et pour cela la technologie moderne nous a permis la conception des stations de traitement des eaux de surface pour pallier aux problèmes de pollution qui menacent la potabilité de l'eau qui a été préservé pendant des siècles, le laboratoire d'analyses a un rôle très important dans le suivi d'une station de traitement car c'est lui qui doit confirmer la potabilité de l'eau après traitement et anticiper toutes les étapes nécessaires avant traitement à l'aide des analyses pour l'obtention des résultats demandés**(Henri, 2012)**.

Une eau destinée à la consommation humaine est considérée comme potable lorsqu'elle ne contient pas de substances chimiques ou biologiques susceptibles de nuire à la santé des individus à court ou à long terme. Par conséquent, en fonction des caractéristiques de l'eau brute utilisée pour produire de l'eau potable, il est souvent nécessaire de mettre en place des traitements spécifiques afin de répondre aux exigences réglementaires établies par les organismes de santé publique **(John et Donald, 2010)**.

L'Algérie est l'un des plus grands pays d'Afrique, avec une superficie de 2 381 741 kilomètres carrés, ce qui représente environ 1/12 de la surface totale du continent africain, qui compte 30 millions de km². C'est le plus vaste des états africains.

Aujourd'hui, l'Algérie compte plus de 64 barrages en service, d'une capacité totale de 7,7 milliards de m³, permettant de régulariser un volume annuel de 3,6 milliards de m³ utilisé pour l'alimentation en eau potable, l'industrie et l'irrigation.

L'objectif de cette étude est d'évaluer les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques de barrage Chorfa de Sig de la wilaya de Mascara.

Introduction :

Ce document est structuré en trois parties ,la première partie présente une étude bibliographique, la deuxième partie décrit le matériel et les méthodes d'étude utilisées, et les résultats obtenus sont présentés et discutés dans la troisième partie.

Chapitre I : Généralités sur l'eau.

1. Généralités sur l'eau :

L'eau fait partie de notre environnement naturel tout comme l'air que nous respire et la terre qui nous nourrit, elle constitue un des aliments familiers de notre vie quotidienne.

L'eau détermine en grande partie les paysages et les climats de notre globe. Elle est souvent synonyme de vie ou de mort car elle est une composante essentielle de la structure et du métabolisme de tous les êtres vivants.

En plus, l'eau est de toutes les matières la plus importante essentielle de l'homme donc elle est indispensable pour la survie et le développement des sociétés moderne (**Kettab, 1992**). En conclusion l'eau n'est pas un bien marchand comme les autres mais un patrimoine qu'il faut protéger, défendre et traiter comme tel.

2. Composition de la molécule d'eau :

Bien que formule H_2O soit relativement simple, il existe de très nombreuses combinaisons possibles des éléments hydrogène et oxygène qui comportent chacun plusieurs isotopes. L'eau pure est donc un mélange de plusieurs molécules, chimiquement identiques, mais ayant des propriétés physiques distinctes. Cependant, l'eau ordinaire est constituée essentiellement de molécules H_2O comme le montre (le tableau 1), qui donne la composition isotopique moyenne de l'eau (**Spellman, 2008**).

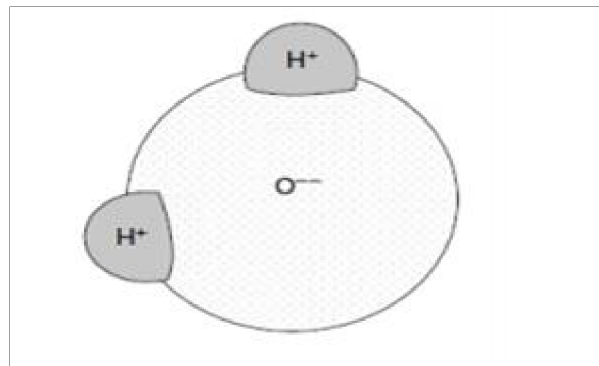


Figure 01: molécule d'eau (Spellman et Frank, 2008).

Chapitre I : Généralités sur l'eau.

Tableau N° 01 : Composition isotopique moyenne de l'eau (Boeglin, 2001).

Molécules	Abundance relative (% en masse)
$1\text{H}216\text{O}$	99,70
$2\text{H}216\text{O}$ ou D_2O	0,000002
$3\text{H}216\text{O}$ ou T_2O	Traces
$1\text{H}218\text{O}$	0.20
$1\text{H}217\text{O}$	0.04
$1\text{H}2\text{H}16\text{O}$ ou HDO	0.03

3. Les paramètres de qualité de l'eau :

La qualité d'une eau souterraine est caractérisée par un certain nombre de paramètres physiques et chimiques (Astm ,1974)

Les paramètres pris en compte sont :

- La dureté de l'eau correspondant à sa minéralisation en calcium et magnésium
- Le pH qui dépend de la teneur en ions H^+ ;
- La teneur en gaz dissous issus de l'atmosphère (O_2 et CO_2) ;
- La teneur en substances minérales dissoutes généralement sous forme ionique : Anions (bicarbonates, chlorures, sulfates, nitrates, fluorures) et cations (calcium ,Magnésium, sodium, potassium, fer, manganèse, ammonium) ;
- La turbidité, produite par des matières en suspension (argiles) dans les aquifères Karstiques.

A ces paramètres physico-chimiques s'ajoutent des paramètres microbiologiques souvent déterminants dans les aquifères calcaires.

Chapitre I : Généralités sur l'eau.

3.1. Les paramètres physico-chimiques :

3.1.1. Température (T) :

La température de l'eau est un facteur important dans l'environnement aquatique du fait qu'elle régit la presque totalité des réactions physiques, chimiques et biologique certes, toute variation brusque de ce paramètre entraine une perturbation dans l'équilibre de l'écosystème aquatique.

3.1.2. Le pH :

Le pH d'une eau représente son acidité ou alcalinité c'est-à-dire de la concentration en ions d'hydrogène (H^+) ; à pH7 une eau est dite neutre, à pH inférieur à 7 une eau est dite acide et à pH supérieur à 7, elle est dite basique (tableau N°02).

D'est cependant l'un des paramètres parmi les plus important de la qualité de l'eau, il est lié à la nature des terrains traverses, il varie habituellement entre 4 à 10. C'est à l'intérieure de ces deux valeurs que se situe généralement le pH des eaux distribuées aux collectivités (**Rodier, 2009**).

Tableau N°02 : Classification des eaux d'après leur Ph (Apfelbaum ,1995).

Ph < 5	Acidité forte => présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles.
Ph = 7	pH neuter
7 < pH < 8	Neutralité approche => majorité des eaux de surface.
5.5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines.
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense

Chapitre I : Généralités sur l'eau.

3.1.3. Conductivité électrique :

La conductivité d'une eau est un indicateur des changements de la composition en matériaux et leur concentration globale. Elle est proportionnelle à la quantité de sels ioniques.

Elle permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution. La mesure de conductivité est réalisée en mesurant la conductance d'une eau entre 2 électrodes métalliques, elle est l'inverse de la résistivité électrique.

Les eaux naturelles servent comme solvant d'un nombre considérable de solutés, qui en solutions aqueuses sont soit complètement associées en ions ou partiellement ionisées. Une conductivité élevée traduit soit des pH normaux, soit le plus souvent une salinité élevée (**Elmorhit, 2009**).

Unité : $\mu\text{S}/\text{cm}$ à une température de 25°C .

3.1.4. Matières en suspension (MES) :

Les matières en suspension correspondent à l'ensemble des particules non solubles présentes dans les eaux. Elles sont de nature : organique ou minérale. Elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, le plancton et autres microorganismes de l'eau.

La quantité de matières en suspension varie notamment selon les saisons et le régime d'écoulement des eaux. Ces matières affectent la transparence de l'eau et diminuent la pénétration de la lumière et, par suite, la photosynthèse.

Par ailleurs, les matières en suspension peuvent accumuler des quantités élevées de matières toxiques (métaux lourds, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques...). Les matières en suspension sont exprimées en mg/l .

3.1.5. Oxygène dissous (O_2) :

Les concentrations en oxygène dissous, constituent l'un des plus importants paramètres de la qualité des eaux pour la vie aquatique. Sa concentration dans un milieu aquatique varie en fonction de la température de l'eau, de la profondeur, de l'heure de la journée, de la concentration de la matière organique et des nutriments. La présence dans les eaux de surface joue un rôle prépondérant dans l'autoépuration et le maintien de la vie aquatique.

Chapitre I : Généralités sur l'eau.

L'oxygène est l'un des facteurs fondamentaux de la vie. Il représente 35% environ des gaz dissous dans l'eau à pression normale (El morhit, 2009).

3.1.6. Charge en matières organiques :

Demande biochimique en oxygène (DBO5), et demande chimique en oxygène (DCO) Deux méthodes permettant d'évaluer la quantité en matière organique présente dans l'eau sont généralement utilisées : la demande biochimique en oxygène (DBO5) et la demande chimique en oxygène (DCO).

3.1.6.1. La demande biochimique en oxygène (DBO5) :(exprimée en mg/L).

C'est la quantité d'oxygène Nécessaire. Pour oxyder les matières organiques biodégradables par voie biologique (par des bactéries) dans la noirceur. En ce qui concerne les eaux domestiques, environ 70% des composés organiques sont généralement dégradés après 5 jours et la dégradation est pratiquement complète au bout de 20 jours. Il est admis qu'une DBO5 inférieure à 1 mg/l d'O₂ peut être considérée comme normale, entre 1 et 3 comme acceptable et au-delà de 3 comme douteuse ou anormale.

3.1.6.2. La demande chimique en oxygène (DCO) :

Correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique, effectuée à l'aide d'un oxydant puissant, des composés organiques présents dans l'eau, y compris celles qui ne sont pas dégradables par les bactéries.

Il s'agit donc d'un paramètre important permettant de caractériser la pollution globale d'une eau par des composés organiques.

3.1.7. Chlorures (Cl⁻) :

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux (Kahoul et Touhami, 2014).

Chapitre I : Généralités sur l'eau.

3.1.8. Nitrite (NO₂⁻) :

Les nitrites sont répandus dans le sol, dans les eaux et dans les plantes, mais en quantités relativement faibles. Ils résultent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates. Ils peuvent aussi provenir de l'étape de traitement des eaux en cas de gestion inadéquate des filtres à sable, des filtres à charbon actif ou des étapes de nitrification/dénitrification biologique. Toutefois, une eau renfermant une quantité élevée de nitrites est considérée comme suspecte car cette présence est souvent liée à une détérioration de la qualité microbiologique (Savary, 2010; Bouziani, 2000).

3.1.9. Nitrate (NO₃⁻) :

Le nitrate, sel de l'acide nitrique, a pour formule chimique NO₃⁻. Pour se former, il a donc besoin d'azote (N) et d'oxygène (O). Les nitrates sont naturellement présents dans l'eau mais selon les milieux, leur concentration varie de 0,1 à 1 mg/L pour l'eau souterraine. L'apport de nitrates dans le sol, puis dans les eaux, est donc fortement lié à la quantité de matières organiques présente et aux conditions de milieu. Les actions anthropiques sont donc importantes : utilisation d'engrais azotés et de lisier. De même, les rejets de stations d'épuration ou plus simplement de latrines et fosses septiques représentent un apport en matières organiques susceptibles de produire des nitrates (Demdoum, 2010).

3.1.10. Ammonium (NH₄⁺) :

L'azote ammoniacal est assez souvent rencontré dans les eaux et traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique. Il constitue un des maillons de cycle de l'azote. L'ammoniac est un gaz soluble dans l'eau, mais suivant les conditions de pH, il se transforme soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée. L'azote ammoniacal des eaux superficielles peut avoir pour origine naturelle la décomposition des déchets végétaux et animaux. L'ammoniaque se transformant assez rapidement en milieu aérobie en nitrites puis nitrates par oxydation sa teneur dans les eaux de surface est normalement faible (inférieure à 0.2 mg/L). Sa présence est à rapprocher des autres éléments azotés identifiés dans l'eau (nitrites et nitrates) et des résultats de l'analyse bactériologique. L'Ammoniaque peut être rencontrée dans les eaux de pluie (jusqu'à 2 mg/L) et dans celles provenant des sols tourbeux et marécageux ; dans ce dernier cas, elle a une origine purement végétale (Graindorge, 2015).

Chapitre I : Généralités sur l'eau.

3.1.11. Phosphates (PO_4) :

Les ions phosphates contenus dans les eaux de surface ou dans les nappes peuvent être d'origine naturelle : décomposition de la matière organique ; lessivage des minéraux, ou due aussi aux rejets industriels (agroalimentaire...etc.), domestiques (polyphosphate des détergents), engrais (pesticides...etc.). **(Rodier, 1996).**

3.1.12 . Matières organiques (MO) :

Les matières organiques peuvent être présentes sous forme dissoute (carbohydrates, acides humiques, pigments et composés d'origine artificielle tels que les hydrocarbures, les solvants chlorés,) ou en suspension (déchets végétaux, plancton...). **(Behloul, 2010).**

3.2. Les Paramètres organoleptique :

Ces différents caractères doivent être appréciés au moment du prélèvement : certaines odeurs peuvent, par exemple, disparaître pendant le transport, ou l'aspect de l'échantillon se modifier au cours du stockage **(Rodier, 2009).**

3.2.1. Couleur :

Cette analyse consiste en la détermination de l'intensité de la couleur brun jaunâtre d'un échantillon par comparaison visuelle avec une série de solutions étalons. La couleur est exprimée en mg/l de Pt (Platine) représentant l'intensité de la couleur produite par les solutions étalons.

(Albin et Michel, 1994).

3.2.2. Goût et odeur :

L'odeur peut être définie comme étant l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.

Le goût est défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche **(Rodier, 2009).**

3.3. Les Paramètres bactériologiques :

La contamination des eaux de surface par des microorganismes d'origine fécale existe depuis longtemps, dès que l'eau a été utilisée comme vecteur d'élimination des déchets. Avec le développement de l'urbanisation, les problèmes d'hygiène et de santé publique liés à la

Chapitre I : Généralités sur l'eau.

contamination bactérienne de l'eau sont devenus de plus en plus critiques. Des contrôles bactériologiques stricts des eaux de surface et des eaux destinées à la consommation humaine ont permis l'éradication presque complète dans le monde occidental des plus graves de ces maladies, qui restent cependant un fléau dans de nombreux pays en voie de développement.

3.3.1. Recherche des Coliformes :

Le terme coliforme regroupe un nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des *Enterobacteriaceae*, dont la caractéristique classique est la fermentation du lactose avec production de gaz. Tous les types sont non pathogènes et ne présentent pas de risques directs pour la santé. Sauf pour certaines souches d'*Escherichia coli* et bactéries pathogènes rares opportunistes (Chevalier, 2003). On distingue deux types :

3.3.1. A. Coliformes totaux :

Les coliformes sont des bâtonnets, anaérobies facultatifs, gram (-), non sporulant. Ils fermentent le lactose en produisant de l'acide et de gaz en 48 heures à des températures variant de 35°C à 37°C (Cheval, 1982).

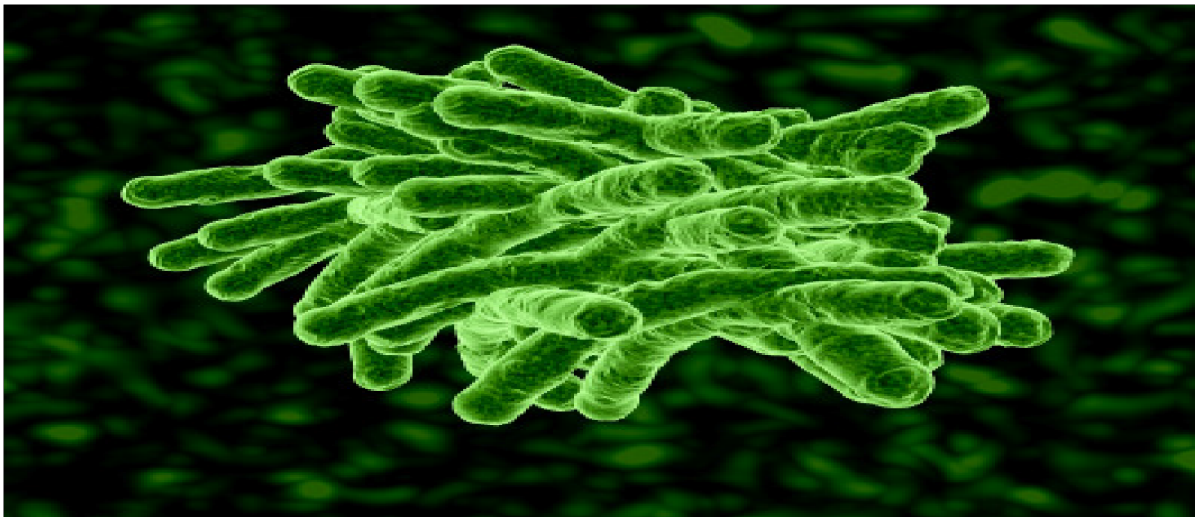


Figure 02: Coliformes totaux (Cheval, 1982)

Chapitre I : Généralités sur l'eau.

3.3.1. B. Coliformes fécaux :

Ou coliformes thermotolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est l'*Escherichia coli* (*E. coli*). Bien que la présence de coliformes fécaux témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale, plusieurs coliformes fécaux ne sont pas d'origine fécale, provenant plutôt d'eaux enrichies en matière organique, tels les effluents industriels du secteur des pâtes et papiers ou de la transformation alimentaire. L'intérêt de la détection de ces coliformes, à titre d'organismes indicateurs, réside dans le fait que leur survie dans l'environnement est généralement équivalente à celle des bactéries pathogènes et que leur densité est généralement proportionnelle au degré de pollution produite par les matières fécales. Par ailleurs, puisque les coliformes fécaux ne prolifèrent habituellement pas dans un réseau de distribution, ils sont utiles pour vérifier son étanchéité, permettant de détecter une contamination fécale découlant par exemple d'infiltrations d'eau polluée dans les canalisations. Ils sont aussi de bons indicateurs de l'efficacité du traitement de l'eau, mais comme leur nombre est moins élevé que celui des coliformes totaux, ces derniers leur sont préférables pour cette fonction (**Painchaud, 1997**).



Figure 03: Coliformes fécaux (Cheval, 1982)

Chapitre I : Généralités sur l'eau.

3.3.2. Recherche des Streptocoques Fécaux (37°C) :

Ces bactéries appartiennent à la famille de *streptococcie*, au genre *streptococcus* et au groupe sérologique D de Landefeld. Ils sont définis comme étant des Cocci sphériques légèrement ovales, grams positifs. Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes, se développant le mieux à 37°C et possédant un caractère homofermentaire avec production d'acide lactique sans gaz, Il n'est pas considéré comme pathogène (Rodier, 1996).

