

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED EL-BACHIR EL-IBRAHIMI
BORDJ BOU-ARRERIDJ
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIE



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Réalisé en vue de l'obtention du diplôme de MASTER

Option : Aménagement hydraulique

Thème :

Evaluation de la qualité des eaux des barrages de l'ouest Algérien

Présenté par :

- MIHOUBI HADJER

- SOUAD KERAI

Soutenu publiquement le : / /

(Nom et Prénom)

(Grade)

BEN AINI Mohamed

MAA

AIT MECHEDAL Mouloud

MAA

BIBAK Mohamed

MAA

devant le jury composé de :

(Désignation)

Président

Directeur de mémoire

Examineur

Année universitaire : 2019-2020

REMERCIEMENTS

*Un grand merci, un petit merci, peu importe sa taille il n'a pas de dimension...
c'est un petit mot tout simple mais qui pèse lourd quand il vient du fond du
cœur.*

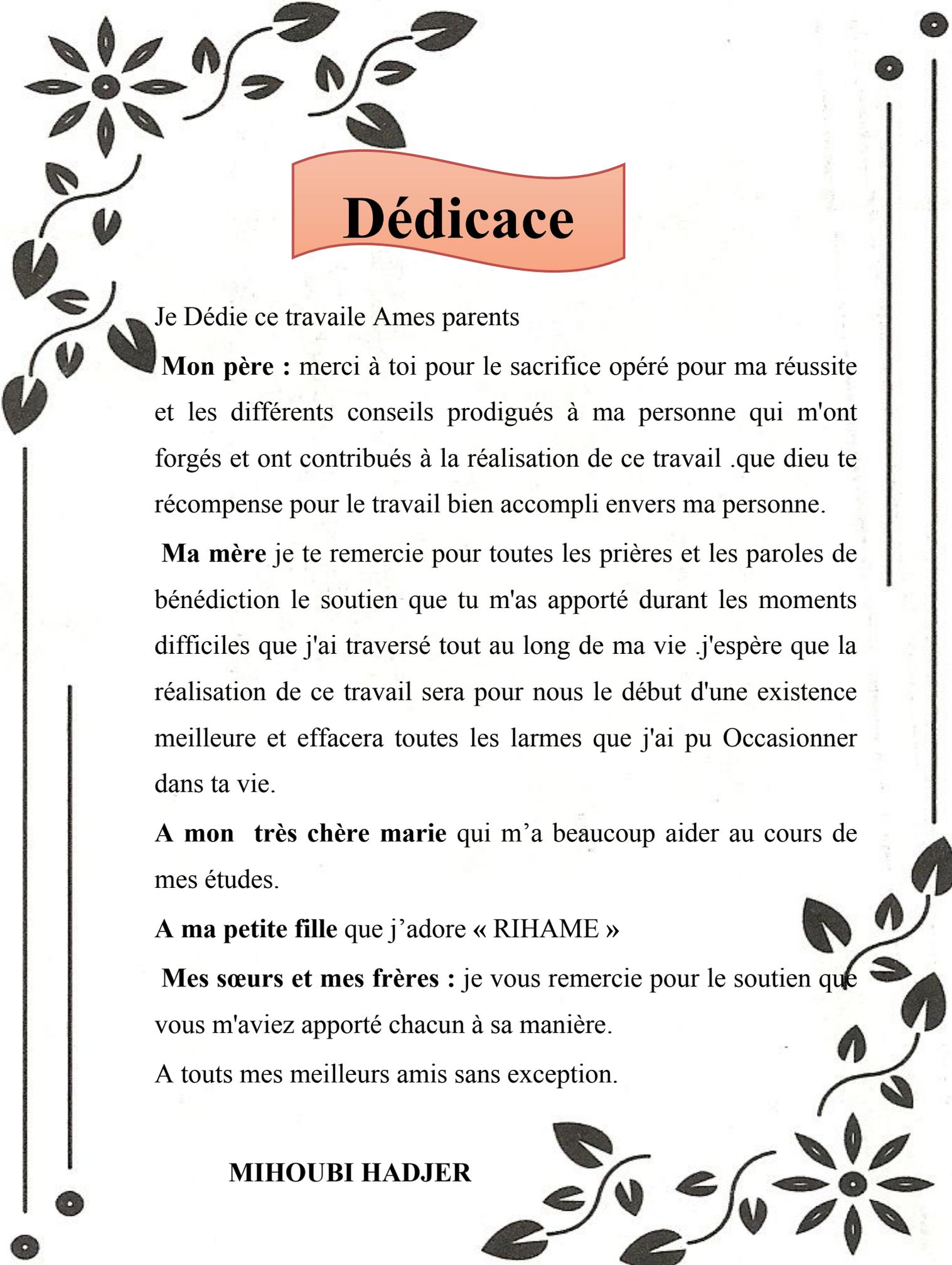
*Tout d'abord nous rendons grâce à Dieu qui nous a donné la force et le courage
de mener à terme ce travail.*

*Nous remercions vivement notre Encadreur Mer **Mouloud Ait Mechedal** pour
nous avoir encadré, suivi et encouragé tout au long de ce travail.*

*Nos remerciements également aux membres du jury pour le temps consacré à
évaluer ce travail qui nous accompagnera tout le long de notre vie
professionnelle.*

*Toute fois nous adressons nos remerciements sincères à tout le système éducatif
d el'Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi – Bordj Bou Arréridj qui s'est
attelé corps et âme depuis le début de notre
formation.*

*Nos sincères remerciements vont à toutes les personnes qui nous ont aidés de
près ou de loin à élaborer ce document .*



Dédicace

Je Dédie ce travaile Ames parents

Mon père : merci à toi pour le sacrifice opéré pour ma réussite et les différents conseils prodigués à ma personne qui m'ont forgés et ont contribués à la réalisation de ce travail .que dieu te récompense pour le travail bien accompli envers ma personne.

Ma mère je te remercie pour toutes les prières et les paroles de bénédiction le soutien que tu m'as apporté durant les moments difficiles que j'ai traversé tout au long de ma vie .j'espère que la réalisation de ce travail sera pour nous le début d'une existence meilleure et effacera toutes les larmes que j'ai pu Occasionner dans ta vie.

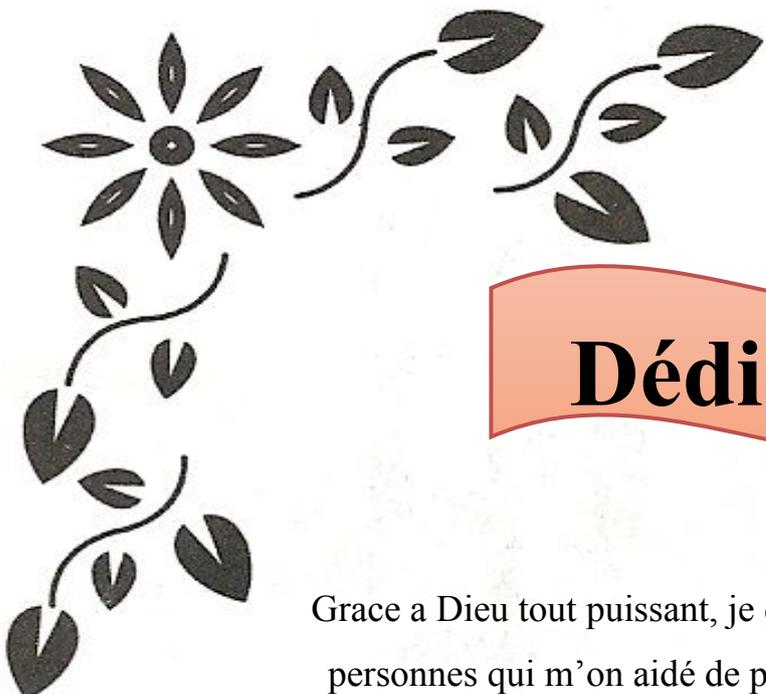
A mon très chère marie qui m'a beaucoup aider au cours de mes études.

A ma petite fille que j'adore « RIHAME »

Mes sœurs et mes frères : je vous remercie pour le soutien que vous m'aviez apporté chacun à sa manière.

A tous mes meilleurs amis sans exception.

MIHOUBI HADJER



Dédicace

Grace a Dieu tout puissant, je dédie ce modeste travail à toutes les personnes qui m'on aidé de prés ou de loin à la réalisation de ce mémoire plus particulièrement :

A mes très chers parents qui éclaircit ma vie, que Dieu me les garde.
Cesse de remercier pour leur encouragement, par un mot, il m'ont donné la force de continuer.

A mon très cher marie « AMAR » qui m'a beaucoup aider, je le remercie pour sa compréhension

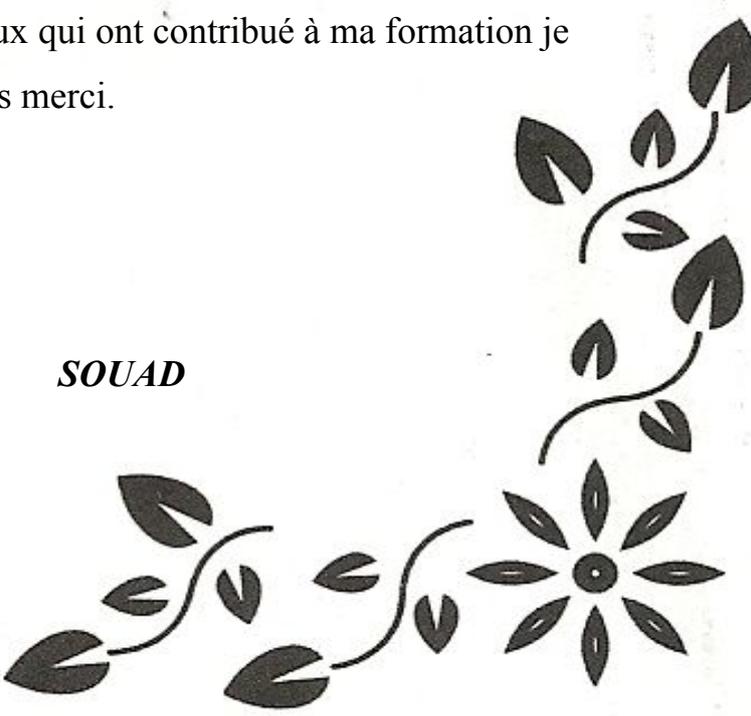
A mon petite amour mon fils « AMIR »

A toute la famille Kerai Et la famille Bendjedi

A mes meilleurs amis : khaoula, fella, hadjer.

A tous qui me sont chers et à ceux qui ont contribué à ma formation je dis merci.

SOUAD



Résumé
Arabe – français –
Anglais

الماء هو العنصر الطبيعي الأساسي للحياة ومن الثروات اللازمة لجميع النشاطات البشرية وهو تراث الأمة (Héritage).

أنجز هذا العمل لدراسة وتقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية لمياه سدود الغرب، والنتائج التي تحصلنا عليها هي أن درجة الحموضة محايدة والرواسب الجافة معتدلة و الأوكسجين الزائد الذي يعكس مياه السد غير جيد و BDO يشير إلى أن المياه ذات نوعية جيدة إلى متوسطة. ومع ذلك فإن محتويات الـ DCO والنيتريت والنترات والفوسفات والمواد العضوية تعكس مياه ذات نوعية جيدة إلى متوسطة. وأخيرا وجدت دراستنا أن مياه سدود الغرب ذات جودة فيزيائية جيدة إلا بعض السدود مع مستوى منخفض جدا من التلوث.

الكلمات المفتاحية- نوعية المياه. سدود الغرب. نوعية فيزيائية وكيميائية

Résumé en Français

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 été fait pour l'évaluation de la qualité physico-chimique de l'eau des barrages de l'Ouest, par l'exploitation des données de l'ANRH. Les résultats que nous avons obtenus (résultats) sont que le degré de pH est neutre, les résidus secs étaient modérés, l'oxygène était en croissance et cela signifie que l'eau de barrage était mauvaise, le DBO indique que l'eau était de bon au moyen.

Et malgré tout ça le contenu du DCO et du nitrate et du nitrite et aussi du phosphate et les matières organiques indique que l'eau est d'une bonne qualité au moyen.

En fin notre étude a révélé que l'eau des barrages de l'Ouest algérien sont de bonne qualité physique, à l'exception de certains barrages avec un taux minimal de pollution.

Mots clé :

- Qualité d'eau.
- Barrages de l'Ouest.
- Qualité physico-chimique

Résumé en Anglais

Water is the basic natural element of life and of the wealth necessary for all human activity and it is the heritage of the nation. This work was done to study and evaluate the physical and chemical quality of the water of western dams. We took the data from ANRH.

Our results show that the pH is neutral, the dry sediments are moderate and the excess oxygen. Reflecting dam water poorly and BDO indicates that the water is of good quality to BDO medium. With the contents of DCO, metrite, metrates, phosphates, and organic matter, it reflects good to medium quality water. Finally, our study found that the water of western dams has good physical quality, except for some dams with a very low level of pollution.

Key words: water quality, western dams, physical and chemical quality

Listes des figures

Liste des figures

Partie théorique		
Chapitre I : Synthèse bibliographique		
	Nom de la figure	Page
figure 01 :	Localisation des barrages en Algérie	Page : 09
Figure 02 :	Répartition régionale des grands barrages à la fin du 20 ^{ème} siècle.	Page : 10
Figure 03 :	Coupe type d'un barrage poids (A), barrage voute (B), photo d'un barrage à contrefort « barrage de Girottes » (C),	Page : 12
Figure 04 :	Coupe d'un barrage en terre homogène (A), à masque amont étanche (B), zoné (C),	Page : 13
Chapitre II : Matériel Et Méthode		
Figure 05 :	situation géographique de la zone d'étude (Oranie)	Page : 17
Partie pratique		
Chapitre III : résultats et discussions		
Figure 06 :	variation du Potentiel d'hydrogène (Ph) des eaux des barrages étudiés	Page : 26
Figure 07 :	variation du Résidu sec des eaux des barrages étudiés	Page : 27
Figure 08 :	variation de la Demande biologique en oxygène des eaux des barrages étudiés	Page : 28
Figure 09 :	variation de la Demande chimique en oxygène	Page : 29
Figure 10 :	variation de la Matière organique MO des eaux des barrages étudiés	Page : 29
Figure 11 :	variation de l'Oxygène dissous des eaux des barrages étudiés	Page : 30
Figure 12 :	variation de l'Ammonium des eaux des barrages étudiés	Page: 31
Figure 13 :	variation des Phosphate des eaux des barrages étudiés	Page :32
Figure 14 :	variation des Nitrite des eaux des barrages étudiés	Page : 32
Figure 15 :	variation des Nitrate des eaux des barrages étudiés	Page : 33

Listes des tableau

Liste des tableaux

Partie théorique		
Chapitre I : Synthèse bibliographique		
	Nom du Tableau	Page
Tableau 01	les barrages algériens de première génération	Page : 02
Tableau 02	les barrages algériens de seconde génération	Page : 03
Tableau 03	évolution et répartition des barrages par période de réalisation et par régions	Page : 05
Tableau 04	historique de la mise en service des barrages algériens	Page : 07
Tableau 05	Importance des barrages algériens en termes de capacité initiale (situation au 1 ^o trimestre 2009)	Page : 09
Tableau 06	Principaux lacs barrage en Algérie	Page : 14
Chapitre II : Matériel Et Méthode		
Tableau 07	Principaux barrages de l'Ouest Algérien	Page : 18
Partie pratique		
Chapitre III : résultats et discussions		
Tableau 08 :	Résultats des paramètres physico – chimiques de l'eau du barrages de l'ouest algérien (moyenne, écart type, minimum, maximum).	Page : 25
Tableau 09 :	Grille de qualité des eaux des barrages	Page : 34
Tableau 10	qualité physico-chimiques des barrages de l'ouest	Page : 35

