

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Saad DAHLAB Blida-1
Faculté de Technologie
Département des Sciences de l'Eau et Environnement



Mémoire de Master

Filière : Hydraulique

Spécialité : Ressources Hydrauliques

Intitulé :

**Etude et suivi de la qualité des eaux
du barrage de Douéra (Alger)**

Présenté par :

BOUCHIBA Nesrine

BENMOHAMED Zakia

Devant le jury composé de :

M. REMINI. B	Professeur	USDBlida1	Président
M. KARA. O	Maître de conférences B	USDBlida1	Examineur
M. BENSAFIA. D	Maître de conférences B	USDBlida1	Promoteur

Promotion : 2019/2020

SOMMAIRE

Remerciements	I
Dédicaces	II
Résumé	III
Liste des figures	IV
Liste des tableaux	V
Liste des abréviations	VI
Introduction générale	1
Chapitre I : présentation de la région d'étude	
I.1-Introduction	3
I.2-Présentation de l'aménagement	3
I.2.1-Situation géographique.....	3
I.2.2-Topographie	4
I.2.3-Géologie	5
I.2.4-Sismicité	5
I.3-Caractéristiques du barrage	6
I.3.1-Type de barrage	6
➤ Digue principale	7
➤ Deux digues de protection (A et B)	7
✓ Digue A	7
✓ Digue B	8
I.3.2-Ouvrages de vidange	9
I.4-Etude hydrologique	9
I.4.1-Caractéristiques du bassin versant	9
I.4.2-Caractéristiques climatique.....	10
a-Température	10
b-Pluviométrie	10
c-Evaporation	11
d- Ecoulement	11
I.5-Débit solide	12
I.6-Ouvrage de transfert	12
I.6.1-Description général des ouvrages de transfert	12
❖ Ouvrages de dérivation Mazafran-Douera	12
❖ Ouvrages de dérivation EL harrach –Douera	13
I.6.2-Principe de fonctionnement général des transferts :.....	13
❖ Mazafran-Douéra.....	13
❖ El-Harrach-Douéra	13
I.6.3-Les réseaux de distribution	14
I.7- Conclusion.....	15
Chapitre II : Paramètres de la qualité des eaux	
II.1- Introduction	16
II.2- Analyse de l'eau	16
II.2.1-Analyse Physico-chimique.....	16
II.2.2-Qualité organoleptiques	17

• La couleur	17
• Odeur et saveur	18
II.2.3-Qualité physique.....	18
• pH	18
• Conductivité électrique.....	18
• Turbidité.....	19
II.2.4-Qualité chimique	19
• Nitrate (NO_3^-).....	20
• Sulfate	20
• Chlorures (Cl^-)	20
• Fer (Fe^{3+}).....	20
• Manganèse (Mn^{2+}).....	20
• La dureté (TH)	21
• Taux alcalimétrique complet TAC	21
II.3- Conclusion	21
Chapitre III : Matériels et méthodes	
III.1-Introduction	22
III.2-Campagne de prélèvement	22
III.3- Echantillonnage et analyse physico-chimique des eaux du barrage de Douéra	22
III.3.1- Technique d'échantillonnage.....	22
III.3.2- Les méthodes d'analyse.....	23
• Méthodes potentiométriques.....	23
• Méthodes colorimétriques	23
• Méthodes volumétriques.....	23
• Spectrophotométrie d'absorption moléculaire	23
III.4-principe de mesure des paramètres	24
III.4.1-Le pH.....	24
III.4.2-La conductivité électrique	25
III.4.3-La turbidité.....	26
III.4.4-Les nitrates (NO_3^-)	27
III.4.5-Les Sulfates (SO_4^{2-})	27
III.4.6-Chlorures (Cl^-)	28
III.4.7-Fer (Fe^{3+})	28
III.4.8-Manganèse(Mn^{2+})	29
III.4.9-La dureté(TH)	30
III.4.10-TAC.....	30
III.5-Conclusion.....	31
Chapitre VI : Résultats expérimentaux et interprétations	
IV.1-Introduction	32
IV.2- Etude des paramètres physico-chimiques.....	32
IV.2.1- Etude des paramètres physiques.....	32
IV.2.1.1- Potentiel d'hydrogène (pH)	32
IV.2.1.2- Conductivité.....	34
IV.2.2-Paramètres chimique de l'eau.....	35
IV.2.2.1-Turbidité (NTU)	35
IV.2.2.2- Nitrates (NO_3^-)	37
IV.2.2.3- Sulfates (SO_4^{2-})	38
IV.2.2.4- Chlorures (Cl^-)	40

IV.2.2.5- Fer (Fe ³⁺).....	41
IV.2.2.6- Manganèse (Mn ²⁺).....	42
IV.2.2.7- La dureté (TH)	44
IV.2.2.8-TAC (titre alcalinité complet)	45
IV.3- Conclusion.....	47
Conclusion générale	48
Référence Bibliographique	

Remerciements

Nous remercions, avant tout, **Allah** Le Tout Puissant, de nous avoir donné le courage et la force pour effectuer ce travail.

Nous voudrions adresser notre plus profonde reconnaissance et notre entière gratitude à notre promoteur **Mr BENSAFIA**

pour l'aide qu'il nous a apportée, pour ses conseils et sa générosité.

C'est avec un grand honneur que nous adressons notre vif remerciement et notre profond respect à tous **les enseignants** du département des Sciences de l'Eau et Environnement pour les efforts fournis et leurs patiences.

Notre gratitude ira également à **l'équipe de SEAAL MAZAFRAN** et celle du barrage de Douéra.

Nous ne saurons oublier de remercier tous eux qui ont de près ou de loin contribué à la réalisation de ce travail et toute personne qui nous a éclairé le chemin.

Dédicaces

Je dédie ce travail comme preuve d'amour et de reconnaissance à ceux qui me sont chers :

A mes très chers **parents**

qui ont toujours été là pour moi.

A mes **frères** et **soeurs** et mes adorables petits **neveux** et **nièces**.

A mon binôme **Nesrine** pour tous les moments que nous avons passés ensemble durant ces années d'étude universitaire.

A tous ceux qui m'aiment, qu'ils trouvent dans ce travail l'expression de mon affection et ma grande admiration.

Zakia

Dédicaces

Je dédie ce travail à mes très chers **parents**
qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un
magnifique modèle de labeur et de persévérance et qui
n'ont jamais cessé, de me soutenir et de m'épauler pour
que je puisse atteindre mes objectifs.

A mes chères sœurs **Manel** et **Djihane**.

A mon cher frère **Anis**

Pour leurs encouragements permanents et leur soutien
moral.

A Mon neveu adoré **M'Hamed Iyad**.

A mon binôme **Zakia**

Pour tous les moments que nous avons partagés
ensemble durant notre parcours.

A tous ceux qui m'aiment ; qu'ils trouvent dans ce
travail l'expression de mon affection et ma grande
admiration.

Nesrine

ملخص:

تتعرض مياه السدود (المياه السطحية) يوميا لتغيرات في نوعيتها نتيجة لعدة عوامل، من أهمها العوامل المناخية والبشرية (تصريف مياه الصرف الصحي). تتعلق الدراسة بتحليل المعايير الفيزيائية والكيميائية (درجة الحموضة و الموصلية و التعكر و NO_3^- و SO_4^{2-} و Cl^- و Fe^{3+} و Mn^{2+} و TH و TAC.) لسد دويرة، و من أجل إجراء تشخيص جودة هذه المياه ، تم أخذ عينات من مياه السد خلال الفترة الممتدة من شهر جانفي إلى شهر جوان 2020. وفقاً للنتائج التي تم الحصول عليها ، فإن المياه الخام للسد المدروس ذات جودة فيزيائية كيميائية مقبولة لأن جميع العينات تقريباً تتوافق مع المعايير الجزائرية ، وهذه الجودة ناتجة عن حقيقة أن سد دويرة بعيد عن التلوث بالصرف المباشر سواء مياه الصرف الصناعية أو المنزلية.

الكلمات المفتاحية: النوعية ، المياه السطحية ، سد دويرة ، المعايير الفيزيائية والكيميائية.

Résumé :

Les eaux des barrages (eaux de surface) sont exposées quotidiennement à la variation de leur qualité à cause de plusieurs facteurs, essentiellement les facteurs climatologiques et humains (rejets des eaux usées). L'étude concerne l'analyse des paramètres physicochimiques et organiques (pH, conductivité, turbidité, NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Fe^{3+} , Mn^{2+} , TH et TAC.) du barrage de Douéra , afin d'établir un diagnostic de l'état de qualité de ces eaux. Pour cela un échantillonnage de l'eau du barrage a été effectué durant la période s'étalant du mois de Janvier au mois de Juin 2020.

D'après les résultats obtenus, les eaux brutes de barrage étudié est de qualité physicochimique acceptable car presque tous les résultats sont conformes aux normes Algériennes. Cette qualité résulte du fait que le barrage de Douéra est loin d'être pollué par les rejets directs que ce soit industriels ou domestiques.

Mots clés : Qualité, eaux de surface, barrage de Douéra, paramètres physico-chimiques.

Abstract :

Dam water (surface water) is exposed daily to variation in its quality due to several factors, mainly climatological and human factors (wastewater discharges). The study concerns the analysis of the physicochemical and organic parameters (pH, conductivity, turbidity, and NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Fe^{3+} , Mn^{2+} , TH and TAC.) of the Douéra dam, in order to establish a diagnosis of the quality of these waters for this a sampling of the dam water is taken during the period extending from January to June 2020.

According to the results obtained, the raw water of the studied dam is of acceptable physicochemical quality because almost all the samples comply with Algerian standards, this quality results from the fact that the Douéra dam is far from being polluted with direct discharges either industrial or domestic wastewater.

Key words: Quality, Surface water, Douéra dam, physico-chemical parameters.

Liste des abréviations

ANBT	Agence Nationale des Barrages et Transfère
ANRH	Agence Nationale des Ressources Hydriques
ADE	Algérienne des Eaux
SEAAL	Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger
AEP	Alimentation en Eau Potable
cm	Centimètre
Cl⁻	Chlorure
°C	Degré Celsius
TH	Dureté
Fe³⁺	Fer
H⁺	Ion d'Hydrogène
SO₄⁻²	Sulfate
NO₃⁻	Nitrate
NTU	Unité de Turbidité Néphéломétrique
UTM	Universal Transverse Mercator (Projection Transverse Universelle)
s	Seconde
pH	Potentiel Hydrogène
m	Mètre
m³	Mètre Cube
km	Kilomètre
km²	Kilomètre Carré
hm²	Hectomètre carré
l	Litre
Mn²⁺	Manganèse
mg/l	Milligramme / Litre
µs	Microseconde

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1 : Localisation du barrage de Douéra	4
Figure I.2 : Vue de ciel du barrage de Douéra	5
Figure I.3 : diagramme Ombrothermique de la variation des précipitations et de la température en fonction du temps.	11
Figure I.4 : Schéma général du réseau de distribution	14

Chapitre III

Figure III .1: Les trois étapes d'études de qualité des eaux naturelles	22
Figure III .2 : pH mètre.	24
Figure III .3 : conductimètre.	25

Chapitre IV

Figure .IV.1 : Variation temporelle du pH	33
Figure IV.2: Variation temporelle de la conductivité électrique	34
Figure IV.3: Variation temporelle de la turbidité	36
Figure IV.04: Variation temporelle des nitrates.	37
Figure IV.5 : Variation temporelle des sulfates.	39
Figure. IV.6: Variation temporelle des chlorures.	40
Figure. IV.07: Variation temporelle de fer.....	41
Figure. IV.08: Variation temporelle du manganèse.	43
Figure. IV.09: Variation temporelle de la dureté.	44
Figure IV.10: Variation temporelle de TAC.	45

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau I.1: caractéristiques de la digue principale	7
Tableau I.2 : caractéristiques de la digue A	8
Tableau I.3 : caractéristiques de la digue B	8
Tableau I.4 : caractéristiques du bassin versant.	10
Tableau I.5: les températures moyennes mensuelles	10
Tableau I.6: les précipitations moyennes mensuelles	10
Tableau I.7 : la répartition moyennes mensuelle	11

Chapitre II

Tableau II.1 : Échelle des conductivités naturelles.	19
Tableau II.2 : Échelle de turbidité	19