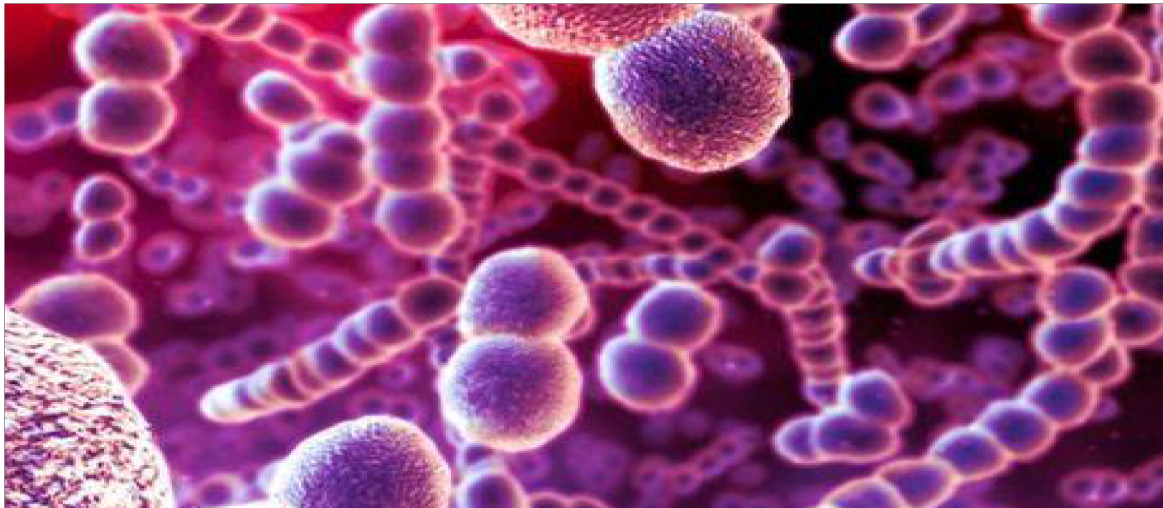


Figure 04: Les streptocoques fécaux (Rodier, 1996)

3.3.3. Recherche des germes Totaux à 22°C et 37°C pathogènes :

Certaines maladies infectieuses sont transmises à l'homme par absorption d'eau ou d'aliments pollués par une eau contenant des micro-organismes pathogènes. Les plus redoutables d'entre eux sont les salmonelles, responsables de la fièvre typhoïde et le vibron cholérique responsable du choléra (Hamed et al, 2012).

3.3.4. Recherche des Clostridium (sulfito-réductase) :

Ces bactéries sont souvent considérées comme des témoins de pollution fécale ; la forme spore beaucoup plus résistante que les formes végétatives des *coliformes fécaux* et des *streptocoques fécaux*, permettrait de déceler une pollution ancienne ou intermittente. Le *Clostridium sulfitoréducteur* est pratiquement toujours présent dans les rivières et le sol, dans une nappe sous-jacente. Parmi les paramètres retenus pour déterminer la qualité microbiologique de l'eau, les *Clostridium sulfito-réducteurs* sont pris en compte dans la réglementation de l'OMS. La

Chapitre I : Généralités sur l'eau.

recherche des C.S.R est utilisée pour contrôler l'efficacité d'une filtration naturelle ou artificielle.
(Rodier, 1996).

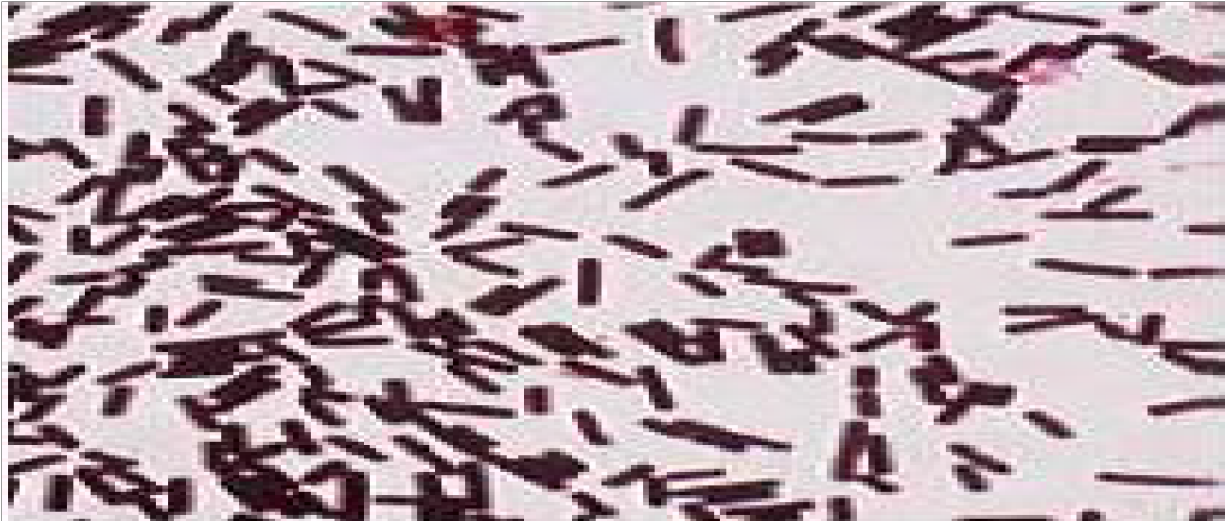


Figure 05 : Les Clostridium sulfite-réducteurs (CSR).

Chapitre II : Généralités sur les barrages

II - Généralités sur les lacs des barrages et leur importance en Algérie :

II.1. Définition :

Les barrages et lacs collinaires sont des aménagements de moyenne et petite hydraulique sur les cours d'eau secondaires dans les parties amont de grands bassins versants. Il s'agit de digues en terre compactée avec un déversoir latéral donnant lieu à des retenues d'eau de quelques dizaines de milliers de m³ à quelques millions de m³, inondant des surfaces de taille modérée (**Albergel et al., 2006**).

II.2. Historique :

Les barrages ne sont pas nouveaux : on en construit depuis des milliers d'années pour maîtriser les crues et assurer l'approvisionnement en eau pour la consommation, l'irrigation et plus récemment, l'industrie. A partir de 1950, un nombre croissant de barrages a été construits au fur et à mesure de la croissance démographique et du développement économique. Dans le monde au moins 45 000 grands barrages ont été construits pour satisfaire les besoins en eau et en énergie (**Anonyme, 2000**).

A ce jour, près de la moitié des fleuves dans le monde comptent au moins un grand barrage et les centrales hydroélectriques produisent plus de 50 % de l'électricité consommée dans un tiers des pays du monde. Les grands barrages produisent à eux seuls 19 % de l'énergie électrique totale. La moitié des barrages qui existent dans le monde ont été construits spécialement ou surtout pour l'irrigation et quelques 30-40 % des 271 millions d'hectares irrigués dans le monde sont alimentés par ces ouvrages (**Anonyme, 2000**).

Actuellement, on constate une diminution sensible du nombre de nouveaux barrages. Il reste à les entretenir, et peut-être à vérifier que le meilleur usage de l'eau stockée derrière les retenues est celui que l'on avait défini à l'origine. Les activités de toutes natures associées aux barrages évoluent mais restent considérables (**Anonyme, 2013**).

II.3. Intérêt et conséquences environnementales :

Entre les années 1930 et les années 1970, période où la construction de grands barrages étaient à son apogée, ces ouvrages étaient, pour beaucoup de gens, synonymes de développement et de progrès économiques. L'hydroélectricité, l'irrigation, l'alimentation en eau potable et la maîtrise des crues étaient largement considérées comme des raisons suffisantes pour justifier les importants

Chapitre II : Généralités sur les barrages

investissements nécessaires. Les autres avantages cités pour justifier la construction de barrage sont : la prospérité économique résultant des cultures irriguées, l'électrification des zones rurales et le développement des infrastructures physiques et sociales telles que les routes et les écoles **(Anonyme, 2000)**.

Toutefois, plus un projet est ambitieux, plus ses conséquences sont lourdes. La construction de barrages permet de réguler le débit d'un fleuve, diminuant ainsi les écarts de flux et donc l'intensité des crues et des sécheresses. Cette régulation par les barrages modifie le mode d'écoulement naturel des rivières.

L'augmentation probable du flux moyen en aval en saison sèche peut inonder de manière permanente des écosystèmes importants, tandis qu'une diminution des flux pendant la saison humide peut nuire à la productivité biologique de petites plaines inondables **(Arnaudet et al, 2013)**.

Ainsi l'un des effets majeurs de la construction de barrages sur les communautés de poissons de rivière est le déclin et la disparition possible des espèces migratrices. On peut noter également que les barrages divisent les écosystèmes et perturbent la biodiversité à l'échelle locale **(Arnaudet et al, 2013)**.

Aussi, la construction d'un barrage peut provoquer à la fois des bouleversements humains en forçant des populations entières à se déplacer et avoir un impact écologique non négligeable en changeant fondamentalement l'écosystème local **(Arnaudet et al, 2013)**.

II.4. Les type de barrages :

II.4.1. Les barrages poids : De forme massive et triangulaire, résistent à la poussée de l'eau grâce à leur poids **(Delliou, 2008)** (Figure N°06 -photo 01).

II.4.2. Les barrages voûtes : De forme arquée, profitent de leur forme pour reporter la poussée de l'eau vers le rocher des rives **(Delliou, 2008)** (Figure N°07 –photo N°02).

Chapitre II : Généralités sur les barrages



Photo N°01 : Barrage poids

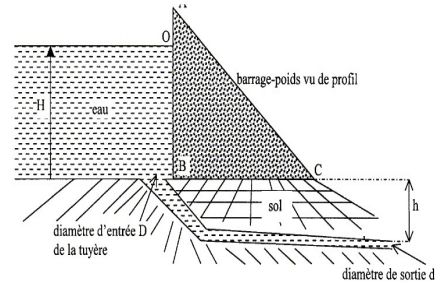


Figure N°06 : Coupe d'un barrage poids

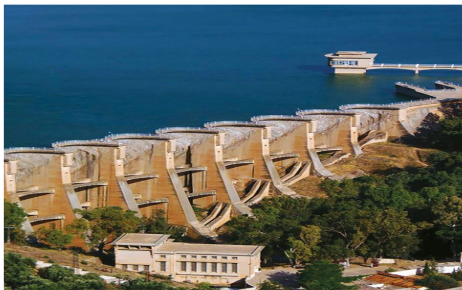


Photo N° 02 : Barrage voûte

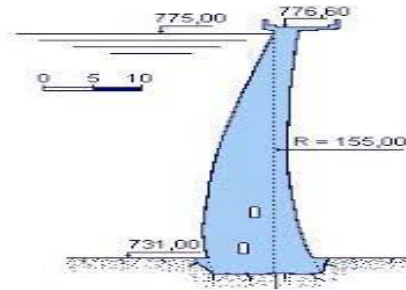


Figure N°07: Coupe d'un barrage voûte



Photo N°03: barrage à contrefort

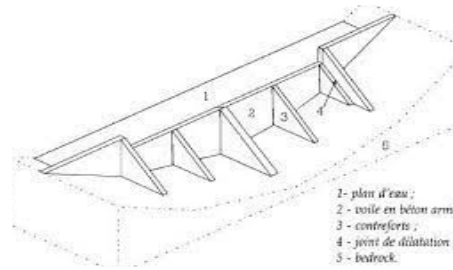


Figure N°08 : Coupe d'un barrage contrefort



Photo N°04 : barrage en terre homogène

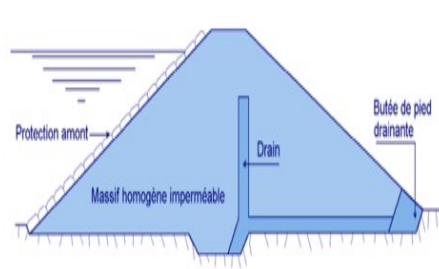


Figure N°09 : Coupe d'un barrage en terre homogène

II.4.3. Les barrages à contreforts : Sont constitués d'une série de murs (les contreforts) construits dans la vallée parallèlement à l'axe de la rivière, l'espace entre les contreforts étant bouché par une dalle en béton, une voûte (Delliou, 2008) (Figure N°08 –photo N° 03).

Chapitre II : Généralités sur les barrages

II.4.4. Les barrages en remblai peuvent être :

II.4.4.1. en terre homogène : le barrage est réalisé en terre compactée suffisamment imperméable en elle-même, parfois complété par des tapis, des cheminées ou de cordons drainants. De nombreux petits barrages retenant un étang sont construits en terre imperméable (**Delliou, 2008**) (Figure N° 09 –photo N° 04).

II.4.4.2. A masque amont étanche : le barrage, souvent en enrochement, est étanché à l'amont par un masque étanche réalisé en béton armé ou en béton bitumineux (**Delliou, 2008**) (Figure N°10-photo N°05).

II.4.4.3. Zonés, avec un noyau central étanche réalisé en terre argileuse et encadré par des remblais plus perméables en enrochements (**Delliou, 2008**) (Figure N°11 -photo N°06).



Photo N° 05 : barrage à masque amont étanche

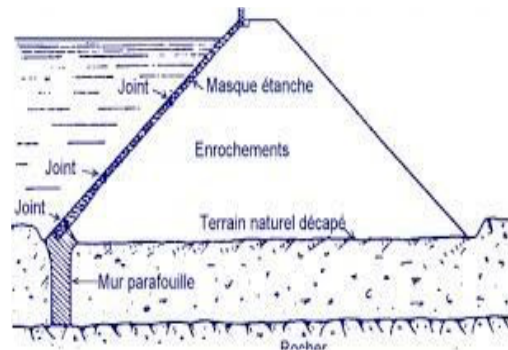


Figure N°10 : Coupe d'un barrage à masque amont étanche



Photo N° 06 : barrage zoné.

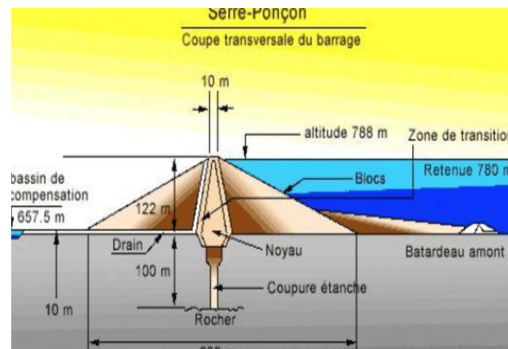


Figure N°11 : Coupe d'un barrage zoné

II.5. Les lacs barrages en Algérie :

Chapitre II : Généralités sur les barrages

L'Algérie a réalisé une avancée considérable en matière d'accès à l'eau afin d'assurer la couverture des besoins en eau domestique, industrielle et agricole, le nombre de barrages en Algérie a atteint 68 barrages en 2014 avec une capacité de 6767 de Hm3 ANBT, (sd).

II.6. Principaux lacs barrages :

Les principaux lacs barrages en Algérie sont rapportés dans le tableau ci-dessous (Tableau N°03).

Tableau. N° 03 : Principaux lacs barrage en Algérie :

Nom	Wilaya	Capacité (Hm3)	Hauteur (m)
Beni Haroun	Mila	960	121
Koudiet Acerdoune	Bouira	640	121
Gargar	<u>Relizane</u>	358	90
Sidi Yacoub	Chlef	253	87
H.Debagh	Guelma	184	93
Bouroumi	Blida	181	100
Taksebt	Tizi ousou	181	76
H.Boughrara	Tlemcen	175	85
Tilesdit	Bouira	164	65
Cheffia	El Taraf	159	51

Anbt, (sd)

II.7. Intérêt et utilisation des barrages :

Selon (Delliou, 2008), les barrages peuvent être construits pour plusieurs objectifs : - produire de l'électricité à partir d'une énergie renouvelable, celle de l'eau, avec des usines hydroélectriques accolées au barrage ou situées plus bas dans la vallée et alimentées par des conduites forcées ;

- Créer des réserves d'eau pour l'alimentation en eau potable des villes. L'eau peut également être

Nécessaire pour des besoins industriels ;

-Irriguer des zones agricoles ayant de gros besoins en eau lors des périodes sèches ;

- Alimenter en eau les canaux ;

Chapitre II : Généralités sur les barrages

- Maintenir dans les rivières un débit minimum suffisant lors des étiages, pour assurer à la fois une qualité écologique satisfaisante des rivières et permettre les prélèvements par pompage à l'aval (pour des besoins d'alimentation en eau, d'irrigation...);
- Réduire l'effet des crues en retardant l'eau grâce au stockage dans la retenue qui se remplit pour la relâcher après le passage de la crue.

Certains de ces objectifs peuvent être complémentaires sur un même ouvrage. D'autres sont, a priori, opposés : il est, par exemple, impossible d'avoir en même temps une retenue pleine pour fournir une réserve d'eau potable mais aussi une retenue vide pour limiter au maximum l'impact des crues.

C'est le cas notamment des barrages écrêteurs de crue qui sont des ouvrages conçus spécialement à cette fin avec des dispositions particulières de conception et d'exploitation (**Delliou, 2008**).

II.8. Méthodes de gestion et de suivi des barrages en Algérie :

La nouvelle politique de restructuration et de réorganisation du secteur de l'eau en Algérie a introduit des changements au niveau du ministère des ressources en eau, où les services sont passés d'un statut d'administration publique à un statut d'établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC).

C'est ainsi, que l'Agence Nationale des Barrages (ANB) est devenue l'Agence Nationale des Barrages et des Transferts (ANBT), l'agence de gestion des infrastructures d'irrigation et de drainage (AGID) est devenue l'office national d'irrigation et de drainage (ONID) et devra regrouper l'ensemble des Offices des Périmètres Irrigués (OPI), quant à l'Algérienne Des Eaux (ADE), elle devra créer de petites sociétés par actions (SPA) qui vont gérer les eaux des grandes villes (**Touati, 2010**).

A titre d'exemple, le barrage Koudiet Medouar de Timgad (Batna) suit un contrôle technique géré par l'Agence Nationale des Barrages et des Transferts (ANBT) et repartis en deux phases: La première, phase d'exploitation, représentée par une station météo composée d'un bac Colorado d'une surface de 11304 mm, un pluviomètre et un thermomètre. Pour la lecture des côtes du plan d'eau une mire graduée placée verticalement sur la tour de prise.

La deuxième phase, l'auscultation est représentée par :

Chapitre II : Généralités sur les barrages

-Des piézomètres ; des techniciens veillent au contrôle des deux digues (digue principale et digue de col) durant toute l'année avec une prospection visuelle et des mesures de pression dans tous les piézomètres incorporés dans le corps du barrage, Ces mesures de niveau piézométrique sont réalisées hebdomadairement.

-Mesures tridimensionnelles (barre vanchon): des mesures prises mensuellement à l'aide d'un pied à coulisses dans les trois dimensions X, Y et Z afin de contrôler les anneaux de la galerie de dérivation.

- Cellules de pression : dispositif d'auscultation consiste à mesurer la pression interstitielle.

- Forages drainants : des puits a faible profondeur varie entre 7 et 10 mètres.

- Tassement et gonflement sur la digue principale : des mesures sont prisent chaque mois pour vérifier le déplacement du corps du barrage.

- Fuites et drains L/S : la mesure des fuites et des drains se fait manuellement avec une éprouvette graduée et un chronomètre, durant les jours normaux et les événements exceptionnels.

Le but de cette mesure et de contrôler et de voir l'étanchéité et le comportement du barrage au cours des années d'exploitation vis-à-vis des charges supportées (**Anbt, 2014**).

Matériel et méthodes

I. Présentation de la zone d'étude :

I.1.Situation géographique du barrage Chorfa :

Barrage de Chorfa situé à 65km au Nord de la ville de Mascara et à 50 km au Sud-Est d'Oran à proximité de la ville désignée. Capacité de stockage 83 mètres cube, il est destiné à l'irrigation des périmètres agricoles de la plaine de Sig.

Le barrage de Chorfa a été construit de 1880 à 1882 pour assurer les irrigations de la plaine de Sig , c'était alors un barrage poids de 29 mètres de hauteur en maçonnerie de moellons, reposant sur une dalle de fondation en béton ancrée de 10 mètres dans le sol, dès le 08 février 1885 pendant une crue de l'oued, le terrain d'appui de la rive droite fut emporté par les eaux, entraînant avec lui la moitié de l'ouvrage. La brèche fut fermée par un mur de même profil s'appuyant d'une part sur la section du barrage restée debout et d'autre part sur le terrain d'ancrage de meilleure qualité à l'amont de l'appui primitif : la nouvelle partie du barrage fait un angle de 128°25'avec l'ancienne. L'ouvrage réparé a été mis en service en 1892. La plus forte crue connue de l'oued Mebtoun a été enregistrée en 1948. Le débit de déversement par-dessus l'ouvrage s'est maintenu à 720 m³/s. Pendant plusieurs heures : aucun désordre dans l'ouvrage n'a été constaté.

