



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université de Tissemsilt



Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme
de Master académique en

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Protection des Ecosystèmes

Présenté par MENAD Asma

Thème

**Caractérisation physico-chimique de l'eau
du barrage de BOUGARA. Wilaya de
Tissemsilt**

Soutenu le : 30 septembre 2021

Devant le Jury :

Mr CHOUHIM Kada	Président	M.A.A	Univ-Tissemsilt
Mme NAIMI Souhila	Encadreur	M.A.A	Univ-Tissemsilt
Mr TIR Elhadj	Examineur	E.V	Univ-Tissemsilt

Année universitaire : 2020-2021

Remerciements

Avant de présenter le contenu de notre travail, nous tenons à remercier Dieu et toute personne ayant apporté son soutien pour l'élaboration du présent mémoire.

En particulier, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à **Mme NAIMI Souhila** pour avoir accepté de nous encadrer afin de réaliser notre travail ; pour ses précieux conseils, et gentillesse.

Je remercie également, **Mr CHOUHIM Kada** d'avoir accepté de présider notre jury.

Aussi nos cordiaux remerciements à **Mr TIR Elhadj** d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nos vifs remerciement s'adressent également à :

Mr. GAMOUR Djilali et Mr. MAHLOUL Khaled, qui nous ont aidé par de la documentation en rapport avec notre mémoire.

Nous remercions tous les enseignants et personnel administratif.

Enfin, nous remercions nos familles spécialement nos parents, nos collègues et nos amis pour leurs soutiens matériels et moraux.

Merci pour toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicace

À mes très chers parents : **Fatma** et papa **Ahmed**

Maman vous êtes l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Puisse dieu, le tout puissant, vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur.

A mon mari **Mustapha** et mon très chère fils **Mohamed Diaa eddine** ; je vous aime beaucoup.

À mes chers frères et sœurs.

À toutes ma famille

À mes très chères amies

À mes collègues de la promotion Master 2 protection des écosystèmes. et à tous mes camarades de la faculté des sciences de la nature et de la vie en général

Table des Matières

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction 1

Chapitre 01 : synthèse bibliographique

1-Généralités sur l'eau 4

1-1 Définition de l'eau 4

1-2 Composition chimique 4

1-3 Cycle de l'eau dans la nature 4

1-4 Etats de l'eau 5

1-5 Types de l'eau 6

1-6 L'importance de l'eau 6

1-7 Les paramètres physico-chimiques de l'eau 7

1-7-1 Température 7

1-7-2 Salinité 7

1-7-3 Oxygène dissous 7

1-7-4 pH 8

1-7-5 Conductivité électrique (CE) 8

1-7-6 Matières en suspension (MES) 8

1-8 Les propriétés de l'eau 9

1-8-1 Propriétés physiques 9

1-8-2 Propriétés chimiques 9

2- Généralités sur les barrages 11

2-1 Importance des barrages 11

2-2 Types des barrages 13

2-3 Conséquences environnementales de la construction des barrages 18

2-3-1 Impacts écologiques.....	18
2-3-2 Impact Sociaux.....	20
2-4 Les barrages en Algérie	21
2-4-1 Historique	21
2-4-2 Gestion et suivi des barrages en Algérie.....	25

Chapitre 02 : présentation du barrage BOUGARA

2-1 Situation du barrage BOUGARA.....	28
2-2 Fiche technique du barrage de BOUGARA (ANRH ; 2015)	28
2-3 Périmètre d’irrigation de BOUGARA	29
2-3-1 Fiche technique de projet (ANRH ; 2015)	29
2-3-2 Généralités.....	30
2-3-3 Ressource en eau	30
2-3-4 Variantes proposées.....	30
2-3-5 Consistance des travaux.....	31
2-3-6 Impact du projet	32
2-3-7 Nombre d’exploitation	32
2-3-8 Les besoins en eau.....	32

Chapitre 03 : matériel et méthodes

3-1 Objectif du travail.....	34
3-2 Echantillonnage.....	34
3-3 Matériel et produits utilisés pour les analyses au laboratoire	34
3-4 Paramètres analysés et méthodes d’analyse	35
3-4-1 Paramètres physiques.....	35
3-4-2 Paramètres chimiques	37

Chapitre 04 : résultats et discussions

4-1 Présentation des résultats.....	40
4-2 Interprétation et Discussion des résultats.....	46

4-2-1 Interprétations	48
4-2-2 Discussions des résultats	49
Conclusion Générale	52

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des figures

Figure 01 : Structure angulaire de la molécule d'eau.....	4
Figure 02 : Schéma de cycle de l'eau	5
Figure 03 : Barrage katse, l'Afrique du sud	11
Figure 04 : Barrage Hoover USA.....	11
Figure 05 : Répartition utilisation des barrages.....	13
Figure 06 : Barrage en remblai (type homogène).....	14
Figure 07 : Barrage en remblai (type à noyau)	15
Figure 08 : Barrage en remblai (type à masque).....	15
Figure 09 : Barrage en béton (type poids).....	16
Figure 10 : Barrage en béton (type voute)	17
Figure 11 : Grafiri (guinée) : évacuateur de crue à seuil latéral	17
Figure 12 : Monteynard (Isère) : évacuateur en saut	17
Figure 13 : Localisation des barrages en Algérie	26
Figure 14 : Localisation du barrage BOUGARA.....	28
Figure 15 : La réservoir du barrage BOUGARA.....	29
Figure 16 : Variation de volume de l'eau du barrage de BOUGARA (2015, 2018, 2019).....	40
Figure 17 : Variation de pH de l'eau du barrage de BOUGARA (2015, 2018, 2019).....	41
Figure 18 : Variation de RS de l'eau du barrage de BOUGARA (2015, 2018, 2019)	41
Figure 19 : Variation de taux O ₂ dissous (%) de l'eau barrage BOUGARA (2015, 2018, 2019).....	42
Figure20:Variation de NO ₃ de l'eau du barrage BOUGARA (2015, 2018, 2019).....	42
Figure21: Variation de NO ₂ de l'eau du barrage BOUGARA (2015, 2018, 2019)	43
Figure22: Variation de NH ₄ de l'eau du barrage BOUGARA (2015, 2018, 2019)	43
Figure 23 : Variation de PO ₄ de l'eau du barrage BOUGARA (2015, 2018, 2019).....	44
Figure 24 : Variation de DBO ₅ de l'eau du barrage BOUGARA (2015 ; 2018 ; 2019).....	44
Figure 25:Variation de DCO de l'eau du barrage BOUGARA(2015 ; 2018 ; 2019).....	45
Figure 26: Variation de MO (mg/l) de l'eau barrage BOUGARA(2015 ; 2018 ; 2019).....	45

Liste des tableaux

Tableau N°01: type d'eau dans le monde.....	6
Tableau N°02 : les barrages algériens de première génération	21
Tableau N°03 : les barrages algériens de seconde génération.....	23
Tableau N°04 : évolution et répartition des barrages par période de réalisation et par régions	25
Tableau N°05 : augmentation de la production agricole	32
Tableau N°06 : bulletin de la qualité de l'eau de barrage BOUGARA.....	40
Tableau N°07 : paramètres physico –chimiques (normes Algériennes d'irrigation, ANRH).....	46
Tableau N° 08 : normes de potabilité de l'eau (ADE ; 2013)	47
Tableau N°09 : Bulletin mensuelle de la qualité des eaux des barrages BAKHADDA; DAHMOUNI ; BOUGARA et KODIET ROSFA (octobre 2018).....	49

Liste des abréviations

% : Pourcentage

°F: Degré français

µm : Micro mètre

µs/ cm : Micro semence par centimètre

ADE : Algérienne des Eaux

AEP : Alimentation en Eau Potable

AGID : Agence de Gestion des Infrastructures d'Irrigation et de Drainage

ANB : Agence National des Barrages

ANBT : Agence Nationale des Barrages et des Transferts

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydriques

°C: Degrés celsius

CE : Conductivité électrique

DBO₅ : Demande biologique en oxygène

DCO : Demande chimique en oxygène

EAC : Exploitations Agricoles Collectives

EAI : Exploitations Agricoles Individuelles

EPIC : Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial

GES : Gaz effet serre

MES : Matières en suspension

MO : Matière oxydables

O₂Diss : Oxygène dissous

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONA : Office National de l'Assainissement

ONID : Office National d'Irrigation et de Drainage

OPI : Office des Périmètres Irrigués

pH : Potentiel d'hydrogène

RN : Route national

RS : Résidus secs

SPA : Sociétés Par Action

STEP : Station d'épuration des eaux usée

TDS : Taux des sels dissous

Introduction

Introduction

L'eau est l'élément essentiel à la vie, il entre dans une large mesure dans la constitution de tous les êtres vivants. La molécule d'eau est l'association d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène, H₂O. En tant que liquide inodore, incolore et sans goût (**Gerard, 1999**), elle est considérée comme un solvant universel qui se congèle à 0°C, et s'évapore à une température de 100 °C après ébullition.

L'eau est nécessaire à toute forme de vie, mais aussi un élément de promotion de la santé des individus et du développement socio-économique des collectivités humaines (**Amin et al, 2008**). Dans les zones rurales, l'eau provient soit d'une source d'eau superficielle (rivière, mare, marigot), soit d'un puits traditionnel (**Ghislain, 2013**). Les eaux souterraines sont les ressources en eau privilégiées pour l'eau potable car sont plus à l'abri des polluants que les eaux de surface (**Guergazi et al, 2005**). En effet, l'utilisation des eaux polluées à des fins alimentaires présente un danger évident pour la santé (**LaFerriere et al, 1996**).

En Algérie, la qualité de l'eau est une préoccupation environnementale et une exigence de la santé publique. Sans contrôle, elle est susceptible d'engendrer des altérations importantes touchant l'homme, le sol, le végétal et tout l'environnement dans sa globalité.

Lorsque le climat prédominant est de type semi-aride comme dans la wilaya de Tissemsilt, les précipitations annuelles sont faibles et les températures estivales sont élevées, il est nécessaire de procéder à une bonne gestion de l'eau pour son utilisation dans l'alimentation en eau potable, l'industrie ou l'irrigation.

Conséquence d'un relief montagneux et très accidenté, un réseau hydrographique Chevelu couvre la wilaya de Tissemsilt. On y dénombre 9 bassins versants, les principaux oueds et leurs affluents totalisent une longueur de 2252 Km dont seulement 871 Km traversent la wilaya, donc une faible part des eaux de ruissellement. (**Enhyd energoprojekt, 1991**).

Quand à l'exploitation des ressources hydrauliques, la wilaya comprend : le barrage de Bougara qui dispose d'un stock d'eau important de 12 millions m³, qui s'est réduit au fil du temps à 3 millions m³, le barrage de Mghila avec 5 millions m³, le barrage de Qodiat Rosfa qui assure 15 millions m³, et la station d'épuration des eaux usées qui fournit 1000 m³/an.

Introduction

Par manque de ressource d'eau au cours des dernières années, une baisse des rendements agricoles est engendrée dans les périmètres irrigués environnants. Pour contribuer à la promotion et au développement de l'agriculture, un secteur stratégique pour un développement global du pays, la réflexion sur l'exploitation de ces ressources est essentielle.

Dans ce contexte et dans le but de protéger nos infrastructures de captage de l'eau pour l'irrigation, des études dans cette thématique sont proposées. Par cet humble travail, nous voulons contribuer par la caractérisation physico-chimique de l'eau du barrage de Bougara en nous basant sur des données de l'ANRH.

Le présent document est structuré en quatre chapitres. Le premier chapitre porte sur une étude bibliographique qui comprend les généralités sur l'eau et des généralités sur les barrages. Le second chapitre présente le barrage de Bougara, un troisième chapitre donne la présentation du matériel et les méthodes. Le quatrième chapitre comprend les résultats des analyses et leurs discussions.

Enfin, une conclusion générale et quelques recommandations sont présentées.

Chapitre 01 :
Synthèse Bibliographique

1-Généralités sur l'eau

1-1 Définition de l'eau

L'eau, en latin "aqua", est une substance liquide transparente, sans saveur ni odeur ni couleur. Elle est également appelée solvant universel, car elle peut dissoudre plusieurs corps. L'eau est un élément important dans la vie. Elle doit être fraîche et aussi pure que possible du point de vue chimique et bactériologique, la pureté de l'eau est cependant sujette à discussion. (Degrement, 1978).

1-2 Composition chimique

Selon Ouali (2001), l'eau pure est un corps composé d'un atome d'oxygène lié à deux atomes d'hydrogène. Sa formule chimique est H_2O . C'est une molécule triangulaire et polarisée, comme le montre la figure 1.

D'après Ramade (1998), à la température ordinaire, l'eau pure est un liquide incolore, inodore et sans saveur. C'est une substance très stable, qui possède sous pression atmosphérique les propriétés suivantes :

- se solidifie à $0\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- bout à $100\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- sa masse volumique à $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ est de 1000 Kg.m^{-3} ;
- sa masse volumique à l'état de glace à $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ est de $916,6\text{ Kg.m}^{-3}$;
- son angle de valence est de $104,5\text{ }^{\circ}$.

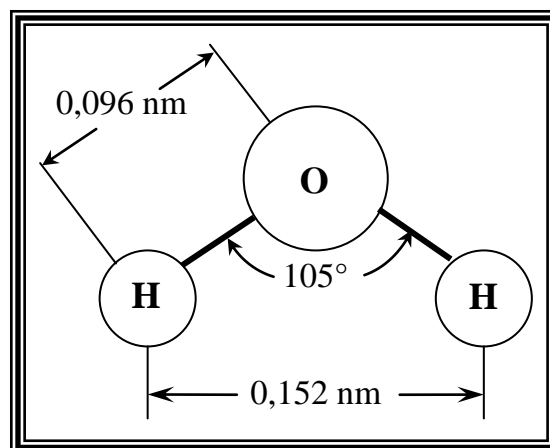


Figure 1 : Structure angulaire de la molécule d'eau. (Ramade ,1998)

1-3 Cycle de l'eau dans la nature

Selon Sigg (2000), l'eau suit un cycle connu : évaporation, condensation et précipitation. Elle s'évapore à la surface des océans, se condense puis tombe sous forme de pluie, neige, ...etc, comme l'indique la figure 2.

L'eau en traversant l'atmosphère, dissout les gaz de l'air tels que l'azote, l'oxygène et le gaz carbonique. En ruisselant à la surface des sols, elle peut se charger également avec des débris de roches, de sable, d'argile ou de végétaux. Ainsi les eaux ont toujours une certaine teneur en matières dissoutes d'origine minéral et/ou organique.

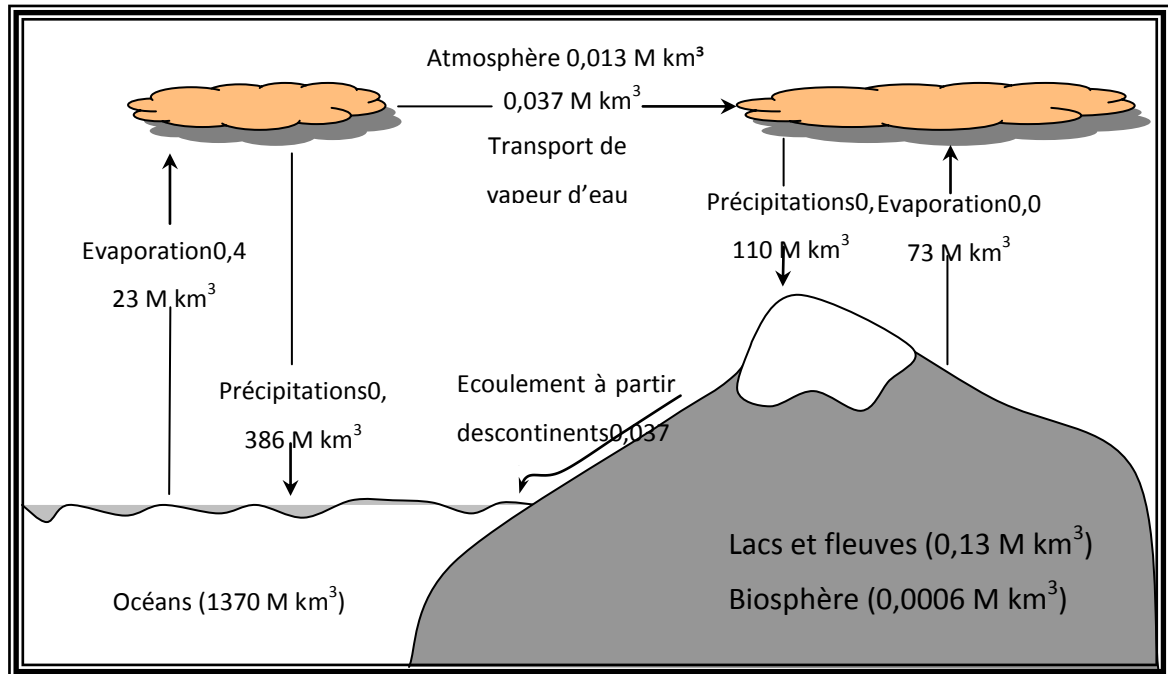


Figure 2: Schéma du cycle de l'eau (Sigg ,2000)

1-4 Etats de l'eau

-Les trois états physiques de l'eau

D'après Mireille (1996), selon les conditions de température de pression et du milieu environnant, l'eau peut exister sous trois états : liquide, solide ou gaz.

