

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET ALGERIENNE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université de Blida 1

Faculté de la Technologie

Département des Science de

l'eau et Environnement



جامعة – البلدية 1

كلية التكنولوجيا

قسم علوم المياه و البيئة

Mémoire de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de

Master

Spécialité : Hydraulique

Qualité des eaux du barrage de Douéra (w.Alger)

Présenté par :

BENOTSMANE Ratiba

CHEBAHI Fella

Soutenu devant le jury composé de:

Mr REMINI .B

Professeur Univ.Blida1

Président

Mme ANSER .M

Professeur Univ.Blida1

Examinatrice

Mme BOUZOUIDJA .S

Professeur Univ.Blida1

Examinatrice

Mr BENSAFIA .D

Professeur Univ.Blida1

Promoteur

Année universitaire : 2016 - 2017

Remerciements

On remercie avant tout Dieu Tout Puissant, à qui nous devons tous et grâce à qui nous avons pu accomplir notre travail sans encombre ni contrainte.

Nos vifs remerciements pour notre promoteur Mr BENSAFIA pour l'aide qu'il nous a apportée, pour ses conseils, et sa générosité.

Nos sincères remerciements vont à Mr AMMERI et tout le groupe de la SEAAL Mazafran.

Nous tenons à également remercier toute l'équipe du barrage de Douéra et celle de l'ANBT.

A la fin nous remercions tous les enseignants du département des Science de l'eau et Environnement -Blida1, pour leurs efforts et leurs patiences.

Dédicace

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 sœurs, et mes adorables petits neveux et nièces

A mes meilleurs amis pour leur aide et leur réconfort surtout Salima

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

A tous les enseignants que j'ai eus pendant tout mon cursus universitaire

Ratiba

Dédicace

*Je dédie ce travail, et exprime ma reconnaissance
envers ma mère qui m'a tant aidée soutenue et
réconfortée durant tout mon parcours scolaire, que
Dieu la protège.*

*A la mémoire de mon père, que Dieu le Tout
Puissant l'accueille dans son vaste paradis*

*A mes frères et sœur, et à mes deux anges
adorés Islem & Rayen*

*A mes meilleurs amis pour leur soutien et mon
binôme Ratiba pour tous les moments que nous
avons passés ensemble durant ces années d'étude
universitaire*

*A tous les enseignants que j'ai eus pendant tout
mon cursus universitaire*

Fella

ملخص

يعتبر الماء العنصر الطبيعي للحياة. وهو من الثروات اللازمة للنشاط البشري. الهدف الأساسي من هذه الدراسة تقييم النوعية الفيزيائية، الكيميائية والبيولوجية لمياه سد الدويرة بولاية الجزائر. المصب من التقاء وادي الحراشومزفران في واد بن عمر (الدويرة).

تم جمع عينات من مياه سد الدويرة في فصلين مختلفين الشتوي والصيفي لسنة 2017. أدت النتائج التي تحصلنا عليها إلى استنتاج أن درجات الحرارة موسمية وهي اقل من 25 درجة مئوية، درجة الحموضة محايدة، ومحتوى الأوكسجين المذاب يعكس نوعية المياه الغنية بالأوكسجين، أما احتياج الأوكسجين البيولوجي فيشير إلى أن المياه ذات نوعية جيدة.

وأخيرا، كشفت دراستنا أن مياه سد الدويرة ذات نوعية فيزيائية، كيميائية وبيولوجية جيدة. غير أن هذه النوعية لا تزال متأثرة بالعوامل المناخية والعوامل البشرية المنشأة.

كلمات المفتاحية: سد الدويرة، نوعية المياه، نوعية فيزيائية، كيميائية وبيولوجية نوعية المياه.

Résumé

L'eau est un trésor commun indispensable à la vie, c'est un élément à la fois familier et complexe, qu'il est nécessaire d'apprendre à connaître, afin d'en mesurer la valeur.

Aujourd'hui, plus que jamais, l'eau de la terre est en danger, l'objectif principal de cette étude, était d'évaluer la qualité physicochimique et biologique de l'eau du barrage de Douéra.

Pour cela un échantillonnage de l'eau du barrage de Douéra est prélevé en deux périodes : en Hiver et en Été 2017. Les résultats obtenus ont permis de conclure que la température est saisonnière, que le pH est neutre, que le taux d'oxygène dissous indique que les eaux sont bien oxygénées, et que la DBO₅ révèle une eau de bonne qualité.

Enfin, notre étude montre que l'eau du barrage de Douéra est de bonne qualité physicochimique. Toutefois cette qualité reste influencée par les facteurs climatiques et anthropiques.

Mots clés: Barrage de Douéra, qualité de l'eau, paramètres physicochimiques, paramètres biologiques.

Abstract

Water is a common travers that is important to life. It is a complex element that must be studied to assess its value.

Today, more than ever, the water of the earth is in danger. The main objective of our study is to evaluate the physicochemical quality of Douera's dam water.

For this matter, a sampling of Douera's dam water was taken in two semesters: in winter end in summer 2017. The obtained results allured us to conclude that pH is neutral; the water is well oxygenated quality.

Finally, our study revealed that the water of Douera's dam has a good physicochemical quality.

However, this quality remains influenced by climatic and anthropogenic factors.

Keywords: Douera's dam, Water quality, the physicochemical and biological factors.

SOMMAIRE

Dédicace	i
Remercîment	ii
Résumé	iii
Liste des tableaux	iv
Tables des matières	v
Introduction générale	1
Chapitre I : Présentation de la région d'étude	
Introduction.....	2
I.1- Présentation de l'aménagement.....	2
I.1.1- Situation géographique.....	2
I.1.2- Topographie.....	3
I.1.3- Géologie.....	4
I.1.4-Sismicité	4
I.2-Caractéristiques du barrage.....	5
I.2.1- Type du barrage.....	5
I.2.2-Ouvrages de vidange.....	9
I.3 Etude hydrologique.....	9
I.3.1- Caractéristique du bassin versant.....	9
I.3.2- Caractéristique climatique.....	10
a- Température.....	10
b- Pluviométrie.....	10

c- Evaporation.....	11
d- Ecoulement.....	11
I.4- Débit solide.....	12
I.5 Ouvrage de transfert.....	12
I.5.1- Description général des ouvrages de transfert.....	13
a-Ouvrages de dérivation Mazafran- Douera.....	13
b-Ouvrages de dérivation El harrach- Douera.....	13
I.5.2- Principe de fonctionnement général des transferts.....	13
a- Mazafran- Douera.....	13
b- El Harrach- Douera.....	14
I.5.3- Les réseaux de distribution.....	14
Conclusion.....	15

Chapitre II:Paramètres de la qualité des eaux

Introduction	16
II.1- paramètres physicochimiques.....	16
II.1.1- La température.....	16
II.1.2- Potentiel d'hydrogène (pH).....	16
II.1.3- Conductivité électrique (CE).....	17
II.1.4- Turbidité	17
II.1.5- Matières en suspension MES	18
II.1.6- Oxygène dissous	18

II.2. Paramètres biologiques	19
II.2.1- Coliformes fécaux	19
II.2.2- Chlorophylle « a »	19
II.3. Paramètres relatifs à la pollution	19
II.3.1- Demande biochimique en oxygène (DBO)	19
II.3.2- Demande chimique en oxygène (DCO)	20
II.3.3- Ammonium (NH_4^+)	20
II.3.4- Les Nitrites (NO_2^-)	20
II.3.5- Les nitrates (NO_3^-)	21
II.3.6- Les phosphates (PO_4^{-3})	21
II.3.7- Matières organique	21
II.4- Reminéralisation	22
II.4.1- Carbone organique dissous (COD)	22
II.4.2- Chlorure (Cl^-)	22
II.4.3- Sulfate (SO_4^{-2})	22
II.4.4- Calcium (Ca^{2+})	22
II.4.5- Magnésium (Mg^{2+})	23
II.4.6- sodium (Na^+)	23
II.4.7- potassium (K^+)	23
II.4.8- Les métaux lourd	23
II.4.9- Les pesticides	24

II.4.10- Hydrocarbures	24
II.5. Normes et classes de la qualité des eaux superficielles.....	24
Ccnclusion.....	25

Chapitre III : Méthodes et Matériels

Introduction	26
III .1 Localisation du site de prélèvement	26
III .2 Campagne de prélèvement	27
III .3 Echantillonnage et Analyse physico-chimique des eaux du barrage	28
III .3.1 Technique d'échantillonnage	28
III .3.2 Prélèvement.....	28
III .3.3 Les méthodes d'analyse	29
III .4 Principe de mesure les paramètres.....	29
III .4.1 Température	29
III .4.2 Le pH	30
III .4.3 La Conductivité électrique	30
III .4.4 La Turbidité	30
III .4.5 L'Oxygène dissous (O ₂ dissous)	31
III .4.6 La matière organique (M.O)	31
III .4.7 Les Matières en suspension(MES)	31
III .4.8 La Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	31
III .4.9 La Demande chimique en oxygène (DCO)	32
III .4.10 L'Ammonium (NH ₄ ⁺)	32

III .4.11 Les nitrites (NO_2^-)	32
III .4.12 Les nitrates (NO_3^-)	33
III .4.13 Phosphates (PO_4^{-3})	33
III .4.14 Dosage des sulfates (SO_4^{2-})	33
III .4.15 Les Chlorures (Cl^-)	33
III .4.16 Les Chlorophylle	34
Conclusion	34

Chapitre VI: Résultats et discussion

Introduction.....	35
IV.1- résultats et leurs interprétations	35
IV.1.1- Température	35
IV.1.2- Potentiel hydrogène	36
IV.1.3- Conductivité	37
IV.1.4- Turbidité	39
IV.1.5- L'Oxygène dissous	40
IV.1.6- La matière organique	41
IV.1.7- La matière en suspension	42
IV.1.8- La demande biologique en oxygène DBO_5	43
IV.1.9- La demande chimique en oxygène DCO	44
IV.1.10- L'Ammonium (NH_4^+)	46
IV.1.11- Les nitrites (NO_2^-)	47
IV.1.12- Les nitrates (NO_3^-)	48
IV.1.13- Phosphates (PO_4^{-3})	49
IV.1.14- Les sulfates (SO_4^{2-})	50

IV.1.15-Les Chlorures (Cl ⁻)	51
IV.1.16-Les Chlorophylle	52
Conclusion	53
Conclusion générale	54
Référence Bibliographique	

Liste des figures

Figures		pages
Chapitre I : Présentation de la région d'étude		
Figure I.1	Situation du barrage de Douéra	03
Figure I.2	Vue satellite de l'oued Ben Amer par apport au barrage de Douéra (Google earth, 2017).	04
Figure I.3	Barrage de Douéra, digue A et B	06
Figure I.4	Les différentes couches de la digue	08
Figure I.5	Diagramme ombrothermique de la précipitation et la température	11
Figure I.6	Schéma général des systèmes de transfert Mazafran- Douera et El Harrach- Douera	12
Figure I.7	Schéma général du réseau de distribution	14
Chapitre III : Méthodes et Matériels		
Figure III.1	Image satellite de localisation du point de prélèvement. (Google earth, 2017).	27
Figure III.2	Échantillonneuse de l'eau	28
Figure III.3	Remplissage des échantillonnages.	29
Figure III.4	Bouteilles d'échantillonnages.	29
Figure III.5	pH mètre.	30
Figure III.6	pH mètre et conductimètre.	30
Figure III.7	Turbidimètre.	30
Figure III.8	L'oxymètre.	31
Figure III.9	Spectrophotomètre.	33
Chapitre IV: Résultats et discussions		
Figure IV.1	Variation de la Température de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.	35
Figure IV.2	Variation du pH de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.	36

Figure IV.3	Variation de la conductivité électrique de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.	37
Figure IV.4	Variation de la turbidité de l'eau du barrage de douera en fonction du temps.	39
Figure IV.5	Variation de l'O ₂ dissous de l'eau du barrage de douera en fonction su temps.	40
Figure IV.6	Variation de la teneur en M.O de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps	41
Figure IV.7	Variation des MES de l'eau du barrage de douera en fonction du temps.	42
Figure IV.8	Variation de la DBO ₅ de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.	43
Figure IV.9	Variation de la DCO de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.	44
Figure IV.10	Evolution de la concentration en NH ₄ ⁺ de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.	46
Figure IV.11	Variation de NO ₂ ⁻ de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.	47
Figure IV.12	Variation de NO ₃ ⁻ de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.	48
Figure IV.13	Evolution de la concentration en PO ₄ ⁻³ de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps	49
Figure IV.14	Evolution de la concentration en SO ₄ ⁻² de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.	50
Figure IV.15	Variation de Cl ⁻ de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.	51
Figure IV.16	Variation de la chlorophylle (a) l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.	52

Liste des tableaux

Tableaux		pages
Chapitre I: Présentation de la région d'étude		
Tableau I.1	Caractéristique de la digue principale [ANBT].	05
Tableau I.2	Caractéristique du bassin versant [ANBT].	10
Tableau I.3	Les températures moyennes mensuelles [ANRH, Blida].	10
Tableau I.4	Les précipitations moyennes mensuelles [ANRH, Blida].	10
Tableau I.5	La répartition moyenne mensuelle [ANRH, Blida].	11
Chapitre II: Paramètres de la qualité des eaux		
Tableau II.1	Classification des eaux d'après leur pH	16
Tableau II.2	Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique (Rodier et al, 2009).	17
Tableau II.3	Classes de turbidité usuelles (NTU, néphélobimétrie turbidité unit) (Rodier et al, 2009)	18
Tableau II.4	Grille de la qualité des eaux superficielles (l'ANRH, 2009)	25
Chapitre III: Méthodes et Matériels		
Tableau III.1	Calendrier de prélèvement.	27
Chapitre IV : Résultats et discussions		
Tableau IV.1	Classification de la température obtenue par rapport à la grille de l'ANRH 2010.	36
Tableau IV.2	Classification du pH obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.	37
Tableau IV.3	Classification de la conductivité électrique de l'eau obtenue par rapport à la grille de l'ANRH 2010.	38
Tableau IV.4	Classification de la turbidité de l'eau obtenue par rapport à la grille de l'ANRH 2010.	39
Tableau IV.5	Classification des concentrations en O ₂ dissous obtenus par rapport à la grille de l'ANRH 2010.	41

Tableau IV.6	Classification de M.O obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.	42
Tableau IV.7	Classification des MES obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.	43
Tableau IV.8	Classification de la DBO ₅ obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.	44
Tableau IV.9	Classification de la DCO obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.	45
Tableau IV.10	Classification de la NH ₄ ⁺ obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.	46
Tableau IV.11	Classification de la NO ₂ ⁻ obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.	48
Tableau IV.12	Classification de la NO ₃ ⁻ obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.	49
Tableau IV.13	Classification de la PO ₄ ⁻³ obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.	50
Tableau IV.14	Classification de la SO ₄ ⁻² obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.	51
Tableau IV.15	Classification du Cl ⁻ obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.	52
Tableau IV.16	Classification de la chlorophylle (a) obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.	53

Introduction générale

L'eau est l'élément le plus important pour la vie des êtres vivants, c'est une richesse nécessaire à toute activité humaine, il s'agit donc d'un facteur de production déterminant dans le développement durable de toutes les époques et de tous les lieux. Pour cela on doit faire tout notre possible pour la conserver et la consommer avec prudence, elle peut facilement devenir une ressource rare et dure à trouver surtout avec les changements climatiques et le réchauffement planétaire.