Sommaire

Sommaire :

Remerciement
Dédicace
Résumé
Liste des figures
Liste des tableaux
Sommaire

Introduction général

Chapitre I : Synthèse bibliographique

01 - 15

Introduction	01
I – 1 - Historique des barrages	02
I – 2 - Généralités sur les lacs des barrages et leur importance en Algérie.....	10
I – 2 - 1. Définition	10
I – 2 – 2 – Historique	10
I – 2 – 3 - Intérêt et conséquences environnementales	11
I – 2 – 4 - Les types de barrages	11
I – 2 – 5- Les lacs barrages en Algérie	14
I – 2 – 5- 1- Principaux lacs barrages	14
I – 2 – 5- 2- Intérêt et utilisation des barrages	14
I – 2 – 5- 3- Méthodes de gestion et de suivi des barrages en Algérie	15

Chapitre II : Matériel et méthodes

17 - 23

II- 1 Présentation <i>de</i> la zone d'étude: l'Oranie	17
II - 2 - Etude des caractéristiques des eaux des barrages du l'ouest de l'Algérie	18
II – 3- Climat de la région d'étude	21
II - 4 - méthodes	21
II - 5 - 1- L'analyse de l'eau	21
II - 4 - pH	21
II- 4 – 2 - Résidu sec (Rs)	21
II - 4 – 3 - Oxygène dissous	21
II - 4 – 4 - Nitrate (NO ₃ -).....	22
II – 4 – 5 - Nitrites (NO ₂ -).....	22
II – 4 – 6 - L'Azote ammoniacal (NH ₄ ⁺)	22
II – 4 – 7 - Phosphate (PO ₄ ³⁻)	22
II – 4 – 8 - Demande biochimique en oxygène (DBO)	22
II – 4 – 9 - Demande chimique en oxygène (DCO)	23
II – 4 – 10 - Matières organiques (MO)	23

Sommaire

Chapitre III : Résultats et discussion	25 - 34
III- 1 - Qualité physico–chimiques des 21 barrages de l'ouest (Oranie).....	25
III – 2 - Analyse physico –chimiques	26
III - 2 – 1 - Potentiel d'hydrogène (Ph)	26
III - 2 –2 - Résidu sec (Rs)	26
III - 2 - 3- Demande biologique en oxygène DBO5	27
III - 2 - 4- Demande chimique en oxygène DCO	28
III - 2 -5 - Matière organique MO	29
III - 2 - 6 -Oxygène dissous O ₂ Diss	30
III - 2 - 7- Ammonium NH ₄	30
III - 2 - 8 - Phosphate PO ₄	31
III - 2 - 9- Nitrite NO ₂	32
III - 2 - 10- Nitrate NO ₃	33
III - 3 - Représentation de la qualité des eaux	33
III - 4 - Classement des barrages suivant leur degré de pollution	34
Conclusion Général	37
Références	38



**INTRODUCTION
GENERAL**

Introduction général

INTRODUCTION

L'eau est une ressource de plus en plus précieuse. L'homme de tout temps et de toute civilisation a cherché à domestiquer l'eau par des dérivations, des canaux pour la conserver.

L'eau est l'élément essentiel à la vie, il représente un pourcentage très important 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 sous le symbole H₂O. L'eau en tant que liquide est considérée comme un solvant universel, il se congèle à 0 C°, il peut devenir vapeur à 100C° qui est sa température d'ébullition, mais ces principales caractéristiques sont qu'il est inodore, incolore et sans goût (**Gerard., 1999**).

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

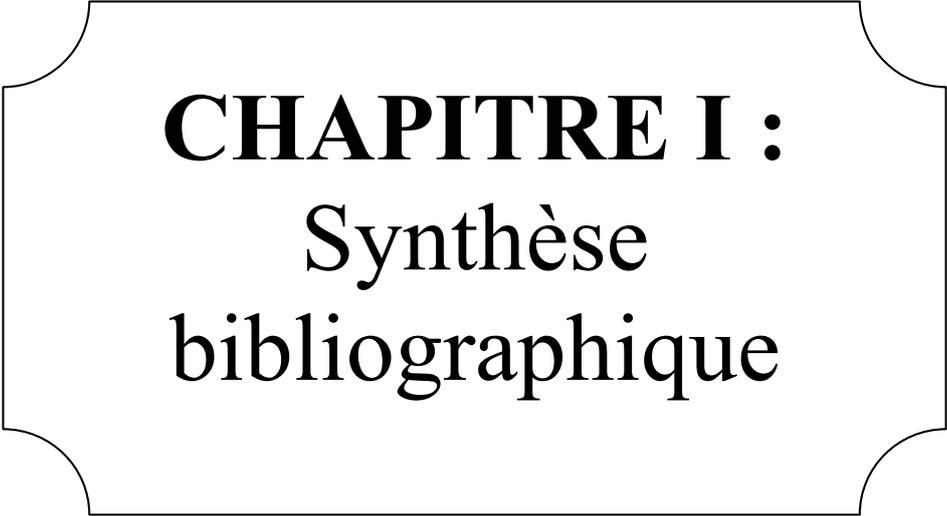
Une eau destinée à la consommation humaine est potable lors qu'elle est exemptée d'éléments chimiques et/ou biologiques susceptibles, à plus ou moins long terme à la sante des individus. Par conséquent, et en fonction des caractéristiques de l'eau brute destinée à la production d'eau potable, la mise en place de traitements spécifiques s'avère le plus souvent nécessaire afin de répondre aux exigences réglementaires établies par les organismes de la santé publique (**John. et Donald., 2010**).

L'Algérie est l'un des plus grands pays d'Afrique avec une superficie de 2 381 741 kilomètres carrés sur les 30 millions de km² du continent africain, soit près du 1/12 de la surface totale de l'Afrique. C'est le plus vaste des Etats africains.

Aujourd'hui, l'Algérie compte de plus de 64 barrages en service totalisant une capacité de 7.7 milliards de m³ et permettant de régulariser un volume annuel de 3.6 milliards de m³ utilisés pour l'Alimentation en eau potable, l'industrie et l'irrigation.

L'objectif de ce travail est l'étude des caractéristiques physico-chimiques des barrages de l'Ouest de l'Algérie. On se basons sur des résultats analytiques de l'ANRH.

Le présent document est structuré en trois chapitres. Le premier chapitre porte sur une étude bibliographique. Le second chapitre présente le matériel et les méthodes d'étude utilisés. Les résultats obtenus sont présentés et discutés dans le troisième chapitre.



CHAPITRE I :
Synthèse
bibliographique

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE**Introduction**

Les zones humides continentales se définissent comme étant une espèce de transition entre la terre et l'eau et couvrent environ 1% de la surface immergée de la planète (SAHAGIAN et al., 1998). Ce sont des écosystèmes de grande valeur, tant pour l'être humain que pour la faune et la flore, qui y trouvent un milieu favorable pour leur développement.

Les lacs de barrages constituent un type de zones humides continentales de plus en plus important. Alors que l'on détourne toujours d'avantage d'eau des rivières et des fleuves pour des projets d'irrigation ou pour approvisionner les industries et les villes. Les réservoirs construits en montagne remplacent dans une certaine mesure les zones humides des plaines en aval.

Certains réservoirs jouent un rôle important pour la faune et la flore et remplacent de manière efficace les lacs naturels qui ont disparu (PEARCE et CRIVELLI, 1994).

Un barrage est un ouvrage d'art placé en travers d'un cours d'eau, destiné à retenir et stocker de l'eau ou à la dériver (DELLIOU, 2003).

En Algérie, Il existe 68barrages avec une capacité de 6767 de Hm³ (Site Web, 1). Malgré leurs importances, l'étude des aspects biologiques et écologiques des barrages reste insuffisante malgré les richesses bio-écologiques qu'ils recèlent. Parmi les groupes vivants les plus abordés dans les études concernant la vie aquatique, nous citons le phytoplancton, qui représente une grande importance tant du point de vue écologie qu'économique, médical ainsi que d'autres industrielles (industrie cosmétique et des compléments alimentaires, industriel des crevettes, des mollusques et d'autres fruits de mer) (CADORET et BERNARD, 2008); et elles sont utilisées en agriculture comme engrais biologique pour la fertilisation des sols pauvres (CHADER et TOUZI, 2001).

Le phytoplancton ou plancton végétal, regroupe les algues unicellulaires photosynthétiques dont le rôle est essentiel au sein des cycles biogéochimiques et dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques puisqu'il est, entre autres, à la base des chaînes trophiques (SOURNIA, 1986).

Le phytoplancton est fortement influencé par les changements environnementaux est considéré comme étant la première communauté biologique à répondre à l'eutrophisation, spécialement dans les lacs. Ainsi, ce compartiment biologique a été proposé puis imposé par la DCE (directive cadre de l'eau ; directive européenne du 23 décembre 2000) comme élément de qualité biologique pour les lacs et est identifié aujourd'hui comme un bio-indicateur potentiel puisque répondant aux changements trophiques des masses d'eau (GROGA, 2012).

En Algérie, malgré la présence d'une multitude de plans d'eau caractérisées par des richesses biologiques, le phytoplancton n'a fait l'objet que de très peu d'études on cite Touahria(1992), Retima (1999), Chaibi (2004), Bacha 2010, Chergui et al., (2013) et El haouati et al., (2013).

Dans le premier chapitre de ce document, nous présentons une recueil bibliographique sur les réservoirs de barrage et le phytoplancton, divisé en deux parties, la première présente des généralités sur les lacs des barrages et leur importance en Algérie et la deuxième porte sur la bio-écologie du phytoplancton.

I – 1 - Historique des barrages

- **la période coloniale** : Les premiers ouvrages remontent au 19^e siècle où quelques barrages de petite taille ont été réalisés dans la partie occidentale du pays. Ces réalisations n'ont pas du tout concerné l'Est algérien. Les premiers barrages construits dans cette région le furent au milieu du 20^e siècle :

Foum El Gueiss (Khenchela) en 1939, suivi du K'sob (M'sila) en 1940 et du Zardezas (Skikda) en 1945. Cependant, les techniques de construction de l'époque n'étant pas au point, certains d'entre eux ont été vite emportés par les oueds et d'autres ont été reconstruits plusieurs fois (Cheurfas, Tlelat, Fergoug). Au moins trois raisons peuvent expliquer cela :

- 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, ce qui a fait traîner les chantiers : la construction du barrage de Djidiouia (0,7 hm³), par exemple, s'est étalée sur vingt ans (1857-1877), celui de Hamiz (14 hm³) sur 25 ans (tab N°01).

Ainsi, si le principe du barrage est simple, les conséquences de sa mise en place sont multiformes et difficiles à gérer ; cela demande une réflexion préalable, ce qui n'a, malheureusement, pas été toujours le cas.

Tab N° 01: 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

Les barrages ont donc commencé à être érigés en Algérie à partir du 19^e siècle, c'est le cas du 1^{er} 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 s'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. C'est alors que la construction de grands ouvrages fut arrêtée dans les années 1890.

Elle ne reprendra qu'à partir de 1920 et 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 (tab N° 02). Ce sont des ouvrages de grandes et moyennes capacités (excepté celui de Foum El Gueiss de petite taille) qui ont, alors, été édifiés : Oued Fodda (1932), Boughzoul (1934), Bakhadda (1936), Ghrib et Foum El Gueiss (1939), K'sob (1940), Zardezas (1945) et Beni Bahbel (1946), Bouhanifia (1948). Durant la même période, on procède à la surélévation de deux barrages de première génération : Hamiz et Cheurfas.

Tab. N° 02: 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
Foum 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

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 Bahbel, Oued Fodda, Ghrib),

* 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) soulignait 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, ce dernier n'a été achevé qu'après l'indépendance en 1965) 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'Ighil Emda, 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. Presque tous ont eu à souffrir des crues très brusques, de ces véritables « coups d'eau » qui exigent des fondations sur des roches très dures...'

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 : une période dirigiste marquée par l'absence de politique hydraulique.

La situation héritée a prévalu jusqu'au début des années 1980 et l'Algérie indépendante a donc, d'une certaine façon, reconduit la politique coloniale, puisque durant les 20 premières années, de 1962 à 1980, seuls trois nouveaux barrages ont été construits (la Cheffia en 1965, Djorf Torba en 1969, Sidi Mohamed Ben Aouda en 1970) mais qui ont porté la capacité de stockage de 910 à 1.660 hm³. Or, pendant cette période, l'héritage de l'époque coloniale n'a fait que se dégrader. En effet, l'envasement, à lui seul, faisait perdre, annuellement, à ces barrages 2 à 3 % de leur capacité utile. Il fallait donc, afin de préserver ce potentiel, soit surélevé l'ouvrage (Zardezas en 1974, Ksob en 1977), soit procédé à leur dévasement, opération excessivement onéreuse et, qui plus est, immobilise le barrage durant les travaux, ce qui n'est pas sans préjudice pour les utilisateurs, soit enfin les reconstruire entièrement (Fergoug et Cheurfas). C'est durant cette même période que le Maroc s'est engagé dans une politique hydraulique de grande envergure. Pas moins de 19 barrages furent mis en eau entre 1961 et 1980, dont 6 pour la seule année 1978. Plusieurs sont de très grande taille : El Massira, Mohamed V, Oued el Makhazine. La capacité théoriquement régularisable, des barrages marocains, est de 9,5 km³ ce qui représente 59 % du potentiel mobilisable (16 km³).

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.

-1980-1999 : le réveil hydraulique : A partir des années 1980, et suite à une longue période de sécheresse, le pays a opté pour une politique plus hardie qui s'est manifestée par une dynamique dans le secteur de l'hydraulique sans précédent. 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. Le résultat de cette politique est une relance spectaculaire des réalisations de barrages par le redémarrage des chantiers longtemps mis en veille. Il s'en est suivi la réalisation de 19 barrages en à peine 10 ans (1980-1990), la période prolifique est celle située entre 1985 et 1989 où pas moins de 15 barrages sont entrés en service, soit 3 barrages par an, portant le total à 37 ouvrages et un volume de stockage égal à 3,9 milliards de m³. 11 se situaient à l'ouest, 9 dans le Cheliff, 7 au centre et 10 à l'est.

La décennie 1990-2000 a connu un fléchissement important dû à deux raisons essentiellement, l'une sécuritaire rendant les travaux trop risqués pour les ouvriers, aussi bien les étrangers que les nationaux, l'autre financière quand le pays connaissait d'énormes difficultés d'apport de capitaux. Le résultat est que seuls 7 barrages furent mis en service.

- A partir de 2000 : L'augmentation de la cadence des réalisations et le recours aux nouvelles technologies :

Le second réveil ‘hydraulique’ ou la nouvelle prise de conscience du réel danger qui menace le pays tout entier ne s’est effectivement opéré qu’après la crise de 2002 qui avait réveillé les esprits et fait que la cadence, grâce à l’embellie financière découlant de l’importante flambée des prix du pétrole, a été augmentée entre 2000 et 2006 puisque pas moins de 13 barrages furent mis en eau. Ainsi, chaque année 1 ou 2 barrages sont mis en service donnant, en 2009, 60 barrages 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. Ce sont des ouvrages qui atteignent rarement les 300 millions de m³. 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 cas par 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 (162 km³).

Tab n° 03: évolution et répartition des barrages par période de réalisation et par régions

	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

Cette répartition fait ressortir que l’évolution du nombre des barrages, est beaucoup plus en faveur de la région Est qui a connu pas moins de 10 réalisations depuis 1980, suivi par celles de l’Ouest et du centre avec 5 ouvrages, et enfin la région du Cheliff avec 3 réalisations seulement.