-Etat gazeux

Il est caractérisé par une absence de forme et de limites physiques. Dans cet état, les molécules sont en mouvement chaotique permanent. Celles-ci se déplacent avec des vitesses proches de la vitesse du son, se heurtent et repartent dans une autre direction jusqu'à une autre collision. L'origine de ce déplacement est ce qu'on appelle l'agitation thermique, qui naturellement, augmente avec la température.

-Etat liquide

Cet état est caractérisé par une forme non définie. Les molécules peuvent se déplacer les unes par rapport aux autres, mais restent proches. Elles sont liées par des forces intermoléculaires de type Vander Waals ou liaisons hydrogènes. L'élévation de la température provoque l'augmentation de l'agitation thermique au sein du liquide, qui accélère le passage de l'état

liquide à l'état gazeux. Pour un corps pur donné et sous une pression donnée, l'évaporation de l'état liquide à l'état gazeux se fait à une température fixe appelée température d'ébullition ou de vaporisation.

-Etat solide

C'est un état caractérisé par une forme définie. La glace, la neige et le givre sont les différents états solides de l'eau à basses températures.

1-5 Types de l'eau

La multiplicité des formes d'eau dans la nature entre les eaux souterraines qui restent stockées dans le sol jusqu'à son utilisation, ou les eaux de surface qui s'écoulent à la surface de la terre, et ce qui suit est un énoncé des formes les plus importantes d'eau dans la nature :

Tableau N°01: type d'eau dans le monde (Boualem, 2007).

Type d'eau	Volume (millions de km ³)
Glaciers	27,5
Eaux souterraines	8,2
Humidité des sols	0,007
Lacs d'eau douce	0,1
Rivières	0,017
Mers intérieures	0,105
Atmosphère	0,013
Biosphère	0,0011

Mais pour le moment, le volume d'eau dans le monde a changé en raison des conditions climatiques.

1-6 L'importance de l'eau

L'eau revêt de nombreux aspects importants dans la vie des hommes. Elle est nécessaire à la vie et constitue un moyen de nettoyage. Dans l'industrie l'eau a de multiples fonctions, par exemple celle de fluide de refroidissement et de substance primaire (dans le domaine de la production) ou de solvant et de milieu réactionnel, l'eau est utilisée comme moyen d'alimentation et d'évacuation (par exemple des substances polluantes sont transportées jusqu'à la mer par les cours d'eau), ainsi que pour la circulation et le transport. Les nappes phréatiques constituent le réservoir le plus important d'eau potable. L'eau exerce une influence fondamentale sur le climat ; c'est un régulateur de chaleur important pour l'atmosphère.

L'eau joue un rôle très important dans la photosynthèse (appelée aussi assimilation), qui est, sur terre, la réaction chimique de transformation de l'énergie la plus importante ; c'est aussi la réaction, qui transforme le plus grand nombre de substances. Dans cette réaction qui est essentiellement à la base de la vie, l'eau réagit avec le gaz carbonique dans les plantes vertes (chlorophylle) en présence de lumière (**Bliefert et perraud, 2001**).

1-7 Les paramètres physico-chimiques de l'eau

1-7-1 Température

La température de l'eau est un facteur important dans la production biologique. Ceci vient du fait qu'elle affecte les propriétés physiques et chimiques de celle-ci; en particulier sa densité, sa viscosité, la solubilité de ses gaz (notamment celle de l'oxygène) et la vitesse des réactions chimiques et biochimiques (**Hceflcd, 2006**). Elle joue aussi un rôle dans la dissociation des sels dissous et dans la détermination du pH. En outre, cette mesure est très utile pour les études limnologiques. La température des eaux est influencée par l'origine dont elles proviennent (superficielles ou profondes) (**Rodier ,1984**). Une température élevée favorise la croissance des microorganismes, peut accentuer le goût, l'odeur et la couleur (**OMS, 1994**). Par contre une température inférieure à 10°C ralenti les réactions chimiques lors des différents traitements de l'eau (**Rodier ,2005**).

1-7-2 Salinité

La salinité totale d'une eau correspond à la somme des cations et ses anions présents exprimés en mg.L⁻¹. (**Degrement, 2005**).

1-7-3 Oxygène dissous

L'oxygène dissous mesure la concentration du dioxygène dissous dans l'eau (**Rodier, 1984**) il participe à la majorité des processus chimiques et biologiques en milieu aquatique. L'oxygène dissous (O₂) est très important par le fait qu'il conditionne l'état de plusieurs sels minéraux, la dégradation de la matière organique et la vie des animaux aquatiques (**HCEFLCD, 2007**). Il joue un rôle primordial dans le maintien de la vie aquatique et dans l'autoépuration. Sa présence dans les eaux naturelles est déterminée principalement par la respiration des organismes, par l'activité photosynthétique de la flore, par l'oxydation et la dégradation des polluants et enfin par les échanges air-eau. L'oxygène dissous est un paramètre important à prendre en considération, car il renseigne sur l'état du puits et d'autre part il favorise la croissance des micro-organismes qui dégradent la matière organique. En général, les valeurs faibles de l'oxygène dissous favorisent le développement des germes pathogènes.

1-7-4 pH

Le pH est un des paramètres importants influençant la tendance entartrant ou agressive d'une eau naturelle, d'une manière générale une baisse du pH favorisera la tendance agressive et une élévation du pH, le caractère entartrant (**Bogomolv, 1960**). Le pH dépend de l'origine des eaux, de la nature géologique du substrat et du bassin versant traversé (**Dussart, 1966; Bermond et Vuichard, 1973**). Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques entre l'eau, le gaz carbonique dissous, les carbonates et les bicarbonates qui constituent des solutions tamponnées conférant à la vie aquatique un développement favorable. Dans la plupart des eaux naturelles, le pH est compris habituellement entre 6 et 8,5 alors que dans les eaux tièdes, celui-ci peut être compris entre 5 et 9 (**HCEFLCD, 2007**).

1-7-5 Conductivité électrique (CE)

Elle dépend de la concentration en sels dissous conducteurs, sa mesure est très utile pour le suivi dans le temps d'une même eau, permettant de déceler immédiatement une variation de sa composition. Il est indispensable de préciser la température de référence à laquelle se rapporte la mesure, la conductivité augmente avec la température. L'unité de mesure est le $\mu\text{S}/\text{cm}$. (**Bogomolv, 1960**). La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques (Platine²) de 1cm de surface et séparée l'une de l'autre de 1cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique. L'unité de la conductivité est le Siemens par mètre (S/m): $1\text{S}/\text{m} = 10^4 \mu\text{S}/\text{cm} = 310\text{S}/\text{m}$. La conductivité donne une idée de la minéralisation d'une eau et est à ce titre un bon marqueur de l'Origine d'une eau (**HCEFLCD, 2006**). En effet, la mesure de la conductivité permet d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau, donc de sa minéralisation. La conductivité électrique dépend des charges de matière organique endogène et exogène, génératrice de sels après décomposition et minéralisation et également avec le phénomène d'évaporation qui concentre ces sels dans l'eau, elle varie aussi suivant le substrat géologique traversé.

1-7-6 Matières en suspension (MES)

Les matières en suspension entraînent une augmentation des frais reliés aux traitements de l'eau dans les réseaux de distribution d'eau potable et accentuent les risques que les conduites soient endommagées (**Gangbazo et coll, 2002**). Les matières en suspension dans l'eau servent de véhicule pour le transport des nutriments, comme le phosphore et d'autres polluants tels que les pesticides et les métaux lourds (**Gangbazo et coll, 2002**).

1-8 Les propriétés de l'eau

1-8-1 Propriétés physiques

Nous avons brièvement vu que l'eau possède un certain nombre de propriétés dues à la relation covalente d'une part et, d'autre part, à la liaison hydrogène existante entre les molécules d'eau. Au-delà des aspects moléculaires de l'eau, la première propriété physique de ce corps et bien évidemment sa mobilité, son aptitude à s'écouler, à s'étaler dans l'espace et remplir aisément les récipients. Cette propriété de mobilité est fondamentale et l'observation de l'eau et de ses mouvements a été au cœur des développements de la mécanique des fluides, que ce soit des gaz ou des liquides. Cette mobilité est due, et ceci bien que certains chercheurs ne soient pas tout à fait d'accord sur les processus physiques sous-jacents, aux liaisons hydrogène. En effet, cette mobilité est parfois assimilée à la rupture des liaisons puis en leur recombinaison ou encore parfois, à la déformation possible des liaisons sans autant qu'il y ait un mécanisme de rupture (**Andre et Christophe, 2004**). Parmi les autres propriétés physiques de l'eau, nous avons déjà évoqué le fait que la masse volumique de la glace est plus faible que celle de l'eau. En fait, la densité maximale de l'eau est obtenue pour une température de 3,984 degrés Celsius (**Andre et Christophe, 2004**). On soulignera encore qu'à l'exception de l'ammoniac NH_3 , l'eau est le corps qui possède la plus grande chaleur spécifique. Ceci explique sa mauvaise conductivité thermique d'une part et, d'autre part, sa grande capacité régulatrice en terme climatique. Cette capacité régulatrice est encore renforcée par des valeurs de chaleur latente de fusion et de chaleur d'ébullition très élevées. Il s'ensuit qu'il est donc nécessaire d'aborder une grande quantité de chaleur à l'eau pour augmenter sa température ainsi que pour l'évaporer (**Andre et Christophe, 2004**).

Enfin, rappelons encore que l'eau se présente comme un liquide claire, incolore sous faible épaisseur, bleu verdâtre sous forte épaisseur et inodore (**Andre et Christophe, 2004**).

1-8-2 Propriétés chimiques

L'eau est un excellent solvant. En effet, l'eau est le liquide qui dissout le plus grand nombre de substances. Ceci explique le fait que l'eau soit un milieu favorable au développement de la vie puisque l'on y trouve un grand nombre d'éléments primaires qui lui sont nécessaires. De plus, la dissolution des gaz dans l'eau permet par exemple aux poissons de respirer puisqu'ils vont pouvoir extraire l'oxygène dissous. La salinité de l'eau de mer résulte également du pouvoir dissolvant de l'eau. Ce pouvoir dissolvant est dû à sa forte constante diélectrique qui est définie comme le rapport entre l'intensité d'un champ électrique dans le vide et le champ dans le corps considéré (**Andre et Christophe, 2004**).

En guise d'illustration, le constant diélectrique de l'eau à température ordinaire est de 80, c'est-à-dire que deux charges électriques opposées s'attirent avec une force qui est 80 fois plus faible que la force d'attraction dans le vide (**Andre et Christophe, 2004**). Un second aspect particulier de l'eau est son caractère amphiprotique. L'eau doit être considérée non seulement comme une base c'est-à-dire comme producteur d'ions OH^- mais aussi comme un acide, c'est-à-dire comme un producteur d'ions H^+ . la déshydratation de l'ion hydronium H_3O^+ qui est un acide conduit à considérer l'eau comme sa base conjuguée tandis que la dissociation de l'eau montre que l'ion OH^- peut être considéré comme la base conjuguée tandis que la dissociation de l'eau montre que l'ion OH^- peut être considéré comme la base conjuguée de l'eau, alors vue comme en acide. Les deux relations suivantes illustrent cette propriété (**Andre et Christophe, 2004**) :

$$\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}, \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-.$$

2- Généralités sur les barrages

A titre indicatif, il existe près de 48.000 grands barrages recensés dans le monde (633 de plus de 500 hm³). Parmi ces barrages, 22.000 en Chine, plus de 6.500 aux Etats-Unis, plus de 4.000 en Inde et près de 3.000 au Japon (Dugot, 2002). Ainsi, les $\frac{3}{4}$ des barrages mondiaux sont situés dans 4 pays (Touati, 2010).



Figure 3 : Barrage katse, l'Afrique du sud



Figure 4 : Barrage Hoover, USA

2-1 Importance des barrages

De nombreux barrages sont construits pour un usage principal, mais très souvent, ils peuvent remplir plusieurs rôles et parfois simultanément. Un barrage destiné à la production hydroélectrique est aussi un lieu d'activité touristique mais aussi, grâce à la grande quantité d'eau stockée, participer au soutien d'étiage. Un tiers des barrages de plus de 15 mètres de hauteur cumule plusieurs usages (C.F.B.R, 2012).

Depuis l'Antiquité les barrages existent comme le barrage de Maarbi au Yémen et plus récemment, comme le Haut Barrage en Egypte. Au siècle dernier, plus de quarante-cinq

mille grands barrages d'une hauteur de plus de 15 mètres ont été réalisés. A nos jours, Il existe 800 000 barrages dans le monde, dont 96 000 sont aux États-Unis seulement (<https://www.exellente> information géographique, 2021).

Il est important de construire des barrages, ils ont pour objectifs :

1 - Fournir de l'eau potable pour certaines zones où il y a moins d'eau en utilisant l'eau de pluie pour qu'elle ne soit pas gaspillée.

2- L'irrigation des terres ; les barrages sont parmi les principaux facteurs de prospérité de la vie agricole dans les pays qui dépendent des ressources agricoles pour leur économie et leur élevage. La construction de barrages entraîne l'expansion des terres cultivées avec la diversification de l'agriculture et la mise en place de grands projets agricoles.

3- L'impact des barrages sur l'atténuation du climat. Il faut noter l'efficacité des barrages et des étangs pour atténuer le climat, et donc augmenter la quantité de pluie.les expériences des États-Unis d'Amérique à travers les résultats utilitaires de la construction de la vallée américaine du Tennessee. Le climat à proximité du barrage s'est amélioré grâce à sa construction (<https://www.exellente> information géographique, 2021).

4 - Les barrages sont un moyen important de préserver le sol de l'érosion lors des pluies torrentielles.

5 - Les barrages, fournissant de l'eau pour le bétail et les pâturages, et créant des pâturages fertiles pour eux.

6 - Les barrages et leur effet sur les eaux de source. Il est reconnu que le mode d'écoulement hivernal de l'eau est étroitement lié à la présence ou à l'absence de sources. Lorsqu'il pleut en abondance et que de gros torrents s'écoulent, l'eau ne s'enfonce pas dans le sol pour apparaître de loin comme des sources dans d'autres régions, mais au contraire complète sa pente et entraîne le sol avec elle, et la majeure partie se perd. Cette situation change complètement lorsque les barrages sont construits, car le barrage recueille l'eau et la maintient dans un espace confiné. S'il est facile pour cette eau accumulée de s'infiltrer progressivement dans le sol, elle suit son cours naturel entre les couches de la terre.

7 - Produire de l'électricité la moins nocive pour l'environnement à partir de barrages à bas prix.

8 - Les barrages ont pour mission première de maintenir le niveau des rivières aux fins de la circulation des yachts et des bateaux entre les parties de rivières séparées par les barrages. Nous donnons ici, par exemple, la Tamise, qui pénètre à Londres et son

utilisation comme ponts pour le mouvement des véhicules ou des personnes et autres d'une rive à l'autre, ainsi que pour le transfert des fils, des conduites d'eau et de gaz.

9 - Protection contre les inondations qui menacent la vie et les biens des personnes et ainsi assurer également le maintient des habitants dans ces zones.

10 - De nombreux avantages touristiques en profitant des lacs de barrage et en faisant d'eux une source majeure de l'économie de la région.

11- Recharge souterraine et prévention de la désertification et de l'avancée du désert.