Les coordonnées géographiques sont 35°24'0" N et 0°15'0" W en DMS (degrés, minutes, secondes) ou 35.4 et -0.25 (en degrés décimaux). La position UTM est YE42 et la référence Joint Opération Graphiques est NI30-04.(Figure N° 12).

Un barrage est une barrière construite à travers un ruisseau à retenir l'eau. (**Direction barrage ,2018**).

Matériel et méthodes

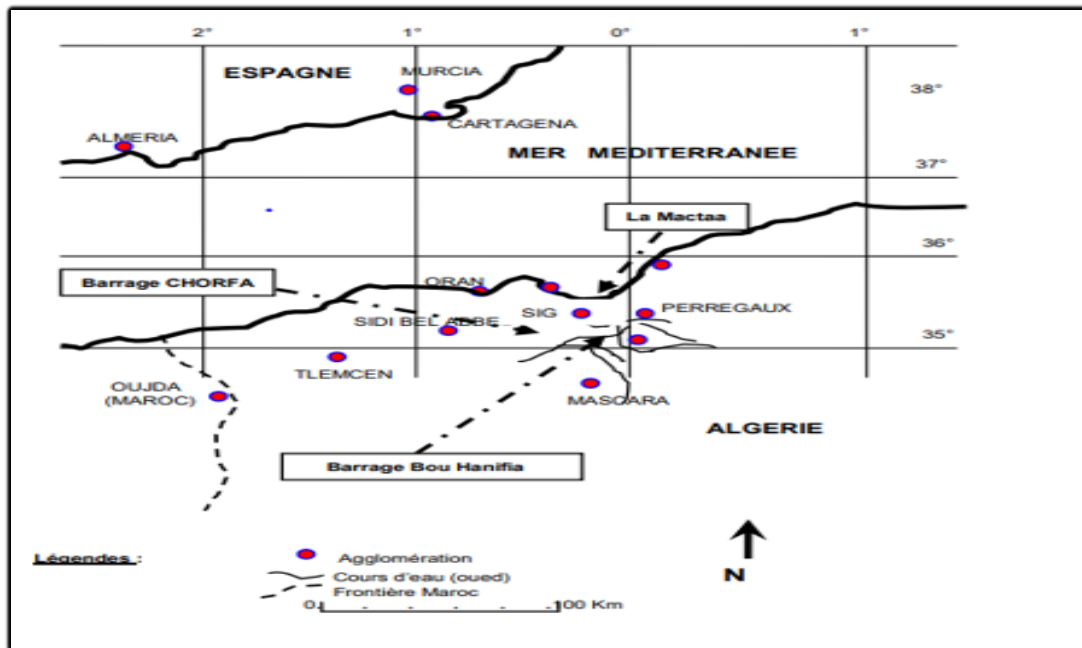


Figure N°12 : Situation géographique de SiG et Chorfa. (APC, 2018).

I.2.L'hydrographie :

La région de Chorfa se caractérise par un réseau hydrographique très dense, dont les plus importants sont : -Oued Chorfa qui longe la commune à l'Ouest et qui draine des eaux dans le barrage de Sig.

-L'Oued Mebtoun qui passe à l'extrême Sud-Ouest de la commune, il est considéré comme le principal cours d'eau alimentant le barrage de Chorfa.

I.3.Le climat :

I.3.1. Climatologie :

C'est l'ensemble des caractéristiques météorologiques d'une région donnée. La nature des climats joue un rôle essentiel pour ajuster les caractéristiques écologiques des écosystèmes continentaux. En réalité, il existe une interférence entre climats, composition des Communautés -en particulier végétales- propres à un écosystème donné et nature des sols, d'où la trilogie typique climat- sol- végétation. (François R, 2010).

Le climat est l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère en un point de la surface terrestre.(Pedelaborde P, 1991).

Matériel et méthodes

Aussi, la bonne connaissance des conditions climatiques de la zone d'étude, et de ses caractéristiques est importante pour la compréhension de l'évolution des éléments chimiques et du comportement hydrologique des cours d'eau. (Debieche T.H ,2002).

Notre zone d'étude est soumise à des influences méditerranéennes et sahariennes, avec un écart de température considérable en toute saison. Sig possède un climat tempéré méditerranéen a été chaud et sec (Csa) selon la classification de Köppen-Geiger. Sur l'année, la température moyenne à Sig est de 19.1°C et les précipitations sont en moyenne de 347.4mm. Les précipitations varient de **52mm** entre le mois le plus sec et le mois le plus humide. L'amplitude des températures tout au long de l'année est de **19.5°C**.

I.3.2. Les précipitations :

Les précipitations constituent un facteur climatique très important qui conditionne l'écoulement saisonnier et influence directement le régime des cours d'eau ainsi que celui des nappes aquifères office national de la météorologie (ONM) 2018, après l'analyse des données recueillies auprès du service météorologique de Sig , la région d'étude reçoit environ 556.14 mm de pluie annuellement avec une moyenne mensuelle de 46.34 mm Cependant, la distribution de cette tranche est irrégulière comme l'indique le tableau 01. Les mois de juillet et août ne reçoivent que de faibles quantités d'après l'analyse des données recueillies auprès du service météorologique. La ville est caractérisée par un hiver peu rude par rapport à d'autres régions, et un été assez chaud, la pluviométrie, quant à elle, ne dépasse les 400millilitres par an.

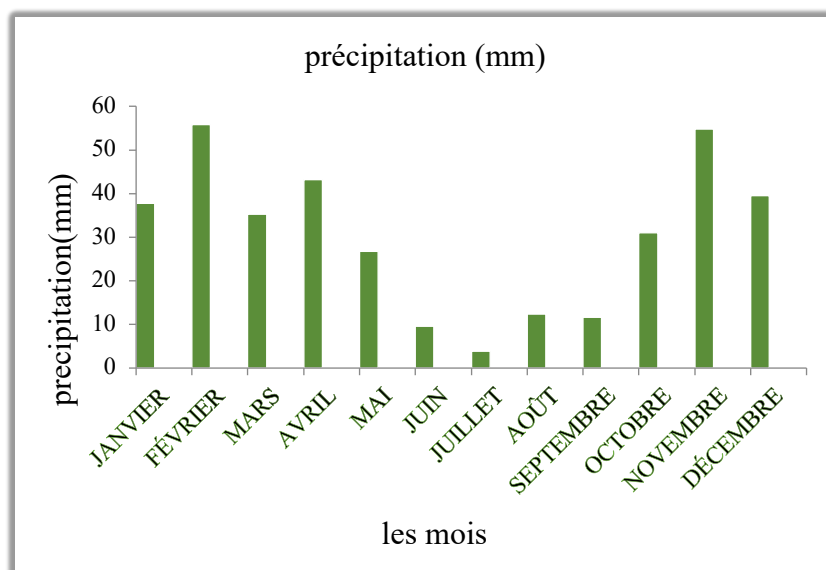


Figure N°13 : Répartition mensuelle des moyens de précipitations (mm) de barrage Chorfa de la région d'étude (période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).

Matériel et méthodes

I.3.3. Les températures :

Les températures moyennes mensuelles sont calculées par différentes méthodes.

Dans notre cas, nous avons utilisé la méthode de la sommation des extrêmes et le calcul de

Leur moyenne arithmétique « $M+m/2$ » (Annexe N°01).

Dont : * **M**=Moyenne des maximas ; * **m**= Moyenne des minima ;

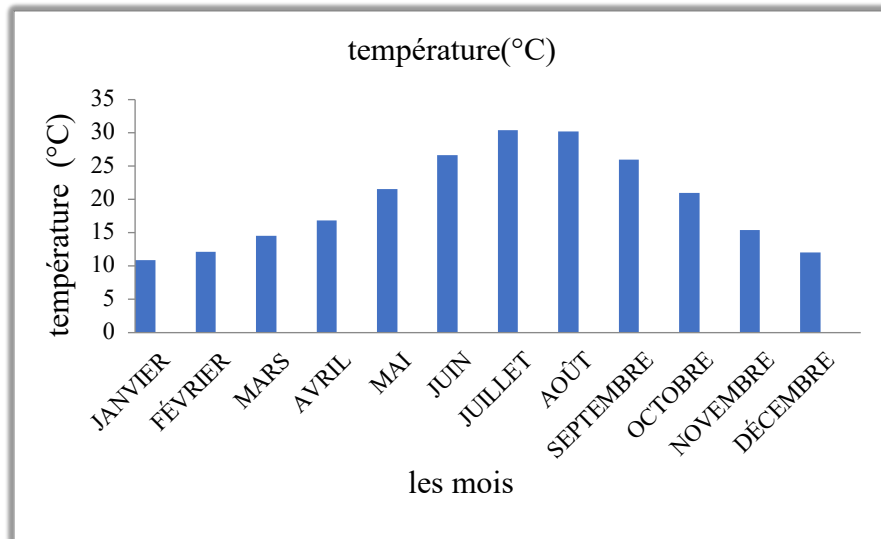


Figure N° 14 : Répartition mensuelle des moyens de température (°C) de la région d'étude (période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).

I.3.4. Synthèse climatique :

Les températures et les précipitations constituent les deux principaux paramètres des climats. Divers types paramètres majeurs du climat propre à une région donnée. Les principaux sont les climatogrammes et les diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausson, le climatogramme d'Emberger et le climatogramme hydrothermique à partir desquels sont dégagées les caractéristiques climatiques de la forêt. (Munnia A, Puntoni, 2010).

I.3.5. Diagramme ombrothermique :

Il constitue un type de représentation très utilisé pour comparer les climats, en considérant qu'un mois est sec quand le total des précipitations exprimé en mm est égal ou inférieur au double de la température exprimée en degrés Celsius.

Les périodes d'aridité sont celles durant lesquelles la courbe pluviométrique est au-dessous de la courbe thermique (Mebarki A, 2005). Selon l'échelle ($P=2T$), les courbes ombrothermiques

Matériel et méthodes

déterminent deux périodes, l'une humide, l'autre sèche pour notre zone d'étude, la période sèche est de 120 jours (mi de mai jusqu'au le mi moi septembre). La période humide est de 240 jours, le reste de l'année.

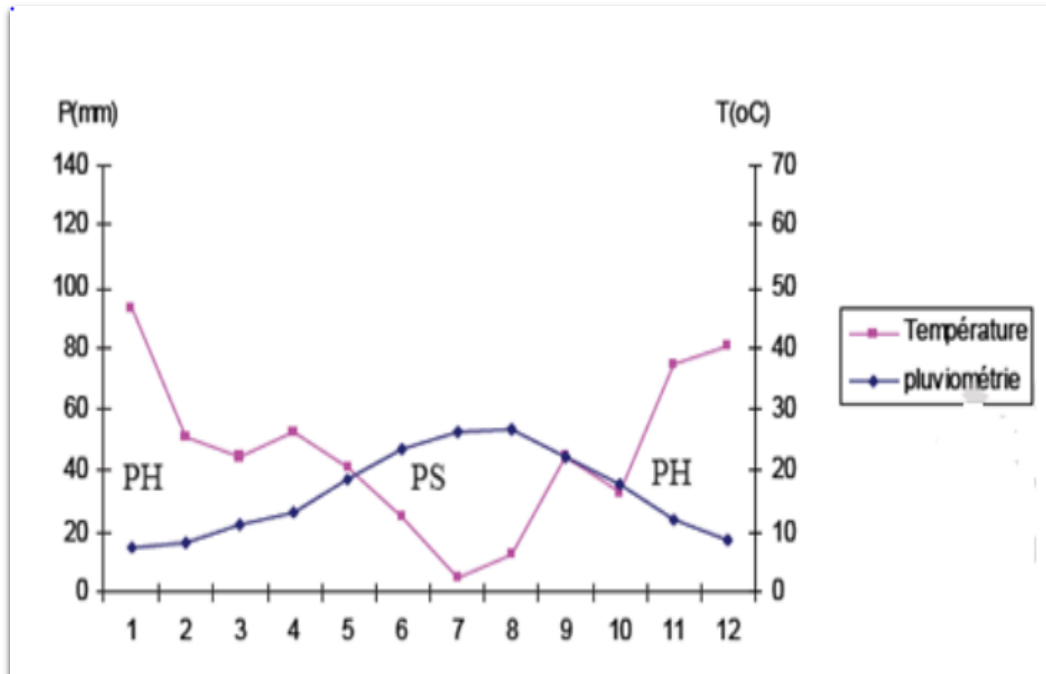


Figure N°15. Diagramme ombrothermique de barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).

Il constitue un type de représentation très utilisé pour comparer les climats, en considérant qu'un mois est sec quand le total des précipitations exprimé en mm est égal inférieur au double de la température exprimée en degrés Celsius. Les périodes d'aridité sont celles durant lesquelles la courbe pluviométrique est au-dessous de la courbe thermique (Mebarki A, 2005). Hydrologie des bassins de l'Est algérien.

Selon l'échelle ($P=2T$), les courbes ombrothermiques déterminent deux périodes, l'une humide, l'autre sèche.

I.3.6. Le Vent :

Il constitue, dans certaines conditions, un facteur écologique limitant par sa fréquence, sa température et son degré hygrométrique. Les vents exercent sur la végétation en place une influence considérable (Debieche T.H, 2002).

Le vent est très néfaste pour les plantes (forte évapotranspiration). En effet, dans Certaines zones, son intensité est telle qu'il perturbe, voire empêche la croissance des arbres. C'est par

Matériel et méthodes

exemple à cause du vent que la forêt n'excède guère 1500 m dans le massif central La région d'étude est soumise à des vents dominants avec une vitesse moyenne de 2.57m/s annuellement ; les plus importants sont les vents du Sud appelés Sirocco qui peut s'observer à n'importe quelle époque de l'année (**Mobarik A, 2005**). Hydrologie des bassins de l'Est algérien.

I.4.L'activité socio-économique :

La région d'étude « SIG » est vouée principalement à l'agriculture et élevage de différents types d'animaux domestiques. Mise à part l'usine des détergents et l'usine de Latina à l'Est ainsi que le marché de gros des fruits et légumes, la région n'a connu que l'implantation de quelques petites unités industrielles, en même temps que la création des entreprises publiques locales APC. (**APW Mascara ,2018**).

I.5.Les activités agricoles

La région d'étude possède une superficie agricole totale estimée à 99024 ha, Généralement dominée par la culture des oliviers et des légumes.

I.6.La couverture végétale :

Le caractère continental du climat conditionne le couvert végétal : les plaines sont Vouées aux céréales (orge et blé) et aux cultures maraichères (en irrigué) ; la zone de prairies naturelles, alors que les sommets des massifs sont complètement dénudés. Seuls quelques maquis et broussailles couvrent les piémonts des Djebels.

I.7.Les sources de la pollution remarquée de la zone d'étude :

L'idéal dans les études d'impact des écosystèmes est de signaler les sources de pollution.

Les sources de pollution :

L'activité agricole de la région d'étude possède une superficie totale estimée à 99024 ha, généralement dominée par la culture des céréales et des légumes, presque autour du barrage.

-Implantation des fermes d'élevage et des abattoirs.

-Quelques habitations rurales déversent leurs rejets sanitaires directement dans l'Oued.

Il faut signaler que les eaux usées de la ville de Chorfa et quelques villages sont évacuées vers la station d'épuration .Les eaux épurées sont déversées après le barrage.

Donc on a ignoré la pollution urbaine et la pollution industrielle.

Matériel et méthodes

II.1. Matériels et techniques de prélèvement :

Les étapes de l'échantillonnage influencent directement la qualité des résultats obtenus. Des précautions élémentaires sont alors nécessaires afin de minimiser les risques associés à la contamination et de permettre le maintien de l'intégrité des échantillons. Le prélèvement de l'échantillon d'eau peut s'effectuer de plusieurs façons selon la taille du cours d'eau et l'accessibilité au site, dans notre cas des barrages et les rivières. L'idéal est de prélever au centre du cours d'eau sur 15 à 50 cm de profondeur et de façon à éviter les effets du bord (oxygénation trop près de la surface, mise en suspension de matière solide trop près du fond...), en faisant face au courant d'eau. C'est ce qu'on appelle échantillonnage ponctuel. (Figure N°16). (AQUA-REF, 2011 ; Rodier J, 2008)



Figure N°16 : points d'échantillonnage du barrage (A: aval eaux usées -B:amen -C: eaux irrigation).

Les étapes de l'échantillonnage influencent directement la qualité des résultats obtenus. Des précautions élémentaires sont alors nécessaires afin de minimiser les risques associés à la Contamination et de permettre le maintien de l'intégrité des échantillons.

Le prélèvement de l'échantillon d'eau peut s'effectuer de plusieurs façons selon la Taille du cours d'eau et l'accessibilité au site, dans notre cas des barrages et les rivières. L'idéal Est de prélever au centre du cours d'eau sur 15 à 50 cm de profondeur et de façon à éviter les Effets du bord (oxygénation trop près de la surface, mise en suspension de matière solide trop près du fond...), en faisant face au courant d'eau. C'est ce qu'on appelle échantillonnage ponctuel.

Matériel et méthodes

II.2. Flaconnage :

Tous nos prélèvements ont été effectués dans des contenants en verre d'une capacité de 2 litres préalablement décontaminés par nettoyage au méthanol puis à l'acétone, ensuite rincés plusieurs fois avec l'échantillon pour assurer la représentativité de l'échantillon. Sur le goulot de chaque flacon rempli, nous avons placé une feuille d'aluminium afin d'empêcher tout contact entre l'échantillon et le bouchon en plastique (Figure N°17).



Figure N°17 : Prélèvement et flaconnage d'échantillons (A et B), (barrage Chorfa).

II.3. Conditionnement et transport des échantillons :

Tous les flacons 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 où ils sont conservés à environ 4°C jusqu'au dosage. Les délais de conservation des échantillons sont respectés Matériel et méthodes.

II.4. Caractérisation physico-chimique de l'eau :

II.4.1. Méthodes d'analyses des paramètres organoleptiques :

Les paramètres organoleptiques de l'eau doivent être appréciés au moment du prélèvement. Test de la couleur et odeur :

II.4.1.1. la couleur :

Elle est exprimée en unités Hazen. La couleur a été évaluée par observation visuelle de la bouteille et des flacons remplis d'eau recueillie. Elle est mesurée avec un spectrophotomètre.

Matériel et méthodes

II.4.1.2. L'odeur et le goût :

L'odeur peut être définie comme étant l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.

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

II.4.2. Mesures in Situ :

La température, le pH, la conductivité électrique et l'oxygène dissous ont été mesurés in situ (sur site) à l'aide d'un appareil digital (multi paramètre de terrain de type cyber ça waterproof) (Figure N°18). 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.



Figure N°18 : Multi-paramètre HACH modèle Cyber CanWaterproof

II.4.3. Méthode d'analyse des paramètres physico- chimique :

II.4.3.1. La température :

La mesure de la température a été effectuée sur terrain en utilisant un thermomètre gradué à 1/10 et en respectant les consignes de (Rodier et al, 2005). La température de l'eau a été mesurée sur le site de prélèvement « barrage ». La lecture a été faite après une immersion de 10 minutes du thermomètre à environ 15 cm de profondeur. Les résultats sont exprimés en °C

II.4.3.2. Les Matières en suspension :

Matériel et méthodes

La détermination des matières en suspension s'effectue par centrifugation. L'eau à analyser est centrifugée à 300 tr /1min pendant 20 minutes. Le culot recueilli, séché à 105°C pendant 1h 30 min à 2h. Le taux des matières en suspension est exprimé en mg /l.

II.4.3.3. L'Oxygène dissous (O₂ dissous) :

Mesuré au laboratoire par la méthode de WINKLER. En milieu alcalin, l'oxygène dissous forme avec de manganèse (II) hydroxyde (MnOH₂) un précipité brun d'hydroxyde manganique (III) (MnOH₃). La réduction de ce dernier en milieu acide en présence d'un excès d'iodeure libère l'iode qui est dosé par le thiosulfate de sodium (Na₂S₂O₃) et en utilisant l'empois d'amidon comme indicateur. Les résultats sont exprimés en mg/l d'O₂ et en pourcentage de saturation (Afnor, 1975).