Chapitre IV

Tableau .IV.1: Valeurs du pH des eaux brutes de barrage de Douéra	32
Tableau IV.2 : classification du pH obtenu par rapport à la grille de l'ANRH	34
Tableau .IV.3: Valeurs de la conductivité des eaux brutes de barrage de Douéra	34
Tableau IV.4 : classification de la conductivité obtenu par rapport à la grille de l'ANRH.....	35
Tableau .IV.5: Valeurs de la turbidité des eaux brutes de barrage de Douéra	35
Tableau IV.6 : classification de la turbidité obtenu par rapport à la grille de l'ANRH	36
Tableau .IV.7: Valeurs des nitrates des eaux brutes de barrage de Douéra	37
Tableau IV.8 : classification du Nitrate obtenu par rapport à la grille de l'ANRH	38
Tableau .IV.9: Valeurs des sulfates des eaux brutes de barrage de Douéra	38
Tableau IV.10 : classification de sulfates obtenu par rapport à la grille de l'ANRH.....	39
Tableau IV.11: Valeurs des chlorures des eaux brutes de barrage de Douéra	40
Tableau IV.12 : classification de Cl ⁻ obtenu par rapport à la grille de l'ANRH	41
Tableau .IV.13: Valeurs du fer des eaux brutes de barrage de Douéra	41

Tableau IV.14: classification du Fe ³⁺ obtenu par rapport à la grille de l'ANRH.....	42
Tableau .IV.15: Valeurs du manganèse des eaux brutes de barrage de Douéra	42
Tableau IV.16 : classification du manganèse obtenu par rapport à la grille de l'ANRH.....	43
Tableau .IV.17: Valeurs du TH des eaux brutes de barrage de Douéra	44
Tableau .IV.18: Valeurs du TAC des eaux brutes de barrage de Douéra	45
Tableau .IV.19 : représente Les différentes classes de qualité	46
Tableau .IV.20 : le résumé des résultats d'analyses.....	46

Introduction générale :

L'eau est omniprésente sur la terre. Sans elle, la vie humaine serait impossible. Elle est nécessaire à la vie des végétaux, des animaux et aux activités sur terre. C'est une richesse naturelle indispensable et très importante à toute activité humaine, et constitue le patrimoine d'une nation. Elle est un facteur de production essentiel déterminant dans le développement durable. Pour ces raisons, l'homme a appris à maîtriser l'eau, toutefois il la rend impropre, polluée et inconsommable ce qui constitue une véritable menace pour la vie. En effet, sa santé est altérée si l'eau dont il dispose est de mauvaise qualité ou bien si elle est polluée par des agents pathogènes. De ce fait, on s'inquiète de sa qualité et de ses caractéristiques physico-chimiques.

En Algérie, l'eau subit depuis une trentaine d'années une dégradation sensible, remarquable et tend à se raréfier dans l'ensemble du pays. A mesure que la population s'accroît et la croissance incessante des besoins en eau douce qui dépasse les ressources naturelles conventionnelles, la mobilisation des eaux superficielles reste l'une des préoccupations capitales des pouvoirs publics. En effet, un programme de construction des barrages a été lancé dès les années 80 et des investissements considérables ont été consacrés à la construction de ces barrages.

Avec un nombre de barrages aussi important, l'Algérie se situe aujourd'hui au premier rang dans le monde Arabe et occupe la deuxième place en Afrique, après l'Afrique de sud. La capacité totale avoisine les 5200 millions de m³ et permettant de régulariser un volume annuel de 2500 millions de m³ [20].

Le barrage de Douéra est l'un de ces barrages. Depuis sa mise en eau, les études se sont succédées afin d'évaluer la qualité physico-chimique de ses eaux et de déterminer leur niveau de pollution. Cependant la qualité des eaux est extrêmement variable et dépend de différents facteurs.

La qualité physico-chimique de l'eau informe sur la localisation, l'évaluation d'un niveau de pollution en fonction d'un ensemble de paramètres. Il existe de nombreux paramètres qui permettent de quantifier les éléments physiques ou chimiques (température, pH, MES et les nutriments...).

Introduction générale

L'objectif de notre travail est le suivi des paramètres physico-chimiques de l'eau du barrage de Douéra pendant les deux saisons hivernale et estivale. Les différentes parties de ce travail sont présentées comme suit :

- Le chapitre I donne une description générale de la région d'étude,
- Le Chapitre II est consacré aux définitions des différents paramètres de pollution et de la qualité des eaux,
- Quant au chapitre III, il est consacré à la description du matériel et méthodes rappelant les techniques d'analyses mises en œuvre.
- Le chapitre IV présente les résultats obtenus et leurs interprétations.

A la fin nous terminons par une conclusion générale dans laquelle nous synthétisons les résultats obtenus au cours de notre présent travail.

PARTIE
THEORIQUE

Chapitre I

Présentation de la région d'étude

Chapitre I : présentation de la région d'étude

I.1- Introduction :

L'aménagement du barrage de Douéra entre dans le cadre du développement hydro-agricole de la Mitidja centre. Il est entré en activité en Octobre 2016.

L'utilité de cet aménagement, est de permettre surtout de faire baisser la pression sur la nappe phréatique surexploitée, dont la recharge dépend essentiellement des chutes de pluie. Le site permet le développement des périmètres d'irrigation de la région, l'intensification des cultures et la valorisation de la ressource en eau de la plaine de la Mitidja.

La première étape de notre travail, consiste à collecter des informations et donner une présentation générale sur le barrage de Douéra tels que la climatologie de la région, la situation géographique et l'étude géologique.

I.2- Présentation de l'aménagement :

I.2.1- Situation géographique :

Le barrage de Douéra est un grand complexe hydraulique stratégique près de la commune de Douéra, dans la daïra de Draria, situé dans la wilaya d'Alger au nord de l'Algérie.

Le site du barrage de Douéra, se trouve sur l'oued Ben Amar, à environ 2 km, au sud-ouest de la ville de Douéra et à 27 km au Sud-ouest d'Alger.

Le barrage réservoir de Douéra permet le stockage des eaux transférées par les oueds Mazafran (39 hm³) et El Harrach (71 hm³). Sa capacité est de 87 hm³ pour un volume régularisé de 75 hm³ destiné à satisfaire les besoins des périmètres de l'irrigation de Mitidja et du sahel, pour une surface agricole de 17.200ha et la réalimentation de la nappe par infiltration. Suite à des récentes décisions une partie de l'eau stockée sera utilisée pour l'approvisionnement en eau potable de la ville d'Alger ouest et Blida [10].



Figure I.1 : localisation du barrage de Douéra (Google Maps ;2020)

I.2.2-Topographie :

Le site du barrage de Douéra se trouve dans les collines du sahel, un plateau déchiqueté dont la hauteur moyenne est d'environ 200m.

La vallée encaissée dans le flanc méridional du sahel creusée par l'Oued Ben-Amar et ses affluents en s'écoulant vers la plaine de Mitidja a une coupe transversale en V asymétrique avec :

- Une rive gauche escarpée qui présente une pente légèrement convexe de 20° à 22°.
- Une rive droite en pente initiale de 20° à 22° jusqu'à environ 20m au-dessus du fond de la vallée, de 10° à 11° jusqu'à une arrête presque plate dont la hauteur moyenne est de 160m, qui mène à des pentes de retenue inclinées à 8-10° ou 15-20°.

En aval, la pente du lit de l'oued s'accroît et la vallée se rétrécit, par contre en amont elle se divise en plusieurs affluents formant un large réservoir mais court.

Plusieurs points bas existant autour du bassin versant limitent la hauteur du barrage à 80m, ces points ont une élévation de 150-155m [10].



Figure I.2 : Vue du ciel du barrage de Douéra

I.2.3- Géologie :

La structure géologique de la zone se présente comme suit :

- Le barrage et sa retenue reposent sur les argiles calcaires du pliocène provenant de la formation du plaisacien.
- Des grés calcaires de la formation de l'astien couronnent la crête de rive gauche latérale au barrage. Cet affleurement se trouve probablement au-dessus du niveau de la retenue.
- Les dépôts du pliocène y sont plissés pour former un anticlinal à faible inclinaison dont l'axe présente une orientation approximative.
- On trouve parfois des dépôts alluvionnaires essentiellement des greniers, la couche d'alluvions dans la vallée est mince [5].

I.2.4-Sismicité :

Les études sismologiques ont pour but la vérification de la sécurité vis-à-vis du risque sismique des ouvrages hydrauliques, barrages et digues.

L'application des normes parasismiques pour les constructions nécessite de définir des mouvements sismiques de référence (c'est-à-dire les mouvements du sol attendus en cas de séisme) à prendre en compte pour le dimensionnement des structures.

Une grande partie du nord de la l'Algérie peut être soumise à des secousses qui peuvent causer d'importants dommages.

Dans les Règles Parasismiques Algériennes (R.A.P), le niveau du risque sismique considéré comme acceptable en Algérie a été établi et intégré en prenant en considération deux types de secousses possibles (séisme majeur et séisme modéré), et des groupes d'usage des ouvrages. Ces règles ne sont pas directement applicables aux ouvrages importants tels que les barrages. Néanmoins, celles-ci sont un indicateur de l'intensité de l'action sismique dans la région intéressée par l'étude [5].

I.3- Caractéristiques du barrage :

Les travaux de réalisation du barrage de Douéra ont été entamés en Janvier 2005, et ont été confiés par l'Agence Nationale des barrages et Transferts (ANBT) à l'entreprise turque NUROL. Sa mise en eau était en Décembre 2009 et sa mise en service était en Octobre 2016.

Ce barrage de Douéra, situé à une trentaine de kilomètres au sud-ouest d'Alger sur les contreforts nord de la plaine de la Mitidja, a une capacité de 87hm³ destinée à l'alimentation en eau potable d'une partie de la capitale Alger et la wilaya de Blida, pour répondre aux besoins agricoles par des lâchers d'irrigation du centre de la Mitidja, et pour réalimenter la nappe phréatique de cette dernière.

I.3.1-Type du barrage :

La digue est constituée par un noyau central argileux étanche, rechargé en matériau gréseux, sur lequel repose les filtres et les zones de transition, couverte par des Rip-Rap compacté pour assurer la stabilité du barrage.

- Hauteur : 77m
- Largeur au sommet : 12m
- Largeur de la base : 426m
- Longueur : 820m
- Côte de la crête : 142,00 m

➤ **Digue principale :**

Tableau I.1 : caractéristiques de la digue principale, (ANBT).

Niveau des plus hautes eaux (PHE)	139 m
Niveau minimal d'exploitation	100 m
Niveau minimal de la retenue	98 m
Volume de la retenue	75 hm ³
Réserve utile	71 hm ³
Volume mort	4 hm ³
Surface de la retenue	3,4 km ²

➤ **Deux digues de protection (A et B) :**

Les deux digues de protections sont projetées suite au réaménagement du barrage pour les raisons suivantes :

- protections des zones urbanisées : digue A épargne 240 lots à usages d'habitation.
- protections des zones urbanisées : digue B épargne 140 lots à usages d'habitation.
- protection du lac contre le déversement sauvage des eaux usées [10].

✓ **Digue A :**

Cette digue est constituée d'un noyau argileux étanche, rechargé en matériau gréseux et enrochements. La digue A dispose d'une station de pompage équipée de 4 pompes avec un débit de refoulement maximal de 1800 m³/h, et d'une puissance de pompage de 200 KW chacune [10].

Tableau I.2 : caractéristiques de la digue A, (ANBT)

Hauteur	15 m
Longueur en crête	100 ml
Largeur	10 m
Excavations	150.000 m ³
Remblais	250.000 m ³
la côte	142m

✓ **Digue B :**

Cette digue est constituée d'un noyau argileux étanche, rechargé en matériau gréseux et enrochements. La digue B dispose d'une station de pompage équipée de 4 pompes avec un débit de refoulement maximal de 600 m³/h, et d'une puissance de pompage de 110 KW chacune [10].

Tableau I.3 : caractéristiques de la digue B, (ANBT)

Hauteur	35 m
Longueur en crête	300 ml
Largeur	10 m
Excavations	300.000 m ³
Remblais	900.000 m ³
la côte	141,5m

I.3.2-Ouvrages de vidange :

➤ Tour de prise :

La tour de prise du barrage de Douéra est immergée et raccordée à la galerie de dérivation, 4 grilles d'entrée d'une surface totale de 60m², le débit maximal transférer est 14m³ /s avec une vitesse de 7m/s.

➤ Galerie de dérivation provisoire :

La dérivation provisoire du barrage de Douéra est composée d'une galerie rectiligne et circulaire d'une longueur de 435 m et d'un diamètre de 3,5 m dimensionnée pour un débit de 14m³ /s.

La galerie dispose aussi d'une conduite de vidange de 1,6m de diamètre. Le fonctionnement de la vidange sera automatisé, pour des faibles débits le niveau en déçu de la côte 4,5m, pour les débits supérieurs, la vidange s'ouvrira progressivement, l'ouverture maximale est atteinte pour la côte 5,5m.