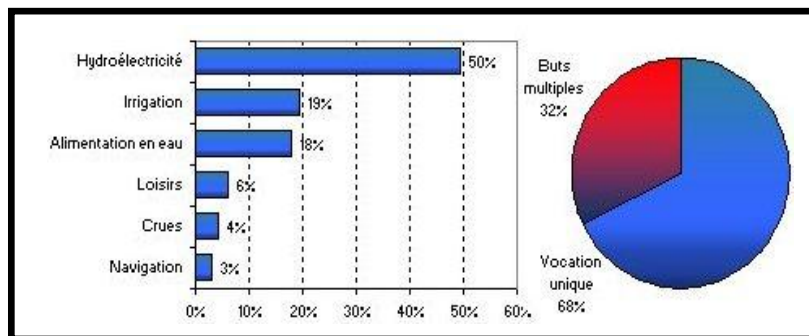


Figure 5 : Répartition Mondiale de Utilisation des Barrages (C.F.B.R ,2012).

2-2 Types des barrages

Le principe général d'un barrage est de barrer une vallée, plus ou moins encaissée, pour accumuler l'eau. Leurs caractéristiques géométriques et le principe de leur conception permettent aussi de regrouper les barrages en grandes familles.

On distingue donc, de façon schématique, divers types de barrages (Planetetp, 2021).

-Suivant leur **fonction**, sachant qu'un même ouvrage sert le plus souvent à plusieurs fonctions .Accumulation d'eau restituée pour la production d'énergie, l'alimentation en eau ou l'irrigation ; .Régulation d'un cours d'eau pour la navigation ou la gestion des crues et des étiages.

- Suivant leurs **caractéristiques géométriques** :

.Barrages réservoirs, de grande hauteur.

.Barrages au fil de l'eau, sur le cours d'une rivière.

- Suivant leur **conception** :

.Barrages poids, pour lesquels, comme leur nom l'indique, c'est la masse de l'ouvrage qui s'oppose à la pression de l'eau.

.Barrages voutes, pour lesquels la pression de l'eau est transmise par l'ouvrage sur les parois latérales.

Un barrage comporte toujours divers composants:

- le barrage proprement dit, qui retient l'eau, avec un masque d'étanchéité ;
- un évacuateur de crues, évitant un excès d'eau dans le réservoir ;
- des dispositifs de contrôle et de surveillance.
 - Pour les barrages réservoirs :
 - une prise d'eau, pour envoyer l'eau vers son utilisation ;
 - une vanne de fond, pour permettre la vidange du réservoir.
 - Pour les barrages au fil de l'eau :
 - des vannes de régulation du débit ;
- souvent des écluses et des passes à poissons.

D'après le classement de conception : on trouve

-Les barrages en remblai

Les barrages en terre présentent notamment l'avantage de pouvoir reposer sur des fondations de médiocre qualité, c'est-à-dire compressibles.

Tous les barrages en terre peuvent être considérés comme des barrages- poids, c'est-à-dire qu'ils résistent à la pression de l'eau par leur propre poids. C'est ce qui explique leur section de forme trapézoïdale. On en trouve de trois types :- homogène,- à noyau,- à masque.

• Barrage homogène

Un barrage en terre est dit homogène lorsqu'il est constitué d'un même matériau à dominante argileuse, relativement imperméable. Selon les ouvrages, la pente des talus sera plus ou moins forte, en fonction notamment des caractéristiques du matériau employé.

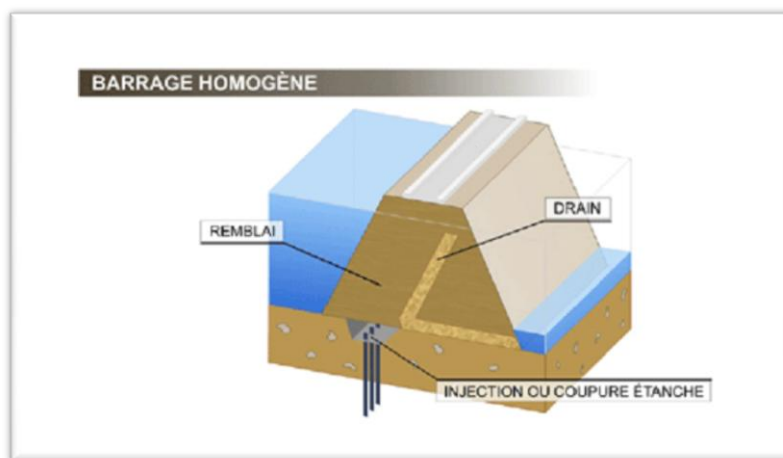


Figure 6 : Barrage en remblai (type homogène)

• **Barrage à noyau**

Dans un barrage à noyau, les fonctions de résistance et d'étanchéité sont en quelque sorte séparées. La résistance est assurée par les recharges placées sur les flancs de l'ouvrage, et l'imperméabilité par le noyau central.

Le noyau au centre de l'ouvrage va être constitué de la terre la plus imperméable possible. Il sera tenu de part et d'autre par des recharges composées, selon les cas, de terre plus perméable, d'alluvions ou d'énrochements.

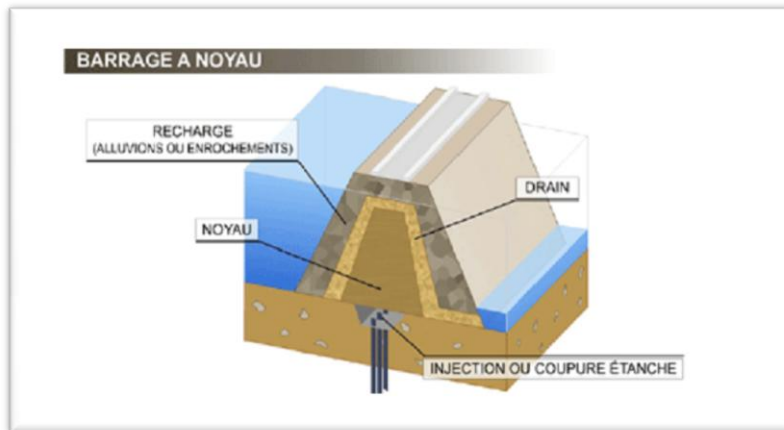


Figure 7 : Barrage en remblai (type a noyau)

• **Barrage à masque**

Il peut aussi exister des sites où aucune terre n'est disponible, mais seulement des énrochements.

Ceux-ci sont alors employés pour réaliser le corps du barrage, tandis que l'étanchéité est assurée par un masque de béton, ciment ou béton bitumineux posé sur l'ouvrage lui-même, côté amont.

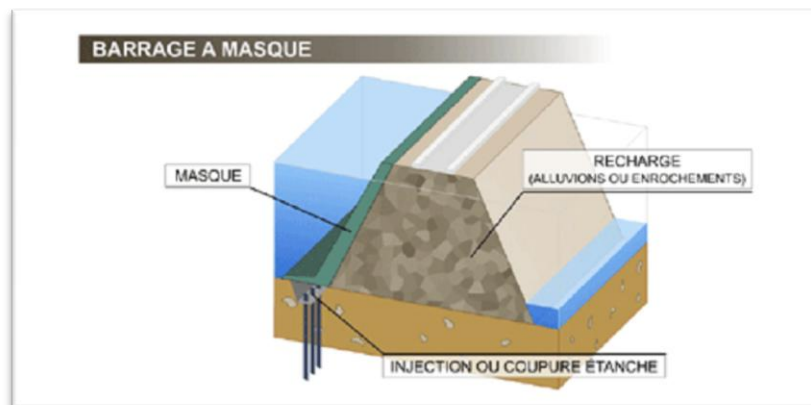


Figure 8: Barrage en remblai (type a masque)

-Les Barrages en béton

L'avantage du béton est notamment d'autoriser l'édification d'ouvrages plus résistants. Il en existe deux principaux types : les barrages poids, les barrages voûte s'y ajoutent les barrages à contrefort et à voûtes multiples, variantes des deux premiers.

• Barrage poids

Comme son nom l'indique, ce type de barrage oppose son poids à l'eau pour la retenir. En fonction des propriétés de résistance du matériau, la forme triangulaire à l'aval de l'ouvrage s'est peu à peu imposée.

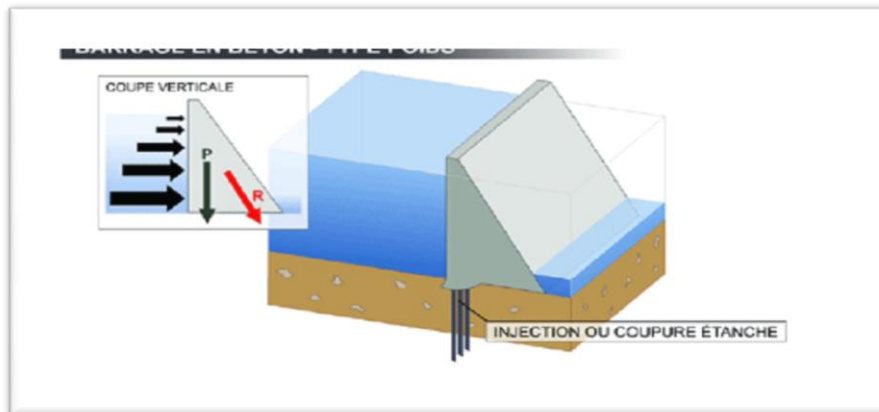


Figure 9 : Barrage en béton (type poids)

• Barrage voûte

Le barrage voûte représente l'ultime aboutissement de l'utilisation des propriétés du béton en termes de résistance. Il permet des économies de volume d'au moins 30 % par rapport à un barrage-poids.

On pourrait comparer sa forme à celle d'un pont couché sur l'un de ses côtés, et qui chargerait de l'eau.

Au lieu de véhicules. L'effort de résistance est ainsi en partie reporté par l'arc central sur les rives, permettant de construire des ouvrages moins volumineux, à performance égale.

En revanche, les fondations, sur lesquelles se reporte une grande partie de l'effort, doivent posséder des caractéristiques mécaniques élevées afin de supporter celui-ci.

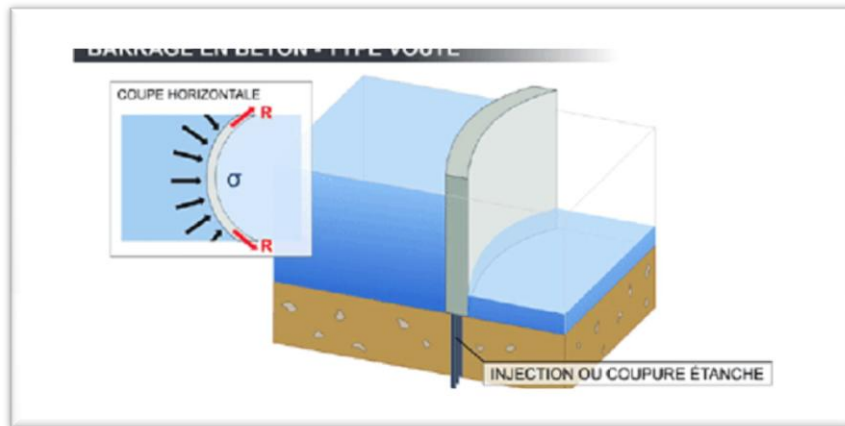


Figure 10 : Barrage en béton (type voûte)

Barrages à contrefort et à voûte multiple

Les autres formes de barrages voûtes sont des variantes des deux premiers types. Le barrage à contrefort est ainsi un barrage poids allégé de l'intérieur.

Le barrage à voûtes multiples, quant à lui, repose sur des appuis intermédiaires, lorsqu'une trop grande portée sépare les deux rives d'un cours d'eau.

Une fois le barrage en service, il existe plusieurs solutions pour d'évacuer les crues. Mais la hauteur croissante des ouvrages et l'énergie à dissiper lors de celles-ci amènent généralement les concepteurs à opter pour la réponse suivante : un seuil, commandé ou non par des vannes, suivi par un cour sieren saut à ski pour dissiper l'énergie, avec, éventuellement, à son extrémité un bassin de dissipation.



Figure11 :Grafiri (Guinée) : évacuateur de crue à seuil latéral (D.R. Coyne&Bellier).



Figure12 :Monteynard(Isère) : évacuateur en saut Deski (D.R.Coyne&Bellier).

2-3 Conséquences environnementales de la construction des barrages

Entre les années 1930 et les années 1970, période où la construction de grands barrages était 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 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.

2-3-1 Impacts écologiques

- Perte d'espaces naturels : la construction du barrage provoque l'inondation de terres, de forêts et d'habitats, notamment à cause de la création du réservoir. Plus de 400 000 km carré de terres ont ainsi été perdu à l'échelle mondiale.

- Dégradation de la qualité de l'environnement : Les barrages sont généralement construits dans des environnements uniques, où l'on retrouve des terres de qualité qui ont permis le développement d'une biodiversité exceptionnelle (pensons à l'Amazonie ou au grand nord Québécois par exemple). De plus, le flux naturel des rivières permet le transport de minéraux et de nutriment organique qui nourrissent les terres et permet d'avoir des eaux de bonnes qualités. Les barrages viennent donc altérer cette réalité en détruisant des écosystèmes et en favorisant la prolifération d'algue sur les eaux.

- Dommage à la biodiversité : Les écosystèmes où sont construits les barrages contiennent une biodiversité qui a su s'adapter à son environnement. La modification de celui-ci par la construction d'un barrage nuit à certaines espèces animales qui n'arrivent pas à s'adapter. Des espèces sont non seulement menacés d'extinction par les barrages mais la migration de certaines espèces animales est aussi compromise, ce qui affaiblit d'autant plus la biodiversité.

- Production de gaz à effet de serre (GES): Les barrages sont souvent considérés comme une énergie verte et leur construction est vue comme un moyen de lutter contre le réchauffement de la planète, mais la construction d'un barrage entraîne une hausse effective des gaz à effet de serre. Même si le niveau des émissions varie grandement d'une année à l'autre et en fonction de la région où le barrage est construit (milieu tropical ou forêt boréal). L'inondation des terres et de forêts entraîne une décomposition microbienne

qui augmente les émissions de GES ([https://www.comité pour les droits humains en Amérique latine](https://www.comitépourlesdroitshumainsenamericainlatine.org/), 2017).

- Contamination au mercure : Plusieurs études réalisées avant et après la retenue des eaux ont constaté un niveau de mercure beaucoup plus élevé chez les populations humaines et animales après la construction du barrage. Les taux de mercure chez certaines personnes dépassaient grandement les quantités maximales recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé, En effet le mercure est un polluant environnemental mondial et une neurotoxine efficace qui frappe les humains et la faune .Il a été révélé comment le mercure s'écoule à travers les inondations et certains organismes exotiques, qui sont les deux facteurs affectant le flux de ce polluant à l'échelle mondiale([Http://www aldjazeera.net](http://www.aljazeera.net) , 2020).

La construction du barrage pose certains problèmes à la faune qui l'entoure, car les animaux sont obligés de migrer depuis certaines des zones où se trouve le barrage et ne reviennent plus jamais. Les barrages font pousser certains types de plantes en très grande quantité sans d'autres, et ces plantes peuvent avoir besoin d'une grande quantité d'eau, ce qui permet de perdre une grande partie de l'eau de certaines plantes qui peut être inutile. La migration des poissons est entravée par la présence d'un barrage en mer ou en rivière, ce qui entrave la migration des organismes marins. De grandes quantités de limon se déposent, ce qui entraîne la perte de nombreux éléments végétaux, et par conséquent, une pression est exercée sur l'utilisation d'engrais jusqu'à ce que cette perte nutritionnelle soit compensée. Les barrages entraînent la propagation de maladies et d'épidémies en raison du lent mouvement de l'eau dans les réservoirs, d'autant plus qu'ils constituent un milieu fertile pour la reproduction des bactéries, des mouches et des insectes. Le barrage détruit parfois des forêts et abîme certaines terres agricoles. Lorsque la matière organique du sol se décompose, elle contribue au réchauffement climatique qui entraîne le changement climatique. Les lacs qui résultent des barrages peuvent entraîner le problème des émissions de méthane. Les barrages détruisent les moyens de subsistance, en particulier dans l'agriculture et la pêche.

Des études scientifiques récentes ont prouvé que plus d'un quart de la population mondiale souffre de problèmes majeurs liés au manque de ressources en eau en raison de la construction fréquente de barrages qui se sont multipliés ces dernières années. La construction de barrages demande beaucoup de dépenses, elle représente donc une charge sur le produit intérieur du pays et affecte ainsi l'économie de l'individu. Les barrages

augmentent certaines catastrophes naturelles qui affectent les humains, telles que la sécheresse, comme ce qui s'est passé dans le nord de la Chine. Le barrage, lorsqu'il est construit, occupe une grande surface agricole du terrain et affecte ainsi le manque d'eau en de nombreux endroits du territoire. Les barrages aident à marier beaucoup de gens, comme cela s'est produit en Chine, où environ 23 millions de personnes en ont été retirées dans des endroits où les barrages abondent, en plus de laisser leurs biens et de les déplacer.