Pour ces raisons l'homme a appris à maîtriser l'eau. Toutefois, il l'a rend impropre et polluée, 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.

Les apports par précipitations en Algérie sont assez faibles de l'ordre de 17 milliards m^3 par an (13,2 milliards m^3 pour les eaux de surface et 3,6 milliard m^3 pour les eaux souterraines), ces ressources sont destinées à la consommation humaine, l'agriculture et l'industrie. [Ministère des ressources en eau].

Cette insuffisance des eaux a obligé le gouvernement Algérien à chercher d'autres solutions pour remédier ce déficit : le dessalement des eaux de mer, le traitement des eaux usées et surtout la construction de nouveaux barrages et la réduction d'envasement.

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

- Une description générale de la région d'étude.
- Le deuxième chapitre est consacré aux définitions des paramètres de pollution et de la qualité de l'eau.
- La description du matériel, la méthode d'analyse font l'objectif du troisième chapitre.
- Les résultats et leurs interprétations seront présentés dans le quatrième chapitre.

Enfin, nous terminons par une conclusion générale dans laquelle nous synthétisons les résultats obtenus au cours de notre travail.

Chapitre I: Présentation de la région d'étude

Introduction

L'aménagement du barrage de Douéra s'inscrit dans le cadre du plan de développement Hydro- agricole de la plaine de la Mitidja, qui vise à intensifier l'irrigation dans cette plaine, et en même temps de substituer en partie l'utilisation des eaux souterraines par des eaux superficielles. Dans ce chapitre, on a essayé de donner une présentation générale du barrage de Douéra tel que la situation géographique, les caractéristiques générales du climat et l'étude géologique.

I.1- Présentation de l'aménagement

I.1.1-Situation géographique

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

Le barrage de Douéra est destiné à satisfaire les besoins des périmètres d'irrigation de la Mitidja et du Sahel, pour une surface agricole de 17.200 ha, et à réalimenter la nappe phréatique de la Mitidja 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.

Etant donné que le bassin versant développe une superficie de 10 Km² environ, l'apport de l'Oued Ben Amar étant négligeable, le remplissage du réservoir de Douéra se fera par transfert des Oueds Mazafran (39 Hm³) et El Harrach (71 Hm³), la capacité totale de ce réservoir est de 87 Hm³.



Figure I.1:situation du barrage de Douéra (googleearth, 2017)

I.1.2-Topographie

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

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 20 m au-dessus du fond de la vallée, de 10° à 11° jusqu'à une arrête presque plate dont la hauteur moyenne est de 160 m, quimène à des pentes de retenue inclinées à 8-10° ou 15-20°.

En aval, la pente du lit de l'oued s'accentue et la vallée se rétrécit, par contre en amont elle se divise en plusieurs affluent formant un large réservoirmais cours.

Plusieurs points bas existant autour du bassin versant limitent la hauteur du barrage à 80 m, ces points ont une élévation de 150-155 m; notamment à la pointe du Chabet

Xeria et à plusieurs points sur la crête qui retombent sur la rive gauche du barrage.



Figure I.2: vue satellite de l'oued BenAmer par apport au barrage de Douéra(Google earth, 2017)

I.1.3-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 e 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 inclination 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.

I.1.4-Sismicité

Les études sismologiques visent la définition des caractéristiques des séismes pour le dimensionnement de la digue. En effet, une grande partie du Nord de l'Algérie peut être soumise à des secousses qui peuvent causer d'importants dommages.

Dans les Règles Parasismiques Algériennes (R.P.A), 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.

I.2-Caractéristiques du barrage

La construction du barrage de Douéra a débuté en Janvier 2005, sa mise en eau en Décembre 2009, et sa mise en service en Octobre 2016. La capacité du barrage de Douéra est de 87 hm³, est destinée à l'alimentation en eau potable d'une partie de la wilaya de Blida et de la wilaya d'Alger, pour répondre aux besoins agricoles par des lâches d'irrigation du centre de la Mitidja (boufarik, ouledchebel, koléa...etc), et pour réalimenter la nappe phréatique de Mitidja.

I.2.1-Type du barrage

La digue est constituée par un noyau central argileux, sur lequel repose les filtres et les zones de transition, couverte par des Rip-Rap compacté pour assurer la stabilité du barrage. Sa hauteur est de 75 m, sa longueur est de 820 m, et sa largeur au sommet est de 12 m, et celle de sa base est de 426 m.

➤ **Digue principale :**

Tableau I.1 : caractéristique 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

Le projet comprend deux digues de protection des habitations de la ville de Douéra, digue A et digue B, et leurs ouvrages d'assainissement annexes.



Figure I.3 : Barrage de Douéra, digue A et B

➤ **Digue A :**

Cette digue est constituée d'un noyau argileux étanche, rechargé en matériau gréseux et enrochements. La longueur de la crête est de 230 m, avec une hauteur de 17 m, et une largeur de 10 m. la cote de la digue est de 142 m. la digue A dispose d'une station de pompage équipée de 4 pompes avec un débit de refoulement maximal de $1800 \text{ m}^3/\text{h}$, et d'une puissance de pompage de 200 KW chacune.

➤ **Digue B :**

Cette digue est constituée d'un noyau argileux étanche, rechargé en matériaux gréseux et enrochements. La longueur de la crête est de 425 m, avec une hauteur de 41 m, et une largeur de 10 m. la cote de la digue est de 141,5 m. la digue B dispose d'une station de pompage

équipée de 4 pompes avec un débit de refoulement maximal de $600 \text{ m}^3/\text{h}$, et d'une puissance de pompage de 110 Kw chacune.

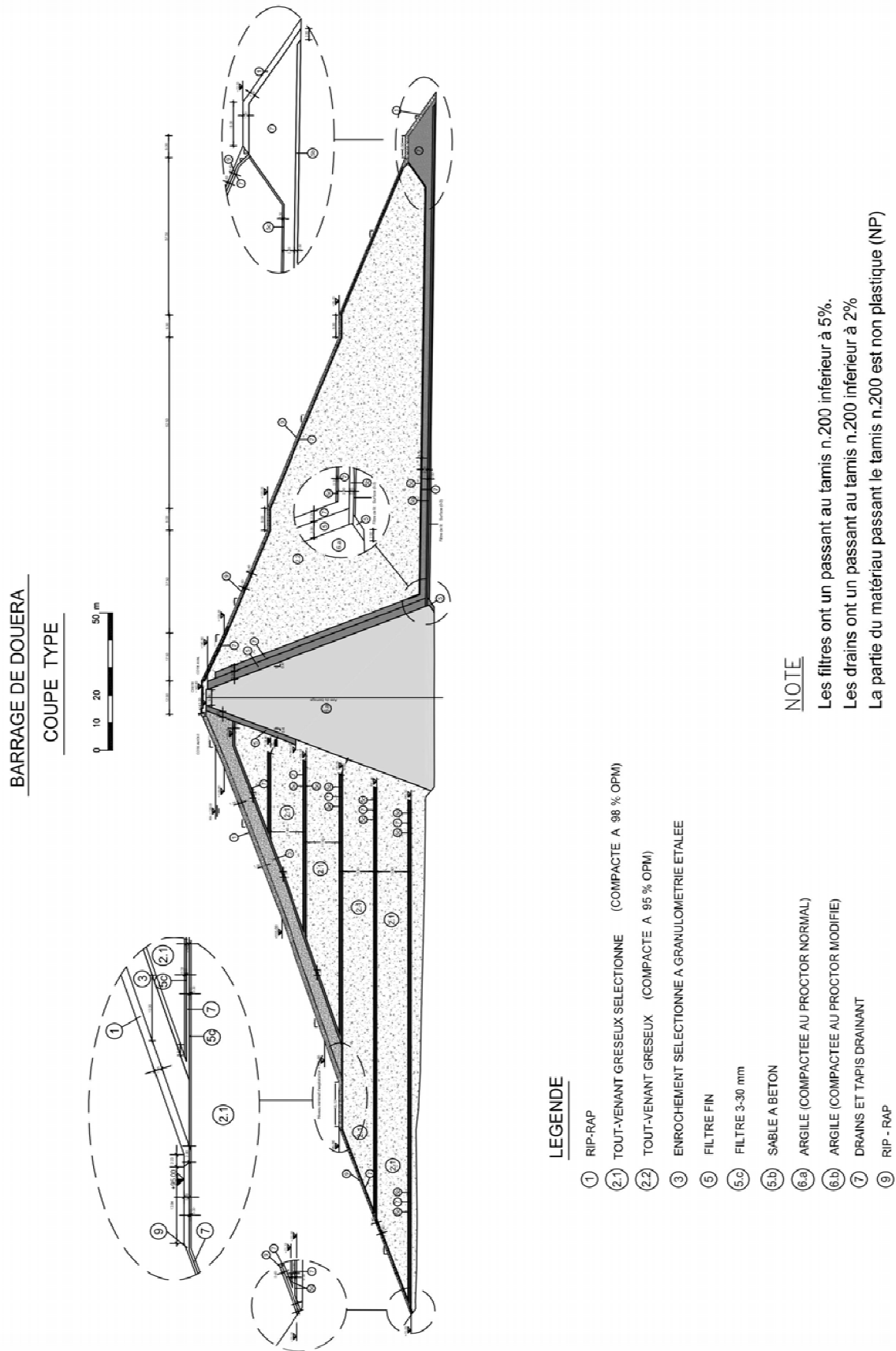


Figure I.4 :les différentes couches de la digue.

I.2.2-Ouvrages de vidange

➤ **Tour de prise :**

Le barrage de Douéra est constitué d'une tour de prise immergée, 4 grilles d'entrée d'une surface totale de 60 m², avec un débit de transfert est de 14m³/h, et la vitesse maximal est de 7m/s.

➤ **Galerie :**

La galerie du barrage de Douéra a un diamètre de 3,5 m, et une longueur de 435 m, elle dispose aussi une conduite de vidange de 1,6m de diamètre. Le fonctionnement de la vidange sera automatisé, pour des faibles débits le niveau en deçà de la cote 4,5 m, pour les débits supérieurs, la vidange s'ouvrira progressivement, l'ouverture maximale étant atteinte pour la cote 5,5 m.

I.3Etude hydrologique

L'étude hydrologique d'un bassin versant a pour but d'une part de préciser si la réserve sera bien alimentée et d'autre part, d'évaluer l'importance de la crue exceptionnelle qui conditionnera les dimensions des ouvrages hydrauliques.

Dans ce chapitre, on présente les caractéristiques du bassin versant de l'oued Ben Amardéfini sur le site du barrage, les caractéristiques climatiques, l'estimation de l'écoulementmoyen annuel, le débit de crue ainsi que le débit solide.

I.3.1-Caractéristique 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.

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 Douera occupées par des habitations et autres constructions :

Tableau I.2 : caractéristique du bassin versant, [ANBT].

Superficie du bassin	10 km ²
Périmètre du bassin	18,3 km
Longueur du Talweg principal	4,8 km
Pente moyenne du bassin	3,2%
Pente du cours d'eau principal	2,0 %

I.3.2-Caractéristique climatique

a-Température

Les phénomènes météorologiques ont été caractérisés à partir des données de la station de Maalma -Douéra (2000-2012) à cause de l'absence d'une station climatique au niveau du bassin versant de l'oued Ben Amar.

Tableau N° I-3: 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 Douera, nous donne la précipitation pour une période de 2000-2012.

La précipitation moyenne mensuelle est représentée dans le tableau suivant :

Tableau N° I- 4: 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

Les variations de la température et les précipitations en fonction du temps seront présentées dans un graphe ombrothermique, ci-dessous :

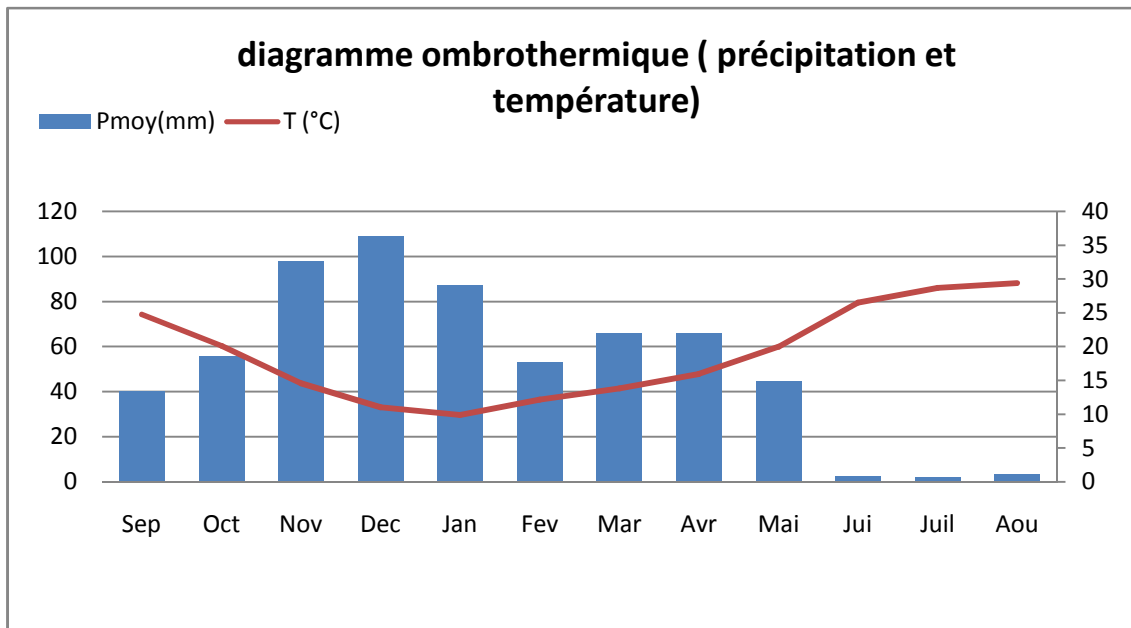


Figure I.5 : Diagramme ombrothermique de la variation de la précipitation et la température en fonction du temps

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 retenues dans la région sur des Bacs Colorado.

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

Tableau N° I-5: La répartition moyenne mensuelle, [ANRH, Blida].