Cette galerie est conçue pour assurer les trois fonctions suivantes :

- Dérivation provisoire durant les travaux de réalisation des remblais.
- Vidange de fond en exploitation et conduite d'un diamètre de 1600mm pour l'irrigation.
- Ouvrage terminal du transfert des oueds de Mazafran pour l'alimentation du réservoir [10].

I.4-Etude hydrologique :

Le but recherché d'une étude hydrologique est de découvrir la structure hydrologique d'un bassin-versant, c'est-à-dire la contenance maximale des différents réservoirs (sol, manteau, sous-sol) qui le constituent et leur loi respective de vidange.

I.4.1-Caractéristiques du bassin versant :

Le bassin versant au site du barrage est caractérisé par sa très faible dimension, avec une superficie totale de 10km², et par une pente très forte.

Présentation de la région d'étude

Une faible utilisation du sol soit par des cultures, soit par des habitations, à l'exception des zones plus basses de la vallée occupées par des terrains cultivés et des zones de la périphérie de la localité de Douéra occupées par des habitations et autres constructions [5].

Tableau I.4 : caractéristiques du bassin versant, (ANBT).

Superficie du bassin	10 km ²
Périmètre du bassin	18,3 km
Longueur de Talweg principal	4,8 km
Pente moyenne du bassin	3,2%
Pente du cours d'eau principal	2%

I.4.2- Caractéristiques climatique :

a-Température :

Les phénomènes météorologiques ont été caractérisés à partir des données pour une période de 2000 – 2012.

Tableau I.5 : les températures moyennes mensuelles, (ANRH, Blida).

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou
T (°C)	24,75	20,12	14,58	11,04	9,90	12,16	13,82	15,97	19,98	26,52	28,69	29,40

b- pluviométrie :

La station pluviométrique proche au bassin versant de Douéra, nous donne les précipitations pour une période de 2000-2012.

Tableau I.6 : les précipitations moyennes mensuelles, (ANRH, Blida).

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou
P_{moy} (mm)	40,26	55,6	98,07	109,1	87,2	52,8	65,9	65,8	44,5	2,28	2,07	3,32

La variation de la température et les précipitations en fonction du temps seront présentées dans un graphe Ombrothermique, ci-dessous :

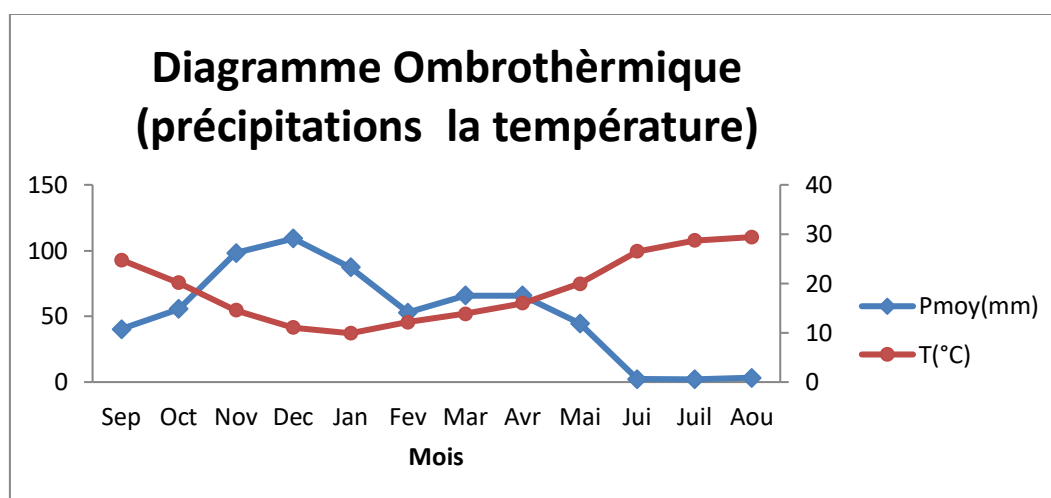


Figure I.3 : diagramme Ombrothermique de la variation des précipitations et la température en fonction du temps.

c- Evaporation :

L'estimation de l'évaporation a été calculée par la relation évaporation-altitude déterminée par l'ANRH (2000-2012) à partir des observations effectuées au niveau de quelques retenus dans la région sur des Bacs Colorado [5].

La valeur moyenne annuelle de l'évaporation sur bac peut être estimée à 1500mm et au niveau d'une retenue à 1200mm avec une répartition mensuelle comme suit :

Tableau I.7 : la répartition moyennes mensuelle, (ANRH, Blida).

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou
Evap (mm)	109,8	88,5	63,2	43,4	66	52,2	67,6	90,5	74,5	210	232	251

d- Ecoulement :

Le volume moyen annuel est de 2,1 hm³, cette valeur est très petite par rapport à la capacité de la retenue qui est de 87 hm³ [5].

I.5 -Débit solide :

Le débit solide issu d'un bassin ne correspond qu'au surplus de l'érosion sur la sédimentation dans le bassin, et particulièrement dans le lit même du cours d'eau, pendant la période de référence, et non à la totalité de l'érosion.

Pour la retenue du barrage de Douéra, le débit solide est la somme des débits solides des deux dérivations, et le débit solide de l'oued de Ben Amar.

Le volume total de sédiments des deux dérivations après 50ans est de 3,75 hm³, et pour l'oued de Ben Amar pour la même durée est égale à 0,75 hm³, donc le volume mort est de 4,5 hm³ [5].

I .6-Ouvrage de transfert :

Le barrage de Douéra est rempli par deux dérivations au fil de l'eau : l'une à partir de l'oued el- Harrach en amont de la plaine, et l'autre à partir de l'oued Mazafran en aval.

Le transfert el Harrach- Douéra et Mazafran- Douéra, fait partie d'un grand projet d'aménagement de la plaine de la Mitidja, ce transfert a un double rôle, il permet de remplir le barrage de Douéra dans les périodes pluvieuses et d'irriguer le périmètre de la Mitidja dans les périodes sèches [5].

I.6.1-Description générale des ouvrages de transfert :

Les ouvrages de dérivation et du transfert de Mazafran-Douéra et El Harrach-Douéra sont les suivants :

❖ Ouvrages de dérivation Mazafran-Douéra :

Les ouvrages de dérivation de Mazafran-Douéra sont composés de :

- Barrage de déversoir de Mazafran comprend la vidange de fond, l'évacuation de la crue et de la prise d'eau.
- Station de pompage SP1.
- Conduite de 2m de diamètre et de 300m de longueur reliant la SP1- dessableur.
- Dessableur.

- Station de pompage SP2.
- Conduite du transfert.

❖ **Ouvrages de dérivation El Harrach-Douéra :**

Les ouvrages de dérivation de El Harrach-Douéra sont composés de :

- Un seuil de dérivation.
- Un système de prise d'eau.
- Un dessableur.
- Un réservoir de dérivation.
- Une station de pompage.
- Une conduite du transfert el Harrach- Douéra.

I.6.2-Principe de fonctionnement général des transferts :

❖ **Mazafran-Douéra :**

L'oued de Mazafan comprend un seuil fixe de faible hauteur (10m environ), la station de pompage SP1 refoulera l'eau dans le dessableur sur une distance de 300m environ.

La station de pompage SP2 qui sera située à la sortie du dessableur refoulera l'eau vers le barrage de Douéra. La conduite de transfert a un diamètre de 2m et une longueur de 14km environ [5].

❖ **El-Harrach-Douéra :**

Les ouvrages de dérivation d'oued El-Harrach comprennent un seuil de dérivation avec une prise d'eau et un système de dessablage, ils sont situés en amont du débouchée de l'oued dans la plaine.

La station de pompage refoulera l'eau à partir de réservoir de régulation vers le barrage de Douéra, la conduite de transfert aura un diamètre de 2m et de longueur de 24km environ.

Présentation de la région d'étude

La connexion (entrée) entre la conduite du transfert et le barrage de Douéra est assurée par un ouvrage de décharge spéciale (déversoir en marche d'escalier), cet ouvrage est situé en amont du barrage de Douéra sur la rive droite [5].

I.6.3-Les réseaux de distribution :

Les ouvrages du transfert El-Harrach-Douéra et Mazafran-Douéra fonctionnent aussi dans le sens inverse à partir du barrage de Douéra vers les réseaux de distribution, ces derniers sont branchés sur les conduits à plusieurs points le long de sa traversée de la plaine.

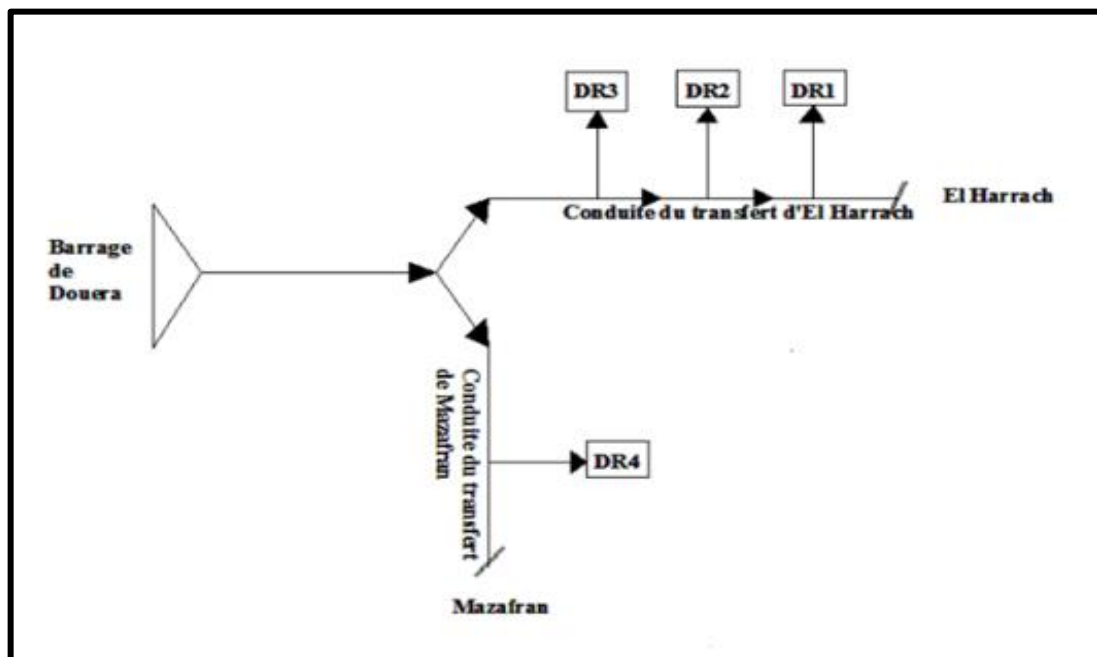


Figure I.4 : Schéma général de réseau de distribution

Il existe quatre zones à irriguer :

- Une zone haute dans le sud de la plaine.
- Une zone intermédiaire au milieu de la plaine.
- Une zone de basse dans le nord de la plaine.
- Une zone basse située à l'ouest de l'autoroute de Blida-Alger [5].

I.7- Conclusion :

Dans cette partie nous avons présenté notre zone d'étude par les différents paramètres caractéristiques de la région. Etant donné la faible pluviométrie de la région, la réserve ne sera pas bien alimentée, à cette effet la retenue du barrage sera remplie par pompage à partir des deux oueds Mazafran et oued El-Harrach. L'étude de la qualité des eaux de la retenue du barrage de Douéra est l'objet de ce qui suit.

Chapitre II

Paramètres de la qualité des eaux

Chapitre II : Paramètres de la qualité des eaux

II.1 Introduction :

De nos jours, les problèmes de pollution constituent un danger de plus en plus important pour l'homme. Parmi ces problèmes, la contamination de l'eau se pose avec acuité. En effet, l'eau est affectée de façon croissante par des matières minérales et organiques et même des microorganismes dont certains sont pathogènes et donc dangereux pour la santé.

La pollution est une dégradation de la qualité de l'eau. L'analyse chimique d'une eau révèle la présence de certains éléments en solution ou en suspension. Ce sont la qualité et la quantité de ces éléments qui, d'une part définissent une eau, et d'autre part précisent et limitent son emploi aux divers [14].

Ce chapitre va détailler les normes de qualité physico-chimique et microbiologique des eaux utilisées par l'organisation mondiale de la santé.

II.2 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.