II.4.4. Méthodes d'analyse des Paramètres de la pollution :

II.4.4.1. La Demande biochimique en oxygène (DBO₅) :

La demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (DBO₅) est évaluée par la méthode respirométrique qui permet de suivre automatiquement l'évolution de la demande biochimique en oxygène au cours de l'oxydation des matières organiques.

L'échantillon d'eau introduit dans des flacons ambrés maintenus dans une enceinte Thermostatée est mis à incuber en présence d'air à 20 °C, pendant 5 jours sous agitation constante. Les micro-organismes présents consomment l'oxygène dissous qui est remplacé en permanence par de l'oxygène en provenance du volume d'air situé au-dessus de l'échantillon. L'anhydride carbonique formé est piégé par de l'hydroxyde de potassium (Rodier et al, 2009). La mesure est effectuée à l'aide d'un appareil manométrique de type WTW "OXITOPSYSTEM" et la DBO est exprimée en mg /L.

II.4.4.2. La demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une oxydation complète des matières organiques et minérales présentes dans l'eau certaines matières contenues dans l'eau, sont oxydées par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium (Rodier et al, 2009). La DCO est exprimée en mg/L d'O₂ consommé par les matières Différentes formes d'azote.

Matériel et méthodes



Figure N°19 : Titrer l'excès $\text{dek}_2\text{Cr}_{207}$. Figure N° 20 : Refroidissement dans impact.

II.4.4.3. L'Ammonium (NH_4^+) :

L'ammonium a été dosé par la méthode au bleu d'indophénol en milieu alcalin et en présence de nitroprussiate qui agit comme un catalyseur. Les ions ammonium traités par une solution de chlore et de phénol donnent du bleu d'indophénol, susceptible d'un dosage par spectrophotométrie (Figure N°21) d'absorption moléculaire (Rodier et al, 2005). Les résultats de la teneur ion ammonium sont exprimés en mg/l de NH_4^+ .

II.4.4.4. Les nitrites (NO_2^-) :

La détermination des nitrites s'effectue par spectrophotométrie d'absorption moléculaire. La diazotation de la sulfanilamide par les nitrites en milieu acide et sa copulation avec le Naphtyle éthylène diamine dihydrochloride donne un complexe pourpre susceptible d'un dosage spectrophotométrique à 540 nm. Les résultats sont exprimés en mg/L de NO_2^- .

Matériel et méthodes

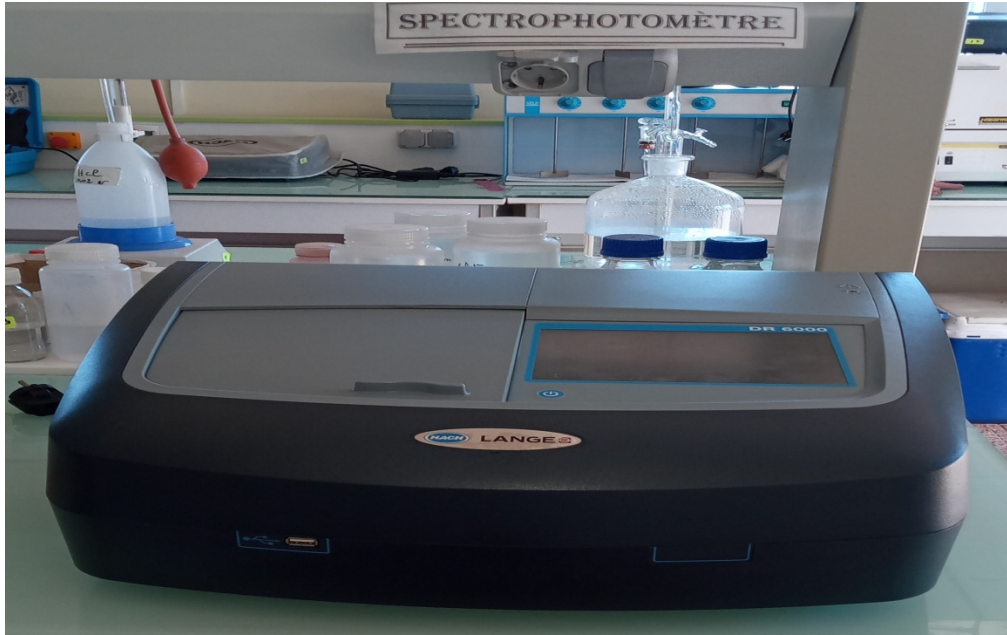


Figure N°21 : spectrophotomètre HACH modèle DR 6000.

II.4.4.5. Les nitrates (NO_3^-) :

Dosés selon la méthode de réduction au cadmium par passage sur une colonne de cadmium. Les nitrates sont réduits en nitrites dont le dosage a été décrit précédemment.

Le taux de nitrates exprimé en mg/L NO_3^- est calculé par la différence des taux des nitrates et nitrites à la fois et du taux des nitrites.

II.4.4.6. Chlorure (Cl^-) :

Les chlorures sont très répandus dans la nature sous forme de sels de sodium (NaCl), de Potassium (KCl) et de calcium (CaCl_2). La présence de l'ion chlorure (Cl^-) dans l'eau peut avoir diverses origines, telles que le passage à travers des terrains salés, l'exploitation des puits de pétrole (**Pettyjohn, 1971**), l'épandage de sel sur les routes pour faire fondre la glace et la neige (**Ralston, 1971**), etc. Il n'y a pas de normes concernant les chlorures dans l'eau potable. Cependant, si la teneur est supérieure à 250 mg/l, elle affecte alors le goût de l'eau surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium. En plus de telles concentrations peuvent provoquer la corrosion du système de distribution (**Mcconnell, 1972**). La capacité que possède l'ion chlorure de former des sels solubles avec de nombreux ions métalliques empêche la formation de films pouvant limiter la corrosion des surfaces métalliques (**OMS, 1979**).

Matériel et méthodes

II.4.4.7. Phosphate (PO_4) :

Les ions phosphates contenus dans les eaux de surface ou dans les nappes peuvent être d'origine naturelle décomposition de la matière organique ; lessivage des minéraux, ou due aussi aux rejets industriels (agroalimentaire...etc.), domestiques (polyphosphate des détergents), engrais (pesticides...etc.) (**Mekhloufi et Ouanouchi, 2017**). Le contenu en phosphore total comprend non seulement les orthophosphates mais également les polyphosphates et les phosphates organiques. L'eutrophisation peut se manifester à des concentrations relativement basses en phosphates ($50 \mu\text{g P/l}$) (**Kenza, 2016**).

II.4.4.8. Matières organiques (MO) :

Mesure l'oxydation chimique des matières organiques en milieu acide et à chaud par les permanganates de potassium. 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 micro-organismes. L'inconvénient des matières organiques est de favoriser l'apparition de mauvais goût qui pourra être augmenté par la chloration. Une eau riche en matière organique doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique. Leur teneur est appréciée, le plus souvent, par des tests tels que la réduction du permanganate de potassium en milieu acide et en milieu alcalin. Les eaux très pures ont généralement une consommation en oxygène inférieur à 1 mg/L (**Assia et Rania, 2017**).

II.4.5. Méthodes d'analyse des Paramètres bactériologiques :

Pour déterminer la qualité de l'eau, il doit être effectué des analyses bactériologiques. Les germes ou les bactéries jouant un rôle pathogène ou d'indicateur pour déterminer la qualité d'eau.

II.4.5.1. Recherche et dénombrement des coliformes :

On utilise la méthode de filtration sur membrane pour la recherche et le dénombrement des bactéries. La filtration sur membrane est une technique de numération adaptée pour énumérer des bactéries présentes à des concentrations très faibles dans l'eau. Pour pouvoir dénombrer ces bactéries, il est alors nécessaire d'analyser des volumes d'eau importants (Figure N°22).

Principe :

Les bactéries présentes dans l'échantillon à analyser sont retenues sur un filtre dont les pores sont inférieurs à la taille des bactéries ($0,45 \mu\text{m}$ de diamètre). Le filtre qui a retenu les bactéries

Matériel et méthodes

contenues dans l'eau, est ensuite déposé sur un milieu de culture approprié où les bactéries puisent les éléments nécessaires à sa croissance et se développent. Après incubation, les UFC (unités formants colonies) sont comptées pour évaluer la qualité microbiologique de l'eau. Selon le milieu de culture où est déposé le filtre, on met en évidence la présence de différents types de microorganismes.

II.4.5.1.1. Les coliformes totaux :

Technique :

Le dénombrement des coliformes totaux se fait par la méthode de filtration membranaire un volume d'échantillon de 100 ml d'eau à analyser est filtré à travers une membrane (0,45 µm de diamètre) qui retient les micro-organismes. La membrane est ensuite placée sur le milieu du TTC TERGITOL.

1ère lecture :

Après incubation à 37°C durant 24h, des colonies jaune orange, se forment à la surface de la membrane.

Test confirmatif :

Pour effectuer une confirmation, les colonies formées à la surface de la membrane sont repiquées dans un autre milieu liquide (VBL+cloche), les tubes de VBL seront ainsi incubés à 37°C durant 24h. Dans le cas positif de présence des *coliformes totaux*, on aura une présence du gaz dans la cloche de Durham et virage à la couleur jaune.

II.4.5.1.2. Escherichia Coli :

Escherichia Coli fait partie du groupe des *coliformes totaux* et consiste le seul membre de ce groupe que l'on trouve spécialement dans les matières fécales des humains et des animaux. Leur présence dans l'eau indique en présence de matières fécales. Elle est capable de fermenter le lactose à 44°C.

Technique :

Le principe de dénombrement s'effectue de même manière que la recherche des *coliformes fécaux* sauf la température d'incubation dans ce cas est de 44°C/24 heure.

1ère lecture :

Après 24 heures, on observe des colonies jaunes.

On va faire le test confirmatif c'est-à-dire le repiquage sur un milieu liquide de Schubert muni d'une cloche de Durham et incubé à 44°C/24 heure.

Matériel et méthodes

2^{ème} lecture :

Résultat présence des gaz +trouble.

Mettre des gouttes de KOVACS, résultats : couleur rouge avec une production de gaz.

II.4.5.2. Streptocoques fécaux :

La streptométrie par filtration est tout comme la colimétrie par filtration une méthode rapide, simple, normalisée mais nécessitant la disponibilité d'une rampe de filtration.

Technique :

-Tout d'abord, il faudrait stériliser un entonnoir à l'aide d'un bec bunsen.

-Le refroidir soit avec l'eau à analyser ou bien avec de l'eau distillée stérile.

-Mettre en place de façon aseptique une membrane de 0,45 µm entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.

-Fixer ce dernier avec la pince correspondante.

-Remplir de façon aseptique l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyser.

-Actionner la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane.

-Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boîte de Pétri de 45 mm de diamètre contenant de la gélose Slanetz et Bartley. Le milieu Slanetz et Bartley est un support nutritif contenant des substances inhibitrices qui laissent se développer préférentiellement colonies de *streptocoques fécaux*.

-Cette membrane sera incubée à 37°C, pendant 24 heures.

Lecture :

Après 24 heures on compte que les colonies rouges.

Test confirmatif : On transfère la membrane de la boîte contenant le milieu Slanetz Et Bartley à la boîte pétri contenant milieu BEA (Bile Esculine Agar). On incube à 37 °C pendant 2 heures. Le résultat se traduit par la Présence d'un point noir.

Matériel et méthodes

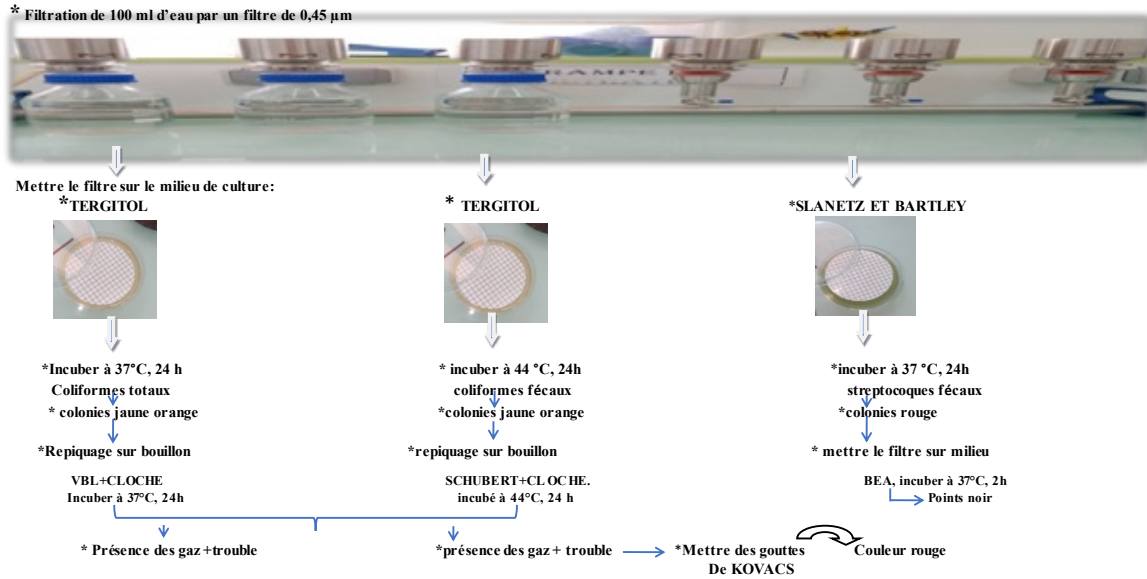


Figure N°22 : Technique de la recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux, et streptocoques fécaux par filtration sur membrane.

II.4.5.3. Germes totaux :

La recherche des germes totaux, dites aussi germes banals, est considérée comme indicateur d'efficacité de traitement de désinfection.

Technique

Le dénombrement des germes totaux se fait par la méthode d'étalement de 1 ml d'échantillon à la surface d'un milieu gélosé TGEA mélanger soigneusement dans un mouvement rotatif et laisser solidifier (Figure N°23), ensuite on les incube à 37°C durant 24h.

Le résultat: positif se traduit par le développement des colonies blanches.

Matériel et méthodes

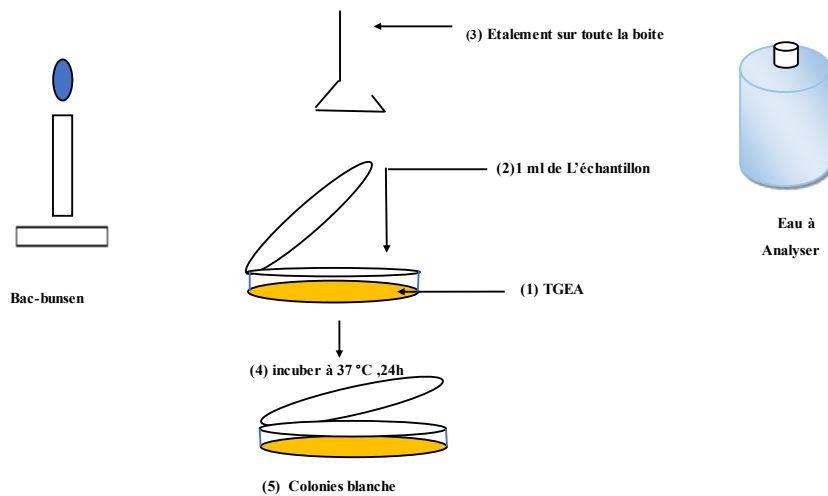


Figure N°23 : méthode d'étalement en surface (des germes totaux).

II.4.5.4. ClostridiumSulfito- réducteur :

L'objet de ce mode opératoire est de décrire une méthode de recherche et de dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices par méthode de filtration sur membrane.

Technique :

- Chauffer l'échantillon à 80°C pendant 10 min pour la destruction des formes végétatives (formation des spores) (Figure N° 24).
- Sortir l'échantillon du bain- marie et le mettre sous l'eau froide (choc thermique).
- Filtrer 100 ml d'échantillon sur une membrane de 0.2µm de porosité pour permettre de retenir les spores des bactéries.
- Placer la membrane à l'envers sur la boîte de pétri.
- Couler au-dessus la gélose viande foie contenant du sulfite de sodium et alun et fer
- Incuber à 37°C pendant 24 heures les *Clostridium* pousse dans des conditions en anaérobiose.
- Le résultat positif se traduit par la formation de colonies noires.

Expression des résultats :

Les résultats sont exprimés en nombre de germes par ml (Germes/100ml)

Matériel et méthodes

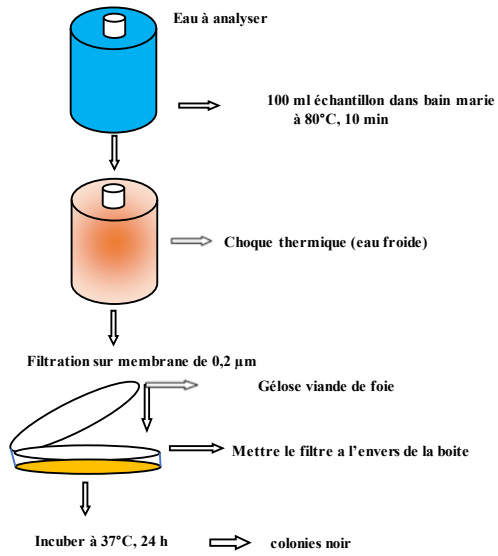


Figure N°24 : Schéma de la technique de dénombrement de *Clostridium Sulfito-réducteur*.

Résultats et discussion

Introduction :

Dans ce chapitre nous présentons les résultats et la discussion des analyses effectuées sur les eaux superficielles du barrage Chorfa pour suivre et évaluer leur qualité. Les résultats présentés dans les tableaux ils sont illustrés graphiquement.

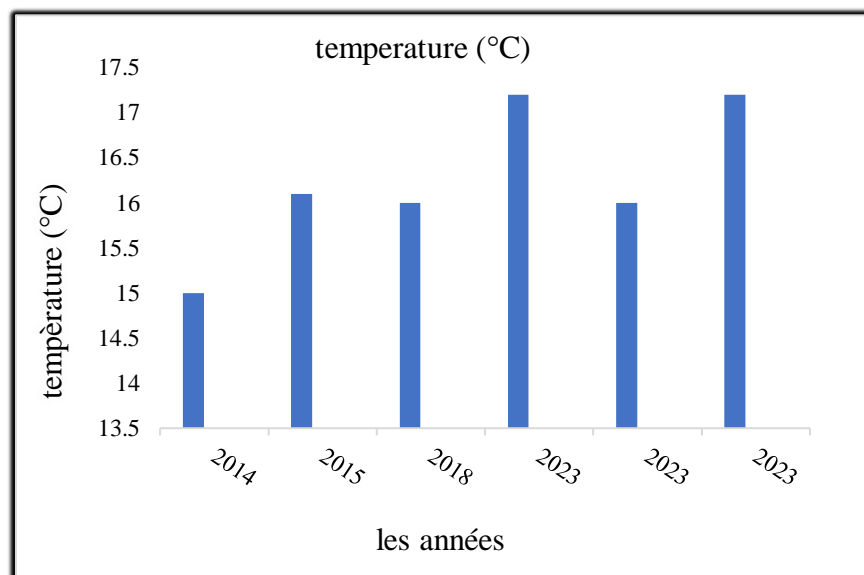
1. Mesure physico-chimique :

1.1. Température (°C) : La valeur moyenne est de $17.2 \pm 5^\circ\text{C}$ montrent des importantes variations de température entre les mois (selon la saison), (Tableau N°04).

Tableau N°04 : Variation Annuelle de la température de l'eau du barrage du Chorfa. (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).

Année	2023-A	2023-B	2023-C	2014	2015	2018
T	17,2	16.5	17.1	15	15,9	16,1

Les résultats obtenus au cours de notre étude montrent que la température moyenne de l'eau est bonne et se trouve dans l'intervalle de la classe I bonne d'après la grille de l'ARNH (1999). La température de l'eau est un paramètre important pour la vie aquatique en fait, la majorité des paramètres physico-chimiques dépendant de la température. Ainsi un réchauffement entraîne l'apparition des algues flottantes et des organismes aquatiques indésirables.