Ce basculement de situation, qui était plutôt favorable à l’Ouest, est également perceptible à travers la capacité des barrages. Si au lendemain de l’indépendance, la capacité théorique était beaucoup plus importante à l’Ouest, elle est désormais du domaine de la région Est qui est de l’ordre de 36 % quant l’Ouest se contente de 30 % de capacité estimée. Cet avantage est également lisible à travers le taux de remplissage qui est, pour la moyenne des 9 années, de plus de 62 % pour la région Est et de seulement 29 % pour la région Ouest.

D’autres barrages sont en construction ou en projet. Cependant, ces efforts considérables, même s’ils ont déjà donné des résultats appréciables, améliorant ici ou là la satisfaction des besoins, ne permettent pas de rattraper le retard dramatique que le pays a accumulé car la montée des besoins – notamment agricoles et urbains – est si vertigineuse que l’on peut difficilement se montrer optimiste. Ce dilemme a incité les pouvoirs publics, embellie financière aidant, à recourir aux nouvelles technologies que sont les transferts, la régénération des eaux usées, l’interconnexion des barrages et surtout le dessalement de l’eau

de mer. On peut recenser au moins deux raisons pour expliquer ce réveil ou ce revirement de la politique hydraulique:

- le niveau trop élevé de la dépendance alimentaire et un niveau critique de la pénurie d'eau dans les villes algériennes,
- une stagnation excessive du secteur agricole constitue une limite au développement industriel.

Chronologie des barrages mis en eau de l'Algérie indépendante:

Chronologiquement, après le réveil hydraulique (Tab N° 04), on note la mise en eau de pas moins de 4 barrages en 1984 : Deurdeur, Harraza (Ain Defla), Guenitra (Skikda) et Merdja Sidi Abed (Relizane). L'année suivante, 4 autres sont venus renforcer le parc barrage avec le Bouroumi (Blida), Lekehal (Bouira), Keddara (Boumerdes) et Sidi Yacoub (Chlef).

En 1986, le barrage de Ain Zada est entré en service. Destiné initialement à l'irrigation, il fut ensuite détourné pour l'alimentation des deux grandes agglomérations de la région (Sétif et Bordj Bou Arréridj). L'ouest du pays s'est vu doté d'un nouveau barrage le Ouizert (Mascara).

En 1987, c'est au tour du barrage de Hammam Grouz qui est venu étancher la soif de Constantine, de Ain Dalia pour approvisionner en eau la ville de Souk Ahras, de Hammam Debagh pour irriguer le périmètre de Guelma-Boucheougouf d'une superficie de 13.000 ha et de Dahmouni pour alimenter Tiaret.

La région ouest et la région centre bénéficieront, entre 1988 et 1992, de pas moins de 6 barrages (Sidi Abdelli, Gargar, Ladrat, Boukerdoune, Cheurfas 2, Beni Amrane). Quant la région du Cheliff n'en bénéficiera que d'un seul, le Bougara.

C'est en 1993 que Collo, pour son périmètre de 1.200 ha et sa population, bénéficie de son barrage, le Beni Zid. En 1995, ce sont les barrages Foug El Khangua et de Babar qui seront chargés de l'irrigation des périmètres de Souk Ahras et de Khenchela. Le barrage de Mexa, mis en service en 1999, sert à l'irrigation d'un périmètre de 15.000 ha et à l'alimentation en eau potable de Annaba et de Tarf. Il a été construit juste après la confluence de trois cours d'eau qui constituent l'Oued El Kebir, dont 2 drainent des eaux tunisiennes. C'est cette proximité de la frontière qui a posé problème à ce barrage, car par suite d'un désaccord avec la Tunisie, il a fallu réduire sa capacité initiale des 2/3. En 2000, c'est le barrage de la Fontaine des gazelles qui a été mis en exploitation pour irriguer la plaine d'El Outaya (Biskra) pour répondre à son ambitieux programme de développement agricole dans une région subdésertique.

L'année 2001 a vu la mise en eau du barrage de Zit Emba, pour l'irrigation d'un périmètre de 7.000 ha situé dans la plaine de Skikda. La même année, avec trois années de retard, Tizi Ouzou s'est vue dotée d'un barrage, le Taksebt, pour ses besoins et ceux d'Alger. C'est en 2002 qu'est mis en service le barrage de Agrem pour répondre aux besoins en alimentation en eau potable de Jijel et irriguer la plaine de Jijel - Taher (4.800 ha).

L'année suivante, 2003, c'est au tour des Aurès de bénéficier du barrage de Koudiat Medaour, pour l'AEP et l'irrigation. La même année verra la réception tant attendu, notamment par les six wilayas concernées, du plus grand barrage algérien (960 millions de mètres cubes, revus aujourd'hui à 795 Hm³), sur le Kebir Rhumel, le Beni Haroun, dans la wilaya de Mila. Beaucoup d'espoirs reposent sur cet édifice.

Le barrage de Tilesdit (Bouira), est venu soulager, un tant soit peu, la région centre. Ceux de Sekkak et Kramis ont conforté la région ouest et le barrage de Koudiat Rosfa la wilaya de Tissemsilt en 2004. Enfin, la région du Chelif s'est dotée de son douzième barrage (Sidi Mohamed Bou Taiba) au début de l'année 2006.

Tab N° 04: historique de la mise en service des barrages algériens

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	Ouzert	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	Hamмам 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

Source : ANBT et al.

S : surélévation (1) n'est pas destiné à l'irrigation mais à écrêter les crues de l'oued Nahr Ouassel et à protéger ainsi les installations d'aval (COTE, 1996)

* fut l'un des premiers barrages de l'époque coloniale et a connu des avatars (ruptures par 2 fois) reconstruit en 1970 pour augmenter sa capacité.

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).

Aujourd'hui, le nombre et la capacité initiale des barrages mis en service ont sensiblement augmentés puisque les 57 ouvrages 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 (Tab N° 05). Si l'on ajoute les retenues gérées par l'ANRH et qui sont considérés comme des barrages, on atteint les 110 unités. 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 Bouzid., 2010) (Figure 1).

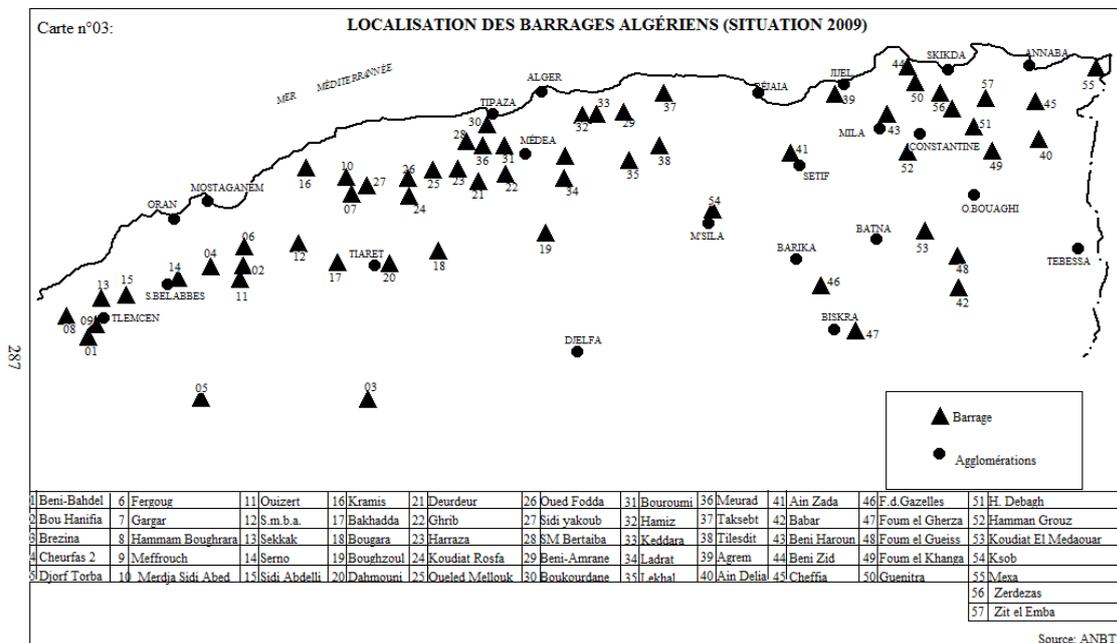


Figure 1 : Localisation des barrages en Algérie

Tab N° 05: Importance des barrages algériens en termes de capacité initiale (situation au 1^{er} trimestre 2009).

capacité (hm3)	Nombre	Capacité totale (hm3)	% Capacité
>200	8	2.838	44.02
151-200	6	1.032	16.00
101-150	8	985.1	15.27
50-100	15	1.060.4	16.45
<50	20	532.38	08.26
Total	57	6.447.88	100.0

I – 2 - Généralités sur les lacs des barrages et leur importance en Algérie

I – 2 - 1. Définition

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

I – 2 – 2 – Historique :

Les barrages ne sont pas nouveaux: on en construit depuis des milliers d'années pour maîtriser les crues et assurer l'approvisionnement en eau pour la consommation, l'irrigation et plus récemment, l'industrie. A partir de 1950, un nombre croissant de barrages a été construits au fur et à mesure de la croissance démographique et du développement économique. Dans le monde au moins 45 000 grands barrages ont été construits pour satisfaire les besoins en eau et en énergie (ANONYME, 2000a) (Figure.2).

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

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

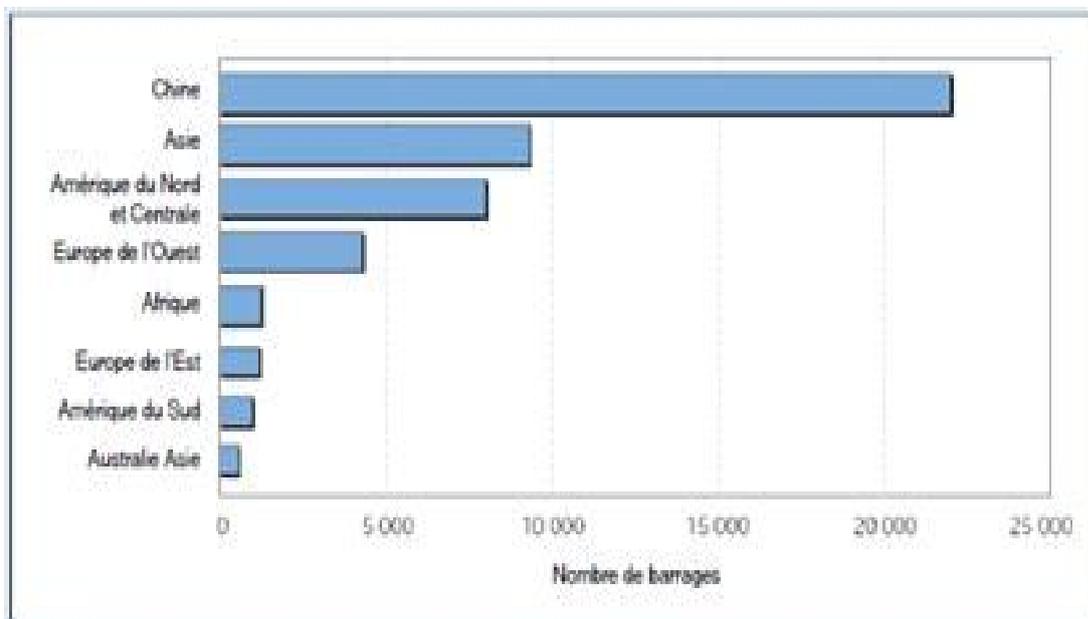


Figure 2 : Répartition régionale des grands barrages à la fin du 20ème siècle (ANONYME, 2000).

I – 2 – 3 - Intérêt et conséquences environnementales

Entre les années 1930 et les années 1970, période où la construction de grands barrages étaient à son apogée, ces ouvrages étaient, pour beaucoup de gens, synonymes de développement et de progrès économiques. L'hydroélectricité, l'irrigation, l'alimentation en eau potable et la maîtrise des crues étaient largement considérées comme des raisons suffisantes pour justifier les importants investissements nécessaires. Les autres avantages cités pour justifier la construction de barrage sont : la prospérité économique résultant des cultures irriguées, l'électrification des zones rurales et le développement des infrastructures physiques et sociales telles que les routes et les écoles (ANONYME, 2000).

Toutefois, plus un projet est ambitieux, plus ses conséquences sont lourdes. La construction de barrages permet de réguler le débit d'un fleuve, diminuant ainsi les écarts de flux et donc l'intensité des crues et des sécheresses. Cette régulation par les barrages modifie le mode d'écoulement naturel des rivières. L'augmentation probable du flux moyen en aval en saison sèche peut inonder de manière permanente des écosystèmes importants, tandis qu'une diminution des flux pendant la saison humide peut nuire à la productivité biologique de petites plaines inondables (ARNAUDET *et al.*, 2013).

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

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

I – 2 – 4 - Les types de barrages

* **Les barrages poids** : De forme massive et triangulaire, résistent à la poussée de l'eau grâce à leur poids (DELLIOU, 2008) (Figure. 2A).

* **Les barrages voûtes** : De forme arquée, profitent de leur forme pour reporter la poussée de l'eau vers le rocher des rives (DELLIOU, 2008) (Figure. 2B).

* **les barrages à contreforts** : Sont constitués d'une série de murs (les contreforts) construits dans la vallée parallèlement à l'axe de la rivière, l'espace entre les contreforts étant bouché par une dalle en béton, une voûte (DELLIOU, 2008) (Figure. 2C).

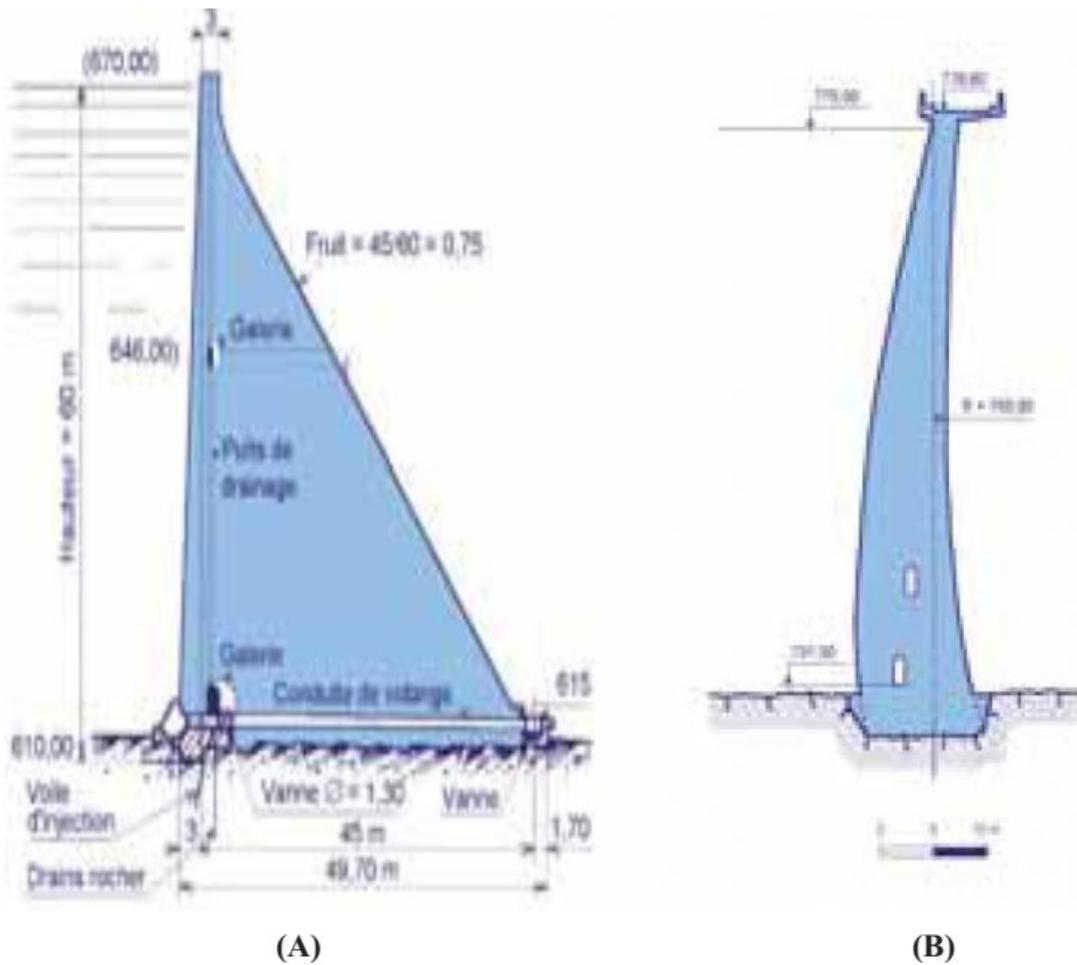
* **Les barrages en remblai** peuvent être :

- **en terre homogène** : le barrage est réalisé en terre compactée suffisamment imperméable en elle même, parfois complété par des tapis, des cheminées ou de cordons drainants. De nombreux petits barrages retenant un étang sont construits en terre imperméable (DELLIOU, 2008) (Figure.3A).