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou
E_{vap}(mm)	109,8	88,5	63,2	43,4	66	52,2	67,6	90,5	745	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**.

I.4-Débit solide

Pour la retenue du barrage de Douera, 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 $3,75\text{hm}^3$, et pour l'oued de Ben Amar pour la même durée est égale à $0,75\text{hm}^3$, Donc le volume mort est de $4,5\text{hm}^3$.

I.5-Ouvrage de transfert

Le barrage de Douéra sera 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- Douera et Mazafran- Douera, fait partie d'un grand projet d'aménagement de la plaine de la Metidja, ce transfert a un double rôle, il permet de remplir le barrage de Douera dans les périodes pluvieuses et d'irriguer le périmètre de la Metidja dans les périodes sèches.

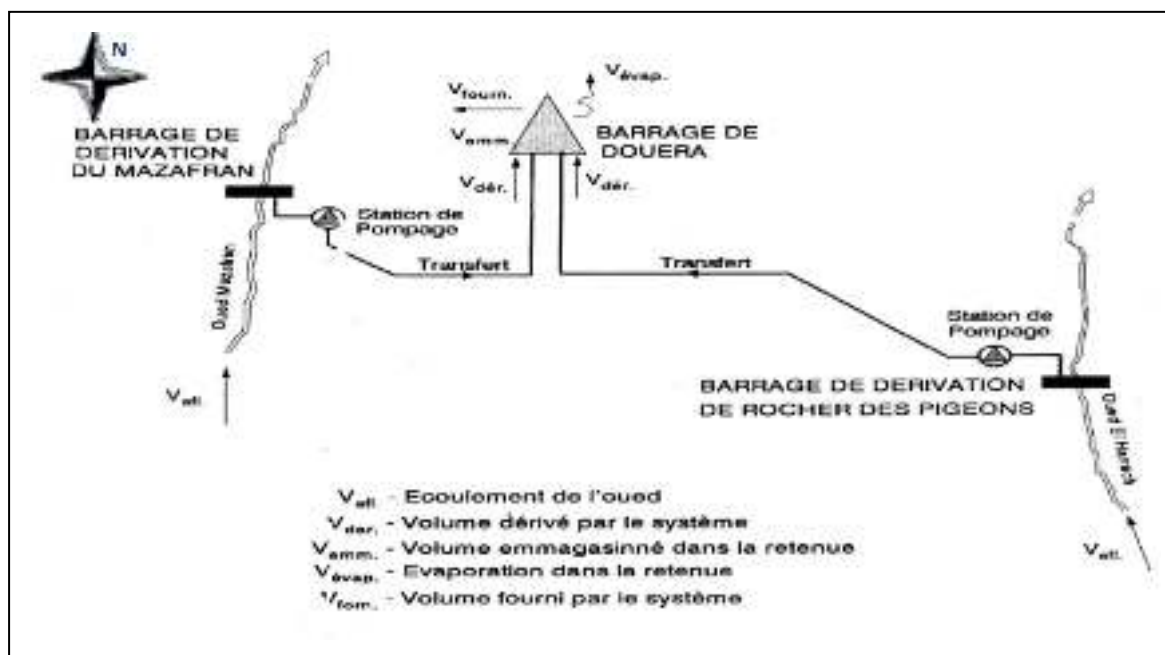


Figure I.6 : Schéma général des systèmes de transfert Mazafran-Douera et El Harrach- Douera.

I.5.1-Description général des ouvrages de transfert

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

a-Ouvrages de dérivation Mazafran- Douera

Les ouvrages de déviation de DouéraMazafran sont composés de :

- Barrage déversoir de Mazafran comprend la vidange de fond, l'évacuateur de crue et la prise d'eau.
- Station de pompage SP1.
- Conduite de 2m de diamètre et de 300mde longueur reliant la SP1 dessableur.
- Dessableur.
- Station de pompage SP2.
- Conduite du transfert.

b-Ouvrages de dérivation El Harrach- Douera

Les ouvrages de déviation de DouéraEl-harrach 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- Douera.

I.5.2- Principe de fonctionnement général des transferts

a- Mazafran- Douera

Le barrage deMazafran 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 Douera. La conduite de transfert aura un diamètre de 2m et une longueur de 14km environ.

b- El Harrach- Douera

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.

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.

I.5.3- 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 distributions, ces derniers sont branchés sur les conduites à plusieurs points le long de sa traversée de la plaine.

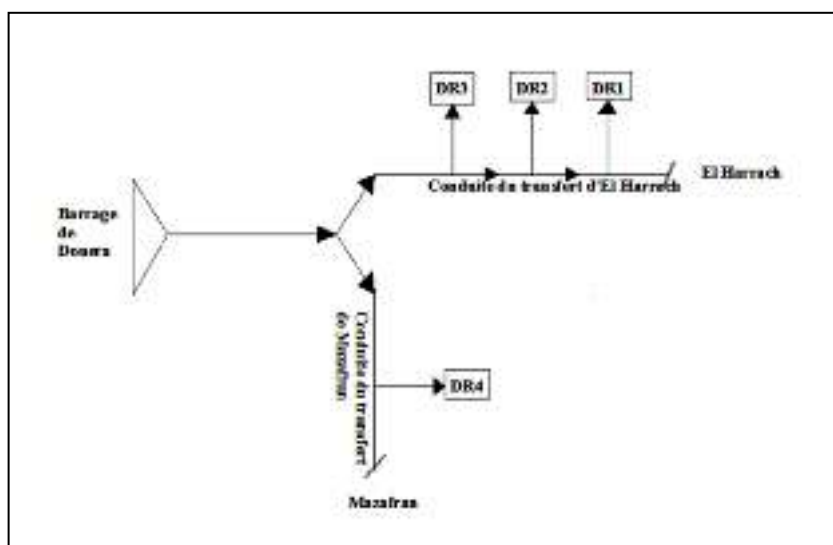


Figure I.7 : Schéma général du réseau de distribution

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 basse dans le Nord de la plaine.
- Une zone basse située à l'Ouest de l'autoroute de Blida- Alger.

Conclusion

Etant donné la faible pluviométrie de la région, la réserve ne sera pas bien alimentée, à cet effet la retenue du barrage sera remplie par pompage à partir des deux oueds Mazafran et El-Harrach. L'étude de la qualité des eaux de la retenue du barrage de Douéra est l'objet du prochain chapitre.

Chapitre II: Paramètres de la qualité des eaux

Introduction

La qualité de l'eau peut être décrite à l'aide d'un grand nombre de paramètres, lesquels peuvent être de nature physique, chimique ou biologique. Chacun de ces indicateurs permet de mesurer et quantifier un aspect spécifique de la qualité de l'eau.

II.1- paramètres physicochimiques

Les paramètres physicochimiques permettent d'évaluer la qualité de l'eau et peuvent détecter des altérations, celles-ci sont cités ci-dessous :

II.1.1-La température

La température de l'eau joue un rôle important en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz. Les vitesses des réactions chimiques et biochimiques sont accrues par la température. Dès que l'on augmente, l'activité métabolique des organismes aquatiques est alors accélérée. (Rodier., 1984).

II.1.2-Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH mesure l'acidité d'une solution, c'est l'activité de l'ion hydrogène (H^+) dans la solution, la valeur du pH qui conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques, dépend de l'origine des eaux, de la nature géologique du lit et du bassin versant. Des pH faibles augmentent le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons. (Ramade., 1998. Rodier *et al.*, 2009).

Tableau II.1: Classification des eaux d'après leur pH

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

II.1.3-Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique de l'eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. La conductivité est également fonction de la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente. Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain, la procédure est simple et permet d'obtenir une information très utile pour caractériser l'eau. 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 et que l'identification des éléments chimiques en cause est assez difficile (Rodier *et al.*, 2009).

Tableau II.2: Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique (Rodier *et al.*, 2009).

Conductivité électrique	Taux de minéralisation
CE < 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation très faible
100 < C.E < 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation faible
200 < C.E < 333 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation moyenne
333 < C.E < 666 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation moyenne accentuée
666 < C.E < 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation importante
C.E > 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation élevée

II.1.4-Turbidité

La turbidité est une façon de mesurer la transparence de l'eau. Elle s'exprime en UTN (unités de turbidité par néphélométrie), la mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. Elle traduit la présence de particules en suspension et les matières colloïdales dans l'eau (débris organiques, argiles, limons, grains de silice, organismes microscopiques...).

La description d'une masse d'eau ne saurait être satisfaisante sans une référence à la transparence du milieu, c'est à dire à la pénétration de la lumière. La connaissance de ce facteur a une double importance :

- . Il détermine l'intensité lumineuse pénétrant sous la surface.
- . Il permet également une approche de la quantité de particules en suspension.

Tableau II.3 : Classes de turbidité usuelles (NTU, nephelometrieturbidite unit)(**Rodier et al.,2009**)

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

II.1.5-Matières en suspension MES

Elles constituent l'ensemble des particules minérales et/ou organiques dans une eau naturelle ou polluée (**RAMADE, 1998**). Dans les eaux superficielles non polluées, les matières en suspension ont surtout pour origine le bassin versant sous l'effet de l'érosion naturelle, les débris d'origine organique (débris végétaux...etc.) et le plancton. La nature des MES est donc souvent minérale et leur taux relativement bas sauf en périodes de crues des cours d'eau. Les eaux naturelles ne sont jamais exemptes de matière en suspension et on admet une teneur inférieure à 30 mg/l. (**Afri-Mehannaoui, 1998**).

II.1.6- 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. Dans les eaux de surface, l'oxygène dissous provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. La 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 teneur en oxygène inférieure à 1 mg d'O₂ /l d'eau, indique un état proche de l'anaérobie. Le déficit en oxygène existe lorsque la consommation est supérieure à la production, ce qui est essentiellement provoqué par :

L'eutrophisation : Quand les conditions sont favorables à la photosynthèse, la masse végétale produite prolifère, ce qui induit une demande accrue en oxygène lors de sa dégradation. Ce phénomène est devenu plus fréquent avec l'enrichissement de eaux en produits azotés et phosphorés.

L'oxydation de la matière organique : la présence de matière organique réduit la teneur en oxygène dissous dans l'eau par oxydation à travers un procédé microbiologique. (**Rodier et al., 2009**).

II.2. Paramètres biologiques

II.2.1-Coliformes fécaux

Les coliformes fécaux sont des indicateurs de pollution bactériologique et fécale de l'eau. Il s'agit d'un indicateur indirect en ce sens que des taux élevés de coliformes fécaux, une bactérie en soit inoffensive, indiquent une forte chance de retrouver d'autres bactéries et virus potentiellement nuisibles et pathogènes, mais dont la présence serait plus difficile à mesurer.

Les critères de qualité pour ce paramètre sont de 200 unités fécales de coliformes (UFC) par 100 ml d'eau pour la baignade, et de 1000 UFC / 100 ml pour les activités dites de «contacts indirects», comme la pêche et le canotage. La présence de coliformes fécaux est surtout associée aux rejets des stations d'épuration municipales, à l'épandage de fumier et aux installations septiques non conformes ou mal entretenues. (Hébert, S. et Légaré, S. 2000)

II.2.2-Chlorophylle « a »

La chlorophylle « a » est un pigment permettant aux végétaux d'effectuer la photosynthèse. Sa concentration est un indicateur de l'abondance du phytoplancton (des algues microscopiques) et aide à évaluer l'eutrophisation des plans d'eau. Les facteurs qui contribuent à accroître la quantité de phytoplancton sont notamment l'abondance de phosphore, les températures chaudes et la faible vitesse du courant. (Hébert, S. et Légaré, S. 2000).

II.3. Paramètres relatifs à la pollution

Parmi les analyses utilisées pour mesurer la pollution des eaux, on a deux paramètres permettant d'évaluer la teneur en matières organiques :

II.3.1- Demande biochimique en oxygène (DBO)

Elle correspond à la quantité de dioxygène nécessaire aux micro-organismes aérobies de l'eau pour oxyder et dégrader par voie biochimique les matières organiques biodégradables, dissoutes ou en suspension dans l'eau. La 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 (température favorable à l'activité des micro-organismes consommateurs d'oxygène), et à l'obscurité (afin d'éviter toute photosynthèse parasite). (Ramade ., 2002).

II.3.2- 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. L'oxydation est réalisée par un oxydant chimique énergétique ayant un pouvoir puissant : le bichromate de potassium. Enfin, la relation empirique suivante lie la DBO₅, la DCO et la matière organique de l'échantillon : $MO = (2 DBO_5 + DCO) / 3$ (mg/l). (Rodier et al., 2005).

Rapport DCO / DBO₅ (indice de biodégradabilité) :

Le rapport DCO / DBO₅ indique le taux de décomposition des matières organiques qui permet d'apprécier l'importance des polluants peu ou non biodégradables. Si

DCO / DBO₅ < 2 : l'effluent est facilement biodégradable.

2 < DCO / DBO₅ < 3 : l'effluent est biodégradable.

DCO / DBO₅ > 3 : l'effluent est non biodégradable.

II.3.3- Ammonium (NH₄⁺)

L'azote ammoniacal est fréquent dans les eaux superficielles, il provient des excréctions animales et de la décomposition bactérienne des composés organiques azotés. En général, l'ammonium se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation bactérienne, dont des proportions relatives dépendant du pH, de la température et de la salinité du milieu. Des problèmes apparaissent à partir d'une concentration de 0,1 mg NH₃⁺/l. (De Villers et al., 2005).

II.3.4- Les Nitrites (NO₂⁻)

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés, Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniac, soit à la réduction des nitrates, selon les réactions ci-dessous :

-L'oxydation de l'ammonium par la réaction de nitrosation qui est exothermique opérée par des bactéries (Nitrosomonas) : $NH_4^+ + 2O_2 \xrightarrow{\leftarrow NO_2^-} 2HO_2$ **Nitrosation**

- La réduction des nitrates dans les milieux anoxiques ou pauvres en oxygène dissous, opérée par les bactéries anaérobiques : $\text{NH}_2^- + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^-$ **Nitrification**

Les nitrites sont surtout nuisibles pour les jeunes poissons. On considère que la situation est très critique à partir d'une concentration de plus de 3 mg NO_2^- /l. (**De Villers et al., 2005**).

II.3.5- Les nitrates (NO_3^-)

L'azote des nitrates, comme celui des nitrites et de l'ammoniac, présents naturellement dans les eaux, proviennent en grande partie de ruissellement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Dans les effluents riches en azote organique (protéines, acides aminés, urée...), Les molécules sont tout d'abord transformées en ammonium (NH_4^+) qui est ensuite oxydé en nitrites puis en nitrates sous l'action de bactéries nitrifiantes. Ces processus d'oxydation, également appelés «nitrification », sont très sensibles à la présence de substances toxiques (métaux, pesticides) et aux faibles températures. (**Bremond et al., 1973**).