❖ Analyse Physico-chimique :

L'analyse physico-chimique fait connaître les emplois auxquels convient une eau données, besoins ménagers (eau de cuisson ou de lavage...), besoins industriels (eau de réfrigération ou de fabrication...), elle décèle les eaux risquant d'exercer une action chimique sur les canalisations, elle facilite la mise au point des traitements qui supprimeront les inconvénients révélés.

Paramètres de la qualité des eaux

L'eau est un constituant fondamental de notre environnement, c'est le seul composé qui peut se trouver dans les trois états de la matière (solide, liquide, ou gazeux) aux températures ordinaires.

Autrefois, pour l'analyse de l'eau, on s'attachait presque uniquement à doser des éléments naturels et à déterminer certaines caractéristiques de pollution organique. Puis, à la suite d'incidents de pollution, on s'est préoccupé des éléments toxiques d'origine minérale; l'accroissement de l'utilisation des composés organiques de synthèse est venu compliquer le problème.

Il est alors devenu nécessaire de développer des méthodes analytiques de plus en plus sensibles et les limites de détection sont ainsi passées successivement du centigramme au milligramme puis au microgramme par litre. En même temps, s'est élaborée toute une technologie instrumentale dont les performances sont de plus en plus poussées.

L'évaluation de la qualité des eaux des barrages est estimée grâce à la mesure de certains paramètres physico chimiques indicateur de pollution (minéral, organique, azoté, et phosphorée). Elle est donnée en comparant les résultats d'analyses aux bornes de la grille de qualité [14].

❖ Qualité organoleptiques :

• La couleur :

Paramètre traduisant une nuisance d'ordre esthétique, la coloration des eaux peut :

- Avoir une origine naturelle (présence de fer et de manganèse dans les eaux profondes, des substances humiques dans les eaux de surface) ;
- Être une des conséquences du phénomène d'eutrophisation (développement excessif d'algues et de plancton) des lacs, étangs, barrages,...etc.;
- Avoir une origine industrielle chimique (colorants des tanneries et de l'industrie textile d'impression et teintures) [16].

- **Odeur et saveur :**

- L'odeur d'une eau est généralement un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition en quantité souvent si minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyse. Le sens olfactif peut seul, dans une certaine mesure, les déceler.
- Toute eau possède une certaine saveur qui lui est propre et qui est due aux sels et aux gaz dissous.
- Si elle renferme une trop grande quantité de chlore, l'eau aura une saveur saumâtre, si elle contient de forte quantité de sels de magnésium, l'eau aura un goût amer [16].

- ❖ **Qualité physique :**

- **Le pH :**

Le pH ou le potentiel d'hydrogène est le logarithme décimal de l'inverse de sa concentration en ions d'hydrogène (H^+), il est inférieur ou supérieur à 7 suivant que l'eau est acide ou basique. Il n'a pas de la signification hygiénique mais il représente une notion importante de la détermination de l'agressivité de l'eau et la précipitation des éléments dissous [14].

- **La conductivité électrique :**

La conductivité électrique mesure la capacité de l'eau à conduire le courant électrique, dans la mesure où la plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement [8], elle s'exprime en $\mu S/cm$, où 2 $\mu S/cm$ correspondent à 1 mg de sels dissous par litre d'eau [21], et varie proportionnellement avec les fluctuations de la température. Sa variation, qui renseigne sur les zones de mélange ou d'infiltration, permet de suivre l'évolution d'une pollution chimique.

Tableau II.1 : Échelle des conductivités naturelles.

60 à 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Eau de pluie.
50 à 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Eaux peu minéralisées (sols schisteux, volcaniques, granitiques).
550 $\mu\text{S}/\text{cm}$ environ	Eau du robinet.
300 à 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Eaux minéralisées (sols calcaires, marneux).
700 à 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Eaux fortement minéralisées (sols gypseux, eaux salées).

- **Turbidité** (Transparence) :

C'est un paramètre, qui varie en fonction des composés colloïdaux (argiles, débris de roche, micro-organismes,...) ou aux acides humiques (dégradation des végétaux) mais aussi pollutions qui troublent l'eau.

Tableau II.2 : Échelle de la turbidité

NTU < 5	Eau claire
NTU < 30	Eau légèrement trouble
NTU > 50	Eau trouble

Pour la sécurité de la qualité de l'eau, il faut maintenir une turbidité inférieure à 5 NTU [7].

- ❖ **Qualité chimique :**

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

- **Nitrate (NO_3^-) :**

Les nitrates NO_3^- 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 [19].

- **Sulfate :**

La teneur en sulfates (SO_4^{2-}) dans l'eau est liée aux composés alcalins de la minéralisation. Selon l'intolérance des consommateurs, l'excès de sulfates dans l'eau peut entraîner des troubles intestinaux [18].

- **Chlorures (Cl^-) :**

Les teneurs en chlorures des eaux extrêmement variées sont liées principalement à la nature des terrains traversés. Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils confèrent à l'eau à partir de 250 mg/l surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium [21].

- **Fer (Fe^{3+}) :**

Dans l'eau, il peut provenir, des terrains où se trouve l'eau, de rejets industriels, de la corrosion des conduites non protégées, des réactifs utilisés pour la production d'eau potable [15].

- **Manganèse (Mn^{2+}) :**

Le Manganèse est un élément existant dans la nature notamment dans les sols. La métallurgie, l'industrie électrique, l'industrie du verre et de la céramique, l'industrie chimique et pétrolière en sont les principaux utilisateurs.

Dans l'eau, le manganèse se retrouve à l'état dissous, en suspension, ou sous forme de complexes, mais jamais à l'état libre. Son élimination dans l'eau est délicate. Elle fait appel à des traitements d'oxydation, suivis d'une filtration sur sable [15].

- **La dureté (TH) :**

On appelle dureté totale d'une eau ou titre hydrotimétrique totale (TH) la somme des concentrations en Ca^{2+} et Mg^{2+} (dureté calcique et dureté magnésienne). Souvent méthode complexométrique à l'EDTA. La dureté s'exprime en ppm (ou mg/l) de CaCO_3 ou en degré français (symbole °F). 1 degré français correspond à 10^{-4} mol/l de calcium ou/et de magnésium [8].

- **Taux alcalimétrique complet TAC :**

Le taux alcalimétrique complet traduit l'alcalinité d'une eau. Il permet de connaître la quantité d'hydroxydes, de carbonates ou, d'hydrogencarbonates. La connaissance de la valeur de ce paramètre est essentielle pour l'étude de l'agressivité d'une eau. Le TAC d'une eau potable ne doit pas être inférieur à 2,5° F [23].

II.3 Conclusion :

La pollution permanente est liée aux rejets industriels, aux eaux usées urbaines et à l'utilisation de pesticides et d'engrais dans l'agriculture; Il y a aussi la pollution exceptionnelle associée aux déversements soudains ou aux accidents de transport.

En pratique, plus la qualité de l'eau est faible, plus il est nécessaire de procéder à des contrôles fréquents et à grande échelle.

Le but de l'analyse physique, chimique et microbiologique de l'eau est de fournir des informations sur la potabilité, c'est-à-dire sans risque d'ingestion de micro-organismes pathogènes, qui provient généralement de la contamination des eaux usées.

PARTIE
EXPERIMENTALE

CHAPITRE III

Méthodes et matériels

Chapitre III : Méthodes et matériels

III.1-Introduction :

L'étape du prélèvement influence directement la qualité des résultats analytiques obtenus. En effet, la bonne pratique du prélèvement va conditionner en grande partie la validité des analyses et donc l'interprétation qu'on peut en faire.

Ce chapitre est destiné à l'explication des préparatifs généraux à effectuer et les précautions à prendre lors de prélèvement. Il définit également les méthodes de prélèvement d'échantillons analysés.



Figure III .1: Les trois étapes d'études de qualité des eaux naturelles

III.2-Campagne de prélèvement :

Les prélèvements ont été effectués durant les mois suivants : Janvier, Février, Mars, Avril, Mai, Juin.

III.3- Echantillonnage et analyse physico-chimique des eaux du barrage de Douéra :

III.3.1- Technique d'échantillonnage :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté, La bonne pratique de l'échantillonnage conditionne en très grande partie la fiabilité, la comparabilité des données de mesure et donc l'interprétation que l'on pourra en faire. L'opérateur d'échantillonnage prendra toutes les dispositions pour :

- Assurer la représentativité et l'intégrité des échantillons réalisés depuis l'échantillonnage du milieu jusqu'au laboratoire d'analyse ;
- Éviter la contamination du milieu lors de l'échantillonnage en s'équipant de protections individuelles propres et en utilisant du matériel nettoyé.

Une bonne coordination entre le préleveur et le laboratoire est indispensable pour la fiabilité des données, notamment pour les étapes suivantes : respect des délais échantillonnage analyse, respect des consignes relatives au flaconnage, conditionnement, conservation, transport... .

III.3.2- Les méthodes d'analyse :

- **Méthodes potentiométriques :**

La méthode met en œuvre le plus souvent des électrodes spécifiques qui sont utilisées par immersion dans l'eau; elles permettent de mesurer: pH, potentiel d'oxydo-réduction, oxygène, turbidité, résistivité, fluorures, cyanures... Le couplage de ces sondes à une unité centrale de saisie de données (microprocesseur ou 337 micros ordinateurs) permet de suivre sur le site l'évolution de la qualité de l'eau dans le temps [24].

- **Méthodes colorimétriques :**

Cette méthode met en jeu des "réactions colorées" dont l'intensité de la couleur obtenue est évaluée au moyen de comparateurs possédant des disques, plaquettes ou bandes colorées servant d'étalons[24].

- **Méthodes volumétriques :**

De nombreux paramètres sont déterminés par volumétrie (dureté totale, dureté calcique, chlorures...). Des malles contenant de la verrerie classique de laboratoire permettent ces déterminations (burettes, erlenmeyer, éprouvettes graduées, fioles...) [24].

- **Spectrophotométrie d'absorption moléculaire :**

C'est la méthode analytique la plus utilisée en analyse d'eau. Elle nécessite la mise en œuvre préliminaire d'une réaction colorée spécifique de (élément recherché. Elle s'appuie sur le fait que toute solution colorée traversée par un faisceau de lumière laisse passer une fraction de la lumière incidente; la quantité de lumière absorbée est proportionnelle à la concentration du composé coloré recherché (loi de Beer-Lambert) [24].

III.4-principe de mesure des paramètres :

III.4.1-Le pH :

Le pH mesure la concentration en ions H^+ . Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14,7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau. Il joue aussi un rôle primordial dans les processus biologiques qui exigent des limites très étroites de pH. La mesure du pH donne des renseignements importants sur la nature des eaux. D'une façon générale, le pH des eaux naturelles est lié à la nature de terrains traversés, il varie habituellement entre 7,2 et 7,6[4].

Le pH est pris avec un pH mètre, ce dernier est un appareil, souvent électronique permettant la mesure du pH d'une solution.

Le pH-mètre est généralement constitué d'un boîtier électronique permettant l'affichage de la valeur numérique du pH et d'une sonde de pH constituée d'une électrode de verre permettant la mesure et d'une électrode de référence.



Figure III .2 : pH mètre.

Mode opératoire :

- Branchement du pH-mètre, après sa stabilité pendant quelques minutes, l'installation des électrodes aux entrées correspondantes sur l'appareil ;
- Etalonnage de l'appareil à l'aide d'une solution tampon. En suite rinçage de l'électrode avec de l'eau distillée et avec l'échantillon à analyser ;

- Conduire l'échantillon d'eau à analyser à la température désirée ;
- Immerger l'électrode dans l'échantillon à analyser et lire la valeur de pH directement ;
- Après chaque détermination de pH, on retire l'électrode, on la rince et à la fin de l'expérience on la laisse tremper dans l'eau distillée, ou dans la solution tampon ou dans une solution de KCl saturée [8].

III.4.2-La conductivité électrique :

La procédure pour mesurer la conductivité est simple et permet d'obtenir une information très utile pour caractériser l'eau. La mesure est effectuée sur le terrain par un conductimètre, que nous plongeons l'électrode de l'appareil dans l'eau à analyser. La valeur de conductivité s'affiche directement en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Généralement l'on considère que la situation est particulière ou anormale au-delà de $2000 \mu\text{S}/\text{cm}$ et une conductivité de l'eau supérieure à $1500 \mu\text{S}/\text{cm}$ classe alors une eau comme difficilement utilisable dans les zones irriguées. Pour les usages industriels, l'interprétation des résultats doit se faire en fonction d'une analyse complète de l'eau retenons, pour le contrôle des rejets industriels, que la conductivité ne reflète qu'une minéralisation globale que l'identification des éléments chimiques en cause est assez difficile.



Figure III .3 : conductimètre.