- **à masque amont étanche** : le barrage, souvent en enrochement, est étanché à l'amont par un masque étanche réalisé en béton armé ou en béton bitumineux (DELLIOU, 2008) (Figure.3B).

- **zonés**, avec un noyau central étanche réalisé en terre argileuse et encadré par des remblais plus perméables en enrochements (DELLIOU, 2008) (Figure.3C).

Les organes d'évacuation des crues qui sont des organes de sécurité essentiels permettent enfin de préciser le type de barrages (DELLIOU, 2008).



(C)

Figure 03 : Coupe type d'un barrage poids (A), barrage voûte (B), photo d'un barrage à contrefort « barrage de Girottes » (C), (DELLIOU, 2008).

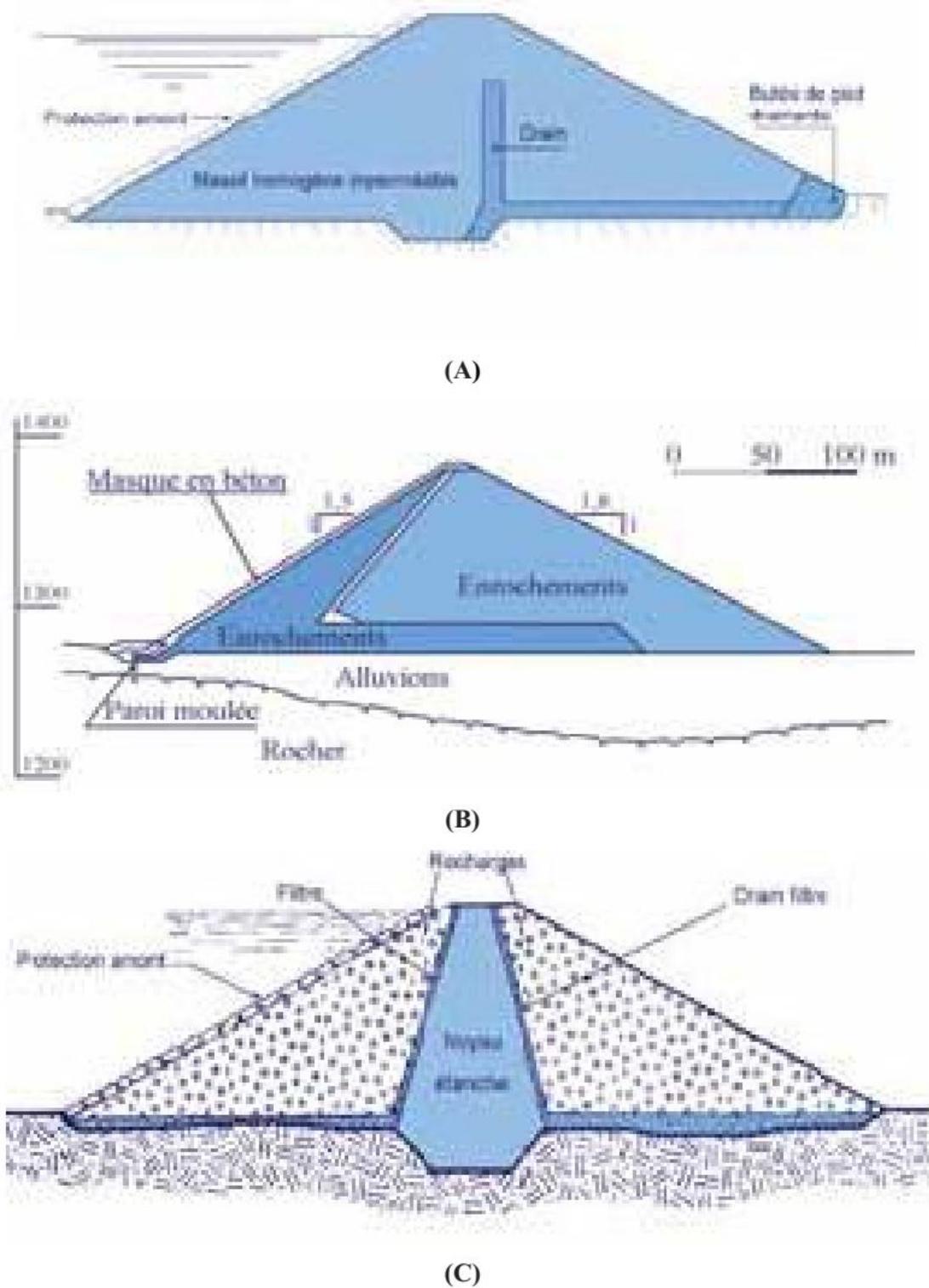


Figure 04 : Coupe d'un barrage en terre homogène (A), à masque amont étanche (B), zoné (C), (DELLIOU, 2008).

I – 2 – 5- Les lacs barrages en Algérie

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

I – 2 – 5- 1- Principaux lacs barrages

Les principaux lacs barrages en Algérie sont rapportés dans le tableau ci-dessous (Tab N° 06).

Tab. N° 06 : Principaux lacs barrage en Algérie

Nom	Wilaya	Capacité (Hm ³)	Hauteur (m)
Beni Haroun	Mila	960	121
Koudiet Acerdoune	Bouira	640	121
Gargar	Relizane	358	90
Sidi Yacoub	Chlef	253	87
H. Debagh	Guelma	184	93
Bouroumi	Blida	181	100
Taksebt	Tizi ousou	181	76
H. Boughrara	Tlemcen	175	85
Tilesdit	Bouira	164	65
Cheffia	El Taraf	159	51

ANBT, (sd)

I – 2 – 5- 2- Intérêt et utilisation des barrages

Selon **DELLIOU (2008)**, les barrages peuvent être construits pour plusieurs objectifs :

- produire de l'électricité à partir d'une énergie renouvelable, celle de l'eau, avec des usines hydroélectriques accolées au barrage ou situées plus bas dans la vallée et alimentées par des conduites forcées ;
- créer des réserves d'eau pour l'alimentation en eau potable des villes. L'eau peut également être nécessaire pour des besoins industriels ;
- irriguer des zones agricoles ayant de gros besoins en eau lors des périodes sèches ;
- alimenter en eau les canaux ;
- maintenir dans les rivières un débit minimum suffisant lors des étiages, pour assurer à la fois une qualité écologique satisfaisante des rivières et permettre les prélèvements par pompage à l'aval (pour des besoins d'alimentation en eau, d'irrigation...) ;
- réduire l'effet des crues en retardant l'eau grâce au stockage dans la retenue qui se remplit pour la relâcher après le passage de la crue.

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

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

I – 2 – 5- 3- Méthodes de gestion et de suivi des barrages en Algérie

La nouvelle politique de restructuration et de réorganisation du secteur de l'eau en Algérie a introduit des changements au niveau du ministère des ressources en eau, où les services sont passés d'un statut d'administration publique à un statut d'établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC). C'est ainsi, que l'Agence Nationale des Barrages (ANB) est devenue l'Agence Nationale des Barrages et des Transferts (ANBT), l'agence de gestion des infrastructures d'irrigation et de drainage (AGID) est devenue l'office national d'irrigation et de drainage (ONID) et devra regrouper l'ensemble des Offices des Périmètres Irrigués (OPI), quant à l'Algérienne Des Eaux (ADE), elle devra créer de petites sociétés par actions (SPA) qui vont gérer les eaux des grandes villes (TOUATI, 2010).

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

La deuxième phase, l'auscultation est représentée par :

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

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

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

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

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

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

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

CHAPITRE II :
Matériels
Et Méthodes

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES

1 - La zone d'étude:

La zone sur laquelle porte notre étude se situe en Algérie Occidentale (le Nord-Ouest Algérien). Le milieu d'étude est partagé au Nord entre les wilayas de Tlemcen, AinTémouchent et Oran, au Sud entre les wilayas de Tlemcen et Naâma (Chott EL-Gharbi). La zone d'étude s'installe entre les latitudes, de 33°50'et 35°5' Nord et les longitudes de 0°30'et 2°10' Ouest. Géographiquement, la zone d'étude est divisée naturellement en deux régions :

Zone Nord: Elle est située entre les monts des Traras au Nord-Ouest et Djebel Murdjadjo au Nord-est d'une part, et entre les monts de Tlemcen au Sud-ouest et les monts du Tessala auSud-est d'autre part.

Zone Sud: Elle fait partie des hautes plaines steppiques, et plus précisément de la région du Chott-El-Gharbi, qui est ouverte au Nord sur les chaînons des monts de Tlemcen (Djebel ElAbed et Djebel Mekaïdou). Elle est limitée au Sud par l'Atlas Saharien formé par le Djebel ElArar, Djebel Kerrouch et Djebel Bou-Amoud. Le Chott Echergui limite Mécheria à l'Est.

La partie centrale est formée de cuvettes. Les agglomérations de Mekmen Benamar, Oglet Abdelmoula et El- Kasdir s'insèrent dans cette zone. Cette région est abritée des influences atlantiques par le moyen Atlas marocain et des influences méditerranéennes par l'Atlas tellien; mais elle est en contact direct avec les influences sahariennes par la présence de certains passages qu'offre l'Atlas saharien(RACHIDA, 2017).

La region oranise qui compte les sept wilaya oran, tlemcen, ain temouchent, Sidi bel abbes, mostaganem mascara et saida (fig: 1) (Djamila, 2008).

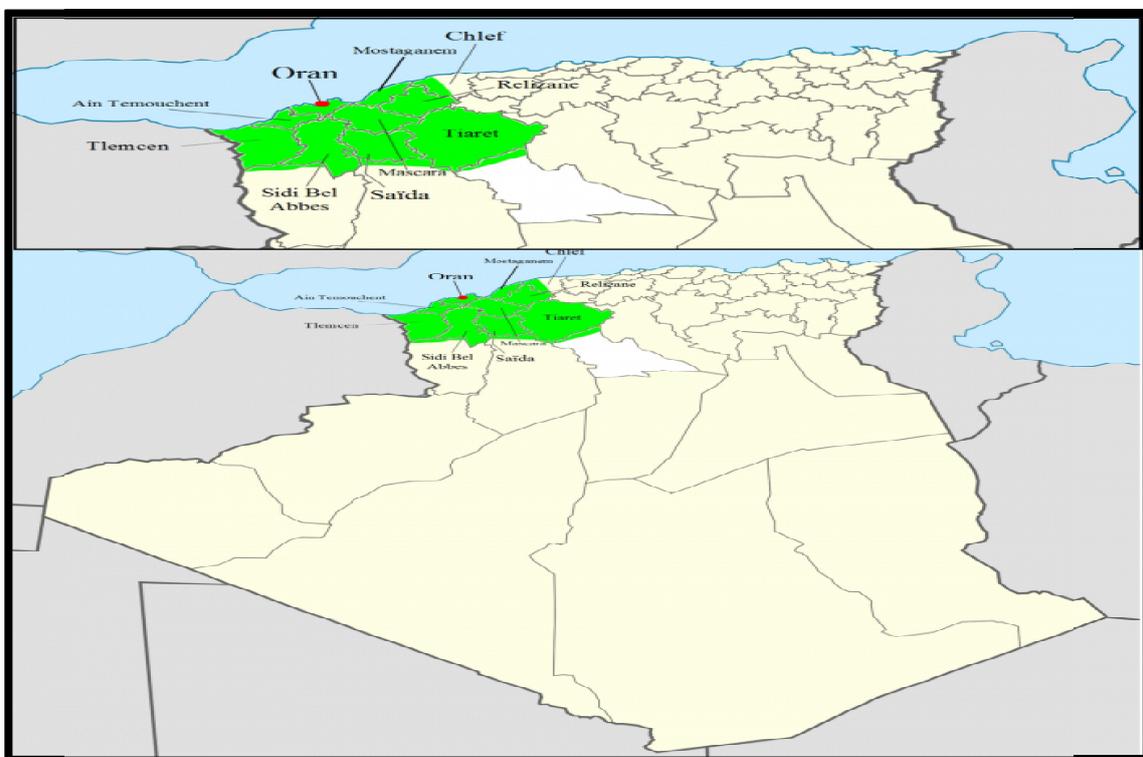


Figure 05 : situation géographique de la zone d'étude (Oranie)

2 - Etude des caractéristiques des eaux des barrages du l'ouest de l'Algérie:

l'Etude de la qualité des eaux des barrages du l'ouest de l'Algérie portera sur 21 barrages en exploitation qui font l'objet d'un suivi de qualité par l'ANRH et qui sont cités dans le tableau suivant (Tab N° 07) :

Tab N° 07 : principaux barrages de l'Ouest Algérien

Non barrage	Localisation	capacité de stockage	Utilisation	Volume
Barrage du fergoug	Le barrage fergoug est situe a 11km de la ville de mohammadia en aval de l'oued el hammam	18	Un volume réserve exclusivement a l'irrigation des orangeraias et autres cultures.	0,634
Barrage de Bou hanifia	Situe en amont de l'oued el hammam (nord-nord-est) a3 3km en amont de bouhanifia a 25 km au sud-ouest de mascara	7 3	Pour l'irrigation de la région de hacine mohammadia , Oran et arzew -l'alimentation en eau potable -le transfert des eaux vers le barrage de fergoug pour l'alimentation en eau potable des localités de mohammadia et sig	21,010
Barrage de sisi m'hamed ben ouda	Situe a 3km au sud du village de même nom dans la wilaya de relizane	241million hm3(1978) 153 million hm3 (aujourd'hui)	Répondre aux besoins d'approvisionnement en eau potable des ville en aval (relizane)et aux besoins agricoles par le développement de l'irrigation sur un périmètre de 23000h situes dans la plaine de la mina	45,878
Barrage merdja sisi abed	Situe dans la wilaya de relizane en bordure de la route nationale N°4 entre la ville de l'oued-rhiou a l'ouest et la ville de bou kadir a l'est	47	L'irrigation de la plaine du bas cheliff en,derivant les eaux circulant dans le canal par gravitation	45hm3
Barragede ouizert	Situe au nord-ouest de l'Algérie dans la wilaya de mascara a 12km au sud de la ville d'ain fekan	100	Il a pour but de stocker les eau de l'oued sahouat a l'aval a 5km de la ville de ouizert pour transférer ver le barrage de bouhanifia de renforcer l'irrigation	23,725
Barrage gargar	Situe a 5 km au sud – ouest de la ville de oued rhiou dans le territoire de la wilaya de relizane	450 hm ³ .	Satisfaire les besoins en eau d'irrigation des vergers de relizane -l'alimentation en eau potable de la ville d'oran	311,522