II.3.6- Les phosphates (PO_4^{-3})

Les phosphates peuvent être d'origine naturelle (produit de décomposition de la matière vivante, lessivage de minéraux) (**Brmenond et al., 1973**), mais, à l'heure actuelle, leurs présences dans les eaux sont plutôt d'origine artificielle (engrais, polyphosphates des formulations détergentes, eaux traitées aux phosphates, industrie chimique...). Le contenu en phosphore total comprend non seulement les orthophosphates mais également les polyphosphates et les phosphates organiques. (**De Villers et al., 2005**).

II.3.7- Matière organique

Elle est causée par la surabondance, dans l'eau, de matière organique d'origine humaine, animale ou végétale. La décomposition de cette matière par des bactéries qui consomment de l'oxygène peut entraîner une diminution marquée de l'oxygène dissous dans l'eau et perturber grandement la vie aquatique, en plus d'être à l'origine d'odeurs nauséabondes. Les rejets domestiques, de même que les activités agricoles et industrielles, peuvent constituer une source importante de matière organique.

II.4- Reminéralisation

II.4.1-Carbone organique dissous (COD)

Le carbone organique dissous (COD) permet de suivre l'évolution de la pollution organique des milieux aquatiques. Il provient de la décomposition de débris organiques végétaux et animaux. Il peut également provenir de substances organiques émises par les effluents municipaux et industriels. C'est le COD qui donne une coloration brune ou ambrée à l'eau. Puisque les micro-organismes aquatiques consomment d'importantes quantités d'oxygène pour décomposer les molécules organiques, des concentrations élevées de COD peuvent affecter les réserves d'oxygène des cours d'eau.

II.4.2-Chlorure (Cl)

Les chlorures sont fréquents dans les réserves d'eaux douces à un taux de 10 mg/l à 100mg/l. Une forte teneur en chlorures peut indiquer une pollution par des eaux usées (Nalco., 1983). Les chlorures (Cl) doivent être particulièrement suivis Les teneurs en chlorures des eaux de surface sont extrêmement variées. Elles sont principalement liées à la nature des terrains traversés.(Rodier., 1984).

II.4.3-Sulfate (SO₄⁻²)

Les sulfates sont des composés naturels des eaux. Ils sont liés aux cations majeurs tels que le calcium, le potassium et le sodium. Ils proviennent de certains minéraux, en particulier la gypse ou apparaissent à partir de l'oxydation des minéraux sulfureux(Bremond et al .,1973 ;Rodie ,1984).Les teneurs en sulfates des eaux naturelles sont variables, de 5 à 200mg/l. Les eaux usées de nombreuses industries peuvent également contenir des sulfates(Rodier., 1984).

II.4.4-Calcium (Ca²⁺)

Minéral blanc très présent dans la nature nécessaire à l'organisme humain, c'est un minéral contenu principalement dans les produits laitiers et certains légumes, et qui possède plusieurs rôles au sein de l'organisme, il permet le bon fonctionnement de : la croissance, système nerveux, système cardiaque, muscles et poids. Il existe plusieurs calciums, qui

possèdent des rôles différents : le carbonate de calcium, le bromure de calcium, le chlorure de calcium, le chlorure de chaux.

II.4.5-Magnésium (Mg^{2+})

Les ions (Mg^{2+}) proviennent de la dissolution des formations carbonatées riches en magnésium (dolomite). Ces principaux sels présents dans les compléments alimentaires sont : chlorure de magnésium, oxyde de magnésium, carbonate de magnésium.

Ce minéral possède de nombreux rôles au niveau de l'organisme. Sa principale propriété étant liée à son action sur le système nerveux, il possède également différentes actions notamment au niveau des muscles et du système immunitaire.

II.4.6-sodium (Na^+)

Le sodium est un métal mou et argenté, qui appartient aux métaux alcalins. On ne le trouve pas à l'état de corps pur dans la nature, mais il est très abondant sous forme de composés. Il représente un principal cation dans le milieu extracellulaire, important pour le maintien de la pression osmotique et de l'équilibre hydrique.

II.4.7-potassium (K^+)

Le potassium résulte de l'altération des argiles potassiques et de la dissolution des engrais chimiques (NPK) qui sont utilisés massivement par les agriculteurs. La présence de cet élément peut être également liée au déversement des eaux usées domestiques dans le milieu aquatique. C'est un élément extrêmement abondant dans la nature qui participe à de nombreuses réactions chimiques.

II.4.8-Les métaux lourds

Les métaux sont des micronutriments essentiels pour les organismes aquatiques et se retrouvent naturellement dans l'eau à de faibles concentrations. Ils proviennent du lessivage du sol et du substrat rocheux. Les métaux les plus fréquemment mesurés sont l'aluminium (Al), le fer (Fe) et le manganèse (Mn).Ceux-ci sont présents le plus souvent dans l'environnement sous forme de traces. Les métaux lourds ont la particularité de s'accumuler dans les organismes vivants ainsi que dans la chaîne trophique. Leurs effets toxiques concernent le système nerveux, le sang ou la moelle osseuse. Ils sont généralement

cancérogènes. Les métaux peuvent poser des problèmes de toxicité lorsque présents en trop grande quantité dans l'eau. Plusieurs métaux, dont notamment les métaux lourds, peuvent s'avérer toxiques même à l'état de traces (très petites quantités). Les métaux les plus préoccupants, à cause de leur toxicité à long terme par accumulation dans les organismes et la chaîne alimentaire, sont le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le cuivre (Cu), le mercure (Hg), le nickel (Ni), le plomb (Pb), l'arsenic (As) et le zinc (Zn). Leur présence dans l'eau à des quantités préoccupantes est souvent associée à des rejets industriels ou agricoles.

II.4.9-Les pesticides

Les pesticides sont des produits chimiques servant à éliminer les organismes indésirables tels les insectes (insecticides) ou les végétaux (herbicides). Ils sont utilisés pour l'agriculture et l'entretien des jardins domestiques, des pelouses et des terrains de golfs. Bien souvent, les pesticides ne sont pas biodégradables et persisteront dans l'environnement. Les propriétés cancérogènes et mutagènes de plusieurs types de pesticides font en sorte que leur présence dans l'eau et leur accumulation dans les chaînes alimentaires soulève d'importantes préoccupations écologiques et de santé publique. Les pesticides sont des indicateurs dont l'analyse est généralement très coûteuse.

II.4.10-Hydrocarbures

Toxiques et peu biodégradables, les hydrocarbures s'accumulent et enrobent les plantes, limitant les échanges vitaux et empêchant le développement de la faune et de la flore. Formant un film à la surface de l'eau, ils s'opposent à l'oxygénation naturelle de l'eau et empêchent les rayons lumineux de passer.

II.5. Normes et classes de la qualité des eaux superficielles

La qualité des eaux varie dans le temps et plusieurs facteurs sont mis en jeu, afin d'avoir une bonne connaissance de l'état global d'un cours d'eau et de pouvoir suivre son évolution dans le temps, un outil d'évaluation pour pouvoir obtenir une image globale de la qualité de l'eau des eaux superficielles est proposé par le SEQ (système d'évaluation de la qualité des eaux). L'ABH est inspiré du SEQ pour classer les eaux superficielles.

La classification repose sur la grille ci-dessous :

Tableau II.4:Grille de la qualité des eaux superficielles (ABH ,2009).

classes paramètres	Unités	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
O ₂ dissous	mg/l d'O ₂	>7	5 à 7	3 à 5	< 3	0
DCO	mg/l d'O ₂	20	30	40	80	>80
DBO ₅	mg/l d'O ₂	3	6	10	25	>25
NH ₄ ⁺	mg/l	0,5	1,5	2,8	4	>4
NO ₃ ⁻	mg/l	2	10	25	50	>50
PO ₄ ³⁻	mg/l	0,1	0,5	1	2	>2
NO ₂ ⁻	mg/l	0,03	0,3	0,5	1	>1
conductivité	µs/cm	180- 2500	120- 3000	60-3500	0-4000	>4000

Conclusion

Dans une eau, un facteur physique, chimique ou biologique aura atteint une valeur telle qu'elle risque de perturber l'équilibre biologique de l'eau. Dans le chapitre suivant nous présentons les résultats et la discussion des analyses effectuées sur les eaux superficielles du Barrage de Douéra pour suivre et évaluer leur qualité.

Introduction

L'étude expérimentale est un outil d'évaluation de la qualité des eaux, on commence par l'échantillonnage qui est primordial car il conditionne la pertinence de l'analyse. Il doit être de qualité mais également représentatif de ce que l'on veut analyser. Les échantillons doivent être prélevés dans des récipients propres, rincés plusieurs fois avec l'eau et stérile, puis fermés hermétiquement. Pour cette étude, nous avons pris des échantillons de l'eau brute. Nous avons choisi quelques paramètres physico-chimiques (le choix est lié à la disponibilité des moyens de nos laboratoires, tel que la température, le pH, la conductivité, MES, O₂ dissous....etc.)

Pour faire une bonne étude de la qualité des eaux, trois étapes principales doivent être suivies :



III .1 Localisation du site de prélèvement

Afin de procéder au suivi des paramètres physico-chimiques et biologiques, le prélèvement des échantillons ont été effectués au centre du barrage. Le site de prélèvement est montré dans la **figure III.1**



Figure III.1 : Image satellite de localisation du point de prélèvement. (Google earth, 2017)

III .2Campagne de prélèvement

Les prélèvements ont été effectués durant les mois de Janvier, Février, Mai et Juillet 2017:

Tableau III .1 :Calendrier de prélèvement.

Les mois	Date de prélèvement
Janvier	10/01/2017
Février	06/02/2017
Mai	11/05/2017
Juillet	16/07/2017

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

III .3.1Technique d'échantillonnage

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté, il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui sera donné. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau. Les eaux prélevées doivent être Conservées dans des flacons, remplis Complètement et bouchés pour éviter les bulles d'air. Les échantillons sont conservés grâce à un conservateur (glacière) et gardés à basse température (2 à 4°C).



Figure III .2 : Échantillonneuse de l'eau.

III .3.2Prélèvement

Une étape de concentration-extraction est nécessaire pour la mesure de micropolluants organiques, elle peut être mise en œuvre au laboratoire, mais à partir d'un faible volume ou, directement sur le site, au moyen d'appareils automatiques continus. Pour pouvoir prendre différents échantillons d'eau brute nous avons utilisé une bouteille échantillonneuse aux profondeurs souhaité (jusqu'à 15m).

L'échantillonneuse de l'eau est entièrement faite de PVC et son intérieur est totalement libre de pièces métalliques. Deux plaques supérieure et inférieure sont maintenues ensemble avec une chaîne de caoutchouc résistant à l'eau, et une baisse de messenger (percuteur) libère le mécanisme de fermeture.

Dans notre cas, nous avons choisi un seul point de prélèvement au centre du barrage de Douéra. Le transport se fait à la température de 4°C et à l'obscurité dans les emballages isothermes qui assure une conservation satisfaisante.



Figure III .3:remplirai-je le flacon des échantillonnages.

III



.3.3 Les méthodes d'analyse :

Les paramètres tels que le fer, matières organiques, ammonium, nitrites, les nitrates, sulfates, chlorures, la minéralisation globale, sont contrôlés sous une fréquence hebdomadaire. Par contre il existe aussi des paramètres qui sont contrôlés quotidiennement tel que le pH, la conductivité, la salinité, l'oxygène dissous, et les goûts et odeurs sont évalués au laboratoire central à Kouba sur une fréquence de chaque deux mois.

Afin de faciliter les dosages, plusieurs méthodes d'analyse ont été utilisées à savoir :

- La méthode spectrophotométrique.
- La méthode potentiométrique.
- La méthode néphélométrique.
- La méthode titrimétrique.
- La méthode colorimétrique.

III .4 Principe de mesure des paramètres

III .4.1 Température

Elle a été déterminée au laboratoire à l'aide d'un thermomètre incorporé au pH-mètre, étalonné chaque semaine. On lit directement la température exprimée en degré Celsius.

III .4.2 Le pH

Le pH est pris avec un pH mètre électrométrique ; en plongeant l'électrode dans l'eau à environ 6 à 8 cm de la surface. Le pH mètre est étalonné avec des solutions étalons pH 4, 7 et pH 10 à 20°C. Les résultats sont exprimés en unités pH.



Figure III .6 : pH mètre.

III .4.3 La Conductivité électrique

Détermination directe, à l'aide d'un instrument approprié de la conductivité électrique de solutions aqueuses. Elle a été mesurée à l'aide d'un conductimètre de laboratoire de type (METTLER TOLEDO MC226). Les résultats sont exprimés en $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Figure III .8 : pH mètre et conductimètre

III .4.4 La Turbidité

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. Elle traduit la présence des particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Cependant une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur des particules en suspension. On détermine la turbidité dans le laboratoire à l'aide d'un turbidimètre. Les résultats sont exprimés en NTU.



Figure III .10 : Turbidimètre.

III .4.5 L'Oxygène dissous (O₂ dissous)

Déterminer la teneur en oxygène dissous de l'eau à analyser par méthode électrochimique à la sonde.

Immersion d'une sonde constituée d'une cellule fermée par une membrane sélective et contenant l'électrolyte et deux électrodes métalliques dans l'eau à analyser.



Figure III .12 : L'oxymètre et à

La membrane est pratiquement imperméable à l'eau et aux matières ioniques dissous et à un certain nombre d'autres gaz. Les résultats sont exprimés en mg/l d'O₂.

III .4.6 La matière organique (M.O)

Détermination de l'indice de permanganate de potassium (KMnO₄), ou oxydabilité, permettent d'évaluer la contamination en matière organique et matière inorganique oxydables dans l'eau peu ou moyennement polluée.

Chauffage de l'échantillon en présence d'une quantité connue de permanganate de potassium et d'acide sulfurique pendant une période donnée (10 mn).

Réduction d'une partie de permanganate de potassium par les matières oxydables présentes dans l'échantillon.

Détermination de l'excès de permanganate par addition d'une solution d'oxalate, suivi par un titrage de l'oxalate en excès par le permanganate.

Les résultats sont exprimés en mg/l.

III .4.7 Les Matières en suspension (MES)

La détermination des matières en suspension s'effectue par centrifugation. L'eau à analyser est centrifugée à 3000 tr /min pendant 20 minutes. Le culot recueilli, séché à 105°C pendant 1h 30 min à 2h. Le taux des matières en suspension est exprimé en mg /l.

III .4.8 La Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

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

L'échantillon d'eau introduit dans des flacons ambrés maintenus dans une enceinte thermostatée est mis à incuber en présence d'air à 20°C, pendant 5 jours sous agitation constante. Les micro-organismes présents consomment l'oxygène dissous qui est remplacé en permanence par de l'oxygène en provenance du volume d'air situé au-dessus de l'échantillon. L'anhydride carbonique formé est piégé par de l'hydroxyde de potassium (KOH).