Mode opératoire :

- Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau permutée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à analyser ;
- Refaire la mesure dans un deuxième récipient à condition que les électrodes de platine soient complètement immergées ;
- Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant, pour assurer que les bulles d'air sont éliminées sur les électrodes. Introduire le thermomètre de la cellule ;
- Exécuter à la température de référence de 25 °C. La température du liquide devra être constante pendant la mesure. L'utilisation du bain thermostaté facilite l'équilibre thermique et améliore les résultats de la mesure [8].

III.4.3-La turbidité :

La turbidité de l'eau est causée par des matières en suspension composées d'argile, de limon, de particules organiques, de plancton et de divers autres organismes microscopiques [10].

La turbidité est une façon de mesurer la transparence de l'eau. On la détermine à l'aide d'un turbidimètre. L'unité de turbidité utilisée est le :

NTU : NEPHELOMETRIC TURBIDITY UNIT (unité de turbidité néphélométrique)

Mode opératoire :

- Mélanger 5 ml de solution A et 5 ml de solution B. Après 24 h à 25 °C ± 3 °C ;
- diluer la solution à 100 ml avec de l'eau ;
- La turbidité de cette solution standard est de : 400 NTU ;
- Dans l'obscurité, cette suspension standard se conserve à la température ambiante pendant 4 semaines environ ;
- Par dilution à 1/400 avec de l'eau distillée, on obtient une turbidité de: 1 NTU ;
- Cette solution n'est stable que durant qu'une semaine [8].

III.4.4-Les nitrates (NO_3^-) :

Les nitrates sont des ions minéraux nutritifs solubles dans l'eau, qui sont directement assimilables par les plantes. Ils sont ajoutés au sol soit directement par les agriculteurs soit indirectement par le fumier ou le purin. A cause de leur bonne solubilité dans l'eau, les nitrates sont facilement éliminés du sol en direction de la nappe phréatique, en particulier quand le sol est en jachère, par exemple en hiver. Ils sont généralement l'indice d'une pollution.

On détermine la teneur en nitrate dans l'eau en l'analysant par la méthode de spectrométrie. En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosoulate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique. Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur.

Mode opératoire :

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser ;
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30% ;
- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium ;
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75-800 °C ;
- Reprendre le résidu avec 2ml. H_2SO_4 laissé reposer 10 mn ;
- Ajouter 15 ml d'eau distillée ;
- Ajouter 15 ml de tertrate double de sodium et de potassium puis passer au spectro au 415 nm [9].

III.4.5-Les Sulfates (SO_4^{2-}) :

Le dosage des sulfates se fait par la méthode turbidimétrique. Les ions SO_4^{2-} sont précipités par le chlorure de baryum sous forme de sulfate de baryum très peu soluble, le précipité (BaSO_4), très fin est maintenu en suspension par un produit tensioactif [3].

On effectue sur le trouble obtenu une mesure turbidimétrique à 495nm (**ANRH, technique interne**), les résultats sont exprimés en mg/l de sulfates.

Les sulfates qui se dissolvent dans l'eau proviennent de certains minéraux en particulier du gypse ou apparaissent à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux. Selon l'intolérance des consommateurs, l'excès de sulfates dans l'eau peut entraîner des troubles intestinaux. Les concentrations admissibles sont de l'ordre de 400 mg.l^{-1} [2].

Mode opératoire :

- 50 ml d'eau analysée ;
- 2 ml HCl ;
- Chauffée la solution ;
- Ajoutée des gouttes de chlorure de bariume ;
- Pesé le papier filtre avant la filtration ;
- Filtrée la solution [8].

III.4.6-Chlorures (Cl^-) :

En général, les chlorures sont présents dans les eaux à l'état brut et transformés à des concentrations allant de petites traces jusqu'à plusieurs centaines de mg/l. Ils sont présents sous la forme de chlorures de sodium, de calcium et de magnésium. De fortes concentrations de chlorures peuvent restreindre l'utilisation de l'eau en raison de la saveur qu'ils donnent et l'effet laxatif qu'ils peuvent causer. Les méthodes conventionnelles de traitement des eaux n'éliminent pas les chlorures. Leur élimination peut se faire par désalinisation (osmose inverse) ou par électrodialyse, (échange d'ions) [12].

La détermination de la concentration des chlorures se fait par titrage au nitrate d'argent avec du chromate comme indicateur coloré. Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent. Les résultats sont exprimés en mg/l de chlorures.

III.4.7-Fer (Fe^{3+}):

Dans les eaux de surface, le fer se trouve généralement sous forme ferrique et précipité, souvent associé aux MES ; il est alors éliminé au cours de la clarification. En revanche, on le rencontre sous forme ferreuse dans les couches profondes de certaines réserves d'eaux eutrophisées privées d'oxygène et dans la plupart des eaux souterraines : ce fer réduit Fe(II) est alors dissous et souvent complexé, dosés par ICP optique AES [13].

Principe de l'analyse :

On utilise un spectrophotomètre d'émission par plasma à coupage inductif (ICP AES). Cette technique fait appel à la propriété des atomes d'émettre une certaine énergie à

une ou plusieurs longueurs d'ondes spécifiques après excitation avec un gaz ionisé (Argon). La détermination des éléments dissous se fait après filtration à 0,45µm, si nécessaire.

La détermination des éléments totaux de l'échantillon avec cet appareil peut se faire directement, si le prélèvement ne contient pas de matières en suspension, sinon une minéralisation avec mise en solution est nécessaire.

III.4.8-Manganèse (Mn^{2+}):

Les ions manganèse sont oxydés en oxyde de manganèse qui transforme un indicateur redox organique en un produit d'oxydation coloré. La concentration en manganèse est déterminée semi-quantitativement par comparaison visuelle de la zone réactionnelle de la bandelette-test avec les zones d'une échelle colorimétrique.

Mode opératoire :

- Plonger la zone réactionnelle de la bandelette-test 1 seconde dans l'échantillon préparé (15-25 °C). Secouer la bandelette pour en éliminer l'excédent de liquide ;
- Déposer sur la zone réactionnelle de la bandelette-test et laisser agir 15 secondes. Secouer la bandelette pour en éliminer l'excédent de liquide. Attendre 15 secondes ;
- Déposer sur la zone réactionnelle de la bandelette-test et laisser agir 1 minute. Secouer la bandelette pour en éliminer l'excédent de liquide et identifier la zone colorée de l'étiquette se rapprochant le plus de la couleur de la zone réactionnelle. Lire le résultat correspondant en mg/l de Mn.

Remarques concernant la mesure :

- En présence de cations ou d'anions oxydants, la zone réactionnelle se colore en vert déjà avant l'addition des réactifs ;
- Passé le temps de réaction indiqué, la zone réactionnelle peut éventuellement continuer à changer de couleur. Ceci ne doit pas être pris en considération pour la mesure ;
- Lorsque la couleur de la zone réactionnelle est aussi foncée ou plus foncée que la couleur la plus sombre de l'échelle colorimétrique, il faut refaire la mesure sur de nouveaux échantillons dilués, jusqu'à l'obtention d'un résultat inférieur à 100 mg/l de Mn. Bien entendu prendre la dilution, en considération pour le résultat d'analyse :
Résultat d'analyse = valeur mesurée x facteur de dilution [25].

III.4.9-La dureté :

La dureté de l'eau est liée au lessivage des terrains traversés. La dureté d'une eau est une grandeur reliée à la somme des concentrations en cations métalliques.

On parle de dureté totale d'une eau ou de titre hydrométrique (TH). Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un volume d'eau par un acide minéral dilué.

Au cours d'une ébullition prolongée, une partie des ions participant à la dureté de l'eau sont éliminés par la précipitation de carbonates de calcium et de magnésium. La dureté de l'eau qui a subi un tel traitement est appelé "dureté permanente". La différence entre la dureté totale et la dureté permanente s'appelle "dureté temporaire"[17].

Mode opératoire :

- Verser l'eau à analyser dans le tube à essai jusqu'au repère ;
- Ajouter goutte à goutte le réactif titrant ;
- Toutes les 2 gouttes, boucher le tube à essai avec la paume de la main et agiter vivement ;
- Dès que la mousse persiste, la dureté est neutralisée ;
- Nombre de gouttes versées = TH (°F)
- Reporter la valeur du TH sur le bulletin d'analyse [8].

III.4.10-TAC

Le titre alcalimétrique complet mesure la teneur de l'eau en alcalin libre et en carbonate caustique [1].

Le TAC se mesure après détermination du pH de l'eau, sur une prise d'échantillon de 50 ml.

Mode opératoire :

Dans un erlenmeyer contenant 50 ml de l'échantillon, ajouter 2 gouttes de phénolphtaléine.

- Si le pH < 4,3, la solution est immédiatement rouge ou orangée : TAC = TA
- Si le pH > 4,3, la solution est jaune : le TAC est déterminé de la même manière que le TA [9].

III.5-Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de présenter la procédure expérimentale suivie pour la réalisation des essais en laboratoire.

CHAPITRE VI

Résultats expérimentaux et interprétations

Chapitre IV : Résultats expérimentaux et interprétations

IV.1-Introduction :

Dans ce chapitre, nous présentons les principaux paramètres physico-chimiques du barrage Douéra sur la base des résultats des analyses chimiques.

Pour la réalisation de cette étude, un prélèvement d'échantillon d'eau a été effectués durant la période s'étalant du mois de Janvier au mois de Juin 2020, Les caractéristiques physico-chimiques ont été établies selon les normes mentionnées au deuxième chapitre (Grille pour estimer la qualité générale de l'eau), Les analyses du prélèvement ont été faites à SEAL MAZAFRAN. Les résultats obtenus ont fait l'objet d'une étude approfondie dont le but est d'interpréter la qualité de l'eau.

IV.2-Etude des paramètres physico-chimiques :

IV.2.1-Etude des paramètres physiques :

Ces paramètres sont très importants car ils jouent un rôle majeur dans la solubilité de l'eau, donc sur la conductibilité et la détermination de leur origine, pour cela les paramètres principaux ont été étudiés sont :

- Le potentiel Hydrogène (pH)
- La conductivité électrique (CE)

IV.2.1.1-Potentiel d'hydrogène (pH) :

Les valeurs du pH de l'eau du barrage Douéra pendant les six mois d'études sont regroupées dans le tableau (IV.1).

Tableau .IV.1: Valeurs du pH des eaux brutes de barrage de Douéra (SEAL 2020)

Mois	janvier	février	mars	Avril	Mai	Juin
PH	7.9	7.91	7.95	8	7.95	8.03

La valeur moyenne du pH enregistrée durant la période d'étude est égale à **7,95**. Les valeurs sont au voisinage de la neutralité dans les deux mois janvier et février avec un caractère plus ou moins alcalin durant le reste de l'année et un maximum noté au mois de juin (**8,03**). D'après les résultats trouvés du pH nous avons enregistré que le pH est presque stable avec le temps suite que la même qualité d'eau alimentant le Barrage.

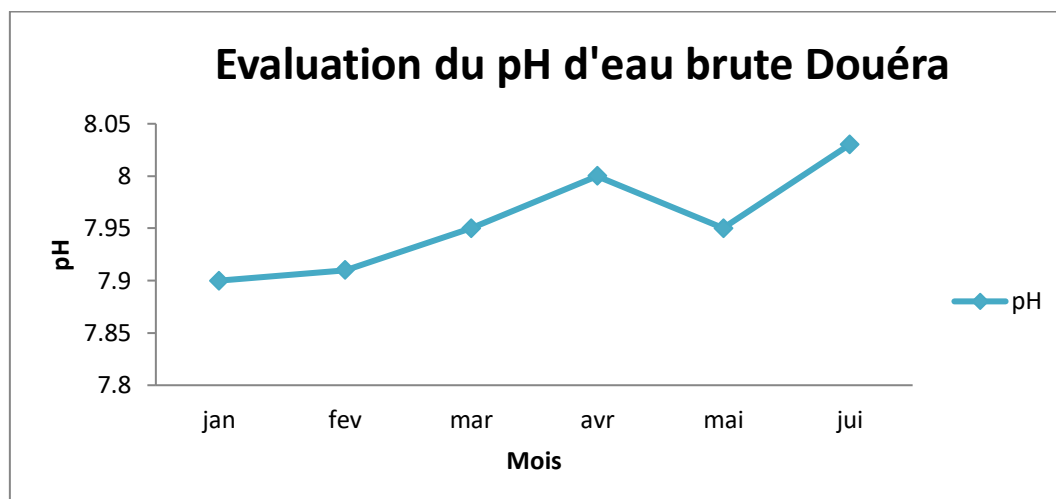


Figure .IV.1 : Variation temporelle du pH

La **figure.IV.1**, montre la variation du pH en fonction du temps, les valeurs varient légèrement, nous expliquant également ces variations par l'influence des eaux de ruissèlement chargées de différentes matières. La différence du pH de ces échantillons n'est pas significative. Ceci pourrait s'expliquer par l'usage intensif des engrais durant la période du Janvier au Juin.