Barrage de cheurfa	Situe a 65kmau nord de la ville de mascara et a 50 km au sud-est d'Oran a proximité de la ville desig	83	Il est destine a l'irrigation des périmètres agricoles de la plaine de sig	45
Barrage hammam bouhrara	Se trouve a 13 km a l'est de la ville d maghnia (w, tlemcen) il situe sur l'oued tafna dans la partie ouest de l'algerie a frontière marocaine	177	-L'alimentation en eau potable de la région de maghnia -le transfert vers oran via le djebel zioua estime a 23,6 hm ³ /an -l'irrigation de la plaine de tafna estimée a 25,4hm ³ /an	70
Barrage beni bahdel	Situe sur le bassin versant de l'oued tafna	63	L'alimentation en eau potable des villes d'oran et de mers el kebir	29
Barrage mefrouche	Se trouve a 1100m d'altitude a 8km de tlemcen	15	-l'alimentation en eaupotable de la ville de tlemcen appoint aux irrigation locales -complement d'eau potable et industrielle pour l'agglomération oranaise	10
Barrage de sidi abdelli	Situe sur l'oued lsser 2,5 km au nord du chef lieu de la commune de sidi abdelli a 08 km de l'est /nord de la daira de ben sakrane et 34 km de l'ouest /nord de la ville de wilaya de tlemcen	110	L'alimentation en eau potable de la ville d'Oran ,sidi-belabess et exceptionnellement la ville d'Ain-Temouchent -l'irrigation de la vallee située a l'aval du barrage	40
Barrage de bakhadda	Situe au nord de l'Algérie a 25km a l'ouest de la ville de tiaret	39,940	-L'irrigation de la plaine de relizane -l'alimentation en eau potable de rouina et draa sfa	37,031

Barrage de sarno	Situe a 3,5km a l'amont du confluent de l'oued sarno avec l'oued mekerra et a 2,5 km environ du village de sidi hamadouche	22	Il est destine a l'alimentation en eau potable de la région de sidi hamadouche et dlahim (sidi belabbes	10hm ³
Barrage de dzioua		13,00		25
Barrage de sekkak (Ain youcef)	Situe sur l'oued sekkak à la hauteur de gaaadet boukaben a environ 1km du village d'ain youcef	27	Il est destine a l'alimentation en eau potable de la ville de tlemcen et l'irrigation de la plaine de hennaya	23
Barrage de kramis	Situe sur l'oued kramis a la confluence des oueds nekmaria et kramis quelques kilomètres avant que celui-ci ne se jette dans la mer	45	Il est destiné à l'alimentation en eau potable de la ville achaacha , boughanem , nekmaria ,khadra , sidi lakhdar et la zone d'extension dahra et l'irrigation de 4300ha	16
Barrage de dahmouni	Situe a la proximité des villes de dahmouni et 15 km de la ville de tiaret dans la wilaya dans la wilaya de tiaret	39,520	-l'alimentation en eau potable et industrielle de la ville de tiarte -l'irrigation de cette région de façon a aider son développement agricole	0n
Chelif	Situe sur l'oued Chélif en face du douar beni ifren 500 m en aval de la confluence de l'oued kheir le sit du barrage se trouve a environ 30 km au nord –est de Mostaganem	50,000	Il est destine a renforcer les besoins en eau potable et industrielle des localités situes dans la couloir Mostaganem ,arzew, Oran	49,560
Barrage reservoir de kerrada	Situe sur la rive droite du Chélif a 8,2km du barrage de dérivation sur la ville de sidi ali dans la wilaya de mostaganem	65,000	Il est destine a l'alimentation en eau potable du couloir MAO	55,415
Barrage bougara	Situe au nord de l'Algérie à une dizaine de km de la ville de tissemsilt	13	Il est destine a l'irrigation des plaines de tiaret et tissemsilt	36h m ³
Barrage de koudiat rosfa	Situe dans la wilaya de tissemsilt sur l'oued fodda a environ 18km en amont du barrage implante entre la commune de beni –chaib et sidi –slimane sur le cw 05 a 40 km au nord ouest du chef lieu de la wilaya	75,00	Il destine a : -l'alimentation en eau potable de la ville de tissemsilt (15mm ³ /an) -l'irrigation via le barrage oued fodda des périmètres en aval (6km ³ /an)	69 ;399

3 - climat de la région d'étude :

Le climat est l'ensemble des phénomènes météorologiques: température, pression atmosphérique, précipitations, vent... qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère et son évolution en un lieu donné (**RACHIDA, 2017**).

La pluviométrie est parmi les principales composantes du climat qui contribue à la désertification des zones arides. L'aridité, est une conséquence d'un déficit de précipitations par rapport à l'évapotranspiration durant une période plus ou moins longue.

Le climat de la zone d'étude est de type méditerranéen, avec deux étages bioclimatiques bien distincts et qui sont: le semi-aride et l'aride, caractérisé par deux saisons:

Saison hivernale: courte et froide, elle s'étale de Novembre à Mars, et caractérisée par l'irrégularité pluviométrique.

Saison estivale: longue et sèche, elle est caractérisée par la moyenne des précipitations et de fortes chaleurs et s'étale sur 6 à 7 mois, pour la zone Nord et de 8 à 9 mois pour la zone sud.

Nous remarquons que la phase la plus arrosée se situe entre le mois de Novembre et décembre sur les deux périodes et pour les deux zones Nord et Sud.

Le mois de Juillet reste le plus sec pour les deux périodes. Pour la zone Nord, le régime saisonnier est de type H A P E, on remarque que les précipitations importantes sont celles qui tombent en hiver.

Pour la zone Sud, le régime saisonnier est de type A P H E, les pluies d'Automne sont Les plus importantes, celles de l'hiver et du Printemps sont rapprochées.

Nous remarquons aussi une amplitude thermique élevée pour la zone Sud (entre 33°C et 42°C), alors que pour la zone Nord, elle ne dépasse pas les 29°C (**RACHIDA, 2017**).

4 - méthodes :

4- 1- L'analyse de l'eau

D'une façon générale il faut savoir que l'eau est un solvant naturel. Une eau peut être sulfureuse, ferreuse ou calcaire, ce qui change son goût et son odeur. Elle peut aussi être polluée par des résidus industriels, des pesticides ou des fertilisants. Dans ce cas, L'étude de l'eau a pour objet de déterminer ses possibilités d'utilisation d'où elle comporte une analyse physico-chimique et un examen bactériologique (**MEKHLOUFI & OUANOUCHE, 2017**).

4 - 1 - 1 - pH : Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau c'est-à-dire de la concentration en ions d'hydrogène (H⁺). Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Dans le domaine de l'eau, le pH joue un rôle primordial à la fois dans :

- Les propriétés physico-chimiques (acidité, agressivité).

- Les processus biologiques dont certains exigent des limites très étroites de pH (**yagoubia, 2019**).

4 - 1 - 2 - Résidu sec (Rs) : Le résidu sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (le taux des éléments minéraux). Suivant le domaine d'origine de l'eau cette teneur peut varier de moins de 100 mg/l (eaux provenant de massifs cristallins) à plus de 1000 mg/l (**Assia & Rania, 2017**).

4 - 1 - 3 - Oxygène dissous : Les concentrations en oxygène dissous, constituent avec les valeurs de pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique. L'oxygène dissous dans les eaux de surface, provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques.

La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs; tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments.

Cette concentration dépend également de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau.

Une valeur d'oxygène inférieure à 1 mg d'O₂ par litre d'eau, indique un état proche de l'anaérobiose.

Cet état se produit lorsque les processus d'oxydation des déchets minéraux, de la matière organique et des nutriments consomment plus d'oxygène que celui disponible. Une faible teneur en oxygène dissous provoque une augmentation de la solubilité des éléments toxiques qui se libèrent des sédiments (**Assia & Rania, 2017**)

4 - 1 -4 - Nitrate (NO₃-) : Les nitrates NO₃- présents dans le sol, dans les eaux superficielles et souterraines résultent de la décomposition naturelle, par des microorganismes, de matière organique azotée telle que les protéines végétales, animales et les excréments animaux. L'ion ammonium formé est oxydé en nitrates. La présence de nitrates dans l'environnement est une conséquence naturelle du cycle de l'azote (**MEKHLOUFI & OUANOUCHE, 2017**).

4 - 1 -5 - Nitrites (NO₂-) : Les nitrites NO₂- proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates. Une eau renferme une quantité élevée de nitrites (supérieur à 1 mg/l d'eau) (**MEKHLOUFI & OUANOUCHE, 2017**).

4 - 1 -6 - L'Azote ammoniacal (NH₄⁺) : L'azote ammoniacal est fréquent dans les eaux superficielles. Il a pour origine la matière organique végétale et animale des cours d'eau. La nitrification des ions ammonium se fait en milieu aérobie faible. En général, l'ammonium se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation bactérienne. L'ammonium en lui-même n'est pas nuisible. Lorsque le pH augmente, on retrouve de l'ammoniac, qui est un gaz soluble dans l'eau et toxique pour la vie aquatique. Des problèmes apparaissent à partir d'une concentration de 0,1 mg NH₃⁺/l (**Kenza, 2016**).

4 - 1 - 7- Phosphate (PO₄³⁻) : Les ions phosphates contenus dans les eaux de surface ou dans les nappes peuvent être d'origine naturelle : décomposition de la matière organique ; lessivage des minéraux, ou due aussi aux rejets industriels (agroalimentaire...etc.), domestiques (poly-phosphate des détergents), engrais (pesticides...etc.) (**MEKHLOUFI & OUANOUCHE, 2017**).

Le contenu en phosphore total comprend non seulement les orthophosphates mais également les polyphosphates et les phosphates organiques. L'eutrophisation peut se manifester à des concentrations relativement basses en phosphates (50 µg P/l) (**kenza,2016**).

4 - 1 -8 - Demande biochimique en oxygène (DBO): DBO est considérée parmi les mesures globales qui permettent de caractériser les eaux résiduaires et les eaux de surface. La demande biochimique en oxygène en 5 jours (DBO₅), à 20°C et à l'obscurité. Le rejet des matières organiques fermentescibles par un émissaire d'égout, par exemple, provoque immédiatement une déplétion de la teneur en oxygène issus par dégradation sous l'action des bactéries aérobies, qui va s'atténuer dans le sens du courant (**kenza,2016**).

4 - 1 - 9- Demande chimique en oxygène (DCO) : La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une oxydation complète des matières organiques et minérales présentes dans l'eau. Certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et

d'ammonium (**kenza,2016**).

4 - 1 –10 - Matières organiques (MO): Mesure l'oxydation chimique des matières organiques en milieu acide et à chaud par les permanganates de potassium.

Les matières organiques susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborés sous l'influence des microorganismes.

L'inconvénient des matières organiques est de favoriser l'apparition de mauvais goût qui pourra être augmentés par la chloration. Une eau riche en matière organique doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique. Leur teneur est appréciée, le plus souvent, par des tests tels que la réduction du permanganate de potassium en milieu acide et en milieu alcalin.

Les eaux très pures ont généralement une consommation en oxygène inférieur à 1 mg/l (**Assia & Rania, 2017**).

CHAPITRE III :
Résultats et
discussions

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

L'objectif de cette étude, c'est l'exploitation des données de l'ANRH de moi d'août 2018. Afin d'évaluer la qualité physico-chimiques des 21 barrages de l'ouest.

1 - Qualité physico-chimiques des 21 barrages de l'ouest (Oranie):

La connaissance des paramètres physico-chimiques fait partie de l'ensemble des informations dont doivent disposer tout ceux qui sont amenés à évaluer la qualité de l'eau afin de prendre des décisions d'actions dans de nombreux domaines. On peut citer à titre d'exemple les domaines de la santé pour la surveillance de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine et de l'environnement pour la prévention vis-à-vis des polluants. (HARRAT, 2007).

Les résultats sont présentés dans le tableau 08 ;

- les valeurs du pH a une moyenne de 7,7085 mg/l avec un Ecart-type égal 0,38675812 mg/l
- la teneur en Résidu sec a une moyenne de 1316 mg/l avec un Ecart-type égal 601,667857mg/l
- La DBO5 connaît des valeurs en baisse ; avec une moyenne 6,735 mg/l traduisent une eau de moyenne qualité avec un Ecart-type égal 7,32474357 mg/l
- la moyenne de DCO égale a 31,8421053 mg/l est considéré moyenne qualité avec un Ecart type égal 24,7594273mg/l
- le valeur de matières organique (MO) atteint 12,88 mg/l traduisent une eau de mauvais qualité avec un Ecart-type égal 21,6850567 mg/l.
- la teneur en Résidu sec été de 1316mg/l avec un Ecart-type égal 601,667857 mg /l
- la valeur de O2 dissous égale a 96,185 mg/l. traduisent une eau de bonne qualité avec un Ecart-type égal 23,4656137mg/l.
- le taux de NH4 a une moyenne de 0,511 mg/l, traduisent une eau de mauvais qualité avec un Ecart-type égal 0,84530219 mg/l.
- la concentration de Nitrites de 0,1945 mg/l, considéré mauvais qualité avec un Ecart-type égal 0,44770144 mg/l.
- la concentration de nitrate de 4,7 mg/l considéré bonne qualité avec un Ecart-type égal 3,35763074mg/l.
- la concentration de PO4 de 0,0895 mg/l traduisent une eau de moyenne qualité avec un Ecart-type égal 0,08852445 mg/l

Tab N 08: Résultats des paramètres physico – chimiques de l'eau du barrages de l'ouest algérien (moyenne, écart type,)

Paramètres	PH	DBO mg/l	DCO mg /l	MO mg/l	O2 dis %	NH4 mg /l	NO2 mg/l	NO3 mg/l	PO4 mg/l	R sec mg/l
Moyenne ± Ecart-type	7,7085 ± 0,3867 5812	6,735 ± 7,3247 4357	31,842 1053 ± 24,759 4273	12,88 ± 21,685 0567	96,185 ± 23,465 6137	0,511 ± 0,8453 0219	0,1945 ± 0,447701 44	4,7 ± 3,357630 74	0,0895 ± 0,0885 2445	1316 ± 601,6678 57

1 – 1 - Analyse physico –chimiques :

1 – 1 – 1 - Potentiel d'hydrogène (Ph):

Les valeurs de pH des eaux échantillonnées apparaissent légèrement basique dans 5 barrage et quasiment neutre au niveau des 15 barrages Ils varient entre 7 et 8,73 dont la maximale est enregistrée au Barrage hammam boughrara qui est ou dessus de la ligne de moyenne et la minimale est enregistrée au niveau de Barrage de ouizert et bougara.

D'après la **figure 06** les eaux échantillonnées sont caractérisées par un ph alcalines. Ces résultats (figure 06 et tableau) montrent que les valeurs du pH sont légèrement variée ce qui reflète clairement l'influence de la nature géologique du bassin versant sur la composition chimique des eaux. Ces variations du pH peuvent être expliquées également par phénomènes de dilution qui peuvent intervenir sur les valeurs du pH des milieux aquatiques, ou par l'influence des eaux de ruissellements chargé généralement de diverses matières aux origines différentes. (Aicha, 2018).