La mesure est effectuée à l'aide d'un appareil manométrique et la DBO est exprimée en mg O₂/l.

III .4.9 La Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une oxydation complète des matières organiques et minérales présentes dans l'eau.

Certaines matières contenues dans l'eau, sont oxydées par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure.

L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium .La DCO est exprimée en mg/l d'O₂ consommé par les matières contenues dans l'échantillon.

III .4.10 L'Ammonium (NH₄⁺)

Dosage de la teneur en ammonium dans l'échantillon à analyser par spectrophotométrie d'absorption moléculaire.

Mesurage spectrophotométrie du composé bleu forme par réaction de l'ammonium avec les ions salicylates et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

Les ions hypochlorites sont générés in situ par hydrolyse alcaline du sel de sodium. Les résultats de la teneur en ion ammonium sont exprimés en mg/l de NH_4^+ .

III .4.11 Les nitrites (NO_2^-)

On détermine la teneur en nitrite dans l'échantillon à analyser par méthode spectrophotométrie d'absorption moléculaire. Les résultats sont exprimés en mg/l de NO_2^- .

III .4.12 Les nitrates (NO_3^-)

On détermine la teneur en nitrate dans l'eau à analyser par spectrophotométrie par la méthode au salicylate de sodium.

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du sel de sodium (paranitrosalicylate de sodium), coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrophotométrique. Le taux de nitrates exprimé en mg/l NO_3^-

III .4.13 Phosphates (PO_4^{3-})

Il s'agit de déterminer la concentration des ortho phosphates dans l'échantillon à analyser par spectrophotométrie en utilisant la méthode au molybdates d'ammonium.

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les orthophosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue susceptible d'un dosage spectrophotométrique.

Certaines formes organiques pouvant être hydrolysées au cours de l'établissement de la coloration et donner des orthophosphates, le développement de la coloration est accélérée par l'utilisation d'un catalyseur, le tartrate double d'antimoine et de potassium. Les résultats sont exprimés en mg/l de phosphates.

III .4.14 Dosage des sulfates (SO_4^{2-})

Cette analyse a pour but de déterminer la concentration en sulfate de l'eau à analyser par spectrophotométrie d'absorption moléculaire.

Les ions de sulfate, en présence de chlorure de baryum (BaCl_2), précipitent à l'état de sulfate de baryum.

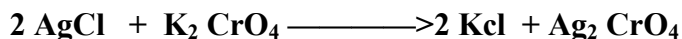
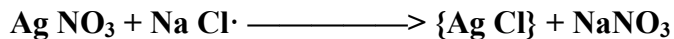


Figure III .22: Spectrophotomètre

III .4.15 Les Chlorures (Cl⁻)

On détermine la concentration des chlorures en mg/l de l'eau à analyser 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. Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9.5 afin de permettre la précipitation. Les résultats sont exprimés en mg/l de chlorures.



III .4.16 Les Chlorophylle « a »

La chlorophylle « a » est considérée comme étant un indicateur de l'abondance (biomasse) des algues microscopiques dans le barrage. Étant à la base de la chaîne alimentaire, les algues déterminent la productivité d'un barrage, c'est-à-dire le taux de production de matière organique. Équilibrée, cette productivité est le reflet d'un lac en santé. Toutefois, une productivité trop importante pourrait être une indication d'un trop grand enrichissement par les matières nutritives et plus particulièrement par le phosphore.

L'analyse de la chlorophylle a permet d'estimer la biomasse d'algues qui se retrouve dans le prélèvement d'eau. Il est ainsi possible de connaître la productivité du lac à un moment précis dans le temps. La comparaison des données de chlorophylle a au fil des années permet de déterminer si la productivité du barrage est stable.

Pour mesurer la chlorophylle « a », un échantillon d'eau est prélevée généralement près de la surface à environ 1 mètre de profondeur et transféré dans une bouteille opaque destinée à l'analyse. Cet échantillon est ensuite envoyé rapidement dans un laboratoire où les algues seront concentrées sur un filtre. Ensuite, la chlorophylle « a » est extraite à l'aide d'un solvant.

Conclusion

Les différentes analyses sur les échantillons d'eau du barrage de Douéra, ont permis de révéler le comportement de certains paramètres descriptifs de la qualité physicochimique des eaux.

Chapitre IV : Résultats et discussion

Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons les résultats et la discussion des analyses effectuées sur les eaux superficielles du Barrage de Douérapour suivre et évaluer leur qualité.

IV.1- résultats et leurs interprétations

IV.1.1- Température

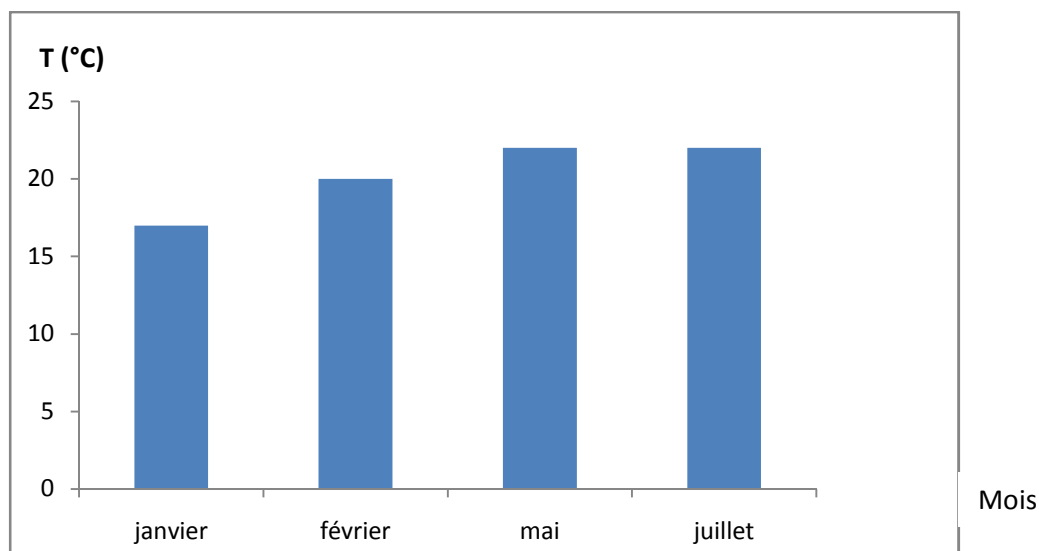


Figure IV.1: Variation de la Température de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.

La **figure IV.1** montre la variation de la température en fonction du temps, les températures fluctuent entre une valeur minimale de 17 °C durant le mois de Janvier, et une valeur maximale de 22 °C durant le mois Juillet. La valeur moyenne de la saison hivernale est de 18,5 °C et celle de la saison estivale est de 22°C. La température de l'eau varie en fonction de la température extérieure (air), des saisons, de la nature géologique et de la profondeur du niveau d'eau par rapport à la surface du sol.

Les différentes températures enregistrées durant les deux saisons varient en fonction de la température atmosphérique. La température est basse durant la période des crues, et élevée durant la période d'étiage. Cette élévation favorise une prolifération des algues. (**Gaujou.D, 1995**)

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

Tableau IV.1 : classification de la température obtenue par rapport à la grille de l'ANRH 2010.

Classes		C1	C2	C3	C4
Température (°C)		< 25	25-30	30-35	> 35
Résultats de la température obtenus des eaux du barrage de Douéra (°C)	Saison hivernale	18,5			
	Saison estivale	22			

IV.1.2- Potentiel hydrogène

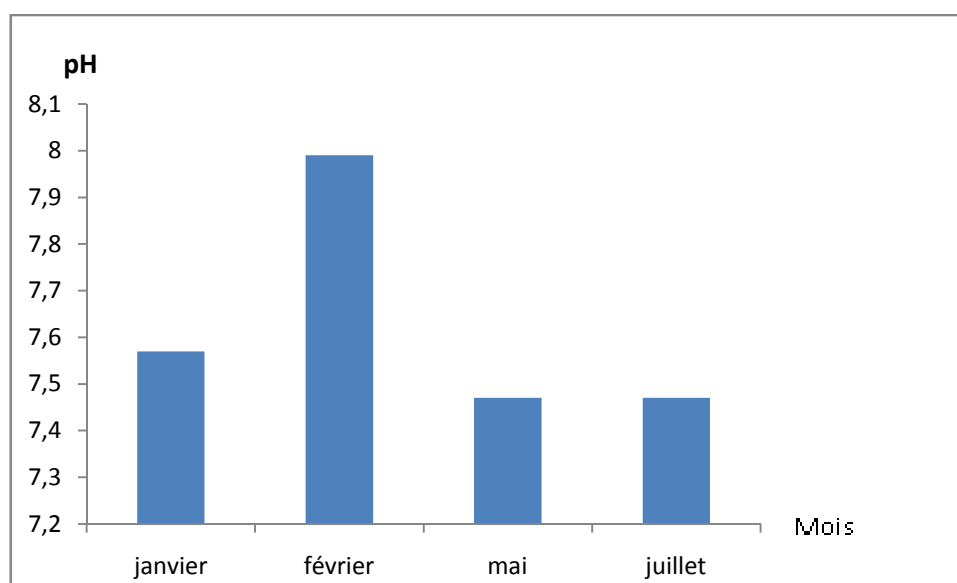


Figure IV.2: Variation du pH de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.

La **figure IV.2** montre la variation du pH en fonction du temps, où les valeurs varient légèrement, ces variations peuvent être expliquées par l'influence des eaux de ruissellement chargées généralement de différentes matières. Le pH moyen du barrage de Douéra est neutre à légèrement alcalin, ce qui reflète clairement l'influence de la nature géologique du bassin versant sur la composition chimique des eaux. En effet, le bassin versant drainé est formé essentiellement par des roches sédimentaires et calcaires (géologie de la zone d'étude).

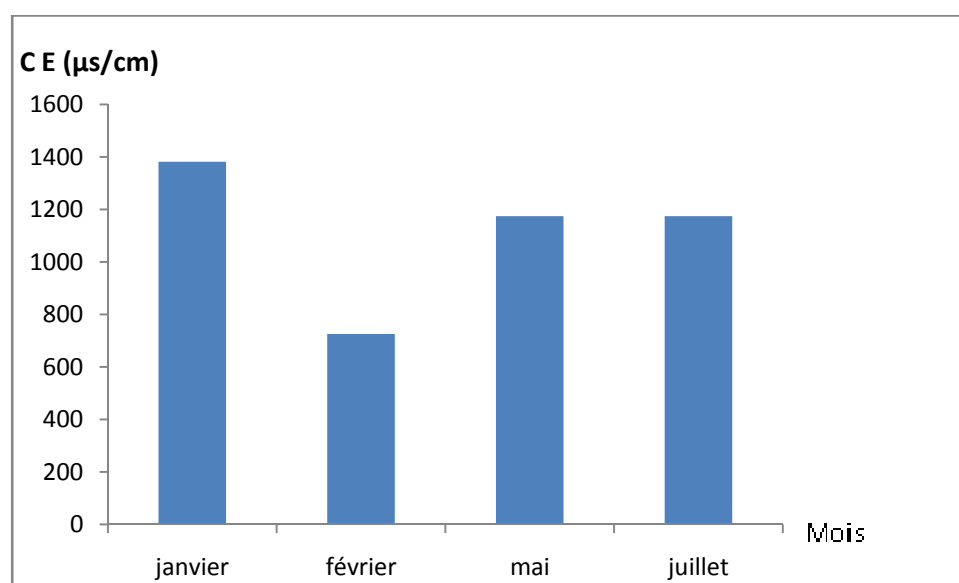
Le pH influence la plupart des processus chimiques et biologiques des écosystèmes aquatiques et c'est un facteur limitant : si le pH est inférieur à 4,5 ou supérieur à 10, il devient toxique pour les organismes vivants(Rejesk.F,2005).

La différence de pH de différents échantillons n'est pas significative. Ceci pourrait s'expliquer par l'usage intensif des engrais durant toute l'année (drainage des terrains agricoles). Les résultats obtenus montrent que l'eau est de bonne qualité (voir le tableauIV.2) 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
Résultats du pH obtenus des eaux du barrage de Douéra	Saison hivernale	7,78	7,78		
	Saison estivale	7,47	7,47		

IV.1.3- Conductivité électrique



FigureIV.3: Variation de la conductivité électrique de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.

La **figureIV.3**montre que les eaux du barrage de Douérasont caractérisées par une CE moyenne de 1054 μ S/cm pendant la saison hivernale, et de 1174 μ S/cm pendant la saison estivale, ce qui reflète une minéralisation élevée, mais ne dépassant pas les normes. La conductivité d'une eau 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. Dans les eaux du barrage de Douéra, la conductivité a tendance à évoluer avec la saison, elle est plus élevée durant la saison sèche par rapport à la saison humide, ce qui peut être expliqué par une concentration des éléments chimiques durant la période d'étiage suite à une évaporation de l'eau (climatologie de la zone d'étude), est une dilution due au rapport pluvieux de la période des crues. (**Rondeau.B, 2005**).

Une conductivité élevée traduit soit des pH normaux, soit le plus souvent une salinité élevée. Les résultats obtenus montrent que l'eau est de très bonne qualité d'après la grille appliquée par l'ANRH en 2010.

Tableau IV.3 : classification de la conductivité électrique de l'eau obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.

Classes		C1	C2	C3	C4
Conductivité électrique	(μ S/cm)	≤ 2000	-	> 2000	-
Résultats obtenus de la CE des eaux du barrage de Douéra (μ S/cm)	Saison hivernale	1054			
	Saison estivale	1174			

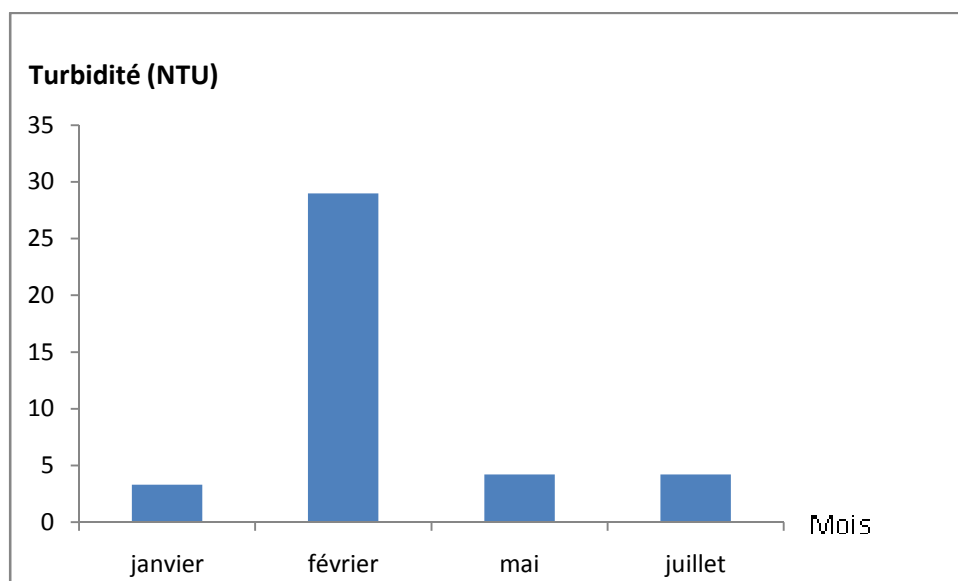
IV.1.4- Turbidité

Figure IV.4: Variation de la turbidité de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.