Le pH représente une notion importante de la détermination de l'agressivité de l'eau et la précipitation des éléments dissous. Il influence la plupart des processus chimiques et biologiques des écosystèmes aquatiques : si le pH est inférieure à 4,5 ou supérieur à 10, il devient toxique pour les organismes vivants [23].

Le pH moyen du barrage de Douéra est neutre à légèrement alcalin, c'est a cause de l'influence de la nature géologique du bassin versant sur la composition chimique des eaux. Le barrage et sa retenue reposent sur des roches sédimentaires et calcaires (la structure géologique de la zone d'étude).

Les résultats obtenus montrent que l'eau est de bonne qualité d'après la grille de l'ANRH (2010).

Tableau IV.2 : classification du pH obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.

Classes	C1	C2	C3	C4
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	5,5-6,5 Ou 8,5-9	<5.5 Ou >9
La moyenne du pH obtenu	7,95	7,95		

IV.2.1.2-Conductivité :

Les valeurs de la CE de l'eau du barrage Douéra pendant la période de six mois d'études sont regroupées dans le tableau (IV.3).

Tableau .IV.3: Valeurs de la conductivité des eaux brutes de barrage de Douéra (SEAAL 2020)

Mois	Janvier	Février	mars	Avril	Mai	Juin
Condu (µs/cm)	1045	1053	1075	1080	1095	1100

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution [16].

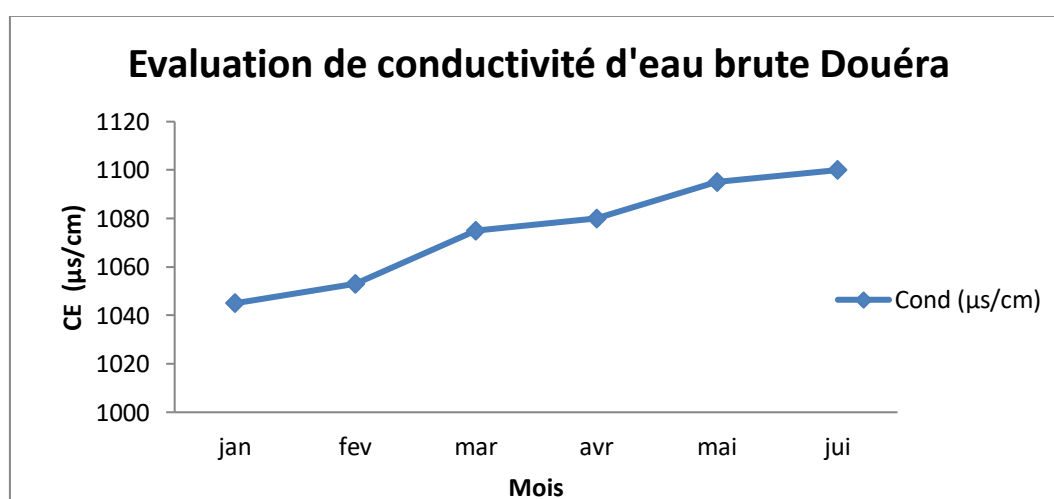


Figure IV.2: Variation temporelle de la conductivité électrique

D'après la **figure IV.2**, toutes les valeurs mesurées de la conductivité indiquent une minéralisation élevée car elles sont toutes globalement supérieures à **800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (1045 à 1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$)** mais ne dépasse pas les normes.

La valeur moyenne de la conductivité est égale à **1074.67 $\mu\text{S}/\text{cm}$** . la conductivité est un indicateur des changements de la composition en matériaux et leur concentration globale .elle renseigne sur le degré de minéralisation globale des eaux superficielles. Cette minéralisation importante traduit une forte teneur des cations et anions dans cette eau due probablement au drainage des terrains très riches en sels et en gypse (la nature géologique des couches traversées).

Les résultats obtenus montrent que l'eau du barrage est de très bonne qualité d'après la grille appliquée par l'ANRH en 2010.

Tableau IV .4 : classification de la conductivité obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.

classes	C1	C2	C3	C4
Conductivité éclectique $\mu\text{S}/\text{cm}$	≤ 2000	-	> 2000	-
La moyenne des résultats de la conductivité	1074,67			

IV.2.2-Paramètres chimique de l'eau :

IV.2.2.1-Turbidité (NTU)

Les résultats de la turbidité de l'eau du barrage Douéra pendant la période d'étude sont regroupés dans le tableau (IV.5).

Tableau .IV.5: Valeurs de la turbidité des eaux brutes de barrage de Douéra (SEAAL 2020)

Mois	Janvier	février	mars	Avril	Mai	Juin
Turbidité (NTU)	22	18	14	7	5,5	3,7

La turbidité résulte la présence des matières en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles,...). L'appréciation de l'abondance de ces matières mesure son degré de turbidité.

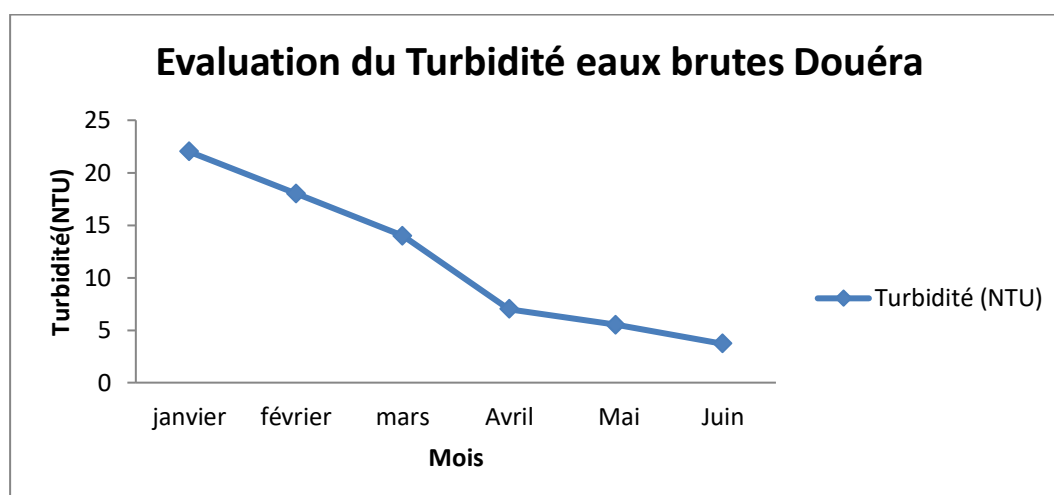


Figure IV.3: Variation temporelle de la turbidité

Le suivi de ce paramètre donne des valeurs situant entre **3,7 NTU** et **22 NTU**, avec une moyenne de **11,7 NTU** (Figure.IV.3). Durant la saison sèche, la turbidité est faible par rapport à la saison pluvieuse où l'apport des eaux de ruissellement augmente la turbidité de l'eau.

Suite aux résultats des turbidités enregistrées, a noté une évolution de la turbidité avec Le temps mais reste toujours acceptable pour le traitement.

Tableau IV.6 : classification de la turbidité obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.

classes	C1	C2	C3	C4
La turbidité (NTU)	<6	7-35	36-70	100<
La moyenne des résultats de la turbidité		11,7		

IV.2.2.2-Nitrates (NO_3^-) :

Les concentrations des nitrates (NO_3^-) de l'eau du barrage Douéra pendant la période d'étude sont regroupées dans le tableau (IV.7).

Tableau .IV.7: Valeurs des nitrates des eaux brutes de barrage de Douéra (SEAAL 2020)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
NO_3^- (mg/l)	5,5	6,3	6,7	7	6,1	6

Les nitrates sont utilisés comme indicateur de pollution. Ils jouent le rôle de fertilisant pour les plantes qui assimilent l'azote sous la forme NO_3^- [1].

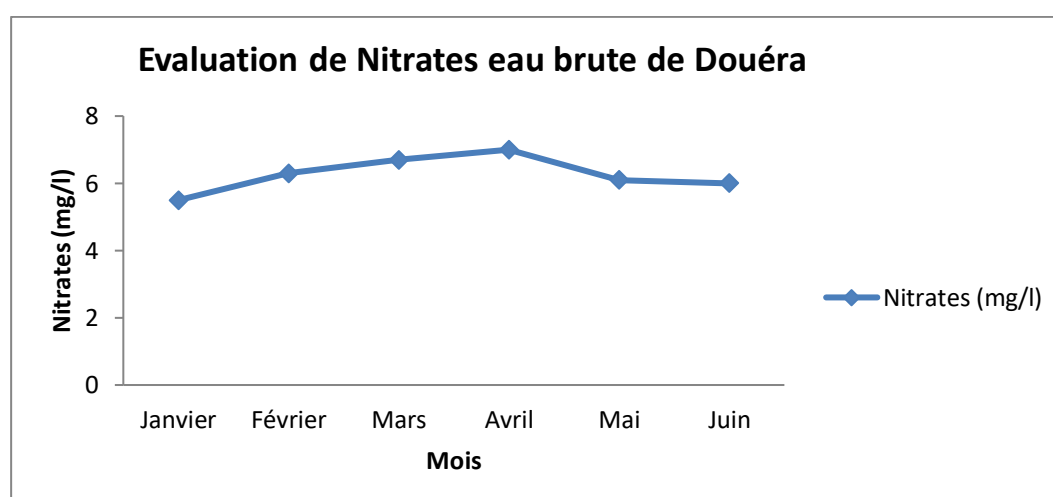


Figure IV.04: Variation temporelle de nitrates.

Le suivi des teneurs en nitrates a permis d'obtenir les résultats présentés dans **la Figure IV.04**, les résultats des teneurs en nitrates montre une légère variation qui oscille entre **5.5 mg/l** (au mois de Janvier) et **7 mg/l** (au mois d'Avril). L'augmentation des teneurs en nitrates dans les eaux pendant la saison pluvieuse par rapport à la saison sèche, peut être due au lessivage des fertilisants utilisés dans les sols agricoles situés sur les bords du barrage.

Les nitrates est le stade final de l'oxydation de l'azote organique. En général, les eaux de surface ne sont pas chargées en nitrates à plus de 10mg /l NO_3^- .

Les résultats obtenus montrent que l'eau du barrage est de très bonne qualité d'après la grille appliquée par l'ANRH en 2010.

Tableau IV.8 : classification du Nitrate obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.

classes	C1	C2	C3	C4
Nitrate (NO_3^-) (mg/l)	≤25	≤50	≤80	>80
La moyenne des résultats du (NO_3^-)	6,26			

IV.2.2.3-Sulfates (SO_4^{-2}) :

Les concentrations des sulfates (SO_4^{-2}) de l'eau du barrage de Douéra pendant la période d'étude sont regroupées dans le tableau (IV.9).

Tableau .IV.9: Valeurs des sulfates des eaux brutes de barrage de Douéra (SEAAL 2020)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
SO_4^{-2} (mg/l)	215	237	210	223	210	230

Les sulfates composés naturels des eaux, sont liés aux cations majeurs, leurs présences résultent de l'oxydation des sulfures répandus dans les couches géologiques. **(Brémond et al, 1973)**. Une eau contenant une teneur élevée des sulfates produira des effets laxatifs chez l'homme.

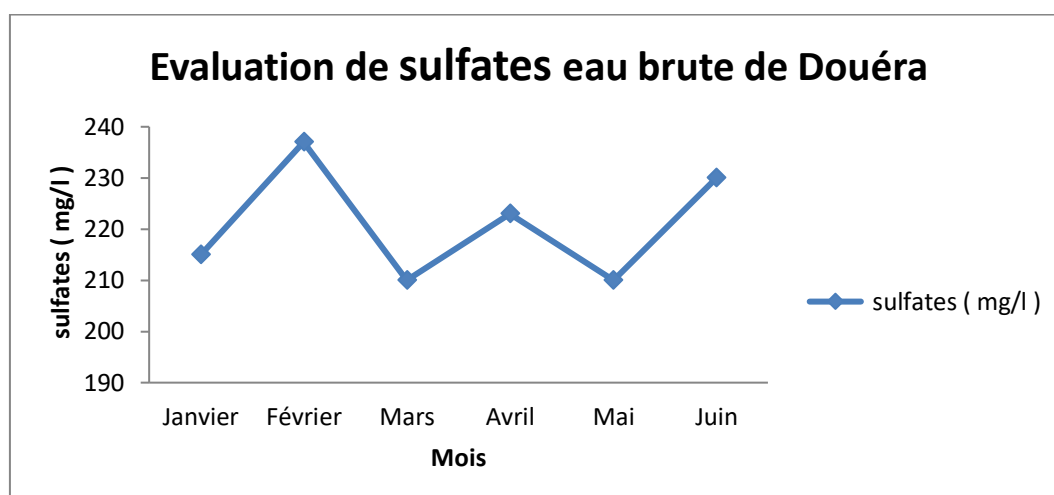


Figure IV.5 : Variation temporelle de sulfates.