Les barrages ont indirectement enrichi les animaux et les créatures marines depuis le début des étapes de construction du barrage, car la composition chimique et les propriétés physiques qui se produisent dans les eaux entourant le barrage ne sont pas compatibles avec certains organismes marins. La construction de barrages a également contribué à l'extinction de nombreuses espèces d'organismes marins, ainsi qu'à la disparition de nombreux oiseaux, ce qui a entraîné de nombreuses pertes dans les forêts et les zones humides agricoles, ainsi qu'à l'abaissement du niveau des eaux souterraines, ce qui a conduit à une diminution des poissons et des invertébrés. (<https://mqaall.com/impact-dams-ecosystem/impact>).

2-3-2 Impact Sociaux

- Évictions forcées : Les populations qui sont déplacées pour laisser place au barrage sont souvent réfractaires à quitter leur terres ancestrales. Les évictions peuvent donc se faire dans la violence, les opposants au projet de barrage peuvent voir leur vie menacée pour leur opinion, comme ce fut le cas au Soudan (<https://www.comité> pour les droits humains en Amérique latine, 2017).

- Baisse de la nourriture disponible: Les barrages affectent les espèces animales, notamment les poissons, et les pêches deviennent moins fructueuses. L'agriculture est aussi affectée, en partie à cause de la mauvaise qualité des eaux qui irriguent les terres après la construction d'un barrage.

- Augmentation des maladies : Bien souvent l'eau du réservoir ou l'eau entourant le barrage est la seule disponible pour les populations. Pourtant, cette eau n'est bien souvent pas potable. Les maladies et infections augmentent donc chez les individus. De plus, la prolifération des moustiques augmente le risque de transmission de certaine maladie comme la malaria et nuit grandement à la qualité de vie des habitants (<https://www.comité> pour les droits humains en Amérique latine, 2017).

- Appauvrissement des populations : La baisse de la disponibilité de certaines ressources comme la pêche, affecte le secteur de l'agriculture.

- Désagrégation des cultures et des identités locales : la culture et l'identité étant profondément liés à l'environnement chez les peuples, la détérioration de celui-ci ou un déplacement loin de la terre ancestrale vient bousculer les traditions, les us et coutumes et peut s'avérer une menace pour l'identité culturelle des peuples.

- Dégradation du milieu de vie : les populations sont souvent déplacées dans des milieux où les infrastructures laissent à désirer. Elles peuvent donc être déplacées dans un environnement où il n'y a pas d'accès à l'eau potable ou tout simplement dans des logements insalubres.

Une énumération des droits humains qui sont le plus susceptible d'être violé suite à la construction d'un barrage sont présentes dans le tableau en annexe n°01.

2-4 Les barrages en Algérie

2-4-1 Historique

- L'époque coloniale : Les premiers ouvrages remontent au 19° siècle où quelques barrages de petite taille ont été réalisés dans la partie occidentale du pays. A l'Est, les premiers barrages construits le furent au milieu du 20° siècle : Foum El Gueiss (Khenchela) en 1939, suivi du K'sob (M'sila) en 1940 et du Zardezas(Skikda) en 1945.

Cependant, certains d'entre eux ont été vite emportés par les oueds et d'autre sont été reconstruits plusieurs fois (Cheurfas ,Tlelat ,Fergoug).Les raisons à cela sont multiples :

- La technologie des barrages n'était pas encore maîtrisée ;
- Le régime des cours d'eau était mal connu ;
- Les moyens techniques mis en œuvre pour la construction de ces barrages ont souvent été insuffisants.

Tableau N°02 : les barrages algériens de première génération

Nom	Oued	Année de construction	Volume initial (hm ³)
Meurad	Djabroun	1852-59	0,8
Tlelat	Tlelat	1860	-
Tlelat	Tlelat	1869-70	0,7
Fergoug	Habra	1865-71 puis 1882	30
Cheurfas	Sig	1880-82	3
Cheurfas	Sig	1886-92	18
Djidiouia	Djidiouia	1857-77	0,7
Hamiz	Hamiz	1869-94	14

Source : Flamant in PERENNES

In (Mihoubi et Keray ,2020)

Le premier barrage construit à Meurad en 1859 (Tipaza). De très faible capacité (0,8 hm³), il ne sert plus à l'irrigation mais uniquement à l'AEP des agglomérations de Meurad et de Hadjout. Le deuxième barrage (1860) réalisé en terre à Tlelat possède une capacité de 0,7 hm³ et une hauteur de 27 mètres, il est rompu en 1862 après sa mise en exploitation pour des raisons d'étanchéité. Il a été reconstruit en 1870 et conforté en 1904. Il est toujours en exploitation et utilisé par la cimenterie de Zahana (Sidi Bel Abbès).

La réalisation du barrage de Hamiz fut une œuvre de longue haleine qui demanda 40 ans. Il fut conçu dès 1854, mais les travaux ne commencèrent qu'en 1869 pour se terminer en 1894. D'autres barrages ont été construits vers la fin du siècle (Cheurfas, Fergoug) ; connu des problèmes de conception en raison des techniques de réalisation (instabilité de l'assise, sous-estimation des débits de crues,) qui n'étaient pas encore maîtrisées.

A partir de 1920, on opta alors pour la construction de grands barrages réservoirs, conçus sur les sites les plus favorables. Entre 1932 et 1948, neuf (9) barrages seront construits ; Ce sont des ouvrages de grandes et moyennes capacités (excepté celui de Foug El Gueiss de petite taille) qui ont, alors, été édifiés : Oued Fodda (1932), Boughzoul (1934), Bakhadda (1936), Ghrib et Foug El Gueiss (1939), K'sob (1940), Zardezas (1945) et Beni Bahdel (1946), Bouhanifia (1948).

Durant la même période, on procède à la surélévation de deux barrages de première génération: Hamiz et Cheurfas (**Touati, 2010**).

Tableau N°03 : les barrages algériens de seconde génération

Nom	Oued	Année de mise en service	Volume initial (hm ³)
O. Fodda	Fodda	1932	228
Boughzoul	Chelif	1934	55
Bakhadda	Mina	1936	56
Ghrib	Chelif	1939	280
Foug El Gueiss	Gueiss	1939	3,4
K'sob	K'sob	1940	12,4
Zardezas	Saf-Saf	1946	14,9
Beni Bahbel	Tafna	1946	63
Bouhanifia	Hammam	1948	73

Source : JJ. PERENNES, corrigé

In (Mihoubi et Keray, 2020)

Moins du tiers des périmètres classés et la moitié des surfaces irrigables étaient réellement irriguées, le volume qu'ils régularisaient était d'à peine 910 millions de m³ et se concentraient principalement à l'ouest du pays. A ce propos, COTE(1996) souligne que 93% de la capacité totale des 15 barrages recensés se situaient à l'ouest du méridien d'Alger.

Il fallait donc, attendre la seconde génération de barrage, comportant plusieurs édifices hydrauliques, pour que l'Est algérien bénéficie de quelques ouvrages (Ksob, Zardezas, Foum El Gueiss, Foum El Gherza, Cheffia) de taille relativement modeste, exception faite pour la Cheffia dont la capacité est plutôt importante (168 Hm³). L'effort est resté soutenu à l'ouest du pays qui a vu la construction des barrages de Sarno, Bakhadda, Meffrouch.

Durant cette période les barrages hydro électriques ont fait également partie de la politique coloniale. Deux importants barrages, dans la petite Kabylie, furent lancés : il s'agit d'IghilEmda, construit en 1954 et d'Erraguene qui ne fut achevé qu'en 1963.

Ainsi, la colonisation a construit des barrages qui, selon BRUNHES cité par PERENNES, n'ont pas tous donné les résultats qu'on attendait. Même du point de vue technique, plusieurs ne paraissent pas avoir été construits conformément aux exigences spéciales du climat de l'Algérie.

A la fin de la période coloniale, les réalisations restaient relativement limitées avec seulement 15 ouvrages. Ce qui est frappant, note ARRUS, dans son ouvrage, c'est qu'à l'indépendance :

*environ la moitié des barrages étaient, soit prématurément envasés et donc pour une bonne part inutilisables (K'sob, Zardezas, Hamiz, Foum El Gueiss, Foum El Gherza) soit construits sans réseau d'adduction aval (Beni Bahdel, Oued Fodda, Ghrib),

Face à cet héritage colonial qui se limitait à une série de barrages qui ne mobilisaient qu'une petite part du potentiel en eaux de surface du pays, qu'allait être la politique algérienne dans le domaine du développement hydraulique?

-1962-1980:marquée par l'absence de politique hydraulique :

L'Algérie indépendante a donc, d'une certaine façon, reconduit la politique coloniale. En effet, de 1962 à 1980, seuls trois nouveaux barrages ont été construits (la Cheffia en 1965, Djorf Torba, Sidi Mohamed Ben Aouda en 1970).

Ils ont porté la capacité de stockage de 910 à 1.660 hm³ mais la dégradation a touché les anciens barrages avec l'envasement qui, à lui seul, faisait perdre, annuellement, à ces barrages 2 à 3% de leur capacité utile. Il fallait donc, soit surélever l'ouvrage (Zardezas

en 1974, Ksob en 1977), soit procéder à leur dévasement, opération excessivement onéreuse et, qui plus, immobilise le barrage durant les travaux. Soit enfin les reconstruire entièrement (Fergoug et Cheurfas). Ce retard dramatique accumulé par l'Algérie en matière d'hydraulique entre 1962 et 1980 a eu pour conséquence une régression des superficies irriguées, donc une baisse de la production agricole et une forte dégradation de la satisfaction de la demande urbaine en eau potable (**Mihoubi et Keray, 2020**).

-1980-1999 : le réveil hydraulique: à partir des années 1980, et suite à une longue période de sécheresse, et pour tenter de rattraper le retard, les études ont été systématisées, des investissements conséquents ont été dégagés et une mobilisation de moyens matériels et humains sans précédent a été opérée. Il s'en est suivi la réalisation de 19 barrages en à peine 10ans (1980-1990), portant le total à 37 ouvrages et un volume de stockage égal à 3,9 milliards de m³ (**Touati, 2010**).

La décennie 1990-2000 a connu un fléchissement important dû à deux raisons essentiellement, l'une sécuritaire, l'autre ; financière.

- A partir de 2000 : Après la crise de 2002 due à la flambée des prix du pétrole, 13 barrages furent mis en eau. Ainsi, en 2009, 60 barrages sont en exploitation dont 58 avec une capacité supérieure à 10 millions de m³ chacun et un volume régularisé global de plus de 7 milliards de m³ (voir tableau 04). Les barrages Algériens sont, donc, de moyenne capacité. Les plus grands d'entre eux ont une capacité de 450 Hm³ pour le barrage de Gargar (Relizane), 640 hm³ pour Koudiat Acerdoune (Bouira) et 795 Hm³ pour le barrage de Beni Haroun (Mila). Les experts soulignent que les conditions naturelles en Algérie ne permettent pas d'avoir des barrages de plus grandes capacités comme c'est le Caspar exemple du Maroc (avec 5 barrages dépassant le milliard de m³ chacun) de la Syrie et son barrage de Tabqa (12km³) ou de l'Egypte avec le barrage d'Assouan (162km³).

Tableau N° 04 : évolution et répartition des barrages par période de réalisation et par régions (Mihoubi et Keray, 2020)

	Ouest	Cheliff	Centre	Est	total
Jusqu'en 1962	5	4	2	4	15
1962-1980	7	4	2	5	18
1980-1990	11	9	7	10	37
1990-2000	13	9	8	14	44
2000-2009	16	12	12	20	60

Ces réalisations ont été possibles grâce à un important effort d'investissements (de l'ordre de 65 milliards de dinars courants entre 1970 et 1999,) soit une moyenne de plus de 2 milliards de dinars par an (CNES, 2000).

2-4-2 Gestion et 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).

Le nombre et la capacité initiale des barrages mis en service ont sensiblement augmentés puisque les 57 ouvrages (2006) mis en eau emmagasinent près de 6,5 milliards de m³. 8 autres ouvrages sont en cours de réalisation et 5 en voie de lancement. Si l'on ajoute les retenues gérées par l'ANRH et qui sont considérés comme des barrages, on atteint les 110 unités (Touati, 2010).

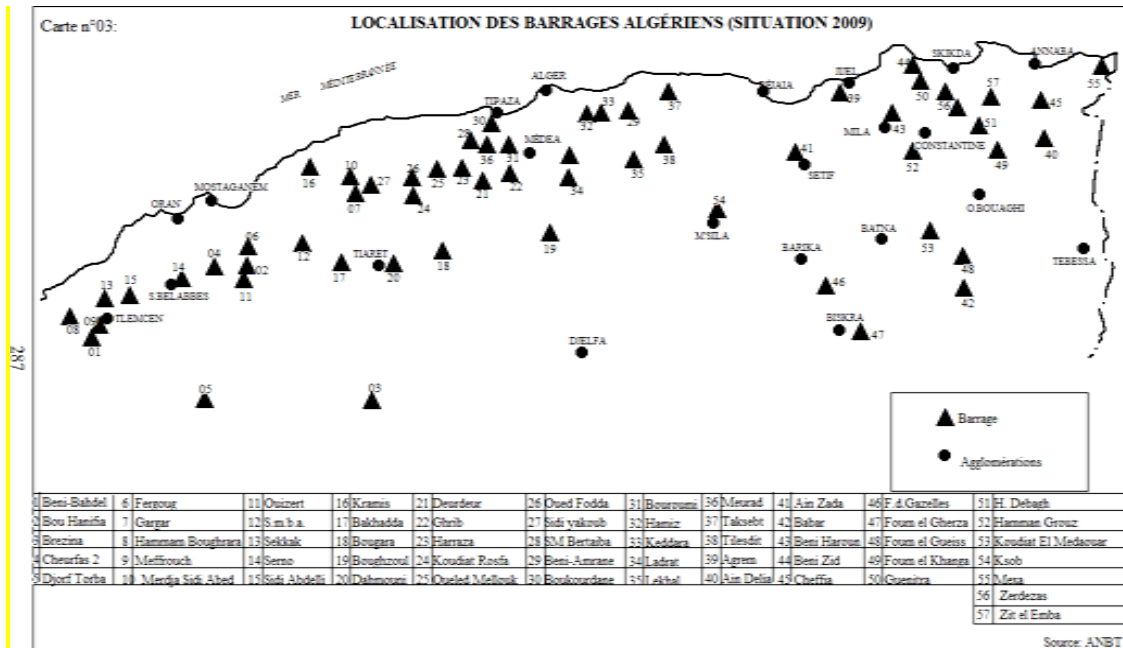


Figure 13 : Localisation des barrages en Algérie.

Chapitre 02:
Présentation du Barrage
de BOUGARA

2-1 Situation du barrage BOUGARA

Le barrage du colonel Bougara est situé en aval du barrage Dahmouni sur le même cours d'eau de Nhar Ouassel. Il est localisé entre les limites de la wilaya de Tissemsilt et de Tiaret sur trois commune Bougara et Hamadia de la wilaya de Tiaret et Tissemsilt de la wilaya de Tissemsilt.

Les travaux de réalisation du barrage ont été achevés en Mai 1991 sur la base d'un bassin versant d'une superficie de 454km². Cette réalisation a permis la création d'un périmètre agricole irriguée de 798ha dont 89ha relevant de la wilaya de Tiaret et le reste appartenant à la wilaya de Tissemsilt.

Un réseau d'irrigation par gravitation a été installer pour desservir des exploitations agricoles des communes de Bougara, Tissemsilt, Khemisti et Layoune.

En plus de NharOuassel, le barrage est alimenté par les eaux des précipitations et les eaux usées traitées provenant de la station d'épuration (STEP) de Tissemsilt avec un volume de 15.000 à 20.000m³/jour.



Figure 14 : Localisation du barrage BOUGARA (geoportail ONID ,2021)

2-2 Fiche technique du barrage de BOUGARA (ANRH, 2015)

Wilaya : Tiaret

Commune : Col Bougara

Oued : Nahr Ouassel

Type : En terre homogène avec drain cheminé.