La **figure IV.4** montre la variation de la turbidité en fonction du temps, nous remarquons que la turbidité fluctue entre une valeur minimale de 3,3 NTU en Janvier, et une valeur maximale de 29 NTU en Février. Et une moyenne de l'ordre de 16,15 NTU pendant la saison hivernale, et de 4,2 NTU pendant la saison estivale.

D'après la grille de la qualité des eaux de l'ANRH (2010), les résultats obtenus montrent que l'eau est de bonne qualité en saison estivale, et de qualité moyenne en hiver.

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

Classes		C1	C2	C3	C4
turbidité	(NTU)	<6	7-35	36-70	100<
Résultats obtenus de la turbidité des eaux du barrage de Douéra (NTU)	Saison hivernale		16,15		
	Saison estivale	4,2			

IV.1.5- L'Oxygène dissous

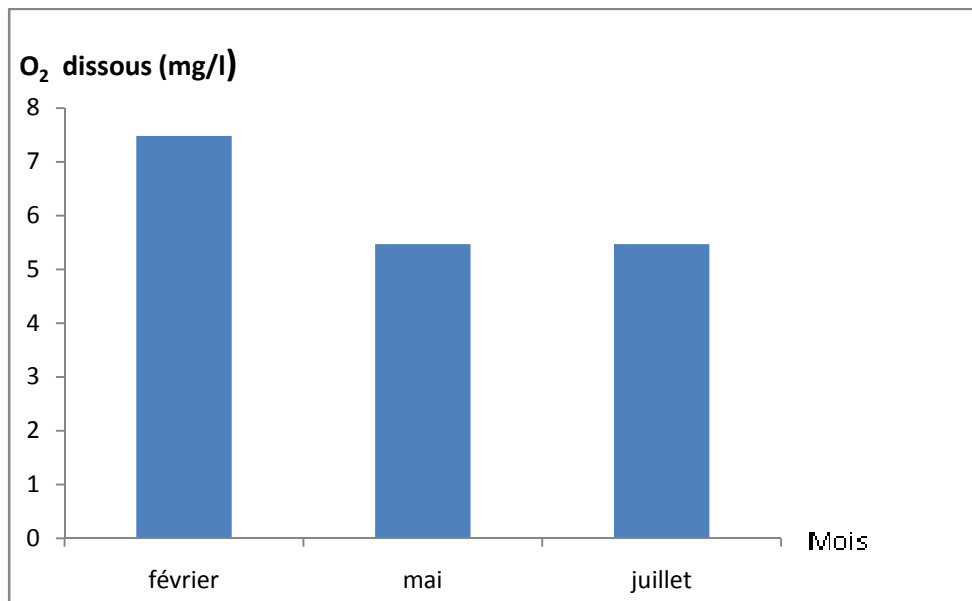


Figure IV.5: Variation de l'O₂ dissous de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.

La figure IV.5 présente la variation d'O₂ en fonction du temps, elles varient entre une valeur minimale de 5,47 mg/l enregistrée en Juillet et une valeur maximale de 7,48 mg/l enregistrée en Février. La valeur moyenne de la saison hivernale est de 7,48 mg/l et celle de la saison estivale est de 5,47 mg/l.

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

D'après la grille de la qualité des eaux de l'ANRH (2010), les résultats obtenus montrent que l'eau est de bonne qualité.

Tableau IV.5 : classification des concentrations en O₂ dissous obtenus par rapport à la grille de l'ANRH 2010.

Classes		C1	C2	C3	C4
Oxygène dissous	(mg/l)	≥5	≥3	≥1	< 1
Résultats obtenus de l'O ₂ dissous des eaux du barrage de Douéra (mg/l)	Saison hivernale	7,48			
	Saison estivale	5,47			

IV.1.6- La matière organique

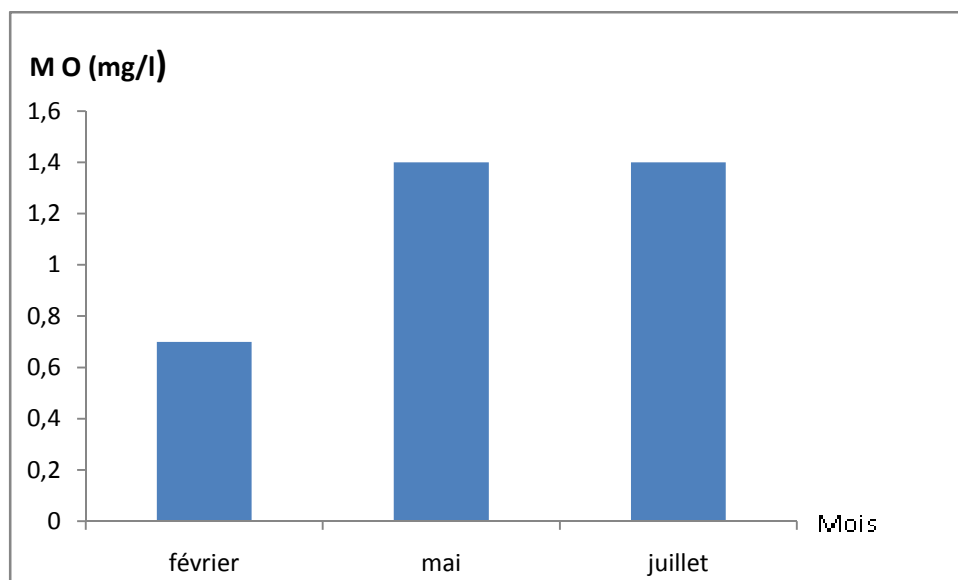


Figure IV.6: Variation de la teneur en M.O. de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.

La **figureIV.6**présente la variation de la concentration en matière organique en fonction du temps, elle varie entre une valeur minimale de 0,7mg/l en Février, et une valeur maximale d'ordre 1,4 en mois de Juillet, la valeur moyenne la de saison hivernale est de 0,7 mg/l et celle de la saison estivale est de 1,4 mg/l.l'eau du barrage de Douéra est considérée comme une eau de très bonne qualité selon l'ANRH.

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

Classes		C1	C2	C3	C4
Matières organiques (mg/l)		< 5	5-10	10-15	> 15
Résultats de la M.O obtenus des eaux du barrage de Douéra (mg/l)	Saison hivernale	0,7			
	Saison estivale	1,4			

IV.1.7- La matière en suspension

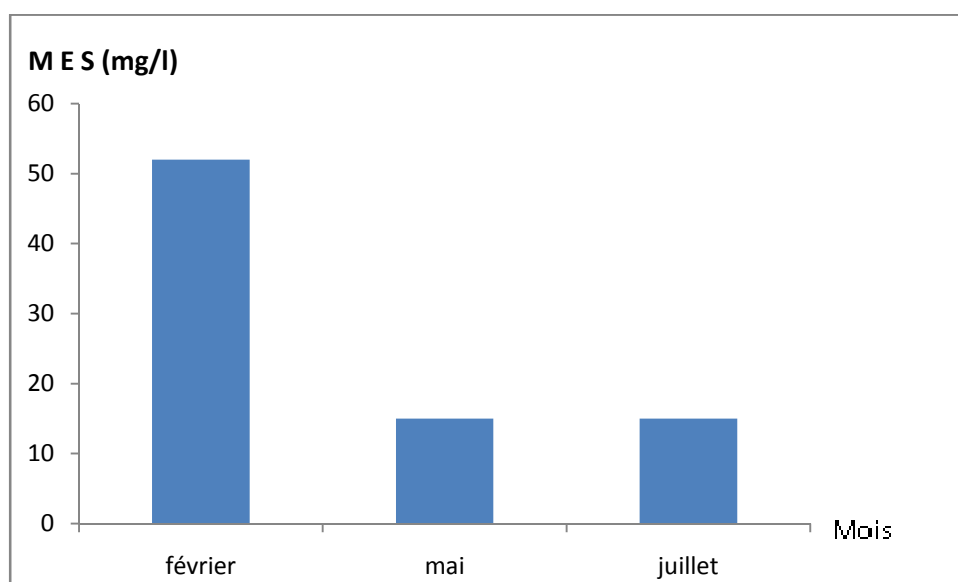


Figure IV.7: Variation des MES de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.

Les valeurs des MES sont représentées par la **figure IV.7**. La plus forte teneur est enregistrée au mois de Février avec une valeur de 52 mg/l, et la valeur la plus faible est de 15mg/l enregistrée au mois de Juillet, la valeur moyenne la de saison hivernale est de 52 mg/l et celle de la saison estivale est de 15 mg/l.

D'après la littérature, dans les eaux superficielles, les MES peuvent provenir soit des effets de l'érosion naturelle du bassin versant suite à de violentes précipitations, soit des rejets d'eaux résiduaires urbaine ou industrielle. Leurs effets sur les caractéristiques physico-chimiques de l'eau sont très néfastes. En effet, elles peuvent empêcher la pénétration de la

lumière, diminué l'oxygène dissous et limiter alors le développement de la vie aquatique. (Rodier, 1976)

Les résultats obtenus montrent que l'eau est de qualité acceptable pendant l'hivers et de bonne qualité durant la saison estivale d'après la grille de l'ANRH (2010).

Tableau IV.7 : classification des MES obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.

Classes		C1	C2	C3	C4
Matières en suspension	(mg/l)	0-30	30-75	75-100	> 100
Résultats des MES obtenus des eaux du barrage de Douéra (mg/l)	Saison hivernale		52		
	Saison estivale	15			

IV.1.8- La demande biologique en oxygène DBO₅

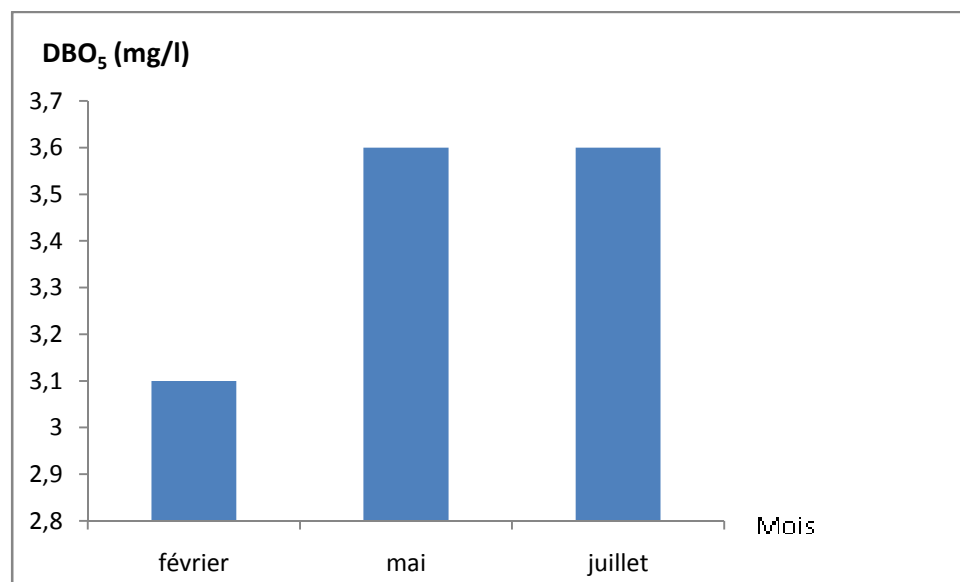


Figure IV.8: Variation de la DBO₅ de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.

La **figure IV.8** représente la variation de la DBO₅ en fonction du temps, tel que ces subissent une légère variation durant la période de notre étude, la valeur minimale est d'ordre

3,1mg/l en mois de Février, et une valeur maximale d'ordre 3,6 mg/l en mois de mai et Juillet. La DBO₅ constitue une mesure de la pollution de l'eau par les matières organiques biodégradables. Pour nos résultats, La DBO₅ présente des valeurs inférieures à 5 mg/l. la valeur moyenne la de saison hivernale est de 3,1 mg d'O₂/l et celle de la saison estivale est de 3,6 mgd'O₂/l. Donc les résultats obtenus montrent que l'eau est de bonne qualité.

Tableau IV.8 : classification de la DBO₅ obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.

Classes		C1	C2	C3	C4
Demande biologique en oxygène	DBO ₅ (mg d'O ₂ /l)	< 5	5-10	10-15	> 15
Résultats de la DBO ₅ obtenus des eaux du barrage de Douéra (mg d'O ₂ /l)	Saison hivernale	3,1			
	Saison estivale	3,6			

IV.1.9- La demande chimique en oxygène DCO

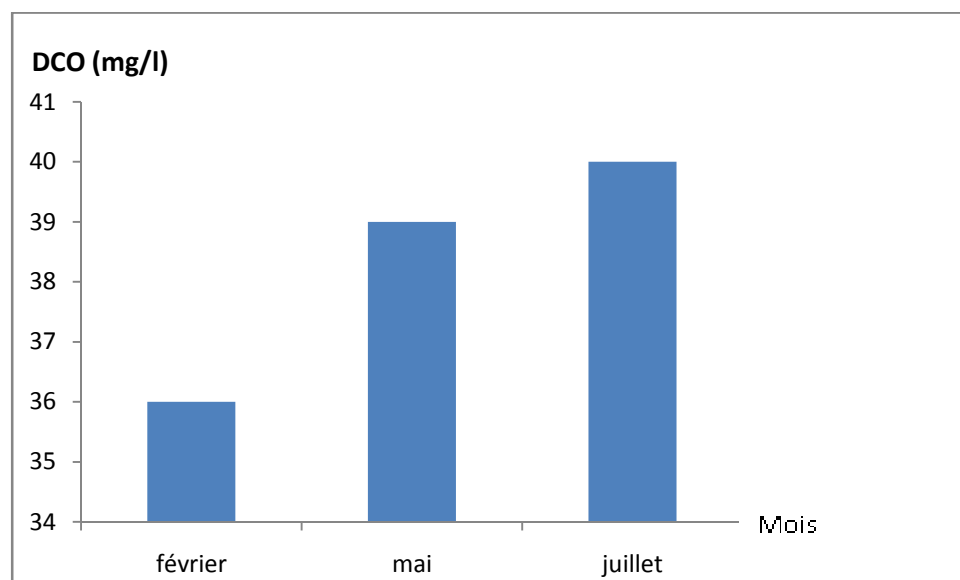


Figure IV.9: Variation de la DCO de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.