Résultats et discussion

Figure N°25 : Température Annuelle de l'eau du barrage du Chorfa (2014-2023)

Les températures fluctuent entre une valeur minimale de 15°C durant le mois de mars 2014 et une valeur maximale de 17.2°C durant le mois mars 2023. (Période 2014 à 2023 source APW Mascara, 2023).

1.2. Potentiel Hydrogène (pH) :

(Figure N°26 et Tableau N°05) montrent que les eaux du barrage de Chorfa sont faiblement alcalines. Le pH oscille entre une valeur minimale de 7.85 enregistrée au mois de mars 2014 et une valeur maximale de 8.18 notée au mois mars 2023, avec une valeur moyenne est de 7.85 ± 8.18 .

Tableau N°11 : Variabilité annuelle du pH d'eau du barrage Chorfa. (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018)

Parameter	20A	B	C	2014	2015	2018
PH	7,85	8,12	8,15	8,3	8,4	8 ,18

Ces résultats (Figure N°26) montrent que les valeurs du pH sont légèrement variées ce qui reflète clairement l'influence de la nature géologique du bassin versant sur la composition chimique des eaux. En effet, le bassin drainé est formé essentiellement par des roches sédimentaires. Ces variations du pH peuvent être expliquées également par les phénomènes de dilution qui peuvent intervenir sur les valeurs du pH des milieux aquatiques, ou par l'influence des eaux de ruissellements chargé généralement de diverses matières aux origines différentes.

Résultats et discussion

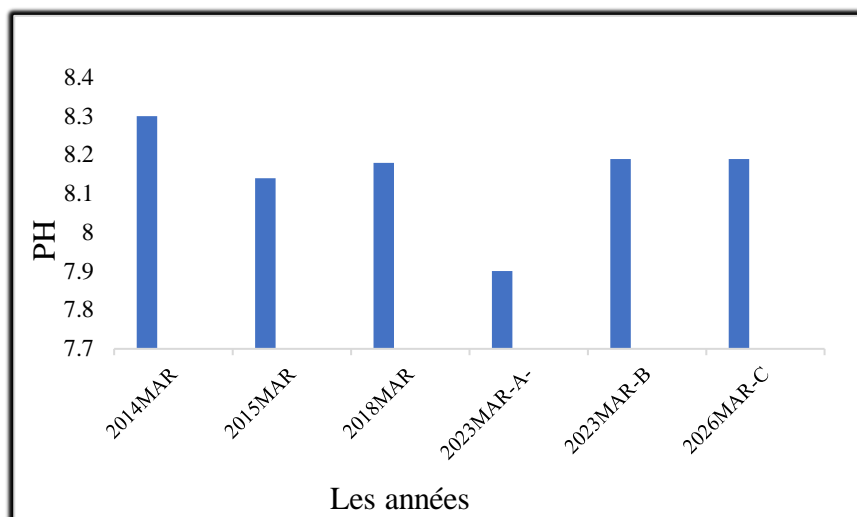


Figure N°26: PH annuelle de l'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018)

1.3. Conductivité électrique CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$) :

Tableau N°06 : variation annuelle de la conductivité électrique d'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018)

Paramètre	A	B	C	2014	2015	2018
Conductivité	2330	2210	2200	1810	1815	1840

L'allure de l'histogramme (Figure N°27) montre que les eaux du barrage Chorfa sont caractérisées par une CE moyenne de $2330 \pm 1810 \mu\text{S}/\text{cm}$, ce qui reflète d'après Rodier et al. une minéralisation excessive ($\text{CE} > 1000 \mu\text{S}/\text{cm}$), mais dépassant les normes. En comparaison avec le travail de Melghit en 2012, qui a révélé une CE moyenne de $1114 \mu\text{S}/\text{cm}$, nos résultats sont un peu élevés. D'après la grille de l'ABH (2014), les eaux du barrage Chorfa sont de mauvaise qualité (Tableau N°06).

Résultats et discussion

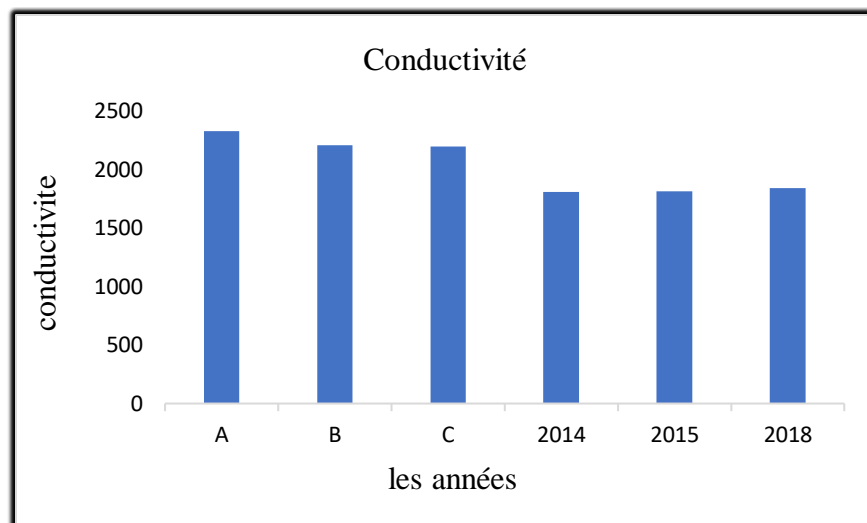


Figure N°27 : Conductivité électrique annuelle de l'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018)

1.4. Chlorure (Cl-) :

Tableau N°07 : variation annuelle Chlorures (cl-) de l'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara ,2018).

Paramètre	A	B	C	2014	2015	2018
Chlorures (cl-)	542,44	532,5	506,94	558	551,1	521,95

L'histogramme (Figure N°28 et Tableau N°07) montrent que les teneurs en chlorures varient d'un mois à l'autre, la plus faible 506.94 mg/l a été enregistrée au mois mars a2023, la teneur la plus élevée est de 558 mg/l prélevée au mois de mars a 2014, avec une valeur moyenne est 386.03 ± 120.74 mg/l.

Résultats et discussion

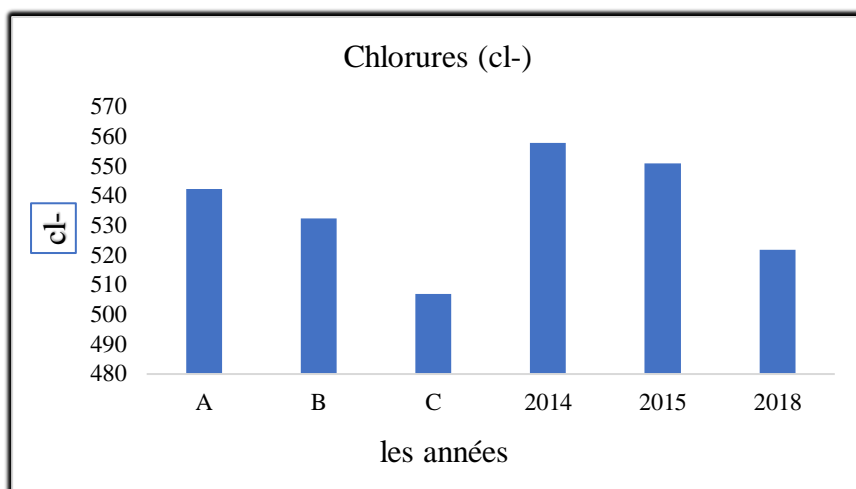


Figure N°28 : chlorure annuelle de l'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).

1.5. Matière organique :

Tableau N°08: Variation annuelle de matière organique de l'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).

Parametre	A	B	C	2014	2015	2018
Matière organique	26,48	27,92	28,72	8,2	9	14

L'histogramme (Figure N°29 et Tableau N°08) montrent que les teneurs en matières organiques varient d'un mois à l'autre, la plus faible 8.2mg/l a été enregistrée au mois mars a2014, la teneur la plus élevée est de 28.72 mg/l prélevée au mois de mars a2023, avec une valeur moyenne est 28 ± 8.86 mg/l.

Résultats et discussion

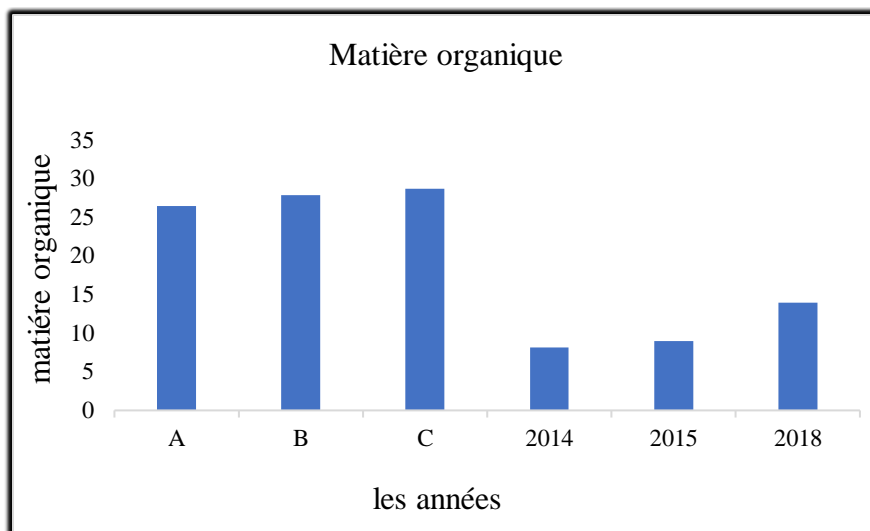


Figure N°29 : Variation annuelle de matière organique de l'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).

1.6. L'oxygène dissous :

Tableau N°09 : Variation annuelle de l'oxygène dissous d'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).

Paramètre	2023-A	2023-B	2023-C	2014	2015	2018
Oxygène dessous	5,82	7,74	5,51	11,3	13,2	97,7

Selon les résultats obtenus dans les années de mois de mars de prélèvements, nous constatons que les teneurs en oxygène dissous varient entre 5.51 et 97.7mg/L. La valeur maximale est observée le mois de mars 2018, quant à la minimale, elle est enregistrée le mois de mars 2023 (Tableau N°09, Figure N°30).

Résultats et discussion

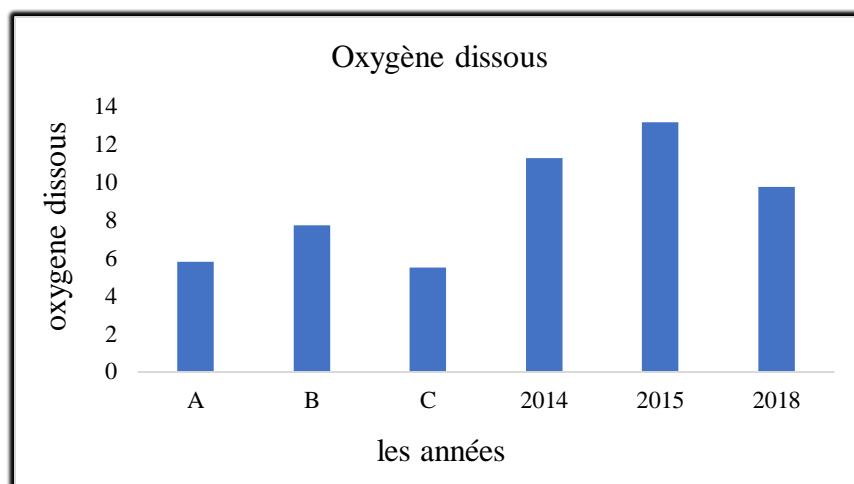


Figure N°30: Variation annuelle de l’oxygène dissous de l’eau du barrage Chorfa(Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).

1.7. Nitrates :

Tableau N°10: Variation annuelle des Nitrates de l’eau du barrage Chorfa. (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018)

Paramètre	2023-A	2023-B	2023-C	2014	2015	2018
Nitrates (NO_3^-)	10,44	10,49	11,49	15	15,32	16

D’une manière générale, les teneurs en NO_3^- obtenues au cours de notre étude sont relativement élevés. Ces teneurs varient entre une valeur minimale de l’ordre de 10.44 observées dans l’avale de barrage point(A)durant le mois de mars 2023, et une concentration maximale de l’ordre 16 signalée au niveau de barrage durant le mois mars 2018 (Tableau N°10, Figure N°31).

Résultats et discussion

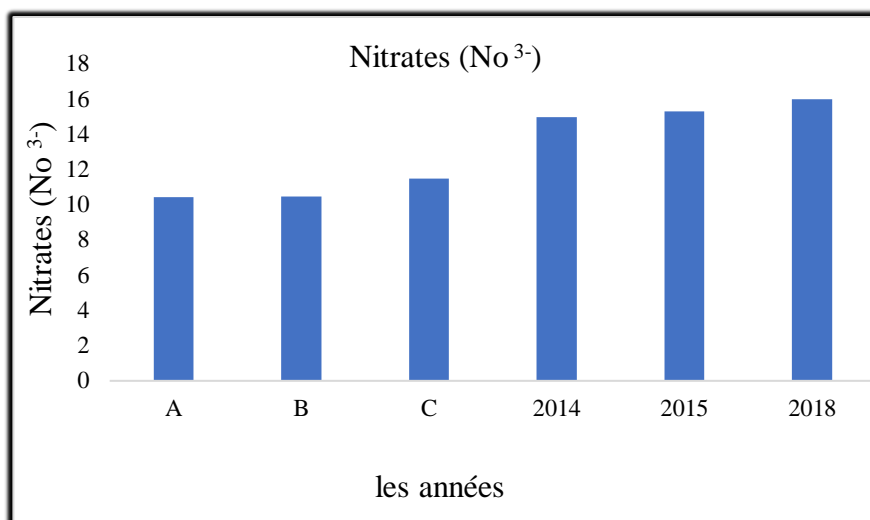


Figure N°31: Variation annuelle de Nitrate de l'eau du barrage Chorfa. (Période 2014 à 2018 source APW Mascara ,2018)

1.8 .Nitrites

Tableau N°11 : Variation annuelle de Nitrate de l'eau du barrage Chorfa. (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018)

Paramètre	2023-A	2023-B	2023-C	2014	2015	2018
Nitrites (NO ₂ ⁻)	0,22	0,15	0,16	0,1	0,19	0,30

Les résultats de notre étude révèlent que les teneurs en ions NO₂ dépassent la norme de l'OMS (0.1 mg/l) (Tableau N°11 et Figure N°32). La teneur la plus faible est de 0,10 mg/l. Elle Résultats et interprétations 06 est observée au niveau de barrage le mois d'mars alors que la teneur la plus élevée est celle enregistrée dans année 2018 durant le mois de mars (0,30mg/l).

Résultats et discussion

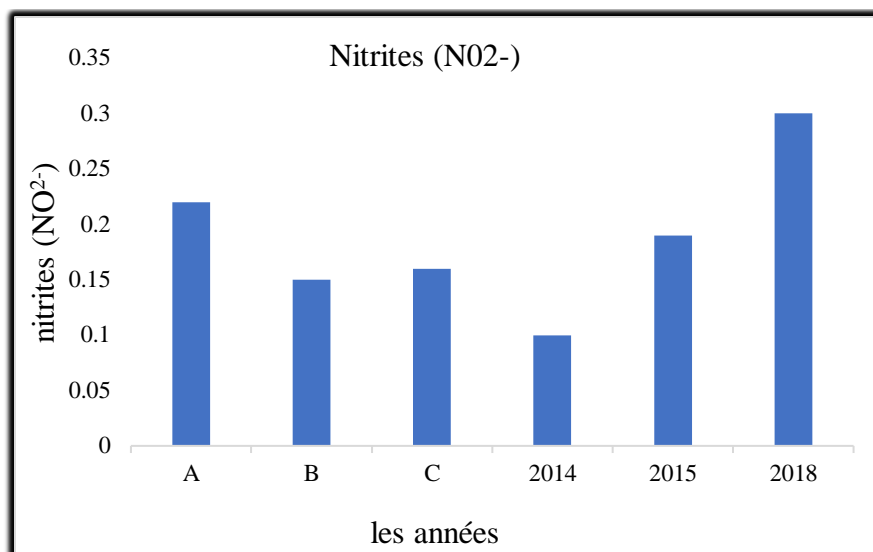


Figure N°32 : Variation annuelle de Nitrite de l'eau du barrage Chorfa. (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).

1.9. Paramètres relatifs à la pollution :

1.9.1. Demande biologique en oxygène pendant 5 jours (DBO₅) (mg d'O₂/L) :

L'étude du (Tableau N°12 et Figure N°33), nous montre que les valeurs de la DBO₅ des eaux du barrage dépassent la norme de l'OMS (3-5 mg/L). Elles varient de 16 à 25mg d'O₂.

Tableau N°18 : Variabilité annuelle de la DBO₅ des eaux du barrage Chorfa. (Période 2014 à 2018 source APW Mascara ,2018)

Paramètre	A	B	C	2014	2015	2018
DBO ₅	25	16	16	21,6	19	9,8

La DBO₅ exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation biologique de la matière organique d'une eau. Elle est sensiblement proportionnelle à la teneur de l'eau en matière organique biodégradable et donc à la quantité de micro-organismes et inversement proportionnelle à la teneur en oxygène dissous. Elle dépend entre autres de la nature des matières organiques dissoutes, de la présence ou de l'absence d'éléments inhibiteurs de la flore microbienne (métaux lourds, hydrocarbures, détergents...). Selon (**Eckenfelder, 1982**), la DBO₅ est une mesure du

Résultats et discussion

carbone organique biodégradable, et dans certaines conditions, des formes azotées réduites dans l'eau usée.

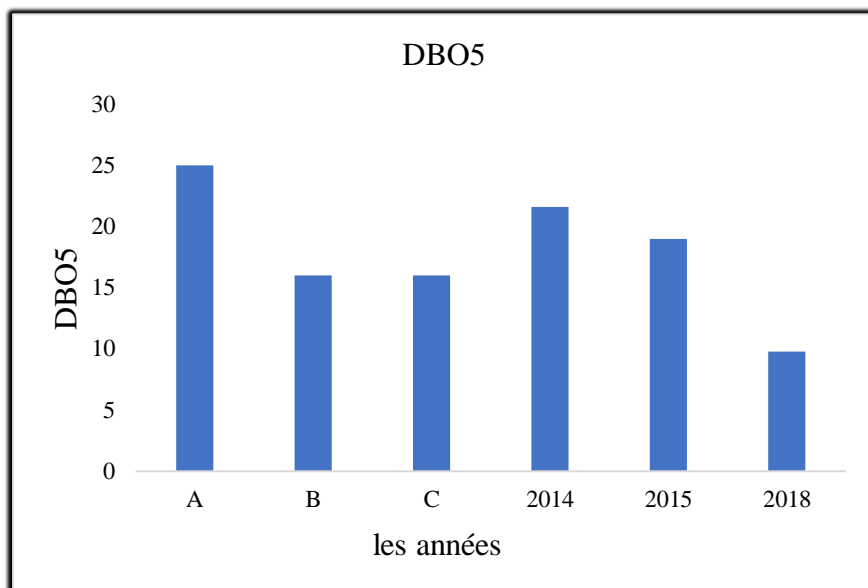


Figure N°33: Variation annuelle de la DBO5 de l'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).

1.9.2. Demande chimique en oxygène (DCO)

Les teneurs de la DCO oscillent entre une valeur minimale de 47 mg/l d'O₂ enregistrée en février et mars (Figure N°34 et Tableau N°13) et une valeur maximale de 201.6 mg/l enregistrée en mois de mars 2023 point (A) avale de barrage. La moyenne est de 34.85 ± 6.79 mg/l d'O₂.