Déversoir : Latérale.

Début des travaux : Septembre 1987

Fin des travaux : Mai 1991

Capacité initiale : 13.00 Hm³

Apport moyen annuel : 9.0 Hm³

Précipitation moyenne annuelle : 355 mm

Envasement annuel : 0.030 Hm³

Volume régularisé : 5.5 Hm³

Cote de la retenue normale : 809.50 m

Surface du plan d'eau à la RN : 510.16 m

Surface du bassin versant : 454 km²



Figure 15 : Le réservoir du barrage BOUGARA prise par Betteka .s (2019)

2-3 Périmètre d'irrigation de BOUGARA**2-3-1 Fiche technique de projet (ANRH , 2015)**

- Maître de l'ouvrage : ONID (ex AGID)
- Entreprise de réalisation : entreprise de réalisation des canalisations.

KANAGHAZ

- Délais d'exécution : 15 mois
- Démarrage des travaux : 01/01/2002
- Localisation : wilaya de tiaret et tissemsilt.
- Superficie : 89 ha pour la wilaya de tiaret et 709.4 ha dans la wilaya de tissemsilt.

2-3-2 Généralités

L'aire d'étude est une entité géographique regroupant une superficie très importante située sur les deux rives de l'oued Nahr Ouassel, que se raccorde avec oued Touil dans les environs de Bougzoul et donne naissance à l'oued Chlef.

Le périmètre s'étend sur environ 20 km de part et d'autre de Nahr Ouassel et prend l'orientation de l'écoulement de l'oued (ouest – est) touchant la commune de Bougara (w.de Tiaret) ; les communes de Tissemsilt, Lhemisti et Laayoune (w. de tissemsilt).

2-3-3 Ressource en eau

Le périmètre de bougara est irrigué par le barrage de Bougara, qui a les caractéristiques suivantes : Localisation du barrage : Tiaret

- Commune : Col bougara
- Oued : nahr ouassel
- Type : en terre homogène avec drain cheminé
- Déversoir : Latérale.
- Début des travaux : Septembre 1987
- Fin des travaux: Mai 1991
- Capacité initiale : 13.00 Hm³
- Envasement annuel : 0.030 Hm³
- Volume régularisé : 5.5 Hm³
- Cote de la retenue normale : 809.50 m
- Surface du plan d'eau à la RN : 510.16 m
- Surface du bassin versant : 454 km²

2-3-4 Variantes proposées

Le bureau d'étude hydro projet ouest a proposé quatre variantes :

- Variante 1 : irrigation gravitaire (conduite)
- Variante 2 : irrigation gravitaire (canaux)
- Variante 3 : irrigation par aspersion
- Variante 4 : irrigation mixte (aspersion-gravitaire)

La variante n°2 a été arrêtée en tenant compte des raisons suivantes

- Simplicité et élasticité de l'aménagement, de l'exploitation et de gestion
- éviter le pompage, minimiser le cout d'investissement
- rentabilité du projet.

L'irrigation par aspersion a été écartée en raison de :

- éviter le pompage dont le cout d'énergie du m³ d'eau pompé est de 0.491 Da / Kwh.
- Le cout d'investissement est trois fois plus élevé que celui de gravitaire.
- Médiocrité de la qualité de l'eau du barrage (CE=2.3mmhos/cm) qui provoquant la brulure des feuilles des plantes.
- Sols peut perméable (3.2 cm/h)

La distribution par canal a été choisie pour les raisons suivantes :

- Terrain agressif
- La topographie du terrain est plus au moins plat (pentes de 0.25%)
- Manque de charge dans la conduite d'amenée.

2-3-5 Consistance des travaux :

L'aménagement proposé est divisé en quatre lots différents :

Lot 1 : réseau du d'adduction est représenté par une conduite d'amenée acheminement l'eau du barrage jusqu'à la tête du périmètre. Les principaux travaux de cette adduction sont :

- Fourniture et pose de conduite en amiante ciment (p6 bar) diamètre 600mm sue une longueur de 500m.
- Réalisation d'un bassin de dissipation et de jonction entre la conduite d'adduction et le point de départ du réseau de distribution.
- Fourniture et pose de 05vannes paillions.
- Fourniture et pose d'une vanne avio de type 56/50

Lot 2 : réseau d’irrigation (distribution)

- Fourniture et pose de 28707 ml de canaux préfabriqué de type « semi-circulaire » de section allant de C50 à C155.
- Réalisation de 85 prises d’irrigation entre canaux principaux et secondaire équipées de modules à masque.
- Réalisation de 43 ouvrages de régulations statique.
- Installation de 05 régulateurs de prises.
- Construction de 30 chutes préfabriquées sur canaux.
- Construction de siphons inversés.
- Traversées de pistes.
- Franchissement d’oueds.

Lot 03 : réseau d’assainissement

Réalisation des canaux en terre sur une longueur de 04 km.

- Construction des débouchées en gabion.
- Ouverture de nouvel émissaire à aménager sur un longueur de 04 km.
- Construction des chutes en gabion pour la protection des canaux.

Lot 04 : réseau connexes

- Création de pistes principales sur une longueur de 11 km.
- Réfection de 07 km de piste principales et secondaire en tout venant.
- Ouvrages des traversées des pistes.
- Installation de brise vent sur une longueur de 28.68 km.

2-3-6 Impact du projet

- Création d’emploi.
- Fixation de la population (lutte contre l’exode rural).
- Amélioration de la situation socio-économique de la zone.
- Augmentation de la production agricole comme indiqué dans le tableau suivant :

Tableau N°05 : augmentation de la production agricole

Culture	Rendement d’avant q/ha	Rendement d’après q/ha
Céréalières	2 à 8	30
Vesce avoine	30 à 40	80
Pomme de terre	-	250
Tomate	-	240
Fèves	-	60

2-3-7 Nombre d'exploitation

Le périmètre de Bougara comporte :

- 199 exploitations privées.
- 41 exploitations agricoles collectives et individuelles (EAC, EAI).

2-3-8 Les besoins en eau

Les besoins en eau d'irrigation de périmètre de Bougara sont estimés à 4.86 hm³

Actuellement la campagne d'irrigation est divisée en deux :

- **Campagne saisonnière** : commence de mois d'avril jusqu'à début d'aout, avec une durée de 112 jours ou le débit fourni est 01 l/s/ha.
- **Campagne arrière-saison** : commence de fin de septembre et allant jusqu'à décembre.

L'organisme chargé de la gestion et maintenance des infrastructures hydrauliques du périmètre de Bougara est l'office national d'irrigation et de drainage (ONID).

Chapitre 03 :

Matériel et Méthodes

3-1 Objectif du travail

L'objectif de cette étude est d'identifier les caractéristiques physiques et chimiques des eaux du barrage de BOUGARA pour connaître la qualité des eaux et l'évaluer. Les analyses se sont réalisées sur plusieurs étapes selon des critères fixés par la législation algérienne. Les analyses qui sont effectuées concernent les paramètres physiques et chimiques. Nous n'avons pas pu réaliser d'analyses de l'eau du barrage de BOUGARA, en raison du refus du laboratoire de (ADE) et (ONA) justifiant que sa compétence se limite à l'eau potable (ADE) et aux eaux usées (ONA), mais d'une autre part, la Direction des Ressources en Eau de la wilaya de TISSEMSILET et la direction du barrage de BOUGARA, nous ont communiqué les résultats des analyses des années précédentes, qui ont été retenus pour étude.

3-2 Echantillonnage

La collecte des échantillons d'eau s'est faite en plusieurs endroits du barrage pour éviter l'effet des rebords et avoir des résultats représentatifs de l'état physico chimique de l'eau du barrage dans son ensemble. Malheureusement, les analyses n'ont pas été effectuées et nous nous sommes contentés d'interpréter les données mis à notre disposition par l'ANRH.

3-3 Matériel et produits utilisés pour les analyses au laboratoire

Le matériel et les produits utilisés dans l'analyse des eaux du barrage sont :

- Appareil multi-paramètre
- Conductimètre
- Réactif : acide ascorbique, NaOH, H₂SO₄, eau distillée, Tartrate double de sodium et de potassium, acide nitrique, eau oxygénée
- Papier filtre
- Pompe à vide
- Flacon aspirateur

3-4 Paramètres analysés et méthodes d'analyse**3-4-1 Paramètres physiques****- Température**

La température renseigne sur l'origine et l'écoulement de l'eau. Elle est mesurée par le thermomètre (**Bendada et al, 2011**).

Elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels, elle agit sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH et pour connaître l'origine de l'eau et des mélanges éventuels (**Rodier ,2005**).

***.* Mode opératoire**

La température est déterminée à l'aide d'un appareil multi-paramètre au niveau du barrage.

Faire plonger le thermomètre dans l'eau de barrage ;

Effectuer la lecture de sorte que l'extrémité de l'électrode reste immergée dans l'eau.

- Conductivité Electrique

La conductivité renseigne aussi bien la capacité de l'eau à conduire le courant électrique que sur la teneur en matières dissoutes dans l'eau sous forme d'ions chargés électriquement.

Pour cela on a utilisé un appareil appelé conductimètre (**Bendada et al, 2011**).

***.* Mode opératoire**

Faire plonger l'électrode de l'appareil dans l'eau ;

Faire la mesure.

- pH

Le pH mesure la concentration en ions H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14 (**Rodier et al, 2009**). La valeur du pH dépend de l'origine de l'eau et de la nature géologique de son cours. (**Pedro, 1993 in Abderrahim, 2016**).

***.* Mode opératoire**

Le pH a été mesuré avec un appareil multi-paramètre au niveau du laboratoire.

- Turbidité

La turbidité permet d'évaluer la pureté de l'eau. Elle est causée par les particules en suspension (débris organiques, argiles, micro-organismes...).

Une turbidité forte permet à des micro-organismes de se fixer sur les particules en suspension et la qualité bactériologique est donc suspecte. Elle se mesure à l'aide d'un turbidimètre (**ADE, 2013**).

***.* Mode opératoire**

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec l'échantillon à analyser ;

Bien homogénéiser la solution ;

Vérifier l'absence de bulles d'air avant la mesure ;

Effectuer rapidement la mesure.

-Matières en suspension

La présence de MES dans l'eau provoque sa turbidité.

***.* Mode opératoire**

Pour le dosage de MES, la méthode de filtration par disque filtrant a été utilisée.

Cette procédure consiste à filtrer l'eau dans des disques filtrant de 0.45µm ; ses filtres sont par la suite asséchés à 105°C puis pesé après refroidissement. Le taux de MES est exprimé en (g/l) et calculer selon la formule suivante (**Rodier, 2005**).

MES = (M1-M0) 1000/V Avec \neg V : Le volume en millilitre d'échantillon utilisé ; \neg M0 :

La masse en milligramme du disque filtrant avant utilisation ; \neg M1 : La masse en milligramme du disque filtrant après utilisation.

-Taux des sels dissous (TDS)

Le TDS est un indicateur du contenu total en composés minéraux présents dans les eaux.

Les substances minérales dissoutes sont souvent :

- Le dioxyde de carbone, qui se dissout dans l'eau en donnant de l'acide carbonique, acide faible.

- Les sels de sodium.

- Les composés ferreux et ferriques provenant de minéraux, et du fer rouillé des canalisations.

- Les chlorures résultant d'entrées salines.

- Les phosphates provenant de détergents.

- Les nitrates provenant des engrais.

***.* Mode opératoire**

Rincer plusieurs fois la cellule de multi-paramètre avec de l'eau distillée et de l'eau à examiner ;

Faire la mesure dans un deuxième récipient après rinçage de la cellule.

3-4-2 Paramètres chimiques

-Demande biochimique en oxygène

La DBO₅ correspond au nombre de milligramme d'oxygène nécessaire à l'oxydation de la matière organique par les micros organismes dans un litre d'eau à 20°C (Djeddi, 2007).

. Mode opératoire

Pour la réalisation de la DBO₅, deux prélèvements sont nécessaires (Lhuillier, 2010)

Le premier sert à la mesure de la concentration initiale en O₂,

Le second, conservé à l'obscurité et à 20°C, sert à la mesure de la concentration résiduelle en O₂ au bout de 5 jours. La DBO₅ est la différence entre ces deux concentrations.

-Détermination des nitrites (NO⁻²)

Les nitrites dans les échantillons à analyser réagissent avec un réactif mixte qui donne un complexe coloré en rose, dont le degré de nuance est proportionnel à la quantité de nitrite présente (ADE, 2013).

. Mode opératoire

Prendre 50 ml d'eau à analyser ;

Ajouter 1 ml du réactif mixte ;

L'apparition de la coloration rose indique la présence des nitrites ;

Faire la lecture au spectrophotomètre.

- Détermination des nitrates (NO⁻³)

La détermination des nitrates se fait par le dosage du salicylate de sodium qui, en sa présence, donne une couleur jaune (ADE, 2013).

. Mode opératoire

Prendre 10 ml d'eau à analyser ;

Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH ;

Evaporer à sec à l'étuve à 75-88°C ;

Laisser refroidir ;

Reprendre le résidu avec 2 ml de H₂SO₄ et laisser reposer 10 min ;

Ajouter 15 ml d'eau distillée ;

Ajouter 15 ml de Tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre.

- Détermination de l'azote ammoniacal (NH₄⁺)

La mesure spectrométrique s'effectue sur un composé bleu formé par la réaction de l'ammonium avec les ions salicylates et hypochlorites en présence de nitropruciate de sodium (ADE, 2013).

.* Mode opératoire

Prendre 40 ml d'eau à analyser ;

Ajouter 4 ml de réactif 1 et 4 ml du réactif 2 ;

Ajuster la solution à 50 ml avec l'eau distillée ;

Attendre 1h 30min (l'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de NH₄⁺) ;

Faire la lecture au spectrophotomètre.

- Détermination des phosphates (PO₄⁻³)

Le phosphate, généralement, responsables de l'accélération du phénomène d'eutrophisation s'ils dépassent les normes, celui-ci est considéré comme indice de contamination fécale entraînant une prolifération des germes (Rodier, 2005).

.* Mode opératoire

Prendre 40 ml d'eau à analyser ; Ajouter 1ml d'acide ascorbique et 2 ml du réactif mixte ;

Attendre 10 mn (jusqu'au développement de la couleur bleue) ;

Lire directement au spectrophotomètre.

- Chlore

Le chlore se combine avec des éléments inorganiques pour former des sels de chlorure et avec des composés organiques pour former des produits organiques chlorés.

Le chlore provoque des dommages environnementaux à des concentrations faibles, il est nocif pour les organismes vivant dans l'eau et dans le sol.

.* Mode opératoire

Remplir une cuve de 10 ml de l'eau à analyser ;

Ajouter un réactif (poudre de DPD) et agiter pendant 20 seconde ;

L'eau se colore avec une couleur rose et à l'aide du photomètre multi paramètre on détermine la teneur du chlore libre dans l'eau.

Pour le chlore total le même mode opératoire est suivi, sauf que la mesure se fait pendant 3 minutes.

Quelques matériels utilisés dans l'analyse des eaux du barrage voir annexe n°04,05.

Chapitre 04 :

Résultats et discussions

4-1 Présentation des résultats

Les résultats des analyses physico-chimiques de quelques paramètres de l'eau prélevée au niveau de barrage BOUGARA des années (2015 ; 2018 ; 2019) sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau N°06 : bulletin de la qualité de l'eau de barrage BOUGARA

Barrage de BOUGARA (ANBT)	Volume Hm ³	PH	RS Mg/l	O ₂ D %	NO ₃ Mg/l	NO ₂ Mg/l	NH ₄ Mg/l	PO ₄ Mg/l	DBO ₅ Mg/l	DCO Mg/l	MO Mg/l
2015	11.664	8.4	1280	95.5	2	0.44	0.14	0.26	18.3	78	14.8
2018	11.368	8.00	1680	53.3	2	0.01	0.90	0.17	25.7	107	18.6
2019	11.521	8.25	1460	60.5	3	0.03	1.50	0.01	19.4	85	22.0

-D'après les résultats obtenus dans le tableau N°06 les valeurs de volume (stock d'eau) de barrage BOUGARA sont très proches durant les années (2015 ; 2018 ; 2019) ; elles se situent dans un intervalle qui va du minimum de 11 ,368 Hm³ au maximum de 11,664 Hm³.