La **figure IV.9** présente la variation de la DCO en fonction des mois. Les teneurs de la DCO oscillent entre une valeur minimale de 36 mg/l d'O₂ enregistrée en février et une valeur maximale de 40 mg/l d'O₂ en mois de Juillet, la valeur moyenne de la saison hivernale est de 36 mg d'O₂/l et celle de la saison estivale est de 39,5 mgd'O₂/l.

Les valeurs de la DCO observées nous permettent de conclure qu'elles dépassent largement la norme de l'OMS (30mg/l). De ce fait, nous pouvons déduire que la charge polluante est élevée avec la présence des matières non biodégradables car la DCO est supérieur à la DBO₅. D'un point de vue temporel (selon les saisons), la DCO a tendance à évoluer avec la saison, elle est maximale en période des basses eaux suite au phénomène de concentration, et minimale durant la période des hautes eaux qui est due à la dilution suite aux pluies. Donc les résultats obtenus montrent que l'eau est de qualité acceptable d'après la grille de l'ANRH (2010).

Tableau IV.9 : classification de la DCO obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.

Classes		C1	C2	C3	C4
Demande chimique en oxygène	DCO (mg d'O ₂ /l)	< 20	20-40	40-50	> 50
Résultats de la DCO obtenus des eaux du barrage de Douéra (mg d'O ₂ /l)	Saison hivernale		36		
	Saison estivale		39,5		

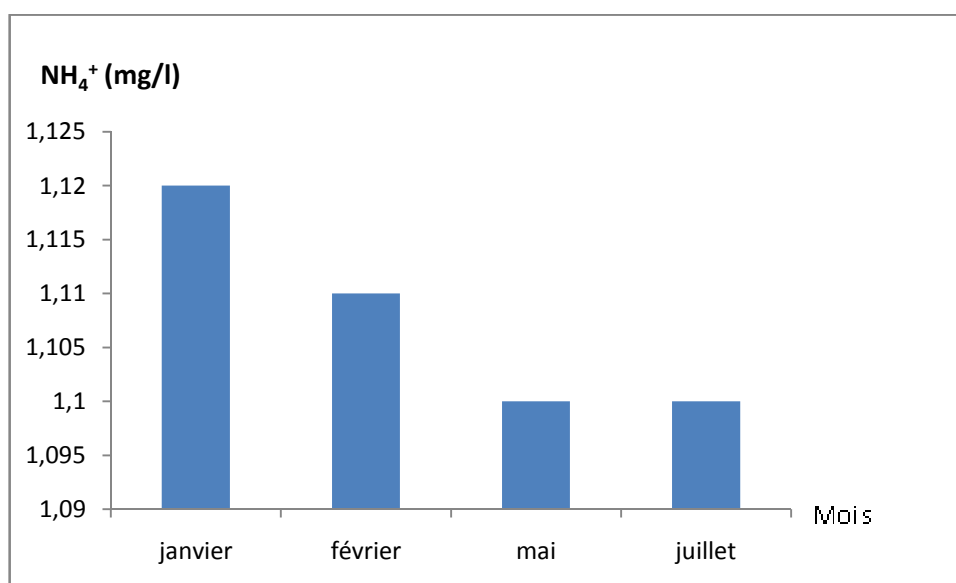
IV.1.10- L'Ammonium (NH_4^+)

Figure IV.10: Variation de NH_4^+ de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.

La **figure IV.10** présente la variation de la NH_4^+ en fonction du temps, on observe des valeurs légèrement variées, la valeur moyenne de la saison hivernale est de 1,12 mg/l, et celle de la saison estivale est de 1,11 mg/l. Dans les eaux superficielles, l'azote ammoniacal peut avoir pour origine: la matière organique végétale des cours d'eau, la matière organique animale ou humaine, les rejets industriels.

En se référant aux données de l'ANRH, les résultats d'analyses de l'Ammonium obtenus montrent que l'eau est de qualité acceptable d'après la grille de l'ANRH (2010).

Tableau IV.10 : classification de la NH_4^+ obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.

Classes		C1	C2	C3	C4
l'ammonium	NH_4^+ (mg /l)	$\leq 0,5$	≤ 2	≤ 8	> 8
Résultats de NH_4^+ obtenus des eaux du barrage de Douéra (mg/l)	Saison hivernale		1,12		
	Saison estivale		1,11		

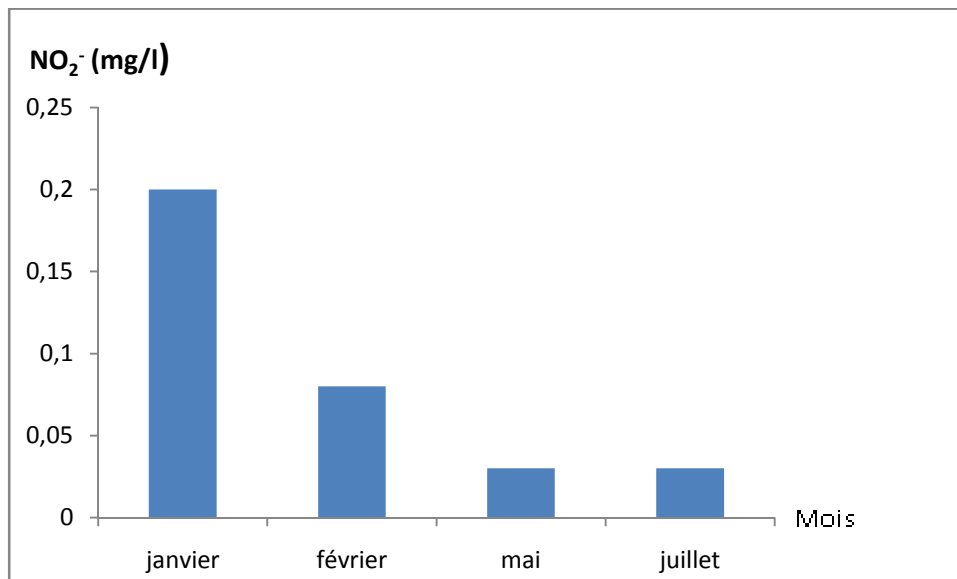
IV.1.11- Les nitrites (NO_2^-)

Figure IV.11: Variation de NO_2^- de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.

Les teneurs en nitrite (NO_2^-) au cours de notre étude sont relativement faibles. Ces teneurs varient entre une valeur minimale de 0,02 mg/l observée durant les mois de Février, et une valeur maximale de 0,2 mg/l observée durant les mois de Janvier, la valeur moyenne la de saison hivernale est de 0,11 mg /l, et celle de la saison estivale est de 0,03 mg/l.

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant (**Figure IV.11**).

Dans les eaux du barrage de Douéra, notre étude montrée des teneurs inférieures à la limite fixée par l'ANRH 2010 (0,3 mg/l). Les résultats obtenus montrent que l'eau est de bonne qualité d'après la grille de l'ANRH (2010).

Tableau IV.11 : classification de la NO_2^- obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.

Classes		C1	C2	C3	C4
Nitrite (NO_2^-)	(mg /l)	$\leq 0,3$	≤ 1	> 1	-
Résultats de NO_2^- obtenus des eaux du barrage de Douéra (mg/l)	Saison hivernale	0,11			
	Saison estivale	0,03			

IV.1.12- Les nitrates (NO_3^-)

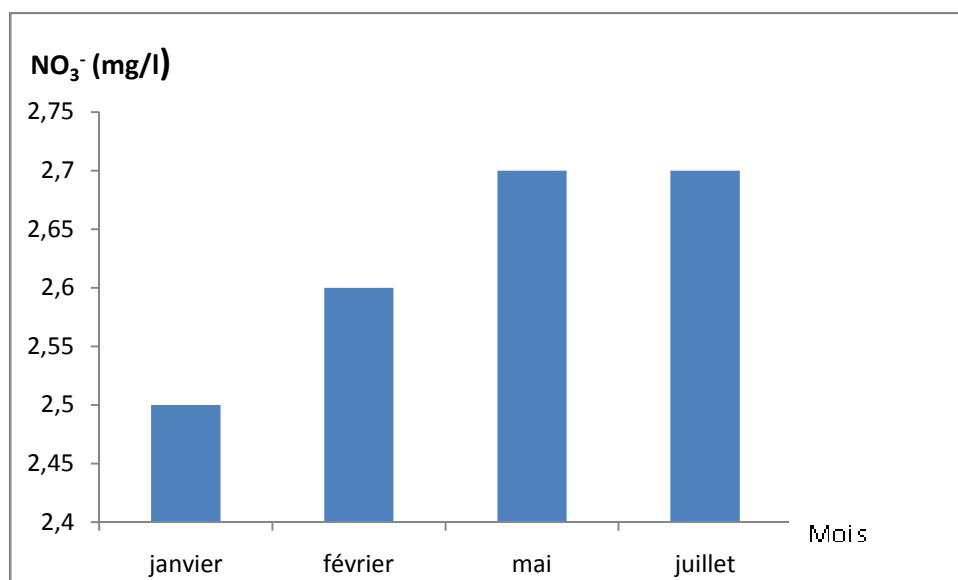


Figure IV.12: Variation de NO_3^- de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.

Le suivi des teneurs en nitrates a permis d'obtenir les résultats présentés dans la **figure IV.12**, et qui oscillent entre une teneur maximale de 2,7 mg/l enregistrée au mois de Juillet et une valeur minimale de 2,5 mg/l observée au mois de Janvier, la valeur moyenne la de saison hivernale est de 2,55 mg /l, et celle de la saison estivale est de 2,7 mg/l.

Les nitrates constituent 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 10 mg/l NO_3^- .

L'évolution temporelle montre une faible différence entre les deux saisons expliquée par le phénomène de concentration et de la dilution. Les résultats obtenus montrent que l'eau est de bonne qualité d'après la grille de l'ANRH (2010).

Tableau IV.12 : classification de la NO_3^- obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.

Classes		C1	C2	C3	C4
Nitrate (NO_3^-)	(mg /l)	≤ 25	≤ 50	≤ 80	> 80
Résultats de NO_3^- obtenus des eaux du barrage de Douéra (mg/l)	Saison hivernale	2,55			
	Saison estivale	2,7			

IV.1.13-Orthophosphates (PO_4^{3-})

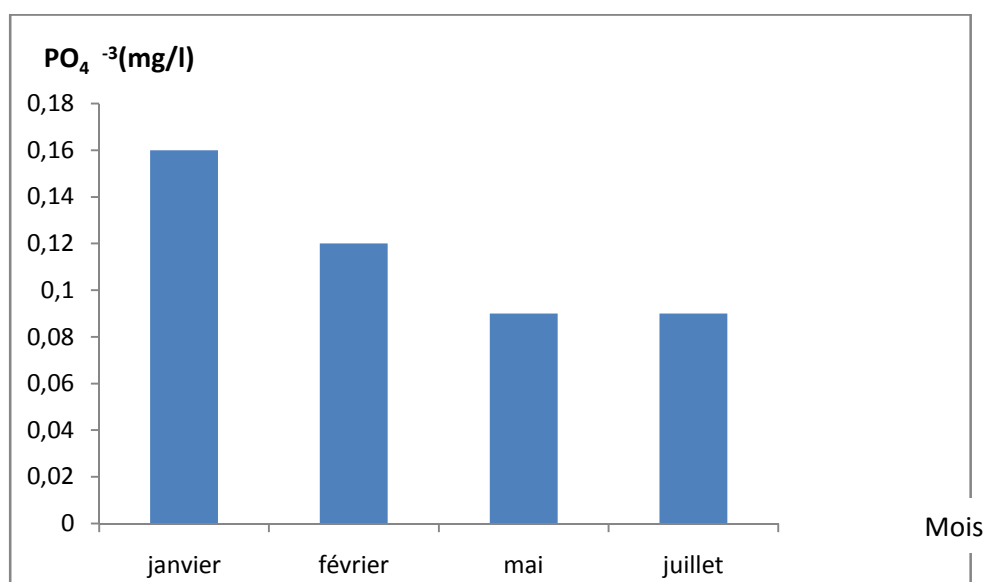


Figure IV.13: évolution de la concentration en PO_4^{3-} de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.

Les teneurs en orthophosphate sont représentées dans la **figure IV.13**, elles oscillent entre une valeur maximale de 0,16 mg/l en mois de Janvier, et une valeur minimale de 0,09 mg/l en mois de Mai et Juillet, la valeur moyenne de la saison hivernale est de 0,14 mg /l, et celle de la saison estivale est de 0,09 mg/l. Le phosphate est naturellement présent dans les eaux superficielles en faible quantité, et son absence peut être expliquée par le fait que les ions phosphates sont susceptibles d'être absorbés par les sédiments dans le cas de désoxygénations importantes et favoriser la multiplication des algues dans les eaux du barrage

où elles contribuent à l'eutrophisation. Le phosphate est déterminant pour la productivité des écosystèmes aquatiques. (Pierre et al,2004)

Les résultats de notre étude sur le barrage de Douéra montrent des concentrations en orthophosphates inférieure à la valeur guide fixée par l'ANRH 2010 (0,50 mg/l), nous pouvons conclure que l'eau est de bonne qualité d'après la grille de l'ANRH (2010).

Tableau IV.13 : classification de la PO_4^{-3} obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.

Classes		C1	C2	C3	C4
Orthophosphates (PO_4^{-3})	(mg /l)	≤0,5	≤1	≤2	> 2
Résultats d' PO_4^{-3} obtenus des eaux du barrage de Douéra (mg/l)	Saison hivernale	0,14			
	Saison estivale	0,09			

IV.1.14- Les sulfates (SO_4^{2-})

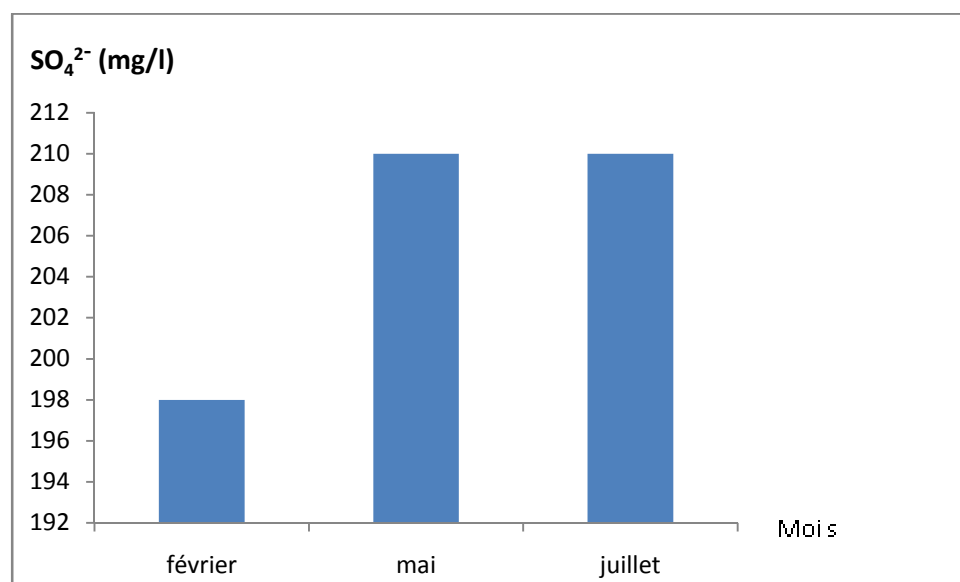


Figure IV.14: Variation de SO_4^{2-} de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.