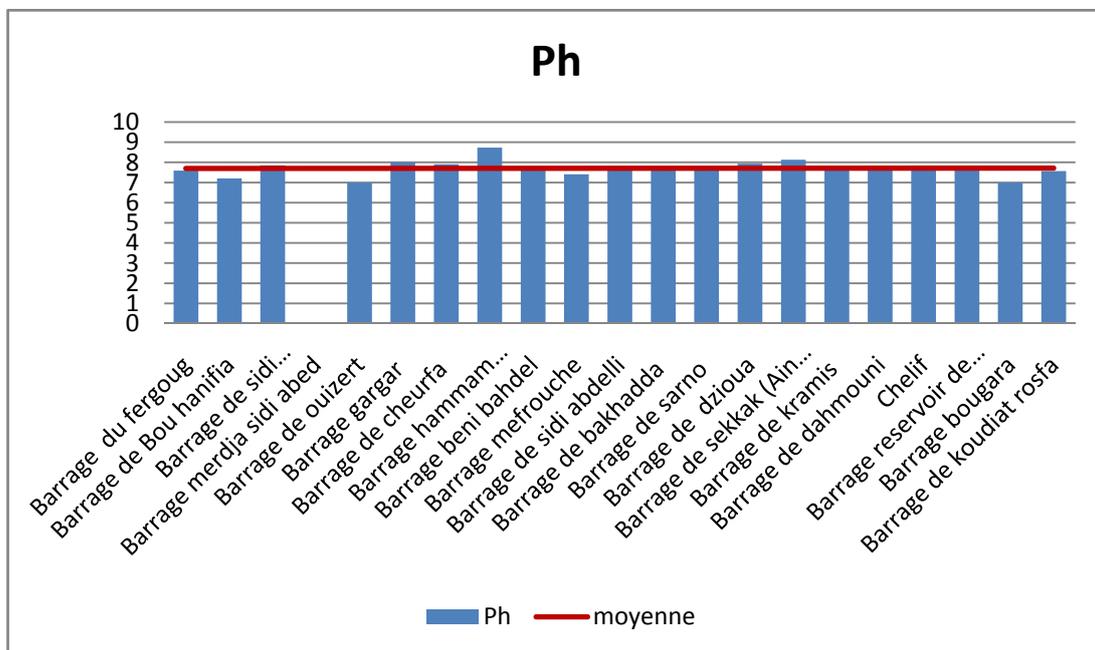


Figure 06: variation du Potentiel d'hydrogène (Ph) des eaux des barrages étudiés

1 – 1 – 2 - Résidu sec (Rs) :

D'après la **figure 07**, le taux des résidus sec le plus élevé est 2900 mg/L enregistrée au barrage sermo et le taux le plus faible des résidus secs est de 380 mg/L enregistré, au Barrage beni bahdel avec une valeur moyenne de $1316 \pm 601,667857$ il ya 6 barrage ou dessus de la ligne de moyenne.

Le résidu sec est la quantité de la matière solide dans l'eau, autrement dit : la somme des matières en solution et en suspension, Ces dernières profèrent à l'eau sa couleur brunâtre et parfois sombre, ce qui conditionne la pénétration de la lumière dans le milieu et qui influence ainsi la faune et la flore aquatique (Aicha, 2018).

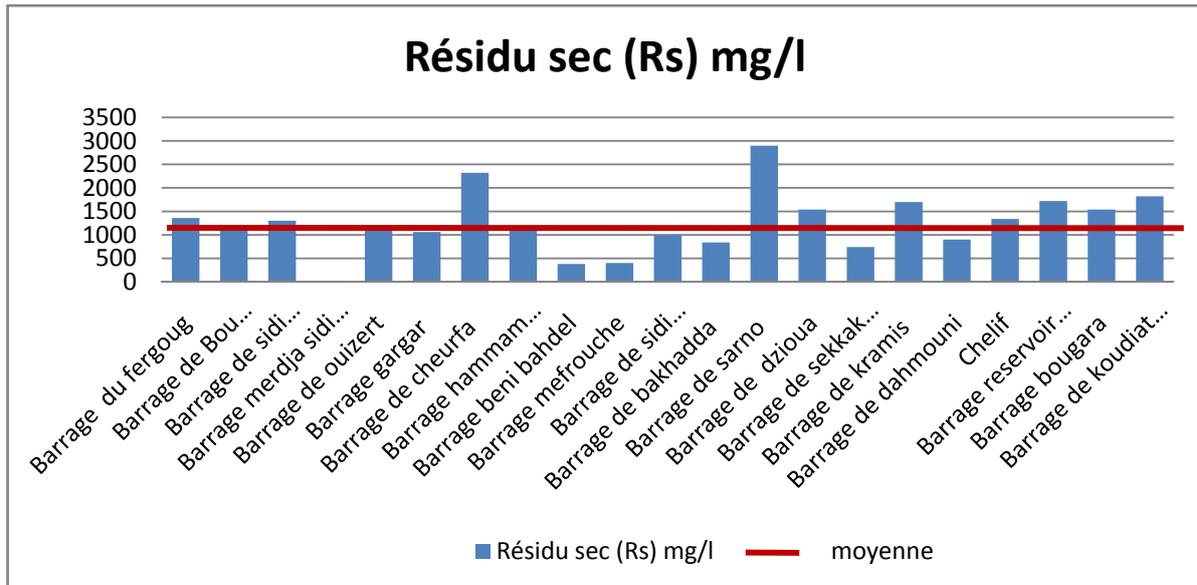


Figure 07: variation du Résidu sec des eaux des barrages étudiés

1 – 1 - 3- Demande biologique en oxygène DBO5 :

La variation de DBO dans l'eau atteint valeur maximale 37,2 mg/l au Barrage bougara et une valeur minimale de 3,4 mg/l au Barrage réservoir de kerrada il y a 3 barrage ou dessus de la ligne de moyenne (figure 08).

Tout les barrages sous la ligne de limite polluée sauf le barrage bougara ou dessus de la ligne donc tout les barrages non pollué et bougara pollué.

La DBO5 exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation biologique de la matière organique d'une eau. Elle est sensiblement proportionnelle à la teneur de l'eau en matière organique biodégradable et donc à la quantité de micro-organismes et inversement proportionnelle à la teneur en oxygène dissous. Elle dépend entre autre de la nature des matières organiques dissoutes, de la présence ou de l'absence d'éléments inhibiteurs de la flore microbienne (métaux lourds, hydrocarbures, détergents...). la DBO5 est une mesure du carbone organique biodégradable, et dans certaines conditions, des formes azotées réduites dans l'eau usée (Kenza, 2015 - 2016).

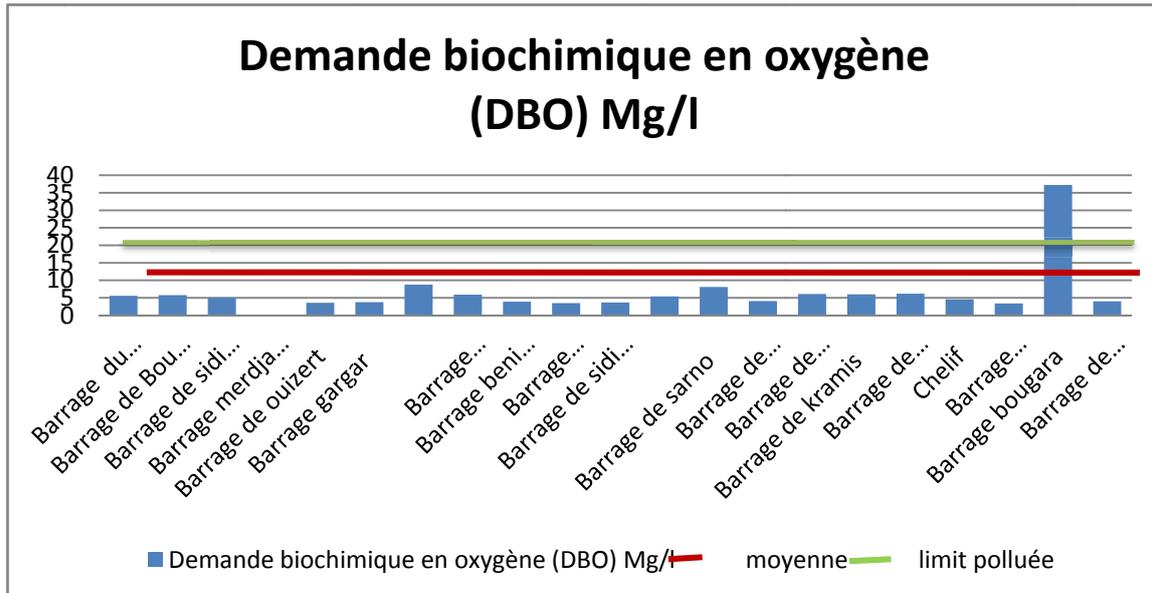


Figure 08: variation de la Demande biologique en oxygène

1 – 1 - 4- Demande chimique en oxygène DCO :

Les variations des teneurs en DCO, au cours de notre suivi sont représentées par la **figure 09**. Elles oscillent entre 19mg O₂/l (au Barrage de ouizert , Barrage beni bahdel, Barrage mefrouche et Barrage de sidi abdelli) et 129 mg O₂/l (au Barrage bougara) avec une moyenne de 31,8421053 ± 24,7594273 mg O₂/l.

Tout les barrages sous la ligne de limite polluée sauf le barrage bougara et barrage de cheurfa ou dessus de la ligne donc tout les barrages non pollué et les 2 barrages sont pollué.

La DCO correspond à la teneur de l'ensemble des matières organiques oxydables. Elle s'exprime par la quantité d'oxygène fournie par le dichromate de potassium et nécessaire à l'oxydation des substances organiques (protéines, glucides, lipides, etc.) présentes dans les eaux résiduaires. Les différences des résultats obtenus par la DCO constituent une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables (**Kenza, 2015 - 2016**)

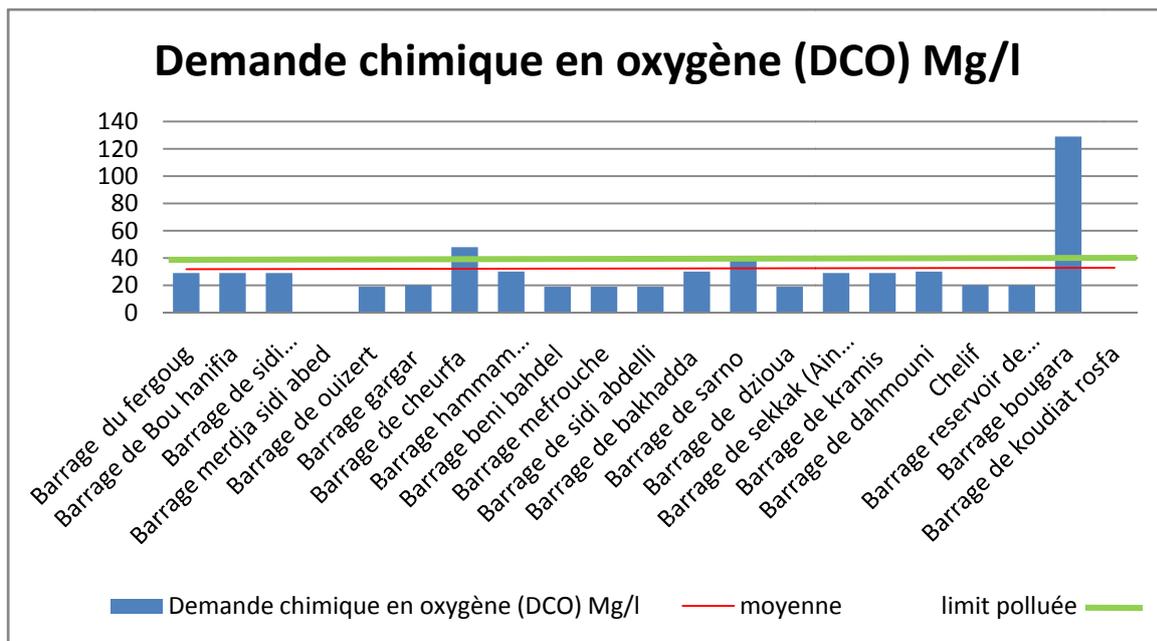


Figure 09 : variation de la Demande chimique en oxygène

1 - 1 -5 - Matières organique MO :

La variation de MO dans l'eau atteint valeur maximal 17,4 mg/l au barrage de cheurfa et valeur minimal 2,5 mg/l au barrage de mefrouche il y a 17 barrage ou dessus de la ligne de moyenne (figure 10).

Toutes les barrages sont de bonne qualité sauf les 3 barrage (Barrage de cheurfa, Chelif, Barrage bougara) ou dessus de la ligne de limite polluée.

Les matières organique sont responsable de la coloration des eaux de surface et elles sont issus de processus de biodégradable des végétaux.

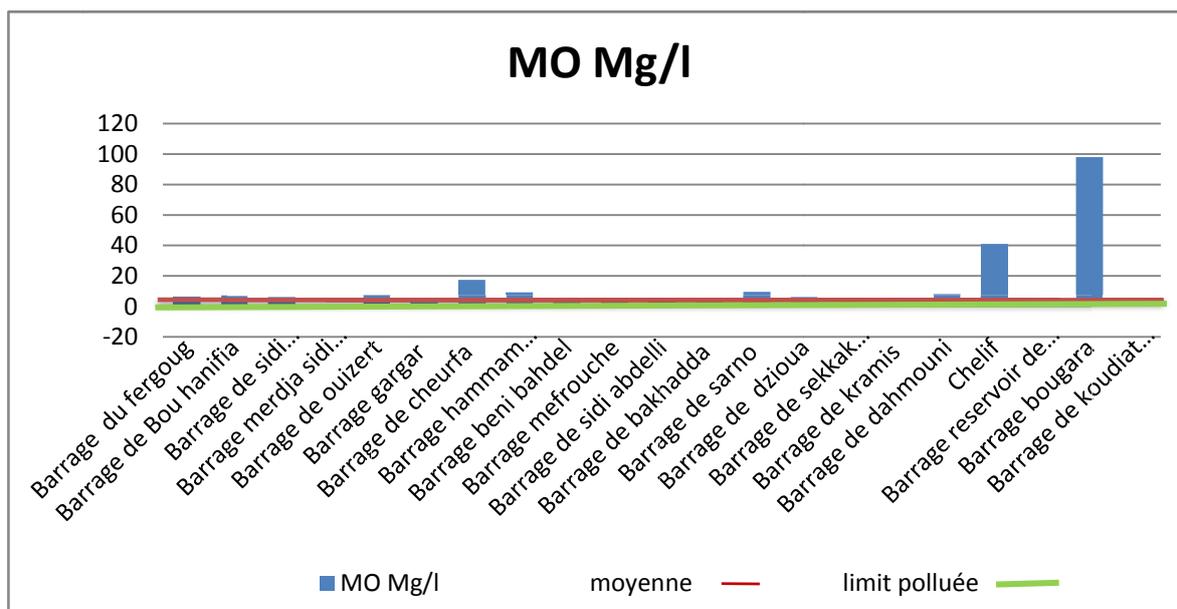


Figure 10 : variation de la Matière organique MO des eaux des barrages étudiés

1 – 1 - 6 -Oxygène dissous O₂ Diss :

Les teneurs en oxygène dissous dans l’eau sont différentes d’un barrage a un autre avec une valeur maximale 117,8 mg/l au barrage de sekkak et une valeur minimale de 11,3 mg/l au Barrage bougara. (figure 11).

Tout les barrages ou dessus de la ligne de limite polluée donc tout les barrages non pollué sauf le barrage de bougara pollué.

Cette variation est due essentiellement a la diminution de la température de l’eau car une eau froide contient une plus grande quantité d’oxygène dissous qu’une eau chaude (légaré stéphane, 2000).