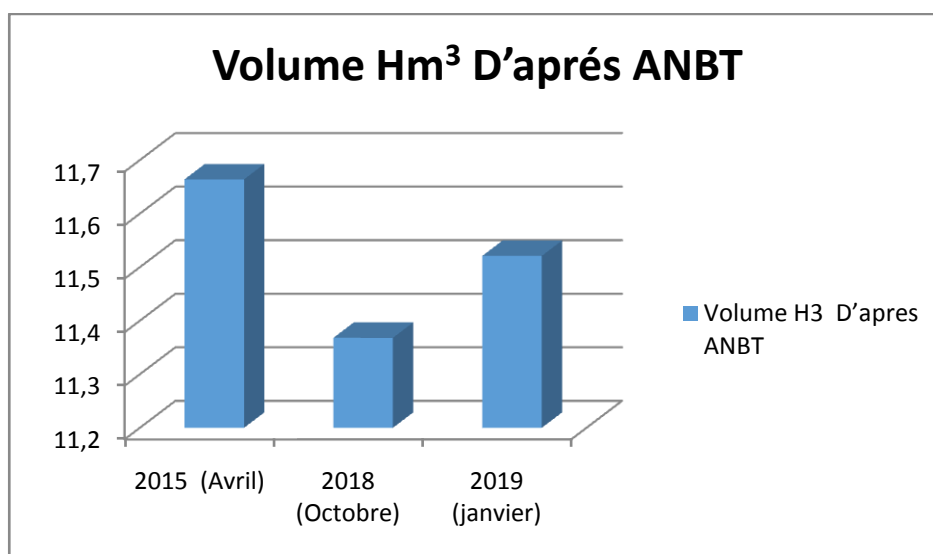


Figure 16 : Variation de volume de l'eau du barrage de BOUGARA (2015 ; 2018 ; 2019)

- Dans la figure suivante on voit que les valeurs de pH mesurés pendant les années étudiées s'échelonnent de 8.4 en 2015 ; 8.00 en 2018 à 8.25 en 2019 et sont proches de l'alcalinité.

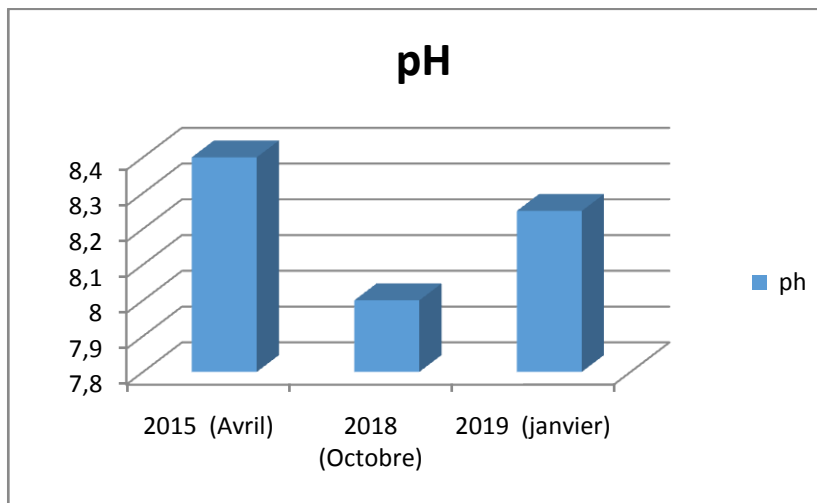


Figure 17 : Variation du pH de l'eau barrage BOUGARA (2015 ; 2018 ; 2019)

-La figure 18 présente les valeurs de RS de l'eau du barrage de BOUGARA, elles sont variables, 1280 mg/l en 2015; 1680 mg/l en 2018 ; 1460 mg/l en 2019, et montrent une certaine minéralisation et donc une certaine salinité qui peut influencer son utilisation comme eau d'irrigation.

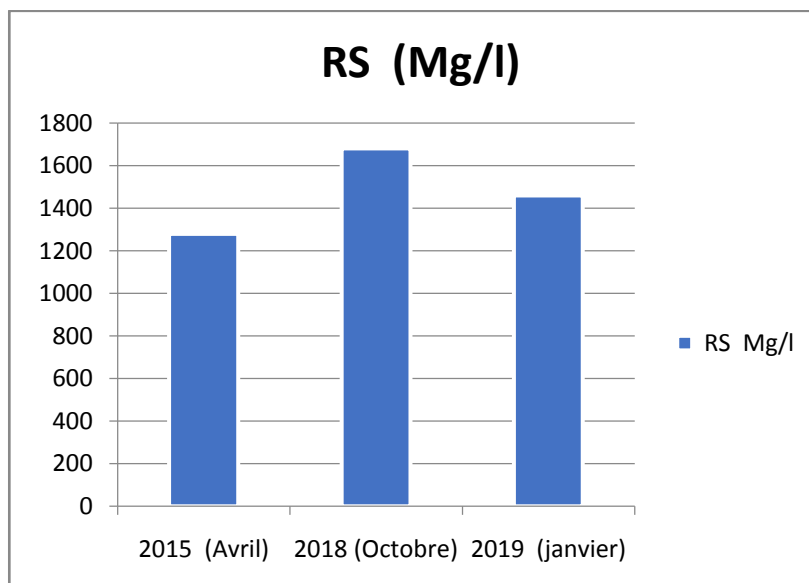


Figure 18 : Variation de RS (mg/l) de l'eau barrage BOUGARA (2015 ; 2018 ; 2019)

-La figure ci-dessous (n°19) donne la représentation des teneurs en oxygène dissous (O₂D %) dans l'eau du barrage BOUGARA. Elles sont variables : 95.5% (2015) ; 53.3% (2018) ; 60.5% (2019) ; elles ont diminué par rapport à 2015.

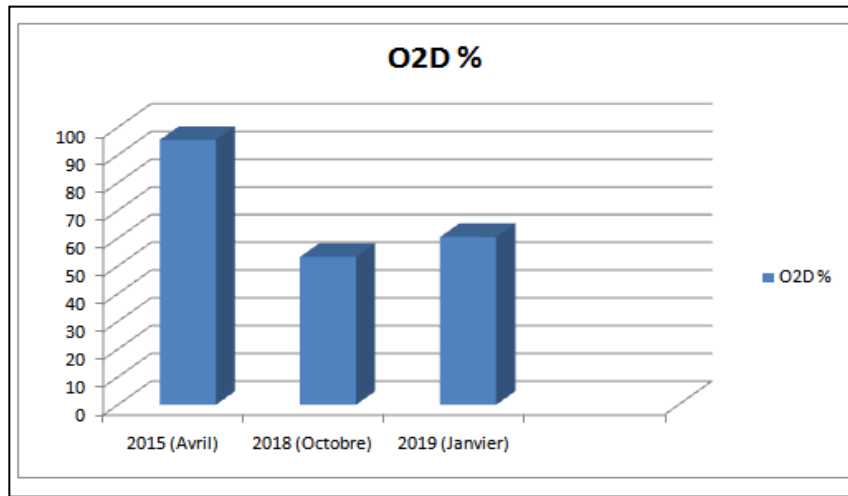


Figure 19 : Variation de taux O₂ dissous (%) de l'eau du barrage BOUGARA (2015 ; 2018 ; 2019)

- La figure 20 représente les taux de nitrates. Elle montre qu'il n'y a pas une grande variation de NO₃ dans l'eau du barrage BOUGARA car on remarque la même valeur de 2 mg/l en 2015 et 2018. En 2019 elle est de 3 mg/l.

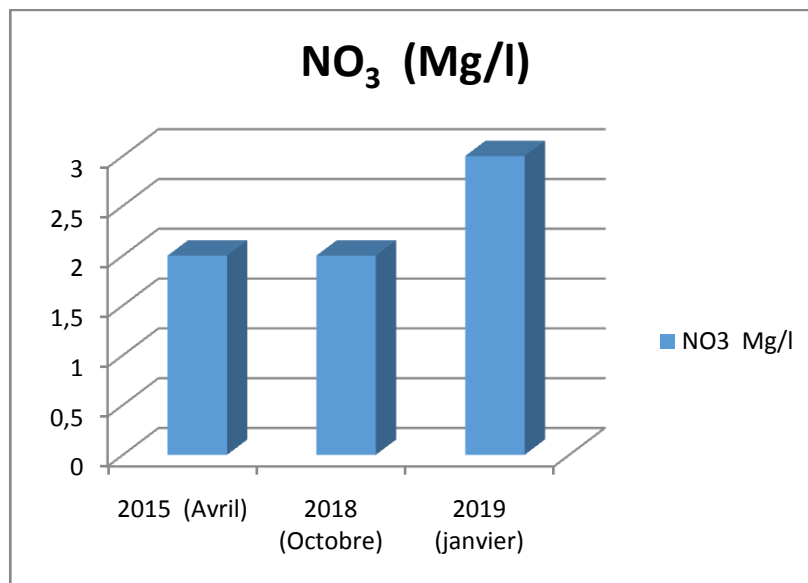


Figure 20 : Variation de NO₃ (mg/l) de l'eau barrage BOUGARA durant les années (2015 ; 2018 ; 2019)

- Pour les teneurs en NO_2 , d'après les résultats présentés dans le tableau n°06, les valeurs de nitrite (NO_2) de l'eau du barrage BOUGARA sont proches durant les années 2018 et 2019 (0.01mg/l et 0.03mg/l) et sont plus élevés en 2015 (0.44mg/l).

Cette forme d'azote issue de l'oxydation de matières organiques est généralement indicatrice de pollution.

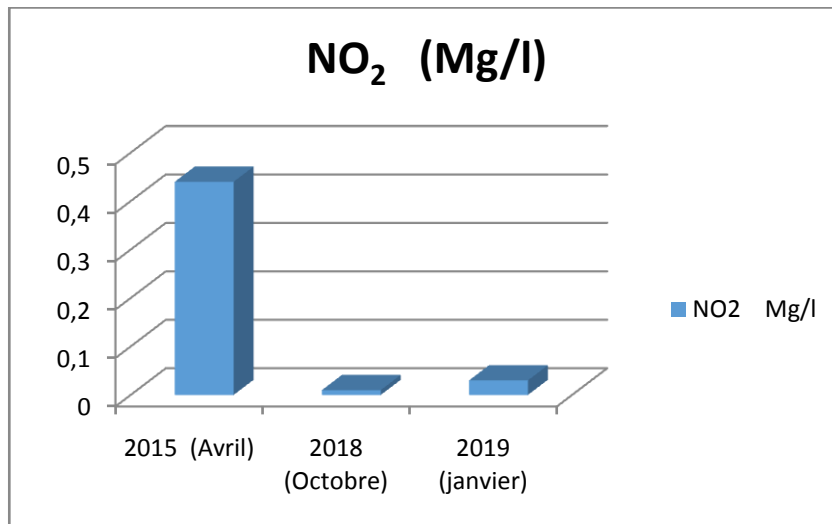


Figure 21 : Variation de NO_2 (mg/l) de l'eau du barrage BOUGARA durant les années (2015 ; 2018 ; 2019)

-La figure n°22 indique les mesures du NH_4 analysé dans l'eau du barrage BOUGARA. Les teneurs ont augmenté de 2015 à 2019 (0,14 mg/l, 0.90mg/l et 1.50mg/l). Comme les nitrites, la forme ammoniacale est un indicateur d'une pollution azotée.

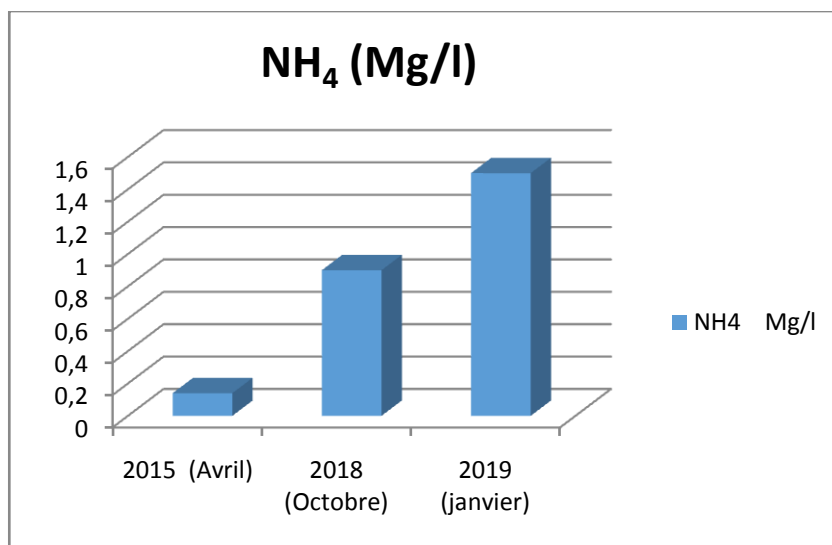


Figure 22 : Variation de NH_4 (mg/l) de l'eau de barrage BOUGARA durant les années (2015; 2018 ; 2019)

-La figure n°23 indique les valeurs de PO₄ de l'eau du barrage BOUGARA. Elles sont presque similaires durant les 2 années avec: 0.26 mg/l en 2015 ; 0.17 mg/l en 2018 mais en baisse avec 0.01mg/l en 2019. Le phosphore (PO₄) est un fertilisant aquatique. Il favorise la prolifération des algues ce qui donne une consommation élevée de l'oxygène et conduit par la suite à un phénomène d'eutrophisation.

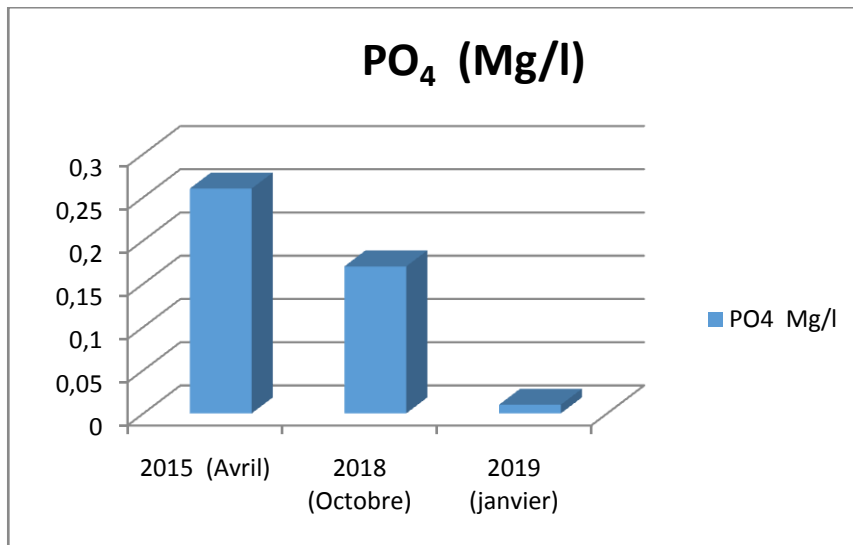


Figure 23 : Variation de PO₄ (mg/l) de l'eau du barrage BOUGARA (2015 ; 2018 ; 2019)

-D'après la figure n°24 ; on remarque que les teneurs en DBO₅ sont assez élevées durant les trois années : 18.3 mg/l en 2015 ; 25.7 mg/l en 2018) et 19.4 mg/l en 2019.

Le DBO₅ indique la consommation d'oxygène par oxydation des composés organiques biodégradables.

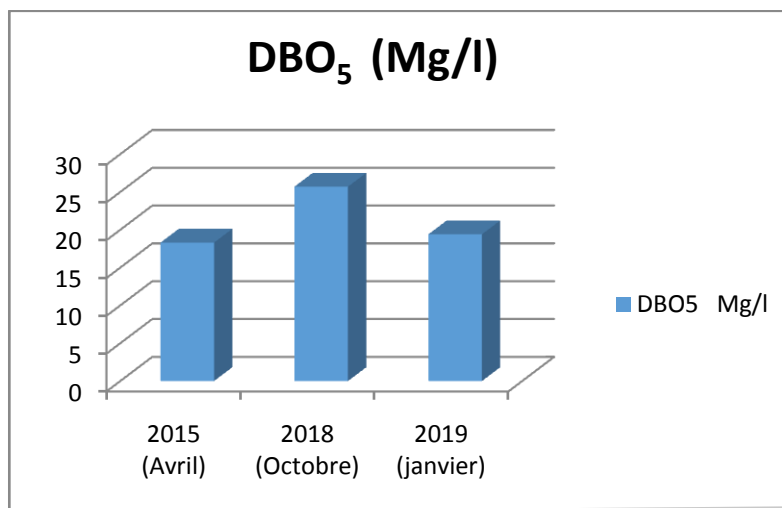


Figure 24 : Variation de DBO₅ (mg /l) de l'eau du barrage BOUGARA (2015 ; 2018 ; 2019)

-La figure qui suit (n°25) représente la variation du paramètre DCO. Des valeurs proches sont notées et donc peut de variation avec le temps ; 78mg/l en 2015, 107mg/l en 2018 et 85mg/l en 2019. La DCO indique la consommation d'oxygène par l'oxydation de toute matière organique.