L'allure de la courbe de la figure IV.14 montre que les teneurs en sulfates varient légèrement d'un mois à l'autre, la plus faible valeur est de 198 mg/l a été enregistrée au mois

de Février, et la teneur la plus élevée 210 mg/l, a été enregistrée au mois de juillet, la valeur moyenne la de saison hivernale est de 198 mg /l, et celle de la saison estivale est de 210 mg/l

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). Les résultats obtenus montrent que l'eau est de bonne qualité durant la saison hivernale, et de qualité acceptable durant la saison estivale d'après la grille de l'ANRH (2010).

Tableau IV.14 : classification de la SO_4^{-2} obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.

Classes		C1	C2	C3	C4
Sulfate (SO_4^{-2})	(mg /l)	50-200	200-300	300-400	> 400
Résultats du SO_4^{-2} obtenus des eaux du barrage de Douéra (mg/l)	Saison hivernale	198			
	Saison estivale		210		

IV.1.15-Les Chlorures (Cl)

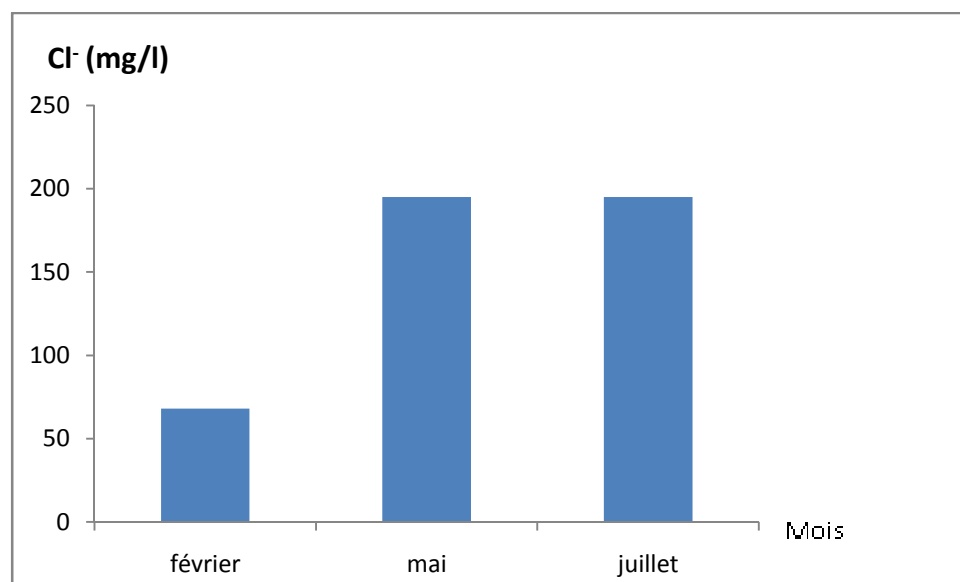


Figure IV.15: Variation de Cl de l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.

La figure IV.15 montre que les teneurs en chlorures varient d'un mois à l'autre, la plus faible 68 mg/l a été enregistrée au mois de Février, la teneur la plus élevée est de 195 mg/l enregistrée au mois de Mai et Juillet, la valeur moyenne la de saison hivernale est de 68 mg /l, et celle de la saison estivale est de 195 mg/l.

Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées. Elles sont liées principalement à la nature des terrains traversés. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux. Les résultats obtenus montrent que l'eau est de bonne qualité durant la saison hivernale, et de qualité acceptable durant la saison estivale d'après la grille de l'ANRH (2010).

Tableau IV.15 : classification du Cl⁻ obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.

Classes		C1	C2	C3	C4
Chlorure (Cl ⁻)	(mg /l)	10-150	150-300	300-500	> 500
Résultats du Cl ⁻ obtenus des eaux du barrage de Douéra (mg/l)	Saison hivernale	68			
	Saison estivale		195		

IV.1.16-La Chlorophylle (a)

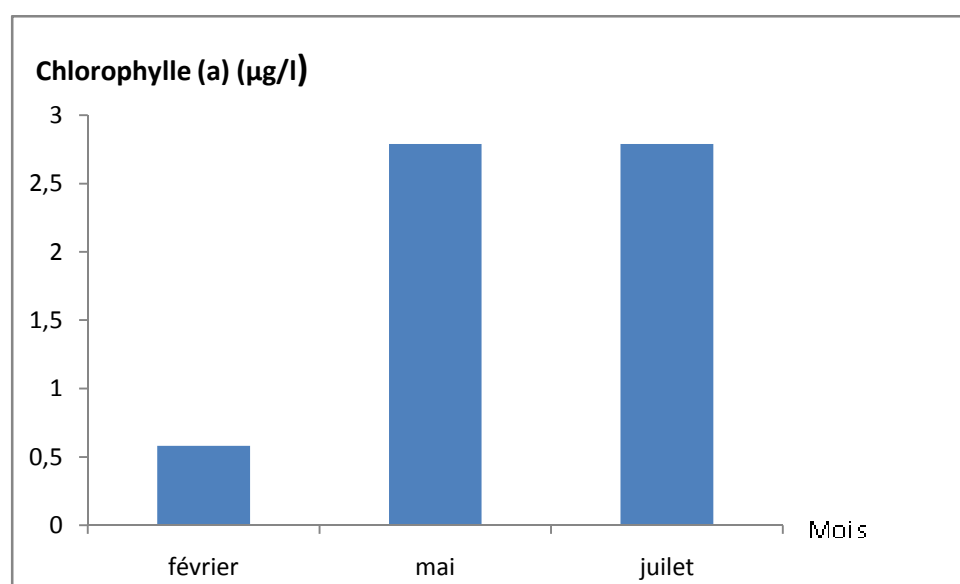


Figure IV.16: Variation de la chlorophylle (a) l'eau du barrage de Douéra en fonction du temps.

Figure IV.16 montre que les teneurs en chlorophylle (a) varient d'un mois à l'autre, la plus faible 0,58 $\mu\text{g/l}$ a été enregistrée au mois de Février, la teneur la plus élevée est de 2,79 $\mu\text{g/l}$ prélevée au mois de Mai et Juillet, la valeur moyenne la de saison hivernale est de 0,58 mg /l, et celle de la saison estivale est de 2,79 mg/l. donc notre eau n'est pas eutrophisée.

Tableau IV.16 : classification du chlorophylle (a) obtenu par rapport à la grille de l'ANRH 2010.

Classes		C1	C2	C3	C4
chlorophylle (a)	(mg /l)	<14	15-68	69-120	120<
Résultats de la chlorophylle (a) obtenus des eaux du barrage de Douéra (mg/l)	Saison hivernale	0,58			
	Saison estivale	2,79			

Conclusion

L'objectif principal de notre étude était donc de suivre l'évolution de la qualité physicochimique de l'eau brute du barrage de Douéra, sur une période de janvier 2017 à juillet 2017. Les résultats des analyses étaient conformes aux normes algériennes pour les eaux brutes. Notre étude a révélé donc que l'eau du barrage de Douéra est de qualité physicochimique bonne.

Annexe

Tableau : Grille de qualité de 1971 simplifiée [Grille de qualité. 2010].

PARAMETRES	Bonne ou très bonne qualité	Qualité acceptable	Qualité médiocre	Mauvaise qualité
O2 dissous mg/l	≥ 5	≥ 3	≥ 1	< 1
O2 dissous %	≥ 70	≥ 50	≥ 10	< 10
DBO5 mg/l	≤ 5	≤ 10	≤ 25	> 25
DCO mg/l	≤ 25	≤ 40	≤ 80	> 80
NO ₃ ⁻ mg/l	≤ 25	≤ 50	≤ 80	> 80
NH ₄ ⁺ mg/l	$\leq 0,5$	≤ 2	≤ 8	> 8
NO ₂ ⁻ mg/l	$\leq 0,3$	≤ 1	> 1	-
NTK mg/l	≤ 2	≤ 3	≤ 10	> 10
PO ₄ ⁻³ mg/l	$\leq 0,5$	≤ 1	≤ 2	> 2
MeST mg/l	≤ 70	-	> 70	-
Phosphore total mg/l	$\leq 0,3$	$\leq 0,6$	≤ 1	> 1
Conductivité mg/l	≤ 2000	-	> 2000	-
pH	$\geq 6,5$ et $\leq 8,5$	-	< 6 ou > 8	-
Turbidité (NTU)	6	35	70	100
Chlorophylle mg/l	14	68	120	240

Classification

- ❖ La classification des eaux vise, à classer les barrages selon les qualités physiques, minérales, organiques, azote et phosphore dans une des quatre classes suivantes représentées par des couleurs:
 - **CLASSE I** : eau de bonne qualité, utilisée sans exigence particulière, elle est représentée graphiquement par la couleur **bleu**.
 - **CLASSE II** : Eau de qualité moyenne, utilisée après un simple traitement. Elle est représentée en **vert**.
 - **CLASSE III** : Eau de mauvaise qualité, ne peut être utilisée qu'après un traitement très poussé. Elle est représentée en **jaune**.
 - **CLASSE IV** : Pollution excessive, ne peut être utilisée qu'après traitement spécifique et très onéreux. Elle est représentée en **rouge**.

- ❖ La grille de classification que nous allons utiliser pour classer les différents paramètres analysés au niveau de chaque barrage de la zone d'étude est la suivante:

Tableau : grille qualité générale

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	25-30	30-35	> 35
Odeur, Goût	Sans	Sans	Sans	
b- Qualité minérale				
Résidu sec	300-1000	1000-1200	1200-1600	> 1600
Ca ²⁺ mg/l	40-100	100-200	200-300	> 300
Mg ²⁺ 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
SO ₄ ²⁻ mg/l	50-200	200-300	300-400	> 400
c- Qualité organique				
Oxygène dissous % St	90-100	50-90	30-50	< 30
DBO ₅ mg d'O ₂ /l	< 5	5-10	10-15	> 15
DCO mg d'O ₂ /l	< 20	20-40	40-50	> 50
M.Org mg/l	< 5	5-10	10-15	> 15

Bibliographie

ABH ,2009, agence des bassins versants hydrographiques.

AFRI-MEHANNAOUI, 1998, Contribution à l'étude physico-chimique et biologique de l'Oued Kébir-Rhumel et de ses principaux affluents. Mémoire de magistère en ecologie. Université Mentouri, Constantine. 238 p.

ANBT : agence nationale des barrages et transferts, Kouba

ANRH : agence nationale des ressources hydrauliques, soummaa.Blida

BOUHADICHE.M et MADANIA : thèse d'ingénieur en génie civil, 2009-2010, l'intitulé étude du barrage de Douéra sur l'oued Ben Amer (w. alger) et de son ouvrage de remplissage et l'évaluation du risque de liquéfaction, USTHB.

BREMOND et al ., 1973. Paramètres de la qualité des eaux, OSPEPE, Paris.

De VILLERS et al .,2005. Qualité physicochimique et chimique des eaux de surface. Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Eau de mer. 8^{ème} Ed. Dunod. Paris, 1383 pp.

Fiche technique du barrage de Douéra.

RAMADEF, 2002, Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. internationale, Paris, 786p.

RAMADE F, 1998, Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Ed inscience Ed..

RODIERJ et al ., 2009, Analyse de l'eau. 9^{ème} édition Ed. Dunod bordas, Paris, 526 p.

RODIER J., 1976. L'analyse de l'eau. Eau naturelles, eau résiduaires, eau de mer. 5^{ème} Dunod, Paris.

RODIER J., BAZIN C, BROUTIN J, CHAMPSAUR H et RODI L., 2005, L'analyse de l'eau.

RODIER., 1984, L'analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux résiduaires et Eaux de mer, 7^{ème} édition. Ed. Dulod, Paris.

SEAAL, société des eaux et de l'assainissement d'Alger. Kouba.

Laboratoire, SEAAL Mazafran.

GAUJOU.D, 1995. Pollution des milieux aquatiques ; aide-mémoire, 2^{ème} édition TEC et DOC Paris,458p.

REJESK.F, 2005. Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques, édition CRDP. Paris, 785p.

RONDEAU.B, 2005. La qualité de l'eau du secteur fluvial, 2^{ème} édition. Canada.

Conclusion générale

Au terme de ce présent travail, il convient de rappeler que le barrage de Douéra est situé au niveau du bassin versant algérois. Il est destiné à l'alimentation en eau potable et à satisfaire les besoins des périmètres d'irrigation de la plaine de la Mitidja et du Sahel, d'où l'intérêt d'un suivi régulier de la qualité physicochimique de ces eaux.

L'objectif principal de notre étude est donc de suivre l'évolution de la qualité physicochimique de l'eau du barrage de Douéra. Les résultats des analyses sur quatre échantillons prélevés en deux saisons (hivernale et estivale) ont montré que les eaux du barrage sont caractérisées par :

- Une température inférieure à 25°C;
- Un pH faiblement alcalin à neutre, il est compris entre 7.4 à 7.9 ;
- Une conductivité électrique moyenne de 1054 µS/cm en période pluvieuse et de 1174 µS/cm en période sèche, ce qui reflète une minéralisation élevée.
- Des concentrations moyennes en MES durant la saison hivernale est de 52 mg/l et de 15 mg/l durant la saison estivale, révèlent une pollution organique marquée par de fortes charges organiques et minérales ;
- Les valeurs disponibles concernant l'oxygène dissous sont supérieures à 5 mg/l, ce qui implique une bonne oxygénation de l'eau du barrage de Douéra ;
- Une DBO₅ qui reflète une eau de très bonne qualité ;
- Les teneurs de différentes formes d'Azotes enregistrées, montrent que l'Azote ammoniacal reflète une bonne qualité d'eau, ainsi que les nitrates et les nitrites ;

Quant aux résultats des analyses biologiques, ils montrent des teneurs faibles en chlorophylle a, avec l'absence des germes totaux à 22°C et 37°C et des coliformes fécaux : notre eau n'est pas eutrophisée.

En fin, 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) par conséquent l'eau de la retenue du barrage de Douéra est considérée de bonne qualité en espérant qu'elle le restera.