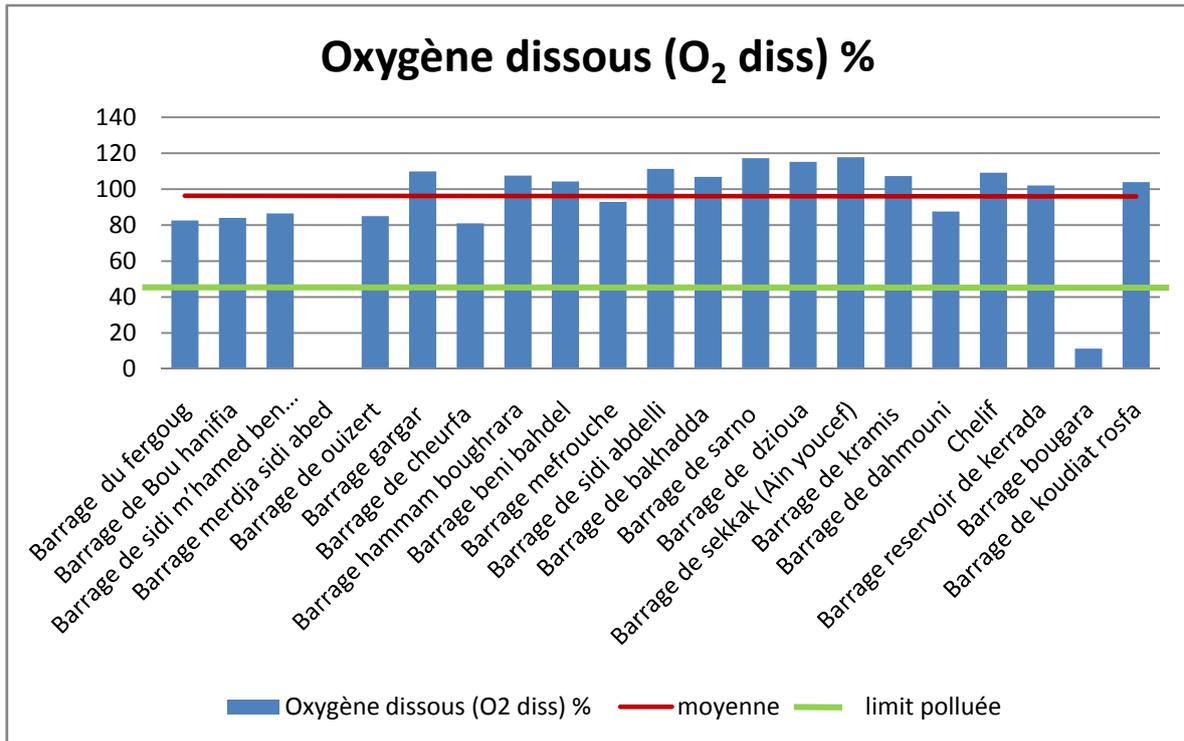


Figure 11 : variation de l’Oxygène dissous des eaux des barrages étudiés

1 – 1 - 7- Ammonium NH₄ :

L’histogramme des variations des teneurs en ammonium (**Figure 11**) montre des fluctuations allant de 3,4 mg/l (au barrage de dahmouni) à 0,07mg /l (au Barrage réservoir de kerrada) (figure 12).

Tout les barrages au dessus du la ligne de limite polluée sauf Barrage gargar Barrage de kramis, Barrage de kerrada ,et Barrage de koudiat rosfa) donc tout les barrages polluée.

Dans les eaux superficielles l’azote ammoniacal peut avoir pour origine la matière organique végétale des cours d’eau la matière organique animale ou humaine le rejets industriels (engrais, textiles...) (Rodier *et al*, 2009).

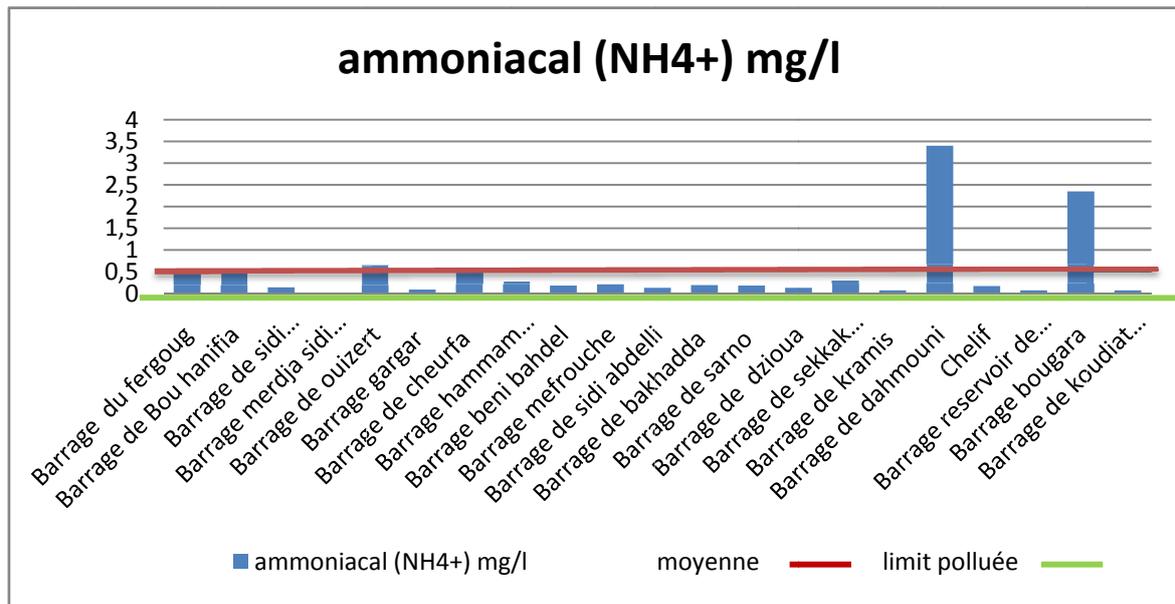


Figure 12: variation de l'Ammonium des eaux des barrages étudiés

1- 1 - 8 - Phosphate PO₄ :

La valeurs de phosphates dans les eaux étudiées sont très faible elles oscillent entre 0,01mg/l Barrage de sidi m'hamed ben ouda, Barrage de sidi abdelli, Barrage de bakhadda, Barrage de dzioua et Barrage de koudiat rosfa) et 0,3 mg/l enregistré un Barrage beni bahdel) (figure 13).

Il y a 6 barrages ou dessus de la ligne de limite polluée (Barrage de ouizert, Barrage de cheurfa, Barrage hammam boughrara, Barrage beni bahdel, Barrage de dahmouni, Barrage bougara) donc ces barrages sont pollués.

Le phosphore joue un rôle très important dans le développement des algues, avec les nitrates, il est susceptible de favoriser leur multiplication dans les écosystèmes aquatiques ou il contribue à l'eutrophisation. En effet, les phosphates peuvent avoir pour origine le lessivage des terres cultivées enrichies en engrais phosphatés ou traités par certains pesticides (Aïcha, 2018).

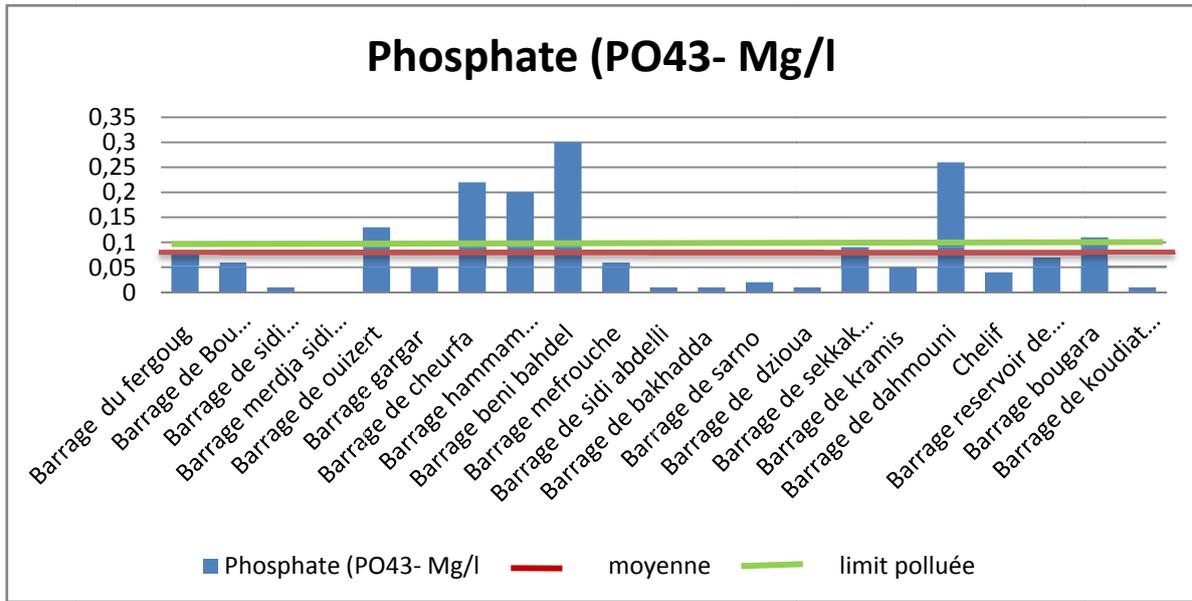


Figure 13 : variation des Phosphate des eaux des barrages étudiés.

1 – 1 - 9- Nitrite NO2 :

les valeurs de ce paramètre dans les eaux étudiées sont très variables et oscillent entre 0,(au barrage de gargar, Barrage hammam boughrara) et 2 mg /l (au barrage de dahmouni) (figure 14).

Tout les barrages sous dessous du la ligne de limite polluée sauf le Barrage du fergoug, Barrage de Bou hanifia Barrage de cheurfa et Barrage de dahmouni.

Les nitrites son des indicateurs de la pollution elles proviennent soit d'une oxydation incomplète de la ammonium soit d'une réduction des nitrites).

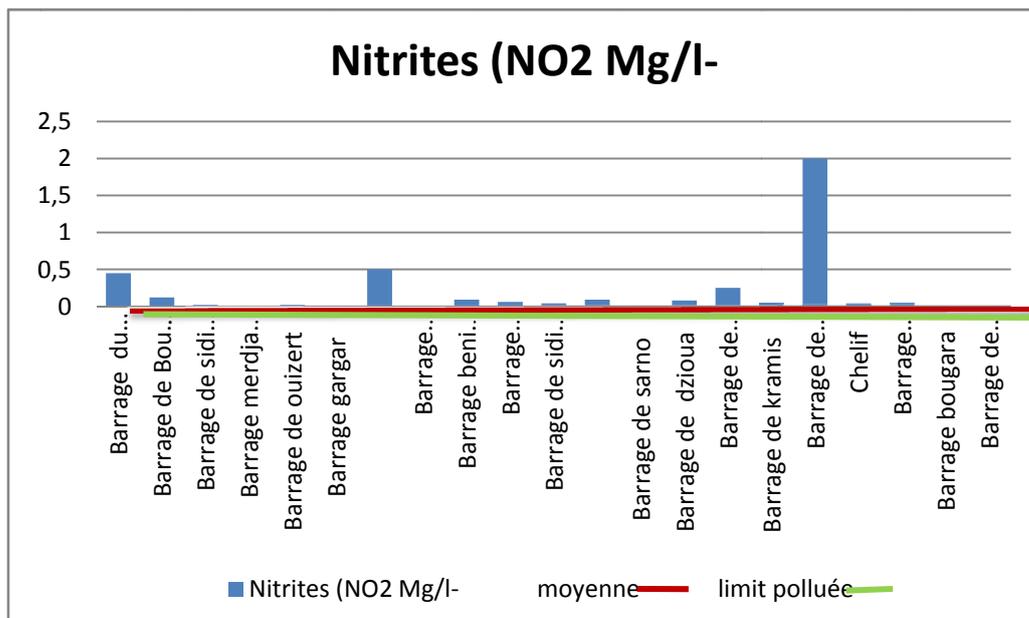


Figure 14: variation des Nitrite des eaux des barrages étudiés.

1 – 1 - 10- Nitrate NO3 :

L’histogramme des teneurs en nitrates (Figure 15) montre une légère variation qui oscille entre 1 mg/l (au barrage de sidi m’hamed ben ouda, Barrage de ouizert, Barrage hammam boughrara, Barrage de sarno, Barrage bougara et Barrage de koudiat rosfa) et 10 mg/l (au Barrage beni bahdel). (valeur moyenne est de l’ordre de $4,7 \pm 3,35763074$ mg/l).

Tout les barrages sous la ligne de limite polluée donc tout les barrages sont de bonne qualité. Les nitrates existent à l’état naturel, dans les sols, les eaux tant de surface que souterraines et, toutes les matières végétales. Ils parviennent aux rivières par les nappes d’eau souterraines et par le ruissellement des terres agricoles en hivers. Les nitrates sont utilisés comme indicateur de pollution (Djermakoye, 2005).

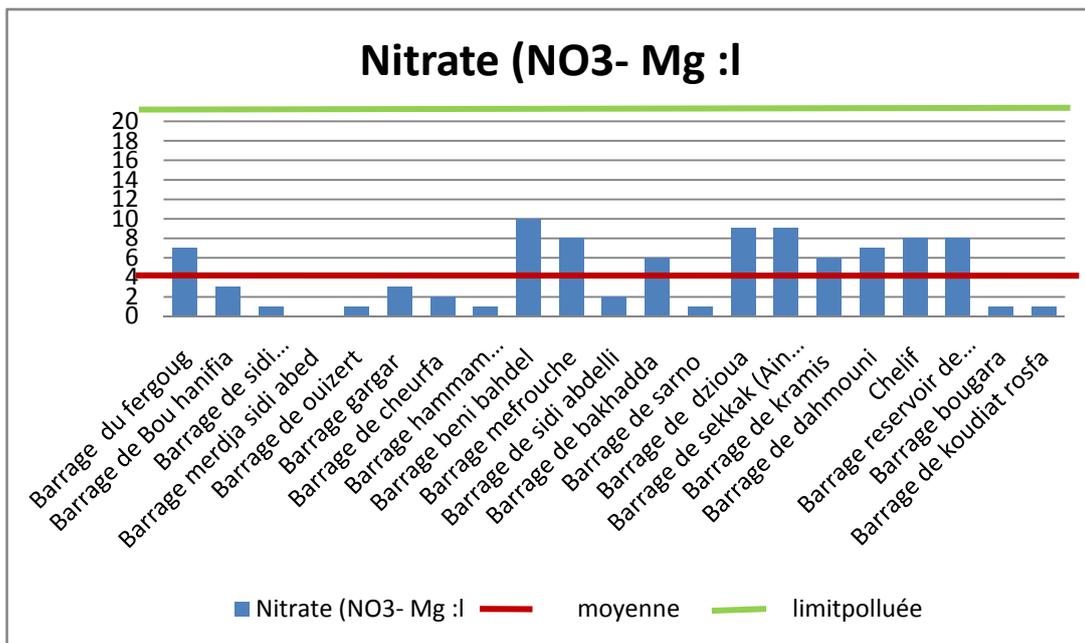


Figure 15 : variation des Nitrates des eaux des barrages étudiés

3 - Représentation de la qualité des eaux :

La qualité des eaux des 21 barrages est déterminée en comparant les résultats à une grille de qualité. Elle est évaluée mensuellement grâce à la mesure de certains paramètres physico-chimiques reflétant la qualité de l’eau. (Mohamed, 2011/2012).

Le tableau N° 09 représente la grille utilisée au niveau de l’ANRH pour évaluer la qualité des eaux et les attribuer une classe de qualité.