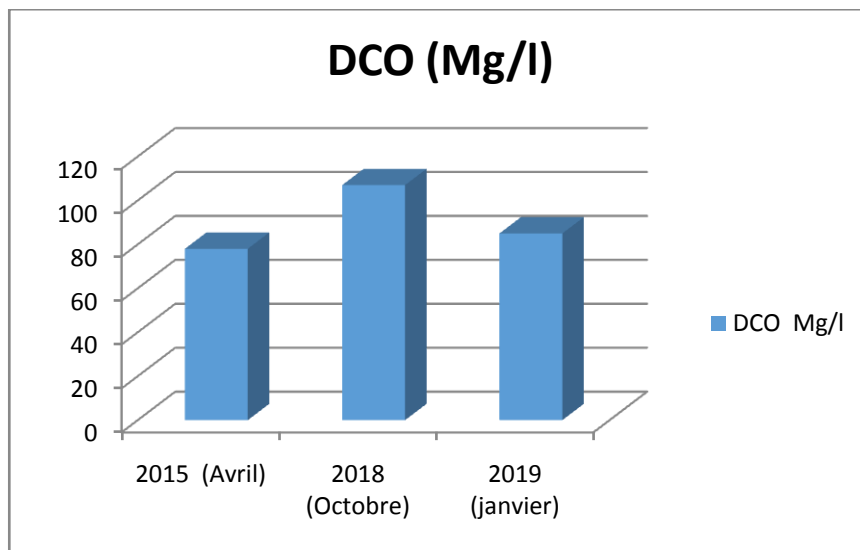


Figure 25 : Variation de DCO (mg/l) de l'eau du barrage BOUGARA (2015; 2018 ; 2019)

-La figure n°26 représente la variation des matières oxydables (MO en mg/l) . elle indique une augmentation avec les années : 14.8 mg/l en 2015) , 18.6 mg/l en 2018 puis 22 mg/l en 2019. MO indique la mesure l'oxydation chimique des matières organique en milieu acide et à chaud par le permanganate de potassium.

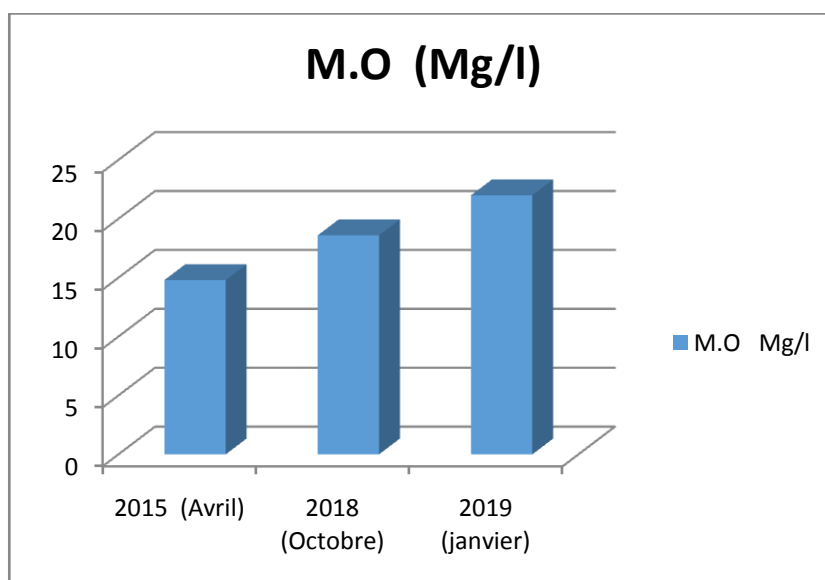


Figure 26: Variation de MO (mg/l) de l'eau barrage BOUGARA (2015 ; 2018 ; 2019)

4-2 Interprétation et Discussion des résultats

-L'évaluation de la qualité des eaux du barrage de BOUGARA est estimée grâce à la mesure de certains paramètres physico-chimiques. Elle est donnée en comparant les résultats d'analyses aux normes Algériennes de ANRH (tableau n°07) et pour certains paramètres (nitrites, Ammonium, MO, O₂ dissous) à des normes de potabilité de ADE (voir tableau n°08) par manque d'information de ce type de paramètres pour les eaux d'irrigation.

Tableau N°07 : paramètres physico –chimiques (normes Algériennes d'irrigation, ANRH)

	Paramètres	Unité	Concentration maximale admissible
Physiques	pH	-	6.5 ≤ ph ≤ 8.5
	T°C	°C	35
	RS	Mg/l	2000
Chimiques	DBO ₅	Mg/l	30
	DCO	Mg/l	90
	NO ₃	Mg/l	30
	PO ₄	Mg/l	2

DEFINITION DES PARAMETRES :

pH : Logarithme négatif de l'activité molaire des ions hydrogènes.

L'échelle de PH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14(très alcaline).

O₂ diss : Exprime le pourcentage de concentration en oxygène dissous dans l'eau.

NH₄⁺ : Exprime la concentration en mg/l de d'ammonium.

NO₃⁻ : Exprime la concentration en mg/l de nitrates.

NO₂⁻ : Exprime la concentration en mg/l de nitrites.

PO₄³⁻ : Exprime la concentration en mg/l de phosphates.

DBO₅: indique la consommation d'oxygène par oxydation des composés organiques biodégradables.

DCO : Indique la consommation d'oxygène par oxydation de toute la matière organique.

MO : Mesure l'oxydation chimique des matières organique en milieu acide et à chaud par le permanganate de potassium.

RS : Exprime la mesure de la minéralisation d'une eau en (mg/l)

Tableau N° 08 : normes de potabilité de l'eau (ADE ; 2013)

Classes Paramètre	Classification			
	C ₁ -BONNE	C ₂ -Acceptable	C ₃ -Mauvaise	C ₄ -Très mauvaise
O ₂ diss %	100 – 90	90 - 50	50 – 30	< 30
NH ₄	0 - 0.01	0.01 - 0.1	0.1 - 3	> 3
NO ₂	0 - 0.01	0.01- 0.1	0.1 – 3	> 3
MO	5	5 – 10	10 – 15	> 15

DIFFERENTES CLASSES DE QUALITE :

C₁ : Bonne qualité, utilisable sans exigence particulière.

C₂ : Qualité moyenne, nécessite un traitement simple.

C₃ : Mauvaise qualité, nécessite un traitement très poussé.

C₄ : très mauvaise qualité, nécessite un traitement très poussé.

4-2-1 Interprétations :

D'après le tableau N°06 des résultats des analyses ; et les tableaux N°07 et 08 des normes de qualité, nous pouvons constater que certains paramètres sont dans la norme et d'autres non, c'est-à-dire que l'eau du barrage BOUGARA présente des variations par rapport au paramètre analysé.

RS : $RS > 1200$ mg/l la minéralisation est importante ; le barrage de BOUGARA présente un résidu sec proche de la limite de la norme pour les eaux d'irrigation (Figure 18). Ce ci peut conduire à l'accumulation des sels dans les sols et peut atteindre des niveaux toxiques pour les cultures sensibles et abaissement des rendements. A long terme, c'est une cause importante de désertification, d'érosion et de dégradation des sols et de l'agriculture et plus largement de la biodiversité. C'est aussi une « menace généralisée pour la structure et le fonctionnement écologique des zones humides (barrage BOUGARA).

-**Nitrates(NO_3) :** $NO_3 < 30$ mg/l le taux de ce paramètre est acceptable (Figure 20).

-**Nitrites (NO_2) - ammonium (NH_4) :** $NO_2 > 0.1$ mg/l en 2015 mais en baisse les autres campagnes.

$NH_4 > 0.1$ mg/l et depuis 2015 à 2019. Les teneurs sont élevées selon tableau n°08, elles sont dues à l'oxydation de la matière organique suite aux rejets des eaux recyclées urbaine et industrielle. (Figure 21 ; Figure 22).

- **Phosphate(PO_4) :** $PO_4 < 2$ mg/l les teneurs en phosphate (PO_4) sont acceptables par rapport à l'irrigation. Les phosphates sont essentiellement présents dans les eaux recyclées qui sont déversées dans le barrage (Figure 23).

- **Matières organiques (MO) :** Par rapport au tableau n°08, les valeurs du taux de matières organiques sont élevées, $MO > 10\%$. Les eaux du barrage BOUGARA présente une pollution organique qui n'affecte pas beaucoup sa qualité à l'utilisation en irrigation.

Les indicateurs de pollution sont **DBO₅** et/ou **DCO** (Figure 24 ; 25). Ces deux paramètres sont à la limite des normes des eaux d'irrigation (tableau n°07). C'est-à-dire que les taux peuvent être acceptables mais la source de cette pollution doit être contrôlée pour éviter plus de problèmes. L'origine de cette pollution peut être due à des rejets urbains et industriels surtout en période sèche et manque de précipitations.

-**Oxygènes (O_2D) :** $O_2 > 50$ la situation en oxygène dissous est acceptable pour les résultats d'analyse (prélèvement du moi d'octobre 2018 et celui du moi janvier 2019). Elle est bonne pour le prélèvement du moi d'avril 2015 (Figure 19).

-pH : les eaux de barrage BOUGARA présente un pH alcalin dans la limite acceptable (6.5-8.5). L'alcalinité de l'eau plus élevée que cela, peut causer la diminution de l'absorption des éléments nutritifs tel que le fer et les oligo-éléments (figure n°17).

4-2-2 Discussions des résultats

Au vu des résultats d'analyse nous pouvons dire que les eaux du barrage de BOUGARA sont de qualité acceptable pour son utilisation pour l'irrigation mais pas à des fins domestique (AEP) ; en raison de leurs fortes teneurs en matière organique ((DBO₅et/ou en DCO ; MO);composés phosphorés (PO⁻³₄);composés azotés(NO⁻², NH⁺⁴); la salinité (RS) d'ailleurs, l'eau du barrage Bougara a pour objectif prioritaire l'irrigation. Mais la dégradation de sa qualité physico-chimique due soit aux apports externes soit la dégradation de matière organique ; soit à la nitrification de l'azote peut affecter la production agricole a long terme.

-A travers le tableau suivant, nous comparons avec les données de quelques barrages dans la région pour une même année (2018).

Tableau N°09 : Bulletin mensuelle de la qualité des eaux des barrages BAKHADDA; DAHMOUNI ; BOUGARA et KODIET ROSFA (octobre 2018)

Barrages	Volume Hm ³ d'après ANBT	PH	RS Mg/l	O ₂ D %	NO ₃ Mg/l	NO ₂ Mg/l	NH ₄ Mg/l	PO ₄ Mg/l	DBO ₅ Mg/l	DCO Mg/l	M.O Mg/l
BAKHADDA	35.918	7.46	900	62.2	6	0.06	0.27	0.07	3.7	19	5.4
DAHMOUNI	23.355	7.46	1040	40.7	3	0.10	2.85	1.75	6.7	39	8.2
BOUGARA	11.368	8.00	1680	53.3	2	0.01	0.90	0.17	25.7	107	18.6
KODIET ROSFA	69.815	7.40	1800	73.3	3	0.00	0.04	0.03	4.7	29	4.7

En se basant sur des données communiquées par l'ANRH pour l'année 2018, nous comparons les valeurs des paramètres du barrage BOUGARA avec d'autres barrages (Bakhadda ; Dahmouni ; Kodiet Rosfa) ; nous constatons que les valeurs des paramètres du barrage de Bakhadda sont plus conformes aux normes (pH=7.46 ;RS=900mg/l ;NO₃=6 mg/l ;NO₂=0.06 mg/l ;NH₄=0.27 mg/l ;MO=5.4 mg/l). Les valeurs des paramètres physico-

chimiques du barrage BOUGARA sont élevés concernant le pH ; RS=1680 mg/l ; NH₄=0.90 mg/l, DBO₅, DCO et MO=18.6 mg/l. C'est-à-dire que le risque de pollution y est le plus élevé. Le barrage de Dahmouni a également des taux de NH₄=2.85mg/l et P O₄ qui sont élevées.

Les valeurs des paramètres du barrage kodiet Rosfa sont conformes aux normes sauf le taux de RS=1800 mg/l qui ne l'est pas.

A la fin du chapitre des résultats et discussions, nous pouvons conclure par les remarques suivantes :

-Nous avons constaté que les valeurs des paramètres physico- chimiques de l'eau du barrage de Bougara ne varient pas beaucoup avec les années. Effectivement certains paramètres changent selon les saisons comme dans l'année 2015 (tableau en annexe n° 03). L'idéal donc, est d'analyser les informations mensuelles pour faire le diagnostic.

- La profondeur du prélèvement des échantillons d'eau doit être prise en considération.

- Il y a un manque de quelques paramètres indicateurs de qualité des eaux d'irrigation tels que les cations : surtout Na, Ca, Mg, les anions tels que les chlorures, les bicarbonates HCO₃ qui influencent l'alcalinité de l'eau, ainsi que les métaux lourds pour évaluer leur niveau de toxicité (surtout qu'il ya un ajout d'eau recyclée).

Conclusion

Conclusion

L'eau est la clef de tous les développements socio-économiques et de la préservation d'écosystèmes sains. Avec l'accroissement de la population et l'augmentation des exigences que fait peser le Développement sur les eaux souterraines et de surface pour les besoins des secteurs domestique, agricole et industriel, la pression s'intensifie sur les ressources en eau, ce qui crée des tensions et conflits entre les utilisateurs et des contraintes excessives sur l'environnement (**Phocaides, 2008**).

Les eaux d'irrigation, qu'elles proviennent de sources, qu'elles soient dérivées de cours d'eau ou qu'elles soient pompées dans des forages, contiennent d'appréciables quantités de substances chimiques en solution susceptibles d'influencer la productivité des périmètres irrigués.

Le barrage de BOUGARA quoique proposé comme zone humide, est alimenté par des eaux provenant de la STEP de Tissemsilt et des précipitations. Il est situé dans une zone appartenant à l'étage, bioclimatique semi-aride à hiver frais. Il irrigue un périmètre agricole de 798 ha en utilisant son stock qui pourrait atteindre 11 millions de m³. Dans le contexte de préserver cette infrastructure agricole et environnemental, notre étude a pour objectif de contribuer par l'évaluation de la qualité physicochimique de l'eau de ce barrage.

Les résultats des analyses physico-chimiques de ses eaux (données de 3 années ; 2015, 2018 et 2019) montrent que l'eau du barrage de BOUGARA est caractérisée par un pH alcalin ; une légère salinité ($RS < 2000$ mg/l) ; les teneurs en DBO₅ et DCO a la limite des normes.

A travers ces résultats ; On en déduit que les eaux du barrage de BOUGARA sont d'une qualité acceptable pour l'irrigation.

Suite a la réutilisation des eaux usées et traitées, l'évaluation de la qualité des eaux doit être élargie afin de couvrir toutes les propriétés physio-Chimiques, biologiques et microbiologiques de l'eau, qui pourraient avoir un impact sur les sols, les plantes, l'environnement ainsi que sur les consommateurs (hommes ou animaux).

Conclusion

En effet, La qualité de l'eau du barrage peut avoir un risque de pollution à long terme à cause des apports d'eau épurée rejetée par la STEP de Tissemsilt alors qu'il n'y a pas une grande régénération durant la période hivernale par manque de précipitations.

Une surveillance continue de la qualité de l'eau du barrage doit être envisagée. De même qu'un contrôle de la qualité des eaux épurées à la sortie de la STEP de Tissemsilt est nécessaire en collaboration avec les institutions concernées. L'amélioration du cadre de gestion du périmètre d'irrigation ainsi que le renforcement de l'appui technique de l'agriculture doit intervenir dans les activités d'irrigation. Le choix des cultures et des techniques d'irrigation doit être fait en respectant les exigences environnementales et sanitaires en visant un meilleur rapport coût bénéfice. Ce barrage comme tant d'autres mérite bien tout l'intérêt à s'assurer de son bon fonctionnement actuel et futur à la hauteur de l'investissement que lui a été accordé pour le bon développement de la wilaya.