Tableau N°13 : Variation annuelle de la DCO des eaux du barrage Chorfa. (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).

Paramètre	2023-A	2023-B	2023-C	2014	2015	2018
DCO	201,6	86,4	72	96	88	47

La DCO correspond à la teneur de l'ensemble des matières organiques oxydables. Elle s'exprime par la quantité d'oxygène fournie par le dichromate de potassium et nécessaire à l'oxydation des substances organiques (protéines, glucides, lipides, etc.) présentes dans les eaux résiduaires. Les

Résultats et discussion

différences des résultats obtenus par la DCO constituent une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables (Rodier et al, 2009). Selon la grille de l'ABH les eaux du barrage Chorfa qualité mauvaise (Tableau N°13). A travers les résultats obtenus, on voit que la DCO est en constant évolution au fil des années, puisqu'elle était de (96 ml /L) en 2014, pour diminuer légèrement en 2015 à 88 ml/L, et pour devenir (47 ml/L) en 2018, ce qui est une diminution significative, pour augmenter de manière exponentielle en 2023 au point A et diminuer aux points B et C (86,4 -72ml/L).

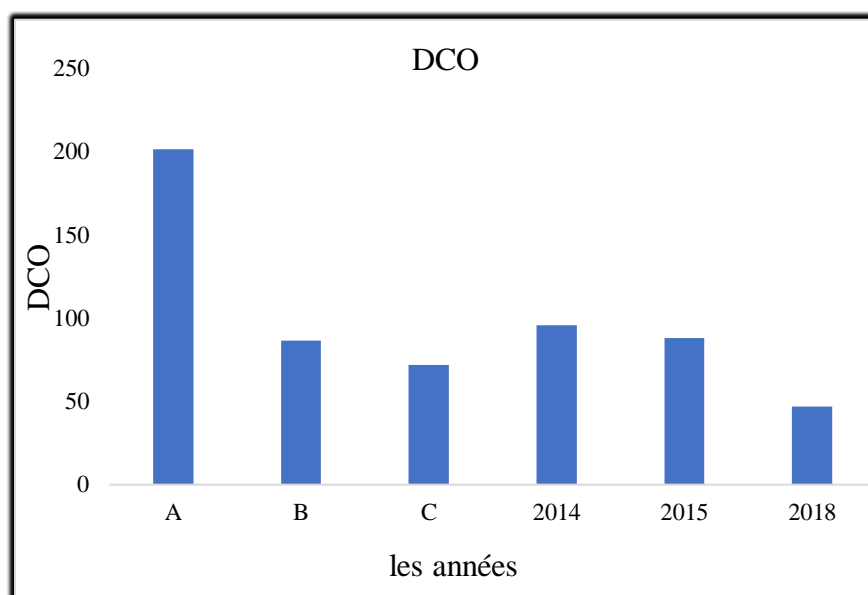


Figure N°34 : Variation annuelle de la DCO de l'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara ,2018).

1.9.3. L'ammonium (NH₄⁺) :

Les teneurs en azote ammoniacal montrent des variations s'observant d'un mois à l'autre selon (Figure N°35 et Tableau N°14). La teneur moyenne déterminée est de 0.25 ± 0.02 mg/l, avec une valeur minimale de 0.02 mg/l a été enregistrée durant les mois de mars 2014 ; et une valeur maximale de 0.25 mg/l a été enregistrée au mois mars point A 2023.

Tableau N°14: Variation annuelle de l'Ammonium de l'eau du barrage Chorfa. (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).

Résultats et discussion

Parameter	A	B	C	2014	2015	2018
AmmoniumNH ₄	0,25	0,18	0,14	0,02	0,05	0,09

Dans les eaux superficielles, l'azote ammoniacal peut avoir pour origine : la matière organique végétale des cours d'eau, la matière organique animale ou humaine, les rejets industriels (engrais, textiles...) (Rodier et al, 2009). Les plus fortes concentrations sont observées aux cours de notre étude peuvent être dues aux rejets directs d'eaux usées qui se font dans le barrage. Nos valeurs traduisent un dysfonctionnement du cycle de l'azote et donc du processus de minéralisation de la matière organique. Les concentrations en azote ammoniacal au niveau du barrage révèlent une eau appartenant à une qualité des eaux très bonne selon les classes d'aptitude des eaux superficielles de l'ABH 2009.

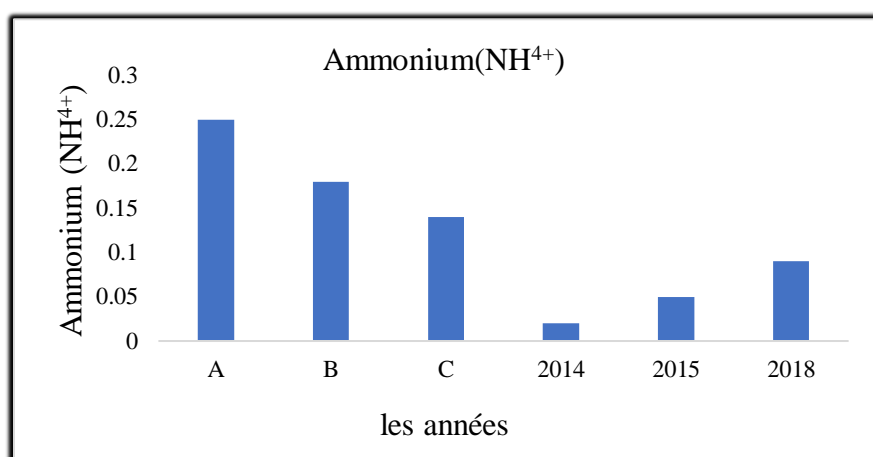


Figure N°35 : Variations annuelle d'ammonium de l'eau du Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).

1.9.4. Phosphate (PO₄⁻³) :

Les teneurs en phosphate avec une moyenne de 0.09 ± 0.26 , Selon le (Tableau N°36 et Figure N°16 les teneurs les plus faible en phosphate 0.09 en 2015 mg/l est enregistrée durant les mois de mars 2015, Alors que la teneur la plus élevée en phosphate (0.26mg/l) enregistrée durant les en mars 2023 aux de barrage (A).

Tableau N°16: Variation annuelle de phosphate de l'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018) .

Résultats et discussion

Paramètre	2023-A	2023-B	2023-C	2014	2015	2018
Phosphate	0,26	0,12	0,12	0.13	0.09	0.18

Le phosphate est naturellement présent dans les eaux superficielles en faible quantité, et son absence peut être expliquée par le fait que les ions phosphates sont susceptibles d'être absorbés par les sédiments dans le cas de désoxygénations importantes. Le phosphate est déterminant pour la productivité des écosystèmes aquatiques. Cet élément joue un rôle très important dans le développement des algues, il est susceptible de favoriser leur multiplication dans les eaux des lacs où il contribue à l'eutrophisation. Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol, leur présence naturelle dans l'eau est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. Des teneurs supérieures à 0.5 mg/l doivent constituer un indice de pollution (Pierre et al, 2004). Les eaux du barrage contiennent des teneurs en phosphates allant de 0.09 mg/l à 0.26 mg/l, traduisant ainsi des eaux de mauvaise qualité (teneur < 0.1 mg/l) » selon les classes d'aptitude des eaux superficielles de l'ABH 2009.

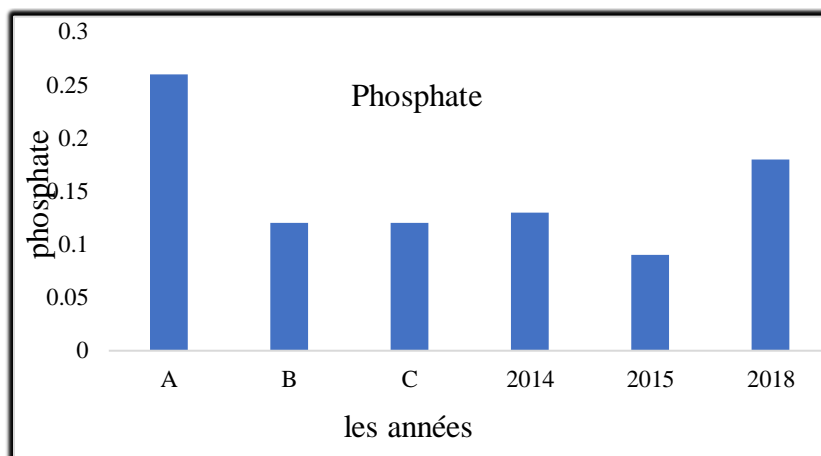


Figure N°36: Variations annuelle de Phosphate de l'eau du barrage Chorfa(Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).

1.9.5. Matières en suspension à 105°C Les valeurs de MES :

Tableau N°17 : Variation annuelle de MES de l'eau du barrage Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).

Résultats et discussion

Paramètre	2023-A	2023-B	2023-C	2014	2015	2018
MES	186,15	62,5	60,5	12.5	24	42.6

Sont représenté par (Figure N°37et Tableau N°17). La plus forte teneur est enregistrée au mois de mars avec 186.15 mg/l 2023 et la valeur la plus faible est de 12.5mg/l enregistrée au mois de mars 2014, avec une moyenne de 29.14 ± 11.94 mg/l.

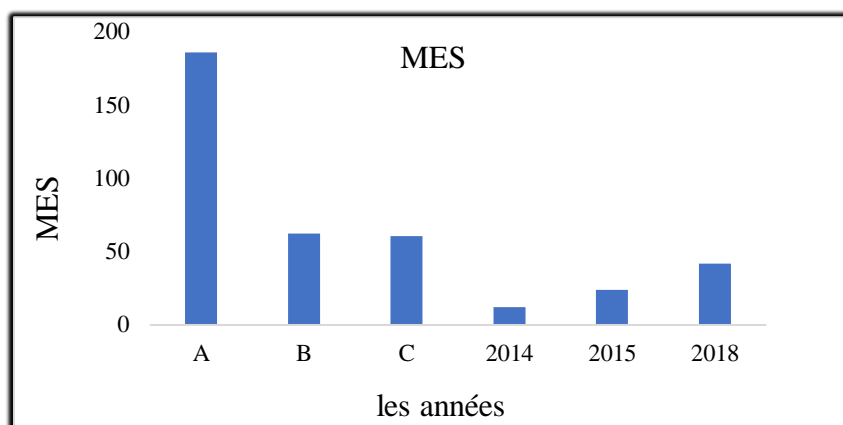


Figure N°37 : Variations annuelle de MES de l'eau du Chorfa (Période 2014 à 2018 source APW Mascara, 2018).

1.2. Les résultats des analyses bactériologiques

Les analyses bactériologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire ADE, et consiste à la recherche des Coliformes fécaux et totaux, des Streptocoques fécaux et les germes totaux et Les clostridium sulfito-réducteurs.

Les analyses microbiologiques des eaux permettent ainsi d'apprécier le risque dû à des microorganismes pathogènes, susceptible d'être trouvés dans les eaux d'irrigation, et de ce fait, de provoquer des maladies, ainsi que de contrôler l'efficacité des traitements de désinfection.

1.2.1. Les coliformes totaux :

Les coliformes totaux sont considérés comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale.

Résultats et discussion

L'eau brute contient plus de 300 UFC / 100 ml, nous avons enregistré un certain nombre de colonies de coliformes totaux était indénombrable aux points « A » et « B » (charge bactérienne élevée) avec une légère diminution de la charge bactérienne de l'échantillon prélevé au point «C». (Figure N°38 et Tableau N°18).

Tableau N°18 : Les résultats des analyses bactériologiques (Les coliformes totaux) de l'eau du Barrage de Chorfa (ADE ,2023).

Bactérie	A	B	C	Unite
Coliforms totaux	IND	IND	100	μFC/100ml

IND : indénombrable.

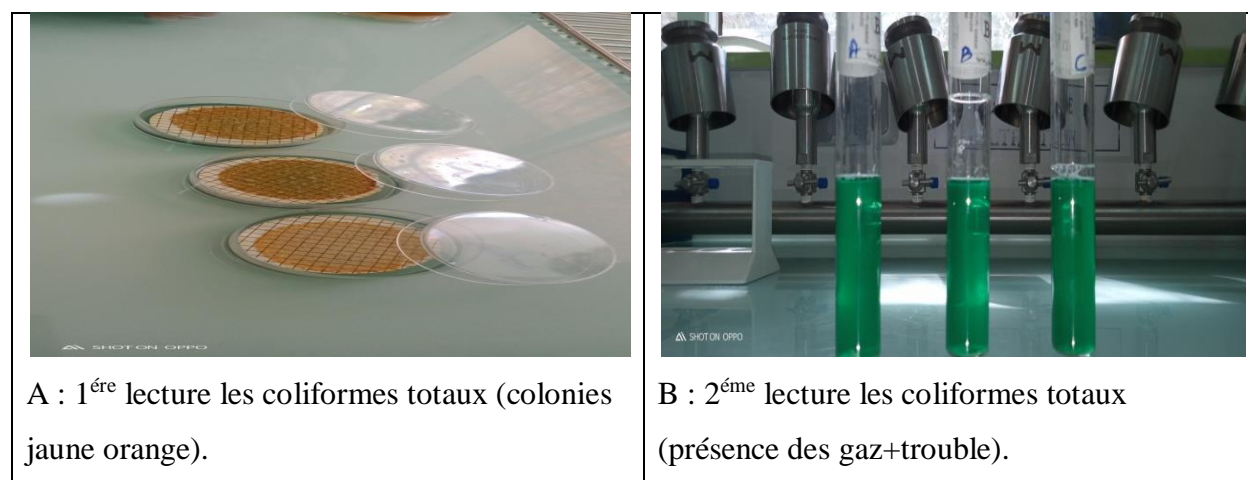


Figure N°38 : les résultats d'analyse des coliformes totaux (A et B), (ADE ,2023).

1.2.2. Les coliformes fécaux :

Dénombrement d'*Escherichia coli* *Escherichia coli* est une bactérie qui fait partie du groupe des coliformes totaux et constitue le seul membre de ce groupe retrouvé exclusivement dans les matières fécales des êtres humains et des animaux. Sa présence dans l'eau indique une contamination récente par des matières fécales.

Nous remarquons d'après les résultats que Le nombre d'*Escherichia coli* était indénombrable au premier point «A» et diminuait aux points «B» et «C». (Figure N°39 et Tableau N°19).

Résultats et discussion

Tableau N°19 : Les résultats des analyses bactériologiques(Les coliformes fécaux) de l'eau du Barrage de Chorfa (ADE ,2023).

Bactérie	A	B	C	Unite
coliforms fécaux	IND	155	99	μFC/100ml

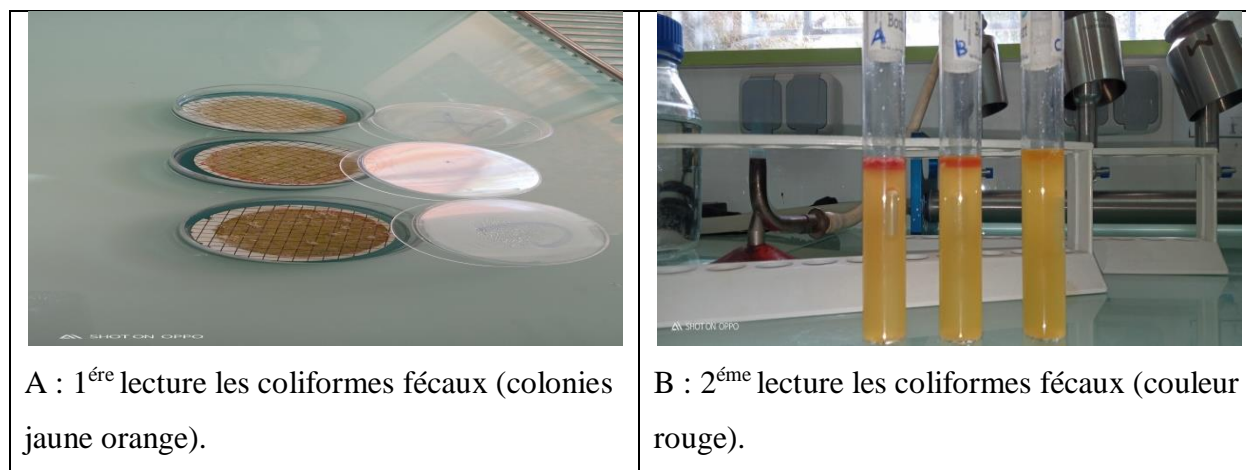


Figure N°39 : les résultats d'analyse des coliformes fécaux (A et B), (ADE ,2023).

1.2.3. Streptocoques fécaux :

Ces germes sont associés aux coliformes fécaux, ils sont considérés comme de bons indicateurs de pollution, aussi utilisés comme indicateurs d'efficacité de traitement, car ils sont nettement plus résistants que les coliformes et autres entérobactéries pathogènes.

L'analyse des prélèvements de l'eau brute de barrage chorfa montre la présence des streptocoques fécaux, C'est un indice de contamination d'origine humaine ou animale, nous remarquons une forte présence au niveau du point de rejet « A » et une légère diminution sur les deux autres points de prélèvement « B » et « C ».(Figure N°40 et Tableau N° 20) .

Tableau N°20 : Les résultats des analyses bactériologiques (Streptocoques Fécaux) de l'eau du Barrage de Chorfa (ADE ,2023).

Bactérie	A	B	C	Unite
Streptocoques Fécaux	IND	88	62	μFC/100ml

Résultats et discussion

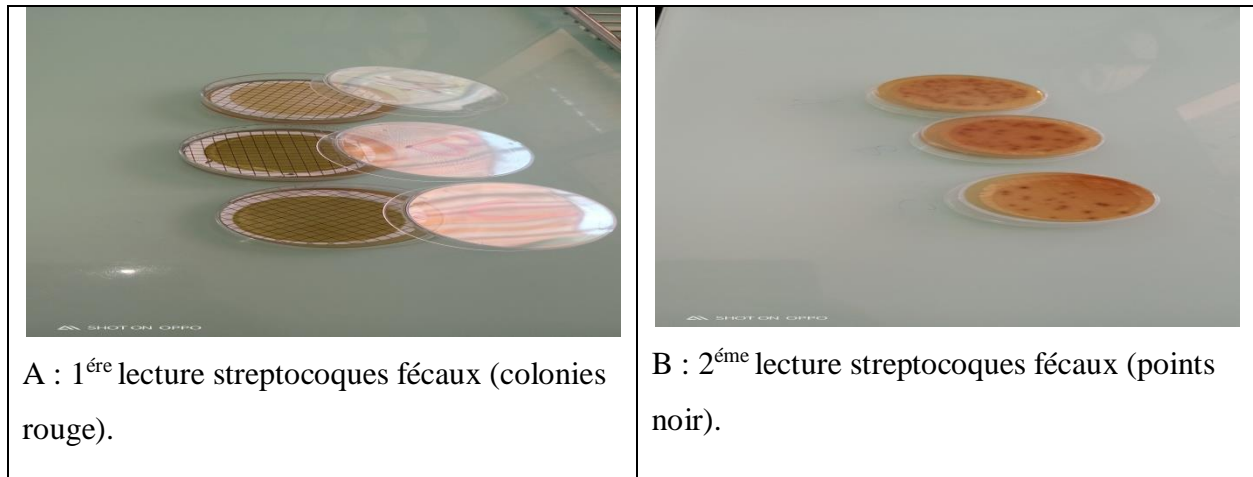


Figure N°40: les résultats d'analyse streptocoques fécaux (A et B), (ADE, 2023).

1.2.4. Germe totaux :

Les germes totaux à 22°C sont des bactéries d'origine intestinale (humaine ou animale) (El haissoufi et al, 2011).

Le dénombrement des germes totaux est considéré comme un type d'indicateurs beaucoup plus général, vis-à-vis de toute pollution microbiologique ; celui-ci détermine la totalité de la charge bactérienne. La stabilité des dénombrements bactériens est donc un bon signe de protection.