Dans le milieu d'étude, les valeurs des sulfates (SO_4^{-2}) sont entre **210 mg/l** et **237 mg/l** avec une valeur moyenne **220.83 mg/l**.

Les fortes teneurs peuvent être dues aux activités agricoles et des lâchées des eaux du barrage pour l'irrigation du périmètre en aval.

Les résultats obtenus montrent que l'eau du barrage est de bonne qualité d'après la grille appliquée par l'ANRH en 2010.

Tableau IV.10 : classification de sulfates obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.

Classes	C1	C2	C3	C4
Sulfate (mg/l)	50-200	200-300	300-400	>400
La moyenne des résultats du (SO_4^{-2})		220 ,83		

IV.2.2.4-Chlorures (Cl⁻) :

Les concentrations des chlorures (Cl⁻) de l'eau du barrage de Douéra pendant la période d'étude sont regroupées dans le tableau (IV.11).

Tableau .IV.11: Valeurs des chlorures des eaux brutes de barrage de Douéra (SEAL 2020)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Cl ⁻ (mg/l)	110	115	135	144	145	150

De fortes concentrations de chlorures peuvent restreindre l'utilisation de l'eau en raison de la saveur qu'ils donnent et l'effet laxatif qu'ils peuvent causer. Le pic de chlorures enregistré au niveau de ce barrage est dû à la géologie des terrains.

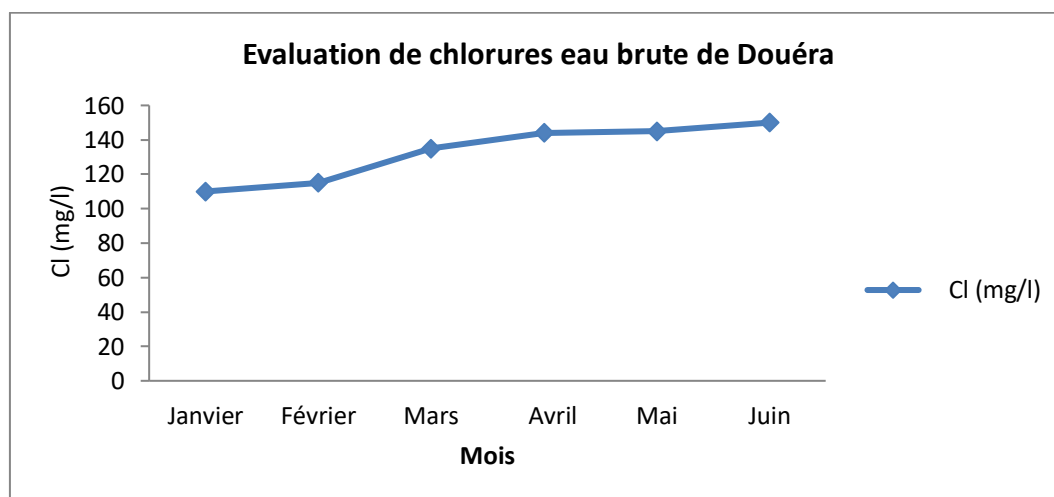


Figure. IV.6: Variation temporelle de chlorures.

Le suivi de l'évolution mensuel des chlorures dans le barrage de Douéra permet de détecter d'importantes oscillations. D'après **Figure. IV.6** la En effet, les teneurs extrêmes maximale et minimale sont de **150mg/l** (mois d'Juin) et **110 mg/l** (mois de Janvier) respectivement, avec une valeur moyenne de **133.167 mg/l**. Le pic de chlorures enregistré au niveau de ce barrage est dû à la géologie des terrains.

Les résultats obtenus montrent que l'eau du barrage est de bonne qualité d'après la grille appliquée par l'ANRH en 2010.

Tableau IV.12 : classification de Cl⁻ obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.

classes	C1	C2	C3	C4
Chlorure (mg/l)	10-150	150-300	300-500	>500
La moyenne des résultats du (Cl ⁻)	133,167			

IV.2.2.5-Fer total (mg/l) :

Les concentrations du fer de l'eau du barrage de Douéra pendant la période d'étude sont regroupées dans le tableau (IV.13).

Tableau .IV.13: Valeurs du fer des eaux brutes de barrage de Douéra (SEAL 2020)

Mois	janvier	février	mars	Avril	Mai	Juin
Fe ³⁺ (mg/l)	0.15	0,17	0,18	0,22	0,22	0,23

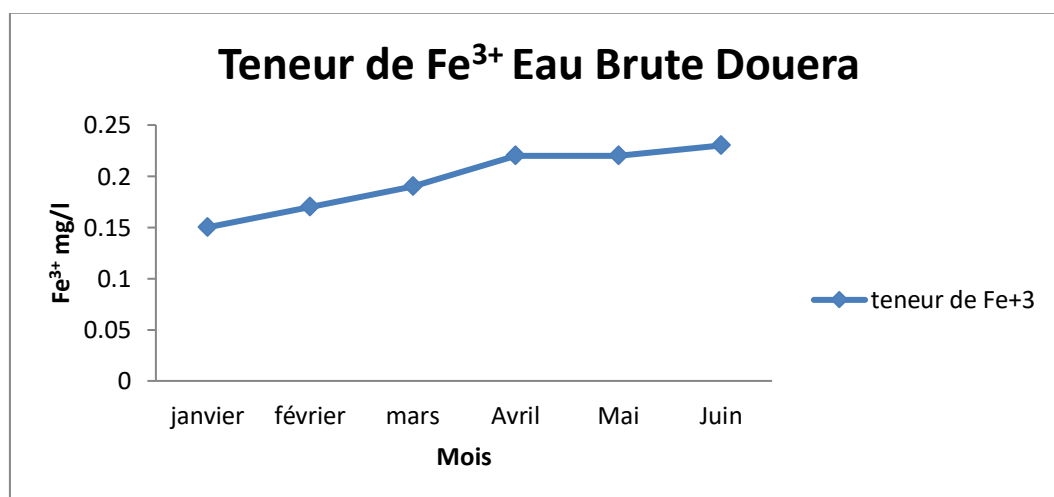


Figure. IV.07: Variation temporelle de fer.

La figure. IV.07 montre les variations de la concentration en ions de fer des eaux du barrage Douéra. Ces teneurs sont faibles, elles varient entre **0,15 mg/l** (au mois de Janvier) et **0,23**

mg/l (au mois de Juin). La présence du fer pourrait provenir de lessivage du sol agricole et du contexte géologique régional.

Suite aux résultats d'analyse obtenus du fer total, nous avons constaté une évolution des teneurs du fer total suite à baisement du niveau du barrage qui provoque une présence des métaux lourds.

Les résultats obtenus montrent que l'eau du barrage est de bonne qualité d'après la grille appliquée par l'ANRH en 2010.

Tableau IV.14: classification du Fe³⁺ obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.

Classes	C1	C2	C3	C4
Fe ³⁺ (mg/l)	0-0,5	0,5 - 1	1-2	> 2
La moyenne des résultats du (Fe ³⁺)	0,195			

IV.2.2.6-Manganèse (Mn²⁺) :

Les concentrations de manganèse de l'eau du barrage de Douéra pendant la période d'étude sont regroupées dans le tableau (IV.15).

Tableau .IV.15: Valeurs du manganèse des eaux brutes de barrage de Douéra (SEAAL 2020)

Mois	janvier	février	mars	Avril	Mai	Juin
Mn ²⁺ mg/l	20	25	37	50	63	70

Le suivi de l'évolution mensuel des manganèses dans le barrage de Douéra permet de détecter d'importantes oscillations.

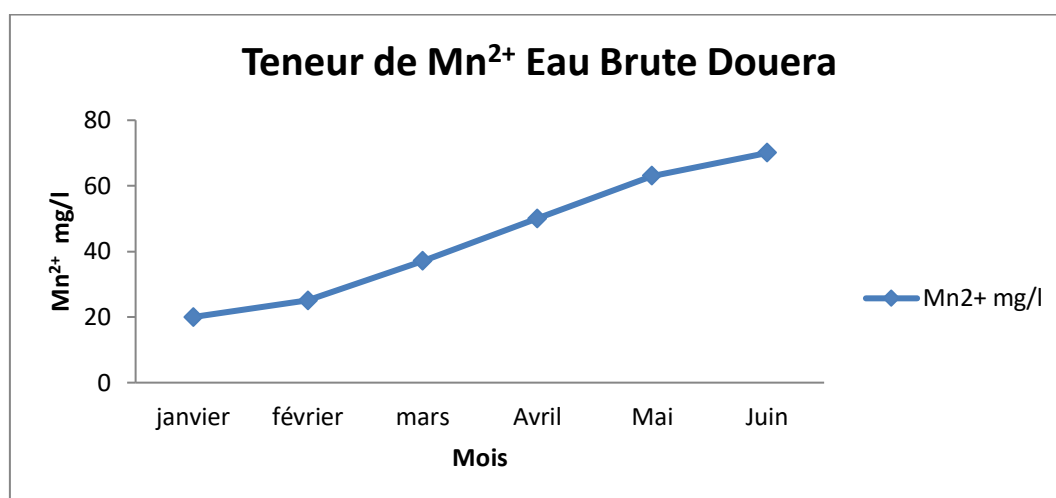


Figure. IV.08: Variation temporelle du manganèse.

La figure. IV.08 montre les variations de Mn des eaux du barrage Douéra. Ces teneurs varient entre **25 mg/l** (au mois de Février) et **70 mg/l** (au mois de Juin).

Suite aux résultats d'analyse obtenus du manganèse, nous avons constaté une évolution Des teneurs du Manganèse suite à baisement du niveau du Barrage qui provoque une présence des métaux lourds.

D'après la grille appliquée par l'ANRH en 2010, l'eau du barrage de Douéra contient une dose importante de Manganèse ce qui nécessite un traitement intensif.

Tableau IV.16 : classification du manganèse obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.

classes	C1	C2	C3	C4
(Mn ²⁺) (mg/l)	0-0,1	0,1-0,3	0,3-1	> 1
La moyenne des résultats du (Mn ²⁺)				44 ,16

IV.2.2.7-La duresté :

Les résultats de TH de l'eau du barrage de Douéra pendant la période d'étude sont regroupés dans le tableau (IV.17).

Tableau .IV.17: Valeurs du TH des eaux brutes de barrage de Douéra (SEAL 2020)

Mois	janvier	février	mars	Avril	Mai	Juin
TH (F°)	32	33.5	33.3	32,5	33,2	33

Le titre hydrotimétrique de l'eau se réduit à sa concentration en ions calcium et magnésium.

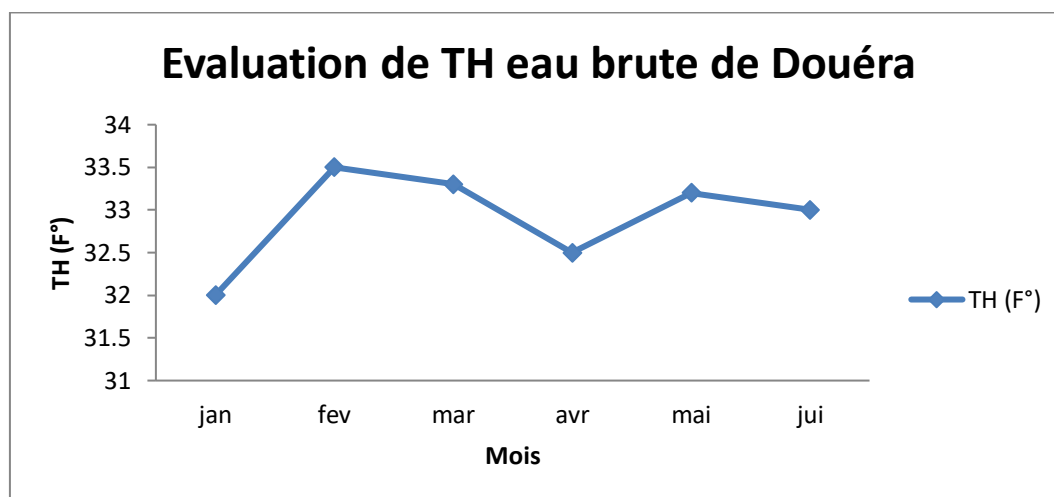


Figure. IV.09: Variation temporelle de la dureté.