Tab N° 09 : Grille de qualité des eaux de barrages (ANRH)

Classe Parametre	Bonne	Moyenne	Polluée	Tres polluée
DBO5	< 5	5 - 10	10 - 15	> 15
DCO	<20	20 - 40	40 - 50	> 50
MO	< 5	5 - 10	10 - 15	> 15
O2 diss	90 - 120	50 - 90	30 - 50	< 30
NH4	0 - 0.01	0.01 - 0.1	0.1 - 3	> 3
PO4	0 - 0.01	0.01 - 0.1	0.1 - 3	> 3
NO2	0 - 0.01	0.01 - 0.1		> 3
NO3	<10	10 - 20	20 - 40	> 40

2 - Classement des barrages suivant leur degré de pollution:

La méthode suivie pour classer les barrages suivant leur degré de pollution a permis d'établir la liste suivante de barrage (Tab. N°10).

- Les résultats obtenus indiquent une qualité physico-chimique **bonne à moyenne** dans les barrage suivant le Barrage du fergoug, Barrage de Bou hanifia , Barrage de sidi m'hamed ben ouda, Barrage hammam boughrara, Barrage de bakhadda ,Barrage de sarno, Barrage de sekkak (Ain youcef), Barrage de kramis , Barrage reservoir de kerrada , Barrage de ouizert, Barrage gargar ,Barrage beni bahdel , Barrage mefrouche, Barrage de sidi abdelli , Barrage de dzioua, Barrage de koudiat rosfa.
- La qualité physico-chimique des barrages suivant Barrage de cheurfa , Barrage de dahmouni, Chelif ,Barrage bougara est considéré **polluée à très polluée**.

A travers ces résultats, nous constatons que quelques paramètres physico-chimiques étudiés répondent aux normes admissibles, les autres non (comme le Ammonium qui dépasse les normes dans 14 sites sur 21 contaminés).

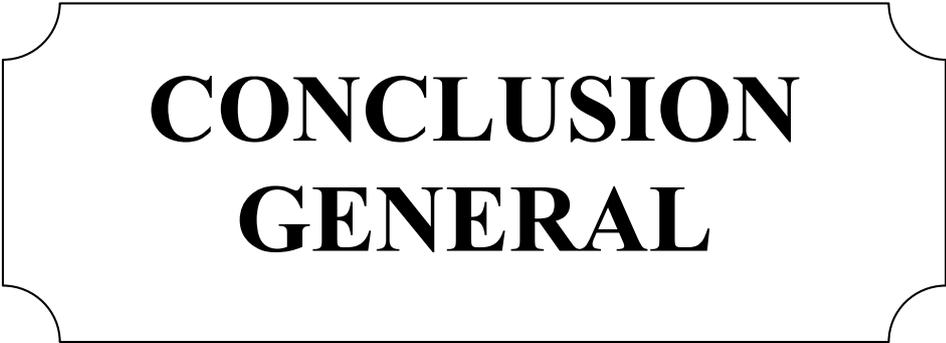
Donc ces eaux des barrage de l'ouest algérien qualifiées de moyenne qualité.

Le Barrage de bougara est considéré comme étant le barrage le plus pollué puisqu'il est caractérisé par de mauvaise qualité physico-chimique.

Les résultats d'analyses physico-chimiques de nos échantillons d'eau sont illustrés dans le tableau suivant:

Tab N° 10 : qualité physico-chimiques des barrages de l'ouest

REGION	Les barrages	Oxygène dissous (O2 diss)%	Nitrate (NO3-Mg :l	Nitrites (NO2 Mg/l-	ammoniacal (NH4+) mg/l	Phosphate (PO43-Mg/l	Demande biochimique en oxygène (DBO) Mg/l	Demande chimique en oxygène (DCO) Mg/l	MO Mg/l
L'OUEST	Barrage du fergoug	moyenne	bonne	polluée	polluée	moyenne	moyenne	moyenne	moyenne
	Barrage de Bou hanifia	moyenne	bonne	polluée	polluée	moyenne	moyenne	moyenne	moyenne
	Barrage de sidi m'hamed ben ouda	moyenne	bonne	moyenne	polluée	bonne	moyenne	moyenne	moyenne
	Barrage merdja sidi abed								
	Barrage de ouizert	moyenne	bonne	moyenne	polluée	polluée	bonne	bonne	moyenne
	Barrage gargar	bonne	bonne	bonne	moyenne	moyenne	bonne	moyenne	bonne
	Barrage de cheurfa	moyenne	bonne	polluée	polluée	polluée	moyenne	polluée	Très polluée
	Barrage hammam boughrara	bonne	bonne	bonne	polluée	polluée	moyenne	moyenne	moyenne
	Barrage beni bahdel	bonne	moyenne	moyenne	polluée	polluée	bonne	bonne	bonne
	Barrage mefrouche	bonne	bonne	moyenne	polluée	moyenne	bonne	bonne	bonne
	Barrage de sidi abdelli	bonne	bonne	moyenne	polluée	bonne	bonne	bonne	moyenne
	Barrage de bakhadda	bonne	bonne	moyenne	polluée	bonne	moyenne	moyenne	moyenne
	Barrage de sarno	bonne	bonne	moyenne	polluée	moyenne	moyenne	moyenne	moyenne
	Barrage de dzioua	bonne	bonne	moyenne	polluée	bonne	bonne	bonne	moyenne
	Barrage de sekkak (Ain youcef)	bonne	bonne	polluée	polluée	moyenne	moyenne	moyenne	moyenne
	Barrage de kramis	bonne	bonne	moyenne	moyenne	moyenne	moyenne	moyenne	bonne
	Barrage de dahmouni	moyenne	bonne	polluée	Très polluée	polluée	moyenne	moyenne	moyenne
	Chelif	bonne	bonne	moyenne	polluée	moyenne	bonne	moyenne	Très polluée
	Barrage reservoir de kerrada	bonne	bonne	moyenne	moyenne	moyenne	bonne	moyenne	moyenne
	Barrage bougara	Très polluée	bonne	moyenne	polluée	polluée	Très polluée	Très polluée	Très polluée
Barrage de koudiat rosfa	bonne	bonne	moyenne	moyenne	bonne	bonne	moyenne	bonne	



**CONCLUSION
GENERAL**

CONCLUSION GENERAL

Conclusion Général :

Pour conclure ce travail il convient de rappeler que les barrages de l'ouest d'Algérie(21 barrages) ils sont destinés à l'alimentation en eau potable et à l'irrigation et couvrent les besoins en eau de plusieurs wilayas d'où l'intérêt d'un suivi régulier de la qualité physico-chimique de ces eaux.

L'objectif principal de notre étude était donc de suivre l'évolution de la qualité physico-chimique de l'eau des 21 barrages de l'ouest d'Algérie

Les résultats des analyses sur 21 échantillons prélevés ont montré que les eaux du barrage sont caractérisées par :

- un pH faiblement alcalin entre 7 à 8,73
- des taux importants du résidu sec révélant une pollution organique marquée par de fortes charges organiques et minérales.
- une DBO5 qui reflète une eau de bonne qualité sauf le barrage de bougara pollué..
- une DCO qui reflète une eau de bonne qualité sauf le barrage de bougara pollué..
- le taux d'oxygène dissous augmente également d'un site à l'autre ses valeurs élevées qualifient les eaux de bonne qualité sauf le barrage de bougara pollué..
- des teneurs faibles en phosphates suite au lessivage des sols fertilisés par des engrais phosphatés.
- Les teneurs en azote des nitrates, des eaux du barrage traduisent une eau de Qualité très bonne
- Les teneurs en azote des nitrates, des eaux du barrage traduisent une eau de Qualité bonne sauf le Barrage du fergoug, Barrage de Bou hanifia Barrage de cheurfa et Barrage de dahmouni
- la teneur en matière azotée (ammonium) reflète une eau de mauvaise qualité. donc tous les barrages sont pollués sauf Barrage gargar Barrage de kramis, Barrage de kerrada ,et Barrage de koudiat rosfa.

A travers ces résultats, nous constatons que 4 sites sur 21 se révèlent contaminés, donc qualifiés comme des eaux de mauvaise qualité 17 sites sont conformes aux normes, donc ces eaux sont qualifiées de bonne qualité .

L'ensemble de ces paramètres révèle donc que l'eau des 21 barrages de l'ouest d'Algérie était de qualité physico- chimique bonne. De même le niveau de pollution était très réduit .

A l'issue de cette contribution, nous proposons dans nos perspectives :

- ✓ le suivi régulier de tous les paramètres physico-chimiques des sédiments pour alimenter une banque de données permettant d'évaluer l'évolution de la qualité des eaux ;
- ✓ Utilisation des quantités optimales et raisonnables d'engrais et de produits phytosanitaires dans le traitement des cultures agricoles pour éviter toutes d'infiltration des nitrates et phosphates aux eaux profondes.
- ✓ Installer une station d'épuration dont le but est de préserver la qualité des eaux.
- ✓ Faire des études d'impact sur les ressources en eaux superficielles avant toute implantation de décharges publiques.

Références Bibliographique

Références

- ALBERGEL J., NASRI S. et LAMACHERE J.M., 2006. Les lacs et barrages collinaires: infrastructures hydrauliques d'aménagement et de conservation des terres agricoles en zone semi aride méditerranéenne. *Sciences Planétaires /Sécheresse, John Libbey Eurotext ed. , Numéro 1 , 78-86 pp.*
- ANBT., 2014. Données sur le contrôle technique du barrage de Koudiet Medouar Batna, Document interne ANBT Timgad, 7 p.
- ANONYME, 2000a. Barrages et développement « un nouveau cadre pour la prise de décisions », Rapport de la commission mondiale des barrages, 38 p.
- ANONYME, 2013. L'histoire des barrages, Document technique, Comité Français des barrages et réservoirs, 29 p.
- ARNAUDET L., ARNOUX M., DERRIEN A. et SCHNEIDER-MAUNOURY L., 2013. Conséquences environnementales, sociales et politiques des barrages, étude du cas du Mékong. Atelier « l'eau qualité vs quantité », Centre d'Enseignement et de Recherches sur l'Environnement et la Société, France, p. 15
- Assia, M., & Rania, O. 2017. *Etude des paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux du barrage de BOUKOURDANE*. MEMOIRE DE MASTER, Faculté de Technologie, Département Des Sciences De L'eau Et Environnement.
- BACHA B., (2010) - Diagnostic Ecologique d'une zone humide artificielle : Le barrage de Foug El Kherza (Biskra, Algérie), Mémoire de Magister en Biologie. Univ Mouhamed Kheider, Biskra, 160 p.
- CADORET J. P. et BERNARD O., 2008. La production de biocarburants lipidiques avec des microalgues : promesses et défis. *Journal de la société de biologie*. 202(3). 201.210pp
- CHADER S et TOUZI A., 2001. Biomasse algale: Source énergétique et alimentaire. *Rev. Energ. Ren : production et valorisation – biomasse*. 47.50 pp.
- CHAIBI R., 2004. Caractéristique physico-chimique et évaluation du niveau trophique d'un écosystème lagunaire (la lagune El-Mellah), Mémoire de Magister en Ecologie Animale. Univ Badji Mokhtar. Annaba. 99 p.
- CHERGUI F.H., ERRAHMANI M.B., BENOUAKLIL F., HAMAIDI M. S., 2013. Preliminary Study on Physico-Chemical Parameters and Phytoplankton of Chiffa River (Blida, Algeria), *Journal of Ecosystems, volume 2013, Article ID 148793*,9 p.
- DELLIOU P., 2003. Les barrages conception et maintenance. ENTPE, Presses universitaires de Lyon. 270 P.
- DELLIOU P., 2008. Grands barrages, petits barrages, *Risques Infos N°20*, 6p.
- Djamila, S. 2008. *Utilisation des grands transferts d'eau dans l'aménagement du territoire "cas de l'Oranie"*. Faculté des Sciences de l'Ingénieur, Département d'Hydraulique, TLEMCCEN.
- EL HAOUATI H., GUECHAOUI M., CHAABAT DIS C., CHELIF H., et ARAB A., 2013. Distribution spatio-temporelle de la flore planctonique en fonction du degré de pollution dans le barrage de Boukourdane (Tipaza-Algérie), International Congress of the Populations & Animal Communities "Dynamics & Biodiversity of the terrestrial & aquatic Ecosystems" CIPCA4" TAGHIT (Bechar), ALGERIA, 106.113 pp.
- Gerard. G., 1999 . L'eau: Milieu naturel et maîtrise, Édition INRA : Volume 1, 204p.
- GROGA N., 2012. Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Côte d'Ivoire), Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse Université de Toulouse, 180p.

Références Bibliographique

- hamsatou, m. m. 2005. les eaux residuaires des tanneries et des *eintureries:caractéristiques physico-chimique bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les souterraines*. Université de BAMAKO.
- Henri L., 2012 . L'eau Potable, Édition réimprimée, 190 p.
- John P. et Donald A., 2010 . Microbiologie, 3ème Édition, 1216 p.
- kenza, b. 2016. *Suivi de la qualité physico-chimique des eaux du Barrage Béni Haroun*. Département Biologie et écologie végétale, Sciences Biologiques, constantine.
- légaré stéphane, s. h. 2000. suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau. canada.
- MEKHOULFI, A., & OUANOUGHY, R, 2017. *Etude des paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux du barrage de BOUKOURDANE*. MEMOIRE DE MASTER, Technologie, Des Sciences De L'eau Et Environnement, Tipaza.
- PEARCE F. et CRIVELLI A.J., 1994. Caractéristiques générales des zones humides méditerranéennes. Bouklet Med Wet / Tour de Valat, N°1. France, 88p.
- rachida, k. (2017). *l'effet anthropique sur la végétation halophyte en milieu semi-aride et aride de l'oranie dynamique de la végétation en relation avec les facteurs édaphiques*. these, faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers, département d'Ecologie et environnement, tlemcen.
- RETIMA A., 1999. Incidence des échanges hydrologiques, chimique et phytoplanctonique sur la fertilité de la lagune et du littoral voisin du lac Mallah, selon le régime de la marée dix ans après l'aménagement du chenal de communication. *Thèse de magister en écologie et environnement*, université de Annaba, 87p.
- SAHAGIAN D., MELACK J., BIRKETT C., CHANTON J., DUNNE T., ESTES J., FINLAYSON M., FRESCO L., GOPAL B., HESS L., HOLLIS T., JUNK W., KLEMAS V., MATTHEWS E., MERTES L., MORRISSEY L., ROGERS K., RASOOL I., ROULET N., SASS R., SIPPEL S., SVENSSON B., TAMURA M., VICTORIA R. et YASUOKA Y., 1998. Global wetland distribution and function characterization. Trace gases and hydrologic cycle. Ed. International Geosphere, Biosphere Programme (IGBP), Report 46, Stockholm, 92p.
- SOURNIA A., 1986. Atlas du phytoplancton marin: Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées, Raphidophycées. Ed. CNRS. Paris, 219 pp.
- Touati Bouzid., 2010. Les barrages et la politique hydraulique en Algérie: état, diagnostic et perspectives d'un aménagement durable. Thèse de Doctorat. Université Mentouri Constantine. pp 278-288.
- yagoubia, b. 2019. *Evaluation de la matière organique dans les eaux de surface des barrages de l'ouest d'Algérie et évolution des trihalométhanes et le plomb dans le réseau d'eau Potable*. THESE DE DOCTORAT, Hydrochimie et Environnement, Science de la matière, SIDI BEL ABBÈS.

Site web :

- cecchini, m. (s.d.). *pegasusweb*. Récupéré sur le site climats et voyages: <http://www.climatsetvoyages.com/climat/algerie>