Le nombre d'germes totaux était indénombrable au niveau de tous les points «A», «B» et «C» (charge bactérienne important).(Figure N° 41 et Tableau N° 21) .

Tableau N°21 : Les résultats des analyses bactériologiques (Germe totaux) de l'eau du Barrage de Chorfa (ADE ,2023).

Bactérie	A	B	C	Unite
Germe totaux	IND	IND	IND	μFC/100ml

Résultats et discussion



Figure N°41 : Les résultats d'analyse Les germes totaux (colonies blanche). (ADE, 2023).

1.2.5. Les clostridium sulfito-réducteurs :

Les Clostridium sulfito-réducteurs sont des germes anaérobies stricts capables de sporuler et de se maintenir longtemps dans l'eau. Ils sont donc les témoins d'une pollution ancienne. Plus difficile à tuer que les coliformes avec des désinfectants (Hamed et al, 2012).

Les Clostridium sulfito- réducteurs sont aussi d'origine fécale, si elles se trouvent dans les matières fécales et elles peuvent également vivre et se multiplier dans les milieux naturels.

Les résultats révèlent la variation du nombre des clostridium sulfito-réducteurs entre les différents points de prélèvement «A», «B» et «C» convergent, d'après les résultats enregistrés.(Figure N°42 et Tableau N° 22) .

Tableau N°22 : Les résultats des analyses bactériologiques (Les clostridium sulfito-réducteurs) de l'eau du Barrage de Chorfa (ADE ,2023).

Bactérie	A	B	C	Unite
Les clostridium sulfito-réducteurs	47	44	39	μFC/100ml

Résultats et discussion

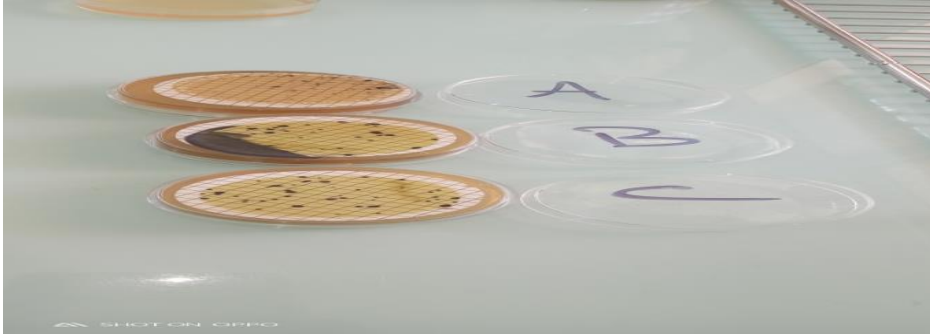


Figure N°42 : Les résultats d'analyse Des clostridium sulfito-réductase (colonies noir). (ADE, 2023).

Résultats et Discussion

Les analyses physico-chimiques

Les résultats obtenus au cours de notre étude montrent que les températures moyennes de l'eau sont inférieures à la norme de l'OMS qui est de 25°C. La température de l'eau est un paramètre important pour la vie aquatique en rivière. En fait, la majorité des paramètres physico-chimiques et biochimiques sont dépendants de la température (Nemoraw N, 1985).

Ainsi, un réchauffement entraîne l'apparition des algues flottantes et des organismes aquatiques indésirables (Belanger M., Eljabi N., Caisse D., Ashcar F., Ribi J.M, 2005).

L'élévation de la température s'accompagne toujours d'une modification de densité, d'une réduction de la viscosité, d'une augmentation de la tension à vapeur saturante à la surface (évaporation) et d'une diminution de la solubilité de l'oxygène dont la carence peut conduire à une situation critique se traduisant par une accumulation des déchets tels que S₂H, SO₂, CH₄ et la matière organique. Ainsi, les phénomènes de fermentation sont facilités par l'élévation de la température d'où l'apparition d'odeurs nauséabondes dans les cours d'eau et les barrages. La température de l'eau varie en fonction de la température extérieure (l'air), des saisons, de la nature géologique et de la profondeur du niveau d'eau par rapport à la surface du sol. (Gaujou D, 1995)

Les différentes températures enregistrées durant les quatre années varient en fonction de la température atmosphérique. La température est basse durant la période des crues et élevée durant la période d'étiage. Cette élévation favorise une prolifération des algues ce qui est vérifié, dans notre étude, puisque lors de nos prélèvements mars 2023, nous avons remarqué ce phénomène (prolifération des algues) presque dans tous les points de prélèvement A et B et C, en raison des températures élevées. La différence de température constatée entre les différents points de prélèvement et peut être expliquée par la situation géographique, l'exposition au soleil et la profondeur du niveau de l'eau de chaque point.

Le pH des eaux de surface est déterminé, en partie par la nature géologique du bassin de drainage. Pour le pH des eaux de barrage Chorfa, les résultats de notre étude ont montré que les valeurs moyennes se trouvent dans l'intervalle de la norme fixée par l'OMS (6.5 à 9.5). D'une manière générale, le pH moyen des eaux de barrage Chorfa est neutre à légèrement alcalin, ce si, un réchauffement entraîne l'apparition des algues flottantes et des organismes aquatiques

Résultats et Discussion

indésirables(Belanger M., Eljabi N., Caisse D., Ashcar F., Ribí J.M, 2005).

L'élévation de la température s'accompagne toujours d'une modification de densité, d'une réduction de la viscosité, d'une augmentation de la tension à vapeur saturante à la surface (évaporation) et d'une diminution de la solubilité de l'oxygène dont la carence peut conduire à une situation critique se traduisant par une accumulation des déchets tels que S₂H, SO₂, CH₄ et la matière organique. Ainsi, les phénomènes de fermentation sont facilités par l'élévation de la température d'où l'apparition d'odeurs nauséabondes dans les cours d'eau et les barrages. La température de l'eau varie en fonction de la température extérieure (l'air), des saisons, de la nature géologique et de la profondeur du niveau d'eau par rapport à la surface du sol. (Gaujou D,1995)

Les différentes températures enregistrées durant les quatre années varient en fonction de la température atmosphérique. La température est basse durant la période des crues et élevée durant la période d'étiage. Cette élévation favorise une prolifération des algues ce qui est vérifié, dans notre étude, puisque lors de nos prélèvements mars 2023, nous avons remarqué ce phénomène (prolifération des algues) presque dans tous les points de prélèvement A et B et C, en raison des températures élevées. La différence de température constatée entre les différents points de prélèvement et peut être expliquée par la situation géographique, l'exposition au soleil et la profondeur du niveau de l'eau de chaque point.

Le pH des eaux de surface est déterminé, en partie par la nature géologique du bassin de drainage. Pour le pH des eaux de barrage Chorfa, les résultats de notre étude ont montré que les valeurs moyennes se trouvent dans l'intervalle de la norme fixée par l'OMS (6.5 à 9.5). D'une manière générale, le pH moyen des eaux de barrage Chorfa est neutre à légèrement alcalin, ce qui reflète clairement l'influence de la nature géologique du bassin versant sur la composition chimique des eaux. En effet, le bassin versant drainé est formé essentiellement par des roches sédimentaires et calcaires (géologie de la zone d'étude). Rejesk F ,2005)

Le pH influence la plupart des processus chimiques et biologiques des écosystèmes aquatiques et c'est un facteur limitant : si le pH est inférieur à 4,5 ou supérieur à 10, il devient toxique pour les organismes vivants (Bloundi M.K,2005).

*Le pH peut être aussi influencé par d'autres facteurs tels que les conditions climatiques. Ainsi, la température élevée conduit indirectement au déplacement de l'équilibre calcaire-carbonique vers

Résultats et Discussion

la formation des carbonates sous l'effet de la photosynthèse qui provoque une élévation de pH. (Rejesk F, 2005)

Les eaux du barrage Chorfa en embouchure point avale (A) et en point milieu (B) sont légèrement plus basiques qu'en amont et au (C) point irrigations ce qui est dû à la masse polluante ramenée par l'Oued mabtoun pour la point A, le drainage des terrains agricoles et l'altération chimique des roches (sédimentaires et calcaires). Ceci pourrait s'expliquer par l'usage intensif des engrais durant toute l'année (drainage des terrains agricoles), ainsi que la charge polluante générée par les fermes et les habitations.

La conductivité donne une mesure indirecte de la concentration en sels minéraux dissous dans l'eau et détectée par la teneur en ions libres. Pour l'ensemble des années 2014, 2015, 2018, 2023, notre étude a montré des valeurs de la conductivité supérieures à 1000 $\mu\text{S}/\text{Cm}$ (norme de l'OMS), ce qui indique que les eaux du barrage sont plus riches en éléments dissous. Cet enrichissement est attribué au drainage des terrains.

Agricoles. Ainsi, le barrage Chorfa est formé essentiellement par les roches calcaires et sédimentaires qui sont plus sensibles à l'altération chimique et en conséquence la mise en solution des minéraux consécutifs de ces terrains (Rejesk F, 2005). A ceci, s'ajoute la minéralisation de la matière organique (issue des débris des récoltes culturales et même les rejets occasionnels des fermes implantées au voisinage de l'oued mabtoun qui alimente le barrage). Nous constatons aussi que la conductivité s'accroît progressivement de l'amont vers l'aval. Ceci pourrait être dû au taux de matières en suspension plus élevé en amont qu'en aval, et par conséquent l'adsorption des sels en amont [Sarkar K., Saha M., 2007].

Dans les eaux de barrage Chorfa, la conductivité a tendance à évoluer avec la saison ; elle est plus élevée durant la saison sèche par rapport à la saison humide ce qui peut être expliqué par une concentration des éléments chimiques durant la période d'étiage suite à une évaporation de l'eau (La climatologie de la zone d'étude), et une dilution due aux apports pluvieux de la période des crues.

Les résultats de notre étude montrent que les valeurs d'oxygène dissous sont variables d'une station à une autre et dépassent la norme de l'OMS (5-7). Ce qui peut être expliqué par

Résultats et Discussion

l'accélération du débit, ainsi que l'exposition aux courants d'air et le mouvement de brassage de l'eau entraîne un enrichissement en oxygène.

La présence d'oxygène dissous dans l'eau est indispensable au développement de la vie animale (en particulier pour les poissons) et végétale (la photosynthèse). Sa concentration est contrôlée par plusieurs processus physiques et biologiques variables dans l'espace et dans le temps tels que la température, la photosynthèse, l'échange avec l'atmosphère et la charge des eaux en matière organique (Cisse I., Fall S. T., Badiane M., Diop Y. M., Diouf A. 2006).

Dans notre étude, l'évolution saisonnière de l'oxygène dissous montre des concentrations élevées en période humide par rapport à la période sèche. Ceci serait essentiellement dû à la diminution de la température de l'eau ; car une eau froide contient une plus grande quantité d'oxygène dissous qu'une eau chaude (Rondeau B, 2005), et aux fortes vitesses des vents qui engendrent un brassage continu de la masse d'eau et par conséquent un enrichissement de la phase dissoute en oxygène dissous pendant la saison hivernale. Le débit important enregistré durant la période de pluie peut aussi augmenter l'échange de l'oxygène avec l'atmosphère et faciliter ainsi et la circulation de l'air et par la suite influencer la concentration en oxygène dissous.

Cependant, pendant la saison estivale, le réchauffement de l'eau et le faible débit de l'oued mabtoun provoquent une diminution de la dissolution de l'oxygène dissous, aggravée par une augmentation de la consommation de l'oxygène par les organismes et une chute de la vitesse des vents.

Les faibles teneurs en oxygène dissous observées dans les stations (A, Bet C ,2023) sont dues à la situation géographique (mal exposées aux courants d'air).

La DBO5 constitue une mesure de la pollution de l'eau par les matières organiques biodégradables (Rondeau B,2005)

Selon l'OMS, la commission de la directive internationale de l'eau prévoit pour les eaux superficielles destinées à la production de l'eau alimentaire et irrigation , que pour un traitement physique simple et une décontamination microbienne simple, la valeur guide doit être inférieure à 3 mg d'O₂/l. Dans des limites raisonnables de 3-5 milligrammes par litre, la DBO5 peut être plutôt favorable à la vie aquatique et il est admis qu'une DBO5 inférieure à 1 mg/l peut être considérée

Résultats et Discussion

comme normale, entre 1 et 3 comme acceptable et au-delà de 3 à 5 comme douteuse ou anormale (Rousseau N., Roy N., Cantin P., P. Cardinal, 2004)

Pour nos résultats, la DBO5 moyenne des eaux du barrage sont élevées et dépassent la valeur guide fixée par l'OMS (3-5 mg/l). D'un point de vue spatial, nos résultats montrent une diminution de la DBO5 de l'embouchure vers le milieu (station A et B) et de l'amont vers l'aval, Ce qui peut être expliqué par, l'accumulation de la matière organique issue de la biomasse noyée en aval du barrage, auxquelles s'ajoute la matière organique issue des engrais organiques utilisées par les agriculteurs et quelques rejets occasionnels par les habitants et les fermes voisins de l'oued mabtoun qui alimente le barrage.

Pour le point A avale de barrage, sa forte valeur de DBO5 serait liée à l'accumulation de la matière organique des débris des végétaux (présence des arbres et des espaces verts tout près de la point B.

La DCO est un test permettant d'estimer la teneur en matière organique et minéral d'une eau. C'est une mesure du carbone total à l'exception de certains composés, tel que le benzène, qui n'est pas complètement oxydés dans les conditions de l'essai (Sarkar S. K., Saha M., Takada H., Bhattacharya A., Mishra P., Bhattacharya B,2007). Les eaux des égouts, les eaux résiduaires industrielles et les eaux polluées consomment de l'oxygène par les actions réductrices sans intervention des micro-organismes. (Rousseau N., Roy N., Cantin P., P. Cardinal, 2004).

Pour nos résultats, les valeurs de la DCO observées nous permettent de conclure qu'elles dépassent largement la norme de l'OMS (30 mg/L). De ce fait, nous pouvons déduire que la charge polluante est élevée avec la présence des matières non biodégradables car la DCO est supérieure à la DBO5.

L'évolution spatiale (selon les stations) montre une diminution de l'embouchure (station A) vers le milieu et de l'amont (station B) vers l'aval ce qui serait due à l'accumulation des polluants dans la retenue en embouchure et en amont du barrage, et une diminution de la charge polluante en aval.

D'un point de vue temporel (selon les saisons), la DCO a tendance à évoluer avec la saison ; elle est maximale en période des basses eaux suite au phénomène de concentration, et minimale durant la période des hautes eaux qui est due à la dilution suite aux pluies.

Résultats et Discussion

Les nitrates (NO_3^-) représentent la forme la plus oxygénée de l'azote, c'est une forme très soluble. Sa présence dans l'eau est liée à l'utilisation des engrais chimiques et les rejets domestiques (Rousseau N., Roy N., Cantin P., P. Cardinal. 2004.). Pour l'ensemble des stations, nos résultats montrent que les teneurs en nitrates sont très faibles et sont loin de dépasser la norme de potabilité fixée par l'OMS (45 mg/l). On peut expliquer ces teneurs faibles par la réduction des nitrates en nitrites par les bactéries dénitrifiantes selon l'équation suivante :



La distribution spatiale montre une diminution des concentrations des nitrates de l'embouchure vers le milieu et de l'amont vers l'aval ce qui peut être expliqué par la situation géographique de chaque point A, B et C. Pour les stations situées en embouchure et en amont du barrage les teneurs enregistrées seraient liées aux eaux de drainage des terrains agricoles du bassin versant et aux eaux usées des habitations. L'évolution temporelle montre une faible différence entre les quatre années (2014,2015,2018,2023) qui est expliquée par le phénomène de concentration et la dilution.

Les nitrites NO_2^- ou azote nitreux, représentent une forme moins oxygénée et moins stable. C'est un passage entre les nitrates et l'ammonium, c'est une forme toxique. Les nitrites sont répandus dans le sol, les eaux et dans les plantes mais en quantités relativement faibles. Dans les eaux de surface leurs teneurs excèdent rarement 0.1 mg/l.

Il est toutefois important de signaler que les eaux de contact avec certains terrains peuvent contenir des nitrites indépendants de toute souillure (Rondeau B. 2005)

Dans les eaux du barrage Chorfa, notre étude a montré des teneurs supérieures à la limite fixée par l'OMS (0.1 mg/l). Ces teneurs élevées des nitrites proviendraient soit de l'oxydation incomplète de l'ammonium, soit d'une réduction des nitrates qui sont d'origine agricole, sous l'influence des bactéries dénitrifiantes (Sarkar S. K., Saha M., Takada H., Bhattacharya A., Mishra P., Bhattacharya B.2007)

Notre étude a montré une diminution des concentrations des nitrites de l'embouchure vers le milieu et de l'amont vers l'aval ce qui peut être expliqué par la situation géographique de chaque station. Pour les stations situées en embouchure et en amont (station A, B et C) du barrage les teneurs

Résultats et Discussion

élevées seraient liées aux eaux de drainage des terrains agricoles du bassin versant et aux eaux usées des habitations, et à l'absence de cette charge en aval.

Le phosphore est naturellement présent dans les eaux superficielles en faible quantité, il est déterminant pour la productivité des écosystèmes aquatiques (Rousseau N., Roy N., Cantin P., P. Cardinal, 2004)

Cet élément joue un rôle très important dans le développement des algues ; il est susceptible de favoriser leur multiplication dans les eaux des lacs où elles contribuent à l'eutrophisation. Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol, leur présence naturelle dans l'eau est liée Discussions 70 aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. (Sarkar S. K., Saha M., Takada H., Bhattacharya A., Mishra P., Bhattacharya B.2007).

Des teneurs supérieures à 0.5 mg/l doivent constituer un indice de pollution (Rondeau B. 2005).

D'une manière générale, les résultats de notre étude sur le barrage Chorfa montrent des concentrations élevées en orthophosphates dépassant la valeur guide fixée par l'OMS (0.7 mg/l), ce qui révèle une situation douteuse avec un état anormal et critique.

Cette situation peut être attribuée d'une part, au lessivage des terres agricoles du bassin versant traitées par les engrais et d'autre part aux rejets occasionnel des fermes et habitations voisines, D'un point de vue spatiale, les stations situées en embouchure et en amont du barrage station (A, B et C) contiennent des teneurs élevées en phosphates par rapport aux autres stations situées au milieu et en aval.

Ceci peut être attribué d'une part, au lessivage des terres agricoles du bassin versant traitées par les engrais et d'autre part, par les eaux usées charriées par l'Oued mabtoun qui alimente le barrage. Les faibles teneurs en phosphates peuvent être expliquées par l'absence de la charge polluante et le phénomène de dilution. Une petite différence est remarquée entre les années qui seraient due sans doute au phénomène de concentration en périodes sèches et aux phénomènes de dilution suite aux précipitations enregistrées dans la période des crues.

Les analyses microbiologiques des eaux permettent d'apprécier le risque dû à des microorganismes pathogènes, susceptible d'être trouvés dans les eaux d'irrigation, et de ce fait, de provoquer des maladies, ainsi que de contrôler l'efficacité des traitements de désinfection.

Résultats et Discussion

Les résultats enregistrés après la réalisation des différentes expérimentations exigées par les différents protocoles appliqués ont permis d'établir les affirmations suivantes :

Les analyses bactériologiques des échantillons prélevés montrent que l'eau produite à partir du barrage Chorfa contient des coliformes totaux, Les coliformes totaux sont considérés comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale.

Escherichia coli, en abrégée *E. coli*, est une bactérie intestinale des organismes à sang chaud, gram négatif du genre *Escherichia*, en forme de bâtonnée. *Coli* est une bactérie aéro-anaérobie facultative, appartenant au groupe des colibacilles, très commune chez l'être humaine.

Parmi les souches pathogènes, les *E. coli* entérohémorragiques sont responsables de troubles variés, allant d'une diarrhée bénigne à des formes plus graves comme des diarrhées hémorragiques pouvant évoluer vers des atteintes rénales sévères telles que le syndrome hémolytique et urémique (SHU). Traiter-le avec un choc au chlore au puits et au réseau de plomberie ; purger le système à fond et procéder à une autre analyse pour confirmer l'absence d'*E. Coli*.