Dans les eaux étudiées (Figure .IV.09), le taux le plus faible est enregistré au mois de janvier (**32F°**) et le taux le plus élevé est marqué au mois de février (**33.5 F°**).

Suite aux résultats, nous avons constaté que la qualité de l'eau brute Douéra est moyennement minéralisée.

IV.2.2.8-TAC (titre alcalinité complet) :

Les résultats de THC de l'eau du barrage de Douéra pendant la période d'étude sont regroupés dans le tableau (IV.18). Le TAC exprime la teneur des bicarbonates dans l'eau.

Tableau .IV.18: Valeurs du TAC des eaux brutes de barrage de Douéra (SEAL 2020)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
TAC (F°)	16,5	15,75	16,3	16,7	15,9	16

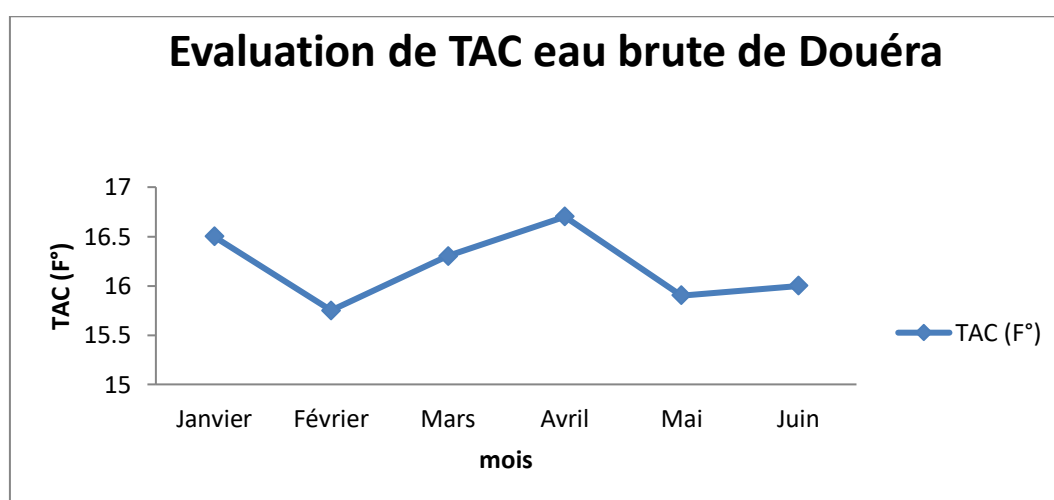


Figure IV.10: Variation temporelle de TAC.

Dans nos échantillons, les valeurs de TAC varient entre **15.75 °F** et **16.7 °F**. La figure (IV-10) présente les valeurs de TAC dans les eaux de barrage étudié. Les plus fortes teneurs en TAC pourraient provenir de la mise en solution des roches calcaires et de lessivage lors d'une forte pluie.

Tableau .IV.19 : représente Les différentes classes de qualité

C1	Bonne qualité, utilisable sans exigence particulière.
C2	Qualité moyenne nécessite un traitement simple.
C3	Mauvaise qualité, nécessite un traitement poussé.
C4	Très mauvaise qualité, nécessite un traitement très poussé

Tableau .IV.20 : le résumé des résultats d'analyses

Moyenne mensuelle	janvier	février	mars	avril	mai	juin	Normes (ANRH)
pH	7.9	7.91	7.95	8	7.95	8.03	6.5-8.5
CE (µ/cm)	1045	1053	1075	1080	1085	1100	180 – 2500
Turbidité (NTU)	22	18	14	07	5.5	3.7	6
Nitrates (mg/l)	5.5	6.3	6.7	7	6.1	6	1,1 ≤ 10
Sulfates (mg/l)	215	237	210	223	210	230	50-200
Chlorures (mg/l)	110	115	135	144	145	150	10-150
Fe³⁺ (mg/l)	0.15	0.17	0.18	0.22	0.22	0.23	<0,3
Mn²⁺ (mg/l)	20	25	37	50	63	70	0,1
TH (mg/l)	32	33.5	33.3	32.5	33.2	33	23 < 50
TAC (mg/l)	16.5	15.75	16.3	16.7	15.9	16	18 < 15

IV.3-Conclusion :

Durant notre étude l'analyse a révélé que les propriétés physico-chimiques (pH, la conductivité (C.E), la turbidité (NTU), titre alcalimétrique complet (TAC), dureté totale (TH), chlorure (Cl), Nitrate (NO_3^-), Sulfate (SO_4^{2-}), le fer total (Fe^{3+}), le manganèse (Mn^{2+})) sont aux normes d'où nous avons confirmé que l'eau emmagasinée dans le barrage de Douéra est une eau saine et parfaite pour la consommation en eau potable ne nécessitant pas traitement spécifique et très onéreux.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale :

Pour conclure ce travail, il convient de rappeler que La région d'étude est située sur l'oued Ben Amar, à environ 2 km, au sud ouest de la ville de Douéra (wilaya d'Alger). L'aménagement du barrage entre dans le cadre du développement hydro-agricole de la Mitidja centre.

L'objectif de notre travail était l'étude et le suivi de la qualité physicochimique des eaux du barrage de Douéra. Les résultats obtenus, des analyses effectuées pendant la période allant de janvier à juin 2020, sont caractérisés comme suit :

- D'une façon générale, les valeurs indiquent que les eaux étudiées ont un pH voisin de la neutralité, une minéralisation moyenne et une dureté qui ne dépasse pas la norme algérienne.
- En ce qui concerne le barrage étudié, les éléments considérés comme indésirables ou toxiques sont, le fer et le manganèse. La teneur du fer est actuellement dans les normes admises, par contre celle du manganèse est élevée. Ils peuvent augmenter à long terme par la pollution qui provient de l'activité industrielle.
- Les teneurs en sulfates et chlorures sont faibles dans les eaux du barrage. Les résultats de la turbidité s'est avérée peu élevée, non négligeables mais acceptables pour une eau non traitée. Le titre alcalimétrique complet est dans les normes dans la mesure où les valeurs obtenues ne dépassent pas les valeurs des normes algériennes.
- Bien que la pollution minérale et organique ne paraisse pas excessive, il est évident que ces eaux destinées à la consommation nécessitent divers traitements physico-chimiques afin de fournir une eau conforme aux normes de potabilité.

A la lumière de ce qui précède, nous pouvons conclure que les résultats des analyses des eaux du barrage de Douéra sont conformes aux normes algériennes pour les eaux brutes d'après l'agence nationale des ressources hydrauliques (ANRH) donc l'eau de la retenue du barrage de Douéra est globalement de bonne qualité.

En fin, nous souhaitons que cet humble travail constitue une ébauche aux études prochaines et qu'il soit poursuivi et complété dans les années à venir.

ANNEXE

Grille pour estimer la qualité générale de l'eau (ANRH)

Classe / paramètres	C1	C2	C3	C4
a- Qualité physique				
Ph	6.5-8.5	6.5-8.5	5.5-6.5 ou 8.5-9	<5.5 ou >9
M.E.S (mg/l)	0-30	30-75	75-100	>100
Température (°C)	25	25-35	30-35	>30
Odeur, Goût	Sans	Sans	Sans	
b- Qualité minérale				
Résidu sec	300-1000	1000-1200	1200-1600	>1600
Ca²⁺ (mg/l)	40-100	100-200	200-300	>300
Mg²⁺ (mg/l)	<30	30-100	100-150	>150
Na⁺ (mg/l)	10-100	100-200	200-500	>500
Cl⁻ (mg/l)	10-150	150-300	300-500	>500
SO₄²⁻ (mg/l)	50-200	200-300	300-400	>400
c- Qualité organique				
Oxygène dissous %	90-100	30-90	30-50	<30
DBO₅ (mg d'O₂ /l)	<5	5-10	10-15	>15
DCO (mg d'O₂/l)	<20	20-40	40-50	>50
M.O (mg/l)	<5	5-10	10-15	>15

Les différentes classes de qualité :

- **C1** : Bonne qualité, utilisable sans exigence particulière.
- **C2** : Qualité moyenne nécessite un traitement simple.
- **C3** : Mauvaise qualité, nécessite un traitement poussé.
- **C4** : Très mauvaise qualité, nécessite un traitement très poussé.

Grille utilisée pour signaler les problèmes de l'azote (ANRH)

Formes de l'azote	situation normale	pollution modérée	pollution notable	pollution importante
NH_4^+ (mg/l)	≤ 0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
NO_2^- (mg/l)	≤ 0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
NO_3^- (mg/l)	≤ 10	10-20	20-40	>40

Grille utilisée pour signaler les problèmes du phosphore (ANRH)

Formes du phosphore	situation normale	pollution modérée	pollution notable	pollution importante
PO_4^- (mg/l)	≤ 0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3

Références bibliographiques

- [1] Allalgua, A., Kaouachi, N., Boualeg, C., Ayari, A., & Bensouileh, M. (2017). Caractérisation Physico-Chimique Des Eaux Du Barrage Foug El-Khanga (Région De Souk-Ahras, Algérie). *European Scientific Journal, ESJ*, 13(12), 258.
- [2] Ayad, W. , thèse du doctorat en microbiologie , 2016-2017 , l'intitulé Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines ; cas des puits de la région d'El-HARROUCH (WILAYA DE SKIKDA).
- [3] Barkat .K . , mémoire du master en sciences biologiques , 2015-2016 , Suivi de la qualité physico-chimique des eaux du Barrage Béni Haroun , UPMC1
- [4] BELAID.S et REDJIMI.M, mémoire du Master en biologie, juin 2013 , l'intitulé Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de Barrage Zit-Emba (W.Skikda).
- [5] BENOTSMANE.R, CHEBAHI.F : mémoire du master en hydraulique ,2016-2017, L'intitulé qualité des eaux du barrage de Douéra (W. Alger), USDB.
- [6] BERNE.F ; JEAN. C, Traitement des eaux, Édition TECHNIP, 1991, 306 p.
- [7] Besbes M. (2010), Hydrogéologie de l'ingénieur, Centre de Publication Universitaire, Tunisie, ISBN : 978-9973-37-617-6, 350 p.
- [8] Bouaroudj, S. (2012).Evaluation de la qualité des eaux d'irrigation.Mémoire de fin d'étude.Université de constantine, Algérie
- [9] BOUCHAIBA.A, NOURI.M, mémoire du Master Académique en Science du Sol,juil 2019, Suivi de la qualité physico-chimique des eaux du barrage K'Sob utilisées en irrigation dans la plaine de M'Sila (Sud-Est algérien).
- [10] Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Détermination de la turbidité dans l'eau, 2016-02-03 (révision 5)
- [11] Fiche technique de barrage du Douéra.

[12] Fondation Nationale de la Santé, Manuel Pratique d'Analyse de l'Eau 4ème édition, Brasilia, 2013.

[13] ida.lozere.fr/analyses_physico_chimiques_des_eaux

[14] KASSIM COULIBALY, « Etude de la qualite physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako » 2004-2005.

[15] LOPOUKHIN.M, Le traitement du fer et du manganèse dans les eaux minérales , avril 1999.

[16] MOKEDDEM .K. OUDDANE. S, Qualité physico-chimique et Bactériologique De L'eau De Source Sidi Yaakoub (Mostaganem), Mémoire d'ingénieur, institut de biologie – Mascara, 2005, pp 18-22.

[17] nicole.cortial.net/complements/chimie/durete

[18] OUHMIDOU M.1, CHAHLAOUI A.1, 2, Caractérisation Bactériologique des eaux du Barrage Hassan Addakhil (Errachidia-Maroc)

[19] PAUL.R, De-icing salts as a source of water pollution. Ministère de l'Environnement de l'Ontario, Toronto 1971.

[20] Remini, B. (2010).La problématique de l'eau en Algérie. page 17.

[21] Rodier.J, (1996), L'analyse de l'eau, Eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer, 8eme édition, Ed, Dunod, Paris .

[22] Rodier J., Bazin C., Broutin J. P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L., (2005). L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Ed. Dunod, Paris.

[23] Rodier.J. (2009), L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 9eme édition, Dunod, Paris

[24]TEFIANI.V, L'eau, élément fondamental, p333-336 , les 3 méthodes.

[25] www.cpepesc.org/Les-principaux-parametres.html

[26] Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (**ANRH**)