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

- Abderrahim à (2016) :** contribution à l'étude de l'effet de l'irrigation en eaux épurés de barrage bougara sur le rendement de l'orge (saida 183) périmètre agricole de Tissemsilt. Mémoire master université ibn khaldoun tairret p50.
- ADE (2013) :** protocole analyses physico-chimique et bactériologiques des eaux P16.
- Amin N.C, Iekadou K.S. Attia A.R. Claon js. Agbessik. Et Kouadio K. (2008) Antoine M. (1999) :** contrôle de la pollution d'eau, revus technique d'ingénieur, ED, paris, P2-12.
- André.M christophe.H (2004) :** hydrologie 1 une science de la nature, première ED.
- Anonyme (2000) :** barrage et développement « un nouveau cadre pour la prise de décision », rapport de la commission mondiale des barrages, p38.
- Beliefert.C,peraud.R(2001) :** chimie de l'environnement, air, sol, déchets. Edition de boeck et larcier S. p 477.
- Bendada. K et al (2011) :** optimisation des conditions de dosage par spectroscopie d'absorption atomique (SSAF et SAAET) : application à la détermination de la pollution et de la bioaccumulation des métaux lourds. Master. Univers houri boumerdes. (Alger p57).
- Bogomolv. G(1960) :** hydrogéologie et motions de géologie d'ingénieur. Traduit du russe par frolov (v). Edition de la paix Moscou.
- Boualem R(2007) :** la problématique de l'eau en Algérie 2ème ED. Office des publications universitaires. Place centrale de ben-Aknoun (Alger) p162.
- CNES (2000) :** mémoire évaluation de master de la qualité des eaux des barrages de l'ouest algerien P11.
- Dégerment.G (2005) :** mémento technique de l'eau. 2ème ED. Technique et documentation L.

Références bibliographiques :

- Degrement. G (1978)** : mémento technique de l'eau. Tom1. Edition et documentation.
- Djeddai .H (2007)** : utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines, thèse de magister écologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, université Constantine (Alger) p108.
- Gerard. G (1999)** : l'eau milieu naturel et maitrise, édition INRA ; volume 1, P204.
- Ghislain de marsily (2013)** : les problèmes de l'eau en 26 questions livret sur.
- Guergazy s. achour s. 2005** lalarhyss journal 4, 119.
- Laferriere et al (1996)** : l'industrie porcine et les risques liés à la santé humaine, bull. larhyss journal. ISSN 1112-3680, n° 12 janvier 2013, p25-26.
- Mihoubi et keray (2020)** : mémoire évaluation de master de la qualité des eaux des barrages de l'ouest algérien p2-6.
- Mireille. D(1996)** : l'eau dans tous ses états. Edition ellipses. Paris.
- OMS (1994)** : directive de qualité de l'eau de boisson, critère d'hygiène 2éme ED. Volume 2. Genève.
- Ouali. M(2001)** : traitement des eaux. Edition office des publications universitaires. Alger p156.
- Phocaides. A(2008)** : manuel des techniques d'irrigation Sous pression, FAO p308.
- Ramade, F(1998)** : dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Edition science internationale. Paris P786.
- Rodier. j (1984)** : l'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, édition dunod paris.
- Rodier. J(2005)** : l'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer 8éme ED : dunod, paris.

Références bibliographiques :

-**Sigg. L(2000)** : chimie des eaux aquatique. 3éme édition. Edition dunod.paris. p567.

Touati .B (2010) : les barrages et la politique hydraulique en Algérie ; état, diagnostique perspectives d'un aménagement durable, thèse de doctorat, université mentouri Constantine p 278-288.

Site web :

C.D.H.A.L (2017) : comité pour les droits humains en Amérique latine,

[-Https : // www.C.D.H.A.L.](https://www.C.D.H.A.L)

C.F.B.R (2021) : comité français des barrages réservoirs,

[-Https:// www. barrage- CFBR. eu](https://www.barrage-CFBR.eu)

E.I.G (2021) : excellente information géographique,

[-Https:// www.E .I. G](https://www.E.I.G)

[-Http/ mqaall.com/impact dans ecosystem/impact.](http://mqaall.com/impact%20dans%20ecosystem/impact)

[-Http/ www.adjazeera.net](http://www.adjazeera.net) (2020)

[-Planete TP \(2021\) : http/ www. Plante-TP.com](http://www.Plante-TP.com)

Annexes

Annexes 1

Tableau N01 : une énumération des droits humains qui sont le plus susceptible d’être violé suite à la construction d’un barrage

Risques les plus importants	Droits universels potentiellement bafoués*
1) Évictions forcées	Droit à la sécurité
2) Diminution des ressources alimentaires	Droit à l'alimentation
3) Absence d'habitation	Droit au logement
4) Marginalisation	Droit à l'égalité et droit de participer à la société
5) Propagation de maladies	Droit à la santé
6) Compensation en argent insuffisante	Droit à une compensation juste
7) Effritement des identités	Droit à la culture
8) Information incomplète ou mensongère fourni aux populations sur les conséquences des barrages	Droit à l'information

* Ces droits universelles proviennent de la Déclaration universelle des droits de l'Homme de 1948, du Pacte international relatif aux droits économiques, sociaux et culturels de 1976 ainsi que de la Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples autochtone.

Annexes 2

Tableau N02 : historique de la mise en service des barrages algérien

N°	Barrage	Oued	Région	Wilaya	Année de mise en service
01	Meurad	Djebroune	Centre	Tipaza	1860
02	Hamiz	Arbatache	Centre	Boumerdes	1894 (s/1935)
03	Oued Fodda	Fodda	Cheliff	Chlef	1932
04	Boughzoul (1)	Nahr Oussel	Cheliff	Médéa	1934
05	Bakhadda	Mina	Cheliff	Tiaret	1936 (s/1959)
06	Foum el Gueiss	Gueiss	Est	Khenchela	1939 (s/1969)
07	Ghrib	Chellif	Cheliff	Ain Defla	1939
08	K'sob	K'sob	Est	M'sila	1940 (s/1977)
09	Zerdezas	Safsaf	Est	Skikda	1945 (s/1974)
10	Beni-Bahdel	Tafna	Ouest	Tlemcen	1946
11	Bou Hanifia	El Hammam	Ouest	Mascara	1948
12	Foum el Gherza	El Abiod	Est	Biskra	1950
13	Serno	Sarno	Ouest	S.B.Abbes	1954
14	Meffrouch	Meffrouch	Ouest	Tlemcen	1963
15	Cheffia	Bouamoussa	Est	El Tarf	1965
16	Djorf Torba	Guir	Ouest	Bechar	1969
17	Fergoug	El Hammam	Ouest	Mascara	1970*
18	S.m.b.Aouda	Mina	Ouest	Relizane	1970
19	Deurdeur	M. Tighzir	Cheliff	Ain Defla	1984
20	Harraza	Harraza	Cheliff	Ain Defla	1984
21	Guenitra	Fessa	Est	Skikda	1984
22	Merdja Sidi Abed	Chellif	Ouest	Relizane	1984
23	Lekehal	Lekehal	Centre	Bouira	1985
24	Bouroumi	Bouroumi	Centre	Blida	1985
25	Keddara	Boudouaou	Centre	Boumerdes	1985
26	Sidi yakoub	Ardjen	Cheliff	Chlef	1985
27	Ouizert	Taria	Ouest	Mascara	1986
28	Ain Zada	Bousselam	Est	B.B.Arreridj	1986
29	Dahmouni	Nahr Oussel	Cheliff	Tiaret	1987
30	Ain Delia	Medjerda	Est	Souk Ahras	1987
31	Hammam Debagh	Bouhamdane	Est	Guelma	1987
32	Hamman Grouz	Rhumel	Est	Mila	1987
33	Sidi Abdelli	Isser	Ouest	Tlemcen	1988
34	Beni-Amrane	Isser	Centre	Boumerdes	1988 (s/2003)
35	Gargar	Rhiou	Ouest	Relizane	1988
36	Ladrat	Ladrat	Centre	Médéa	1989
37	Bougara	Nahr Oussel	Cheliff	Tissemsilt	1989
38	Boukourdane	El Hachem	Centre	Tipaza	1992
39	Cheurfas 2	Mebtouh	Ouest	Mascara	1992
40	Beni Zid	Beni Zid	Est	Skikda	1993
41	Foum el Khanga	Cherf	Est	Souk Ahras	1995
42	Babar	Babar	Est	Khenchela	1995
43	Mexa	Kebir Est	Est	El Tarf	1999
44	Hammam boughrara	Tafna	Ouest	Tlemcen	1999
45	F.d.Gazelles	El Hai	Est	Biskra	2000
46	Brezina	Mouilah	Ouest	El Bayadh	2000
47	Taksebt	Aissi	Centre	Tizi Ouzou	2001
48	Zit el Emba	Mougueur	Est	Skikda	2001
49	Agrem	El Agrem	Est	Jijel	2002
50	Koudiat El Medaouar	Reboa	Est	Batna	2003
51	Oueled Mellouk	Rouina	Cheliff	Ain Defla	2003
52	Beni Haroun	Rhumel	Est	Mila	2003
53	Koudiat Rosfa	Fodda	Cheliff	Tissemsilt	2004
54	Kramis	Kramis	Ouest	Mostaganem	2004
55	Tilesdit	Dous	Centre	Bouira	2004
56	Sekkak	Sekkak	Ouest	Tlemcen	2004
57	SMB Taiba	Chellif	Cheliff	Ain Defla	2006

Annexes 3

**Tableau N03 : bulletin Annuaire de la qualité de l'eau Barrage BOUGARA
2015**

code stations : 011002

nom : BOUGARA

type : 01

année 2015

	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	aout	sept	oct	nov	déc	min	max
T	6	4	10	23	23	22	25	33	29	23	19	11	4	33
Ph	8,1	8	8,2	8,4	9,2	9,4	7,1	7,3	9,4	9,2	8,5	7,8	7,1	9,4
volume/dé	11,614	11,664	12,579	11,664	11,368	10,029	10,932	10,186	9,869	9,825	10,649	11,368	9,825	12,579
cond	2210	2140	1812	1497	1517	1643	1856	1816	2110	2220	2160	2300	1497	2300
Turb	15	30	24	55	12	22	14	18	50	109	83	55	12	122
saturat%	80,4	89,3	87,9	95,5	97,85	26,6	0	44,3	154,5	85,9	101	55,3	0	154,5
O2dis	9,7	8,8	9,6	8	8,2	10,8	0	3,2	11,8	7,2	9,1	5,9	0	11,8
Mes105	23	29	34	68	16	28	22	28	52	110	85	62	16	128
Mes600	18	18	20	42	10	10	16	18	26	72	66	40	10	72
Rs105	1840	1760	1580	1280	1260	1380	1580	1600	1720	2160	1840	1860	1260	2160
Ca	130	145	122	78	76	80	89	125	145	128	128	164	76	164
Mg	84	82	72	62	49	33	72	63	29	96	91	93	49	96
Na	345	306	237	207	214	242	246	271	294	345	366	317	207	366
k	16	14	12	11	11	12	13	9	16	20	16	10	9	20
Cl	354	341	245	225	239	259	272	302	312	263	328	328	225	354
SO4	720	256	576	456	372	491	525	612	768	965	835	869	372	965
CO3	0	0	0	16	16	4	0	0	17	17	7	0	0	17
HCO3	160	179	213	69	128	162	197	132	68	68	122	162	68	213
ALC														
AGR														
CO2 libre														
SiO2	6	5,5	4	1	2,7	0	5,4	5,6	7,8	10,4	8,8	14,9	1	14,9
Matdec														
H2S														
DCO	95	99	69	78	86	106	96	57	99	99	94	109	57	109
DBO5	21,5	20,7	13,3	18,3	19,4	25,8	21,6	11,6	20,7	22,7	23,5	27,1	11,6	27,1
MOAcide	16,5	15,2	9,6	14,8	27	23	10,8	9,1	16,2	15,2	19	19,2	9,100	27
COT														
NO3	2	3	8	2	2	1	3	5	1	1	2	1	1	8
NO2	0,28	0,34	0,38	0,44	0,3	0,04	0,07	0,01	0,13	0,03	0,25	0,18	0,01	0,44
NH4	0,56	0,57	0,4	0,14	0,38	0,13	1,62	3,24	2,2	0,46	0,1	2,8	0,1	3,24
Nkjeldahl														
PO4	0,18	0,19	0,18	0,26	0,28	0,59	0,22	0,25	0,43	0,17	0,26	0,36	0,17	0,43

Annexes 4



Figure 1 : multi paramètres : mesurer le PH, T°C, CE, TDS, salinité

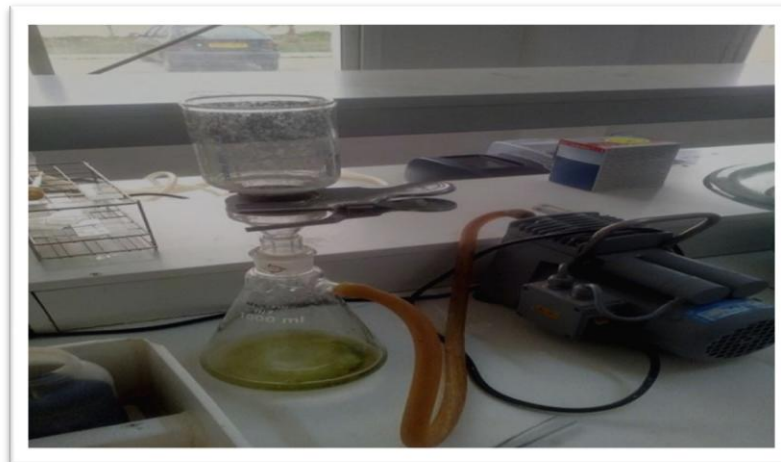


Figure 2 : la pompe a vide



Figure 3 : les filtres

Annexes 5



Figure4 : oxymétrie



Figure5 : spectrophotomètre



Figure 6: mesure de la DBO₅, DBO

Résumé

(Français, Anglais, Arabe)

Résumé

L'eau est l'élément naturel de base de la vie et l'une des richesses nécessaires à toute activité humaine et c'est l'héritage de la nation. Ce travail a eu pour objectif, l'évaluation de la qualité physico-chimique de l'eau de barrage BOUGARA par l'exploitation des données de l'ANRH (2015,2018 ,2019). Les résultats montrent un pH alcalin ; une légère salinité ; la situation en oxygène dissous est acceptable; nitrates est acceptable ; les teneurs sont élevés de nitrites et ammonium ; la matière organique est élevée. Les valeurs de DBO5 et DCO sont a la limite de la norme. On en déduit que les eaux du barrage de BOUGARA sont de qualité encore favorable a l'irrigation mais un contrôle doit être effectué périodiquement pour éviter qu'elle ne se dégrade pas, au besoin de faire un traitement coûteux avant son utilisation.

Mots clé : qualité de l'eau, barrage BOUGARA, qualité physico chimique.

Summary

Water is the basic natural element of life and one of the necessary resources for all human activity and it is the heritage of the nation. The objective of this work was to assess the physico-chemical quality of the BOUGARA dam water by exploiting ANRH data (2015, 2018,2019). The results show an alkaline pH; slight salinity; the dissolved oxygen situation is acceptable; nitrates is acceptable; the contents are high of nitrites and ammonium; organic matter is high. The BOD5 and COD values are at the limit of the standard. We deduce that the waters of the BOUGARA dam are still of a favorable quality for irrigation but a control must be carried out periodically to prevent it from deteriorating, if necessary to carry out an expensive treatment before its use.

Key words: water quality, BOUGARA dams, physical and chemical quality.

المخلص

الماء هو العنصر الأساسي للحياة وهو من الموارد الضرورية لكل نشاط بشري وهو تراث الأمة، كان الهدف من هذا العمل هو تقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية لمياه سد بوقارة من خلال استغلال بيانات (2015، 2018، 2019) للوكالة الوطنية للموارد المائية، تظهر نتائج درجة الحموضة (PH) القلوية، ملوحة طفيفة، حالة الأوكسجين المذاب مقبولة، النترات مقبولة، الموارد العضوية عالية تكون قيم DBO_5 و DCO في حدود المعيار نستنتج أن مياه سد بوقارة ذات جودة لا تزال مواتية للري ولكن يجب إجراء رقابة دورية لمنعها من التدهور إذا لزم لإجراء معالجة باهضة الثمن قبل استخدامه.

الكلمات المفتاحية: نوعية الماء، سد بوقارة، نوعية فيزيائية و كيميائية.