On trouve en abondance dans les eaux du barrage Chorfa en terrassé au point d'embouchure des eaux usées.

Ces germes sont associés aux coliformes fécaux, ils sont considérés comme de bons indicateurs de pollution, aussi utilisés comme indicateurs d'efficacité de traitement, car ils sont nettement plus résistants que les coliformes et autres entérobactéries pathogènes. L'analyse des prélèvements de l'eau brute de barrage Chorfa montre la présence des streptocoques fécaux, surtout au point A à l'embouchure des eaux usées.

C'est une Germes non pathogènes capables de se développer dans des conditions normales de culture. C'est un indicateur de présence possible d'une contamination bactériologique et paramètre permettant d'apprécier les conditions sanitaires de la distribution (stagnation de l'eau). Ils n'ont pas d'effet direct sur la santé des êtres vivants.

Grace aux résultats, nous notons une présence d'une charge bactérienne élevée du Les germes totaux en tout les points des échantillons en ont été prélevés sur le barrage Chorfa, des bactéries d'origine intestinale (humaine ou animale), ce qui indique la présence de contamination.

Résultats et Discussion

Clostridium joue un rôle subsidiaire dans l'examen de l'eau parce qu'il forme des spores qui lui permettent de survivre plus longtemps que les coliformes, les E. coli il est utilisé comme un indicateur de pollution fécale antérieure.

Présence Des clostridium Sulfito-Réducteurs pour tous les échantillons analysés du barrage Chorfa, Ils les témoins d'une pollution ancienne. Plus difficile à tuer que les coliformes avec des désinfectants.

Et en fin, L'analyse microbiologique a révélé que le taux des germes totaux, coliformes totaux et fécaux ainsi que des streptocoques fécaux et clostridium sulfito-réductase une charge bactériologique important il n'est pas conformes aux les normes internationales d'arrosage, donc nous concluons que l'eau du barrage Chorfa est de mauvaise qualité bactériologique et doit être traitée avant utilisation.

Conclusion

En Algérie plus de 64 barrages en service. L'Objectif principal de ce travail de réaliser des analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau brute de Barrage de Chorfa de la commune de Sig Wilaya de Mascara. Nous avons fait les analyses dans les laboratoires de la société algérienne des eaux (ADE) Mostaganem et Office National de l'Assainissement Algérie (ONA) Mostaganem.

Les analyses des échantillons prélevés au barrage ont révélé une mauvaise qualité de l'eau. Les paramètres tels que la température, le pH, la conductivité électrique, la concentration d'oxygène dissous, les niveaux de chlorures, d'ammonium, de nitrates, de nitrites, d'azote, de matières en suspension, de phosphates, de matières organiques, ainsi que la demande biochimique en oxygène (DBO5) et la demande chimique en oxygène (DCO) dépassent les normes établies par le journal officiel algériennes des eaux de surface , par conséquent on peut dire que ces eaux sont trop chargées en polluants et sont de mauvaise qualité.

Bien que la pollution minérale et organique paraisse excessive, il est évident que ces eaux destinées à l'irrigation nécessitent divers traitements physico-chimiques afin de fournir une eau conforme aux normes d'irrigation.

A

ADE, Algérien Des Eaux ; (2023) : Maintien de la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution et lutte contre les pollutions accidentelles, formation contenue en entreprise, les cahiers techniques du stage T2, Algérien Des Eaux Mostaganem.

Agence de l'eau de Loire Bretagne ; (2003) : Le prélèvement d'échantillon en rivière Techniques d'échantillonnage en vue d'analyse physicochimiques. Guide technique.60p

AQUA-REF ;(2011) : guide des prescriptions techniques pour la surveillance physicochimique des milieux aquatiques : opérations d'échantillonnage en cours d'eau (eaux et sédiments) en milieu continental. 32p

Amalric L, Baran N, Jeannot R, Martin J, Mouvet C ; (2003) Les mécanismes de transfert des produits phytosanitaires du sol vers les nappes et les méthodes d'analyse des produits phytosanitaires dans les eaux. BRGM/RP-51590-FR.223p.

Astm;(1974) : Anal Book of American society for testing and material Standards. Water.

Apfelbaum J ; (1995) : Diététique et nutrition .3eme Edition. Masson.

ANBT ; (2014) : Agence Nationale des Barrages et Transferts.

Albin, Michel ;(1994) : L'affaire de la mémoire de l'eau Algérie. Mémoire de Magistère. Univ Batna.

Albergel J ,Nasri S , Lamachere J ; (2006) : Les lacs et barragescollinaires: infrastructures hydrauliques d'aménagement et de conservation des terresagricoles en zone semi aride méditerranéenne. Sciences Planétaires /Sécheresse, John Libbey Eurotexted. Numéro 1, 78-86 pp.

Anonyme ; (2000) : Barrages et développement « un nouveau cadre pour la prise de décisions », Rapport de la commission mondiale des barrages, 38 p.

Anonyme ; (2013) : L'histoire des barrages, Document technique, Comité Français des barrages et réservoirs, 29 p.

Arnaudet L, Arnoux M, et Derrien A, Schneider-Maunoury L ; (2013) : Conséquences environnementales, sociales et politiques des barrages, étude du casDu Mékong. Atelier « l'eau

qualité vs quantité », Centre d'Enseignement et de Recherches sur L'Environnement et la Société, France, p. 15.

B

Belanger M, Eljabi N, Caisse D, Ashcar F, Ribi J ;(2005) : Estimation de la température de l'eau en rivière en utilisant les réseaux des neurones et la régression linéaire multiple. Revue de science de l'eau. Vol 18 : 403- 421.

Bouziati M ; (2000) : L'eau de la pénurie aux maladies, Edition .ibn Khaldoun, 247p.

Blouidi K ; (2005) : Etude géochimique de la lagune de Nador (Maroc oriental) Impacts des facteurs anthropiques. Thèse de Doctorat. Université Mohamed V- Agdal Faculté des Sciences de Rabat, Maroc. 344p.

Brondi S, Lanças F; (2005): Development and validation of a multi-residue methodology to determine the presence of selected pesticides in water through liquid chromatography. Braz. Chem. Soc, vol 16 (3B): 650-653.

Boeglin J ;(2001) : Propriétés des eaux naturelles. In techniques de l'ingénieur Environnement.

Behloul N ;(2010) : Etude Comparative des Performances des Méthodes de Détection des Angles d'Arrivée en une deux Dimensions.

C

Cisse I, Fall S, Badiane M , Diop Y, Diouf A ; (2006): Horticulture et usage des pesticides dans la zone périurbaine des Niayes au Sénégal. Institute sénégalais de recherches agricoles. 255p.

Cardot C, (2002) : Le traitement de l'eau procédé physicochimique et biologique. Édition CRDP. Paris. 622p.

Cuppen J, Brink P, Camps E, Brock T; (2000): Impact of the fungicide carbendazim in fresh water microcosms. Water quality breakdown of particulate organic matter and responses of macro invertebrates. Aquatic Toxicol. Vol 48 : 233– 250

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec ; (2005) : Mode de prélèvement et de conservation des échantillons relatifs à l'application du règlement sur la qualité de l'eau potable. Bibliothèque nationale du Québec. Canada. 260p.)

Chevalier P ;(2003) : Que la qualité de l'environnement physique, chimique et microbiologique .

Cheval A ; (1982) : Ladésinfectiondes eaux de consommation étude technique de synthèse, technique de documentation. Paris. **CSR** Corporatif Social Responsabilité.

D

Desjardins R ; (1998) : Le traitement des eaux de rivière. 2 ème édition école polythétique. 293.

Demdoum A ; (2010) : Etude hydrogéochimique et impact de la pollution sur les eaux de la région d'el Eulma, Doctorat d'état, Faculté des Sciences de la Terre, Université Mentouri Constantine 205p.

Delliou P ;(2008) : Grands barrages, petits barrages, Risques Infos N°20, 6p.

E

EL haissoufi et al ; (2011) : Analyse de la variance appliquée à l'ammonium des eaux domestiques... intestinale (humaine ou animale).

El morhit M; (2009) : Hydrochimie, éléments traces métalliques et incidences.

J

Jean P, Phan D ;(1997) : La qualité de l'eau des rivières du Québec états de tendances. Rapport Ministère de l'Environnement et de la Faune. 89p.

John P, Donald A ; (2010) : Microbiologie 3ème Édition.

H

Hamed et al; (2012): Cold-pressed clove oil is also reported as having potent antioxidant Activity.

Henri P;(2012): Directed by Eli Sasich. With Keir Dullea, Zoë Guess, Margot Kidder, Tobin Shyrock . A derelict spaceship becomes self-aware and builds itself a mechanical body in order to feel alive.

Hamed et al, (2012): Cold-pressed clove oil is also reported as having potent antioxidant activity.

G

Granström M, Rosen I; (2004): Comparison of passive and active sampling of polar organic compounds in Nicaraguan water. Université d'Umea, Swedem, vol 12: 420-438.

Gaujou D ; (1995) : Pollution des milieux aquatiques ; aide-mémoire. 2 ème édition TEC et DOC. Paris. 458p.

Grébil G ,Novak S, Ganier C, Schiavone M ; (2003) : La dissipation des produits phytosanitaires appliqués au sol. ENSAIA INRA. 128p.

Gérard D ; (1999) : L'eau, tome 1, Milieu naturel et maîtrise et tome 2, Usages et polluants. Versailles, Institut National de la recherche Agronomique (Coll. « Un point sur ... »).

Graindorge J ; (2015) : Guide des analyses de la qualité de l'eau. Ed. Territorial éditions, paris. 126-142-147-162- 165-183p.

K

Kahoul M, Touhami M ;(2014) : Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de la Ville d'Annaba (Algérie). Université BADJI MOKHTAR. Annaba BP12 Algérie.

Kettab A ; (1992) : Traitement des eaux. Les eaux potables. Office des publications universitaires (Alger).

M

Mebarki A ;(2005) : Hydrologie des bassins de l'Est algérien : Ressources en eau, aménagement et environnement, Thèse de doctorat d'Etat en hydrogéologie de l'environnement. Université de Mentouri de Constantine, Faculté des sciences de la terre, de la géographie et de l'aménagement du territoire, Département de l'aménagement du territoire, Algérie. 321p.

Mouvet C, Baran N ;(2005) : Contamination des eaux souterraines par les produits phytosanitaires : mécanismes impliqués et concentrations observées. 325p.

N

Nemoraw N;(1985): Stream lake Estuary and ocean pollution Van Nostrand Reinhold company inc newyork.

P

Painchaud J ; (1997) : La qualité de l'eau des rivières du Québec. État et tendances, ministère de l'Environnement et de la Faune.

R

Rodier et al ; (2009): L'analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8eme édition. Dunod, Paris.

Rodier J ; (2009): Analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. Ed. Dunod bordas, Paris, 9ème édition.

Rodier J ; (1996): L'analyse de l'eau , Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mers, 8 ème édition, Dunod, Paris.

Rodier J. (2009) : L'Analyse de l'Eau Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires et Eaux de Mer. 9ème Edition, DUNOD, Paris, 1384.

Rodier J ; (2008) : Analyse de l'eau naturelle et des eaux résiduaires et eaux de mers. 8 èmeédition DUNOD. Paris. 1578p.

Rejesk F ; (2005) : Analyse des eaux Aspects règlementaires et techniques. Édition CRDP. Paris. 785p

Rondeau B ; (2005) : La qualité de l'eau du secteur fluvial – La contamination par les toxiques – 2 ème édition. Environnement Canada – Région du Québec et ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. Fiche d'information de la collection « Suivi de l'état du Saint-Laurent », Saint-Laurent Vision 2000, ISBN 0-662- 88163-X, En4-20/2002F, 6

Rousseau N, Roy N , Cantin P, Cardinal ;(2004): Étude sur la qualité de l'eau potable dans sept bassins versants en surplus de fumier et impacts potentiels sur la santé.

Relyea R; (2009): A cocktail of contaminants: How mixtures of pesticides at low concentrations affect aquatic communities. *Oecologia*, vol 159 (2): 363-376.

S

Spellman F; (2008): Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations, 2nd ed, CRC Press.

Spellman F, Fran R;(2008). The Science of water, concepts and applications. 2nd Ed. CRC Press Taylor & Francis Group. USA 417 p. « V ».

Samuel Y ; (2005) : Elaboration des stratégies de réduction des risques de maladies diarrhéiques pour les populations humaines dus aux petits barrages en Afrique de l'Ouest Cas du barrage de Yitenga. Rapport Final de recherche.

Sarkar S, Saha M, Takada H, Bhattacharya A, Mishra P, Bhattacharya B; (2007): Water quality management in the lower stretch of the river Ganges, east coast of India: an approach through environmental education. Journal of Cleaner Production, vol 15: 1559– 1567.

Sarkar S, Saha M ,Takada H, Bhattacharya A, Mishra P, Bhattacharya B;(2007): Water quality management in the lower stretch of the river Ganges, east coast of India: an approach through environmental education. Journal of Cleaner Production, vol 15: 1559- 1567

Samuel Y ; (2005) : Elaboration des stratégies de réduction des risques de maladies diarrhéiques pour les populations humaines dus aux petits barrages en Afrique de l'Ouest Cas du barrage de Yitenga. Rapport Final de recherche. 95p

Savary P ; (2010) : Guide des analyses de la qualité de l'eau, territorial édition, Voiron, PP . 10179.

T

Touati B ; (2010) : Les barrages et la politique hydraulique en Algérie. Etat, diagnostic et perspectives d'un aménagement durable. Thèse de Doctorat. Université Mentouri Constantine. Pp 278-288.

Tahboub Y ,Zaater M, Talla Z; (2005): Determination of limits of identification of selected organochlorine and organophosphorus pesticide residues in surface water by full-scangas chromatography/mass spectrometry. Journal of Chromatography A, vol1098: 150-155.

V

Vagi C, Petsas A, Kostopoulou M, Lekkas T; (2001): Sample handling strategies for the tracelevel determination of pesticides and their degradation products in environmental matrices. A review, University of the Aegean, Greece, vol 2: 320-332.

ANNEXES

Annexe 01 : variation mensuelle de température et précipitation du barrage chorfa (Direction Mascara, 2022).

Les mois	Température moyenne	Température moyenne min/max	Record des températures min/max	Précipitations totales moyennes	Risque de pluie sur le mois	Notre avis
Janvier	10.9°C	6.4°C / 15.7°C	-3°C / 25°C	37.8mm	19% 6 jours	Peu favorable
Février	12.1°C	6.9°C / 17.3°C	-1°C / 33°C	55.8mm	21% 6 jours	Peu favorable
Mars	14.5°C	8.4°C / 19.9°C	-1°C / 35°C	35.3mm	16% 5 jours	Peu favorable
Avril	16.9°C	10.2°C / 22.6°C	-7°C / 39°C	43.2mm	17% 5 jours	Envisageable
Mai	21.6°C	14.1°C / 27.8°C	2°C / 43°C	26.8mm	13% 4 jours	Très favorable
Juin	26.7°C	18.4°C / 33.1°C	8°C / 45°C	9.6mm	3% 1 jour	Très favorable
Juillet	30.4°C	21.7°C / 37.5°C	10°C / 46°C	3.8mm	3% 1 jour	Peu favorable
Août	30.2°C	22.2°C / 37.2°C	11°C / 47°C	12.4mm	3% 1 jour	Peu favorable
Septembre	26°C	19°C / 32.3°C	9°C / 45°C	11.6mm	7% 2 jours	Très favorable
Octobre	21°C	15°C / 26.8°C	2°C / 40°C	31 mm	13% 4 jours	Très favorable
Novembre	15.4°C	10.4°C / 20.4°C	0°C / 31°C	54.7mm	20% 6 jours	Envisageable
Décembre	12°C	7.5°C / 16.6°C	-1°C / 36°C	39.5mm	19% 6 jours	Peu favorable

Annexe 02: Régime saisonnier pour la région d'étude (Période 2014à 2018, source O.N.M de mascara; 2018).

Mois	P (mm)	Saison	Precipitations saisonnières	
			mm	%
Sep	11,6	Automne	97,3	26,91
Oct	31			
Nov	54,7			
Déc	39,5	Hiver	133,1	36,82
Jan	37,8			
Fév	55,8			
Mar	35,3	Printemps	105,3	29,13
Avr	43,2			
Mai	26,8			
Juin	9,6	Eté	25,8	7,14
Jui	3,8			
Aut	12,4			
Total	361,5	/	361,5	100

Annexe 03 : Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de Barrage chorfa (ADE ,2023).

Les Paramètres	A	B	C	les normes algériennes	Unité
Ph	7,85	8,12	8,15		/
Température	15,8	16,5	16,3		C°
Turbidité	64,5	62,2	64,7		NTU
Conductivité électrique	2330	2210	2200		μS/cm
Chlorures (Cl ⁻)	542,44	532,5	506,94		mg/l
Nitrates (NO ₃ ⁻)	10,44	10,49	11,49		mg/l
Nitrites (NO ₂ ⁻)	0,22	0,15	0,16		mg/l
Calcium (Ca ²⁺)	92,184	91,382	96,191		mg/l
Magnésium (Mg ²⁺)	57,348	53,946	55,89		mg/l
Ammonium (NH ₄ ⁺)	0,25	0,18	0,14		mg/l
Oxygène dissous	5 ,82	7,74	5,51		mg/l
Phosphore (ph ₄ ³⁻)	0,26	0,12	0,12		mg/l
Matière organique	26,48	27,92	28,72		mg/l
DBO ₅	25	16	16		mg /L O ₂
DCO	201,6	86,4	72		Mg/l O ₂
MES	186,15	62,5	60,5		mg/l
Couleur	797	507	536		Ptco
Odeur et Goût	présence	présence	présence		/

Annexe 05 : Les résultats des analyses microbiologiques de l'eau de Barrage de chorfa (ADE, 2023).

Les Paramètres	A	B	C	Unite
Coliforms totaux	IND	IND	100	μFC/100ml
Coliformes fécaux	IND	155	99	μFC/100ml
Streptocoques Fécaux	IND	88	62	μFC/100ml
Germe totaux	IND	IND	IND	μFC/100ml
Les clostridium sulfito-réducteurs	47	44	39	μFC/100ml

**Annexe 06 : Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de Barrage Chorfa
(Période 2018 source APW Mascara, 2018).**

Mois	VOL Hm3	PH	RS (mg/l)	O2d %	NO3 (mg/l)	NO2 (mg/l)	NH4+ (mg/l)	PO4- (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	MO (mg/l)
Jan-18	23,059	7,64	2200	50,9	26	0,08	0,07	0,29	5,4	28	10,2
Fév-18	27,106	7,48	2080	72,2	26	0,50	0,62	0,63	8,4	39	9,3
Mar-18	29,104	8,18	2100	97,7	16	0,30	0,09	0,70	9,8	47	9,5
avr-18	34,394	8,14	2200	103,5	21	0,12	0,05	0,74	10	49	10,0
mai-18	38,252	7,77	2000	87,5	12	0,20	0,05	0,40	8,8	47	12,6
juin-18	40,876	7,75	2000	112,20	12	0,18	0,65	0,20	6,4	39	16,4
juil-18	37,058	7,80	2020	111,6	5	0,50	0,17	0,15	7,6	40	17,6
août-18	29,271	7,91	2320	81	2	0,5	0,56	0,22	8,8	48	17,4
sept-18	27,690	7,34	2140	116,1	2	0,50	0,50	0,20	7,6	38	16,2
oct-18	25,923	7,26	1800	98,9	6	0,30	0,05	0,18	5,5	29	9,4
nov-18	25,797	8,13	1800	106,8	11	0,25	0,02	0,45	7,7	38	14,4
déc-18	27,951	8	1800	70,4	6	0,24	0,01	0,28	7,9	38	13