

لجمهورية 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



## MEMOIRE DE MASTER

Filière : **Hydraulique**

Spécialité : **Ressources Hydrauliques**

Thème :

### **Suivi de l'évolution de la qualité des eaux du barrage de Douéra (Alger)**

Présenté par :

**YACOUBA KADRI Arhanatou**

**SACAGIKA Gika Genildo Muapimbi**

Devant le jury composé de :

M. BESSENASSE. M	Professeur	USDBlida 1	Président
Mme. TAIBI. S	Maitre de conférence A	USDBlida 1	Examinatrice
M. BENSAFIA. D	Maitre de conférence B	USDBlida 1	Promoteur

**Promotion : 2022/2023**

## Sommaire

Remerciement	I
Dédicaces	II
Résumé	III
Liste des abréviations	IV
Liste des figures	V
Liste des tableaux	VI
Sommaire	VII
<b>Introduction générale :</b> .....	<b>1</b>
<b>Chapitre 1 : Présentation de la zone d'étude</b> .....	<b>3</b>
1.1 Introduction .....	3
1.2 Localisation géographique.....	3
1.3 Topographie.....	4
1.4 Géologie du site.....	4
1.5 Caractéristiques du barrage .....	5
1.5.1 Description du barrage .....	5
1.5.1.1 Digue principale .....	5
1.5.1.2 Digue A et B.....	6
1.5.2 Ouvrages de vidange .....	8
1.5.2.1 Tour de prise.....	8
1.5.2.2 Galerie de dérivation provisoire .....	8
1.5.2.3 Chambre des vannes .....	9
1.6 Etude climatique .....	9
1.6.1 Description du bassin versant .....	9
1.6.2 Caractéristiques climatiques.....	9
1.6.2.1 Pluviométrie .....	9
1.6.2.2 Température .....	10
1.6.2.3 Evaporation.....	10
1.6.2.4 Ecoulement.....	11
1.6.2.5 Débit solide .....	11
1.7 Ouvrages de transfert.....	11
1.7.1 Description générale des ouvrages de transfert.....	12

1.7.1.1	Ouvrages de dérivation Mazafran Douéra .....	12
1.7.1.2	Ouvrages de dérivation El Harrach-Douéra .....	12
1.7.2	Principe de fonctionnement général des transferts .....	13
1.7.2.1	Mazafran-Douéra.....	13
1.7.2.2	El Harrach-Douéra.....	13
1.7.3	Réseaux de distribution .....	13
1.8	Conclusion .....	14
<b>Chapitre 2 : Paramètres de qualité des eaux .....</b>		<b>15</b>
2.1	Introduction .....	15
2.2	Paramètres d'analyse de l'eau .....	15
2.2.1	Paramètres organoleptiques .....	15
2.2.1.1	Couleur .....	15
2.2.1.2	Gout et Odeur.....	16
2.2.2	Paramètres physiques.....	16
2.2.2.1	Potentiel d'hydrogène (pH).....	16
2.2.2.2	Turbidité.....	16
2.2.2.3	Conductivité .....	17
2.2.2.4	Température .....	17
2.2.3	Paramètres chimiques.....	17
2.2.3.1	Dureté(TH).....	17
2.2.3.2	Alcalinité (TAC).....	18
2.2.3.3	Oxygène dissous .....	18
2.2.3.4	Manganèse.....	18
2.2.3.5	Fer .....	19
2.2.3.6	Chlorures .....	19
2.2.3.7	Sulfates.....	19
2.2.3.8	Matières organiques (MO).....	20
2.2.4	Paramètres de pollutions.....	20
2.2.4.1	Nitrates .....	20
2.2.4.2	Nitrites.....	20
2.2.4.3	Ammonium.....	20

2.2.4.4	Phosphore .....	21
2.2.4.5	DBO <sub>5</sub> (Demande Biologique en Oxygène) .....	21
2.2.4.6	Demande Chimique en Oxygène (DCO) .....	22
2.2.5	Paramètres bactériologiques .....	22
2.2.5.1	Germes totaux .....	22
2.2.5.2	Escherichia coli .....	22
2.2.5.3	Streptocoques fécaux (entérocoques) .....	23
2.2.5.4	Salmonelles .....	23
2.2.5.5	Sulfito-réducteurs .....	23
2.3	Conclusion .....	23
<b>Chapitre 3 : Méthodes et matériels d'analyse .....</b>		<b>24</b>
3.1	Introduction .....	24
3.2	Echantillonnage .....	24
3.2.1	Technique d'échantillonnage .....	24
3.3	Différentes méthodes d'analyse .....	25
3.3.1	Méthodes potentiométriques .....	25
3.3.2	Méthodes colorimétriques .....	26
3.3.3	Méthodes volumétriques .....	26
3.3.4	Spectrophotométrie d'absorption moléculaire .....	26
3.4	Etalonnage .....	26
3.5	Principe de mesure des paramètres .....	27
3.5.1	Paramètres organoleptiques .....	27
3.5.1.1	Couleur .....	27
3.5.2	Paramètres physicochimiques .....	27
3.5.2.1	pH .....	27
3.5.2.2	Turbidité .....	29
3.5.2.3	Conductivité .....	30
3.5.2.4	Dureté (TH) .....	31
3.5.2.5	Alcalinité .....	32
3.5.2.6	Oxygène dissous .....	32
3.5.2.7	Manganèse .....	33

3.5.2.8 Fer .....	34
3.5.3 Matières organiques .....	34
3.5.3.1 Chlorures.....	35
3.5.4 Paramètres de pollution.....	36
3.5.4.1 Nitrates et Nitrites .....	36
3.5.4.2 Ammonium.....	36
3.5.4.3 Phosphore.....	37
3.5.4.4 Demande Biochimique en Oxygène (DBO <sub>5</sub> ).....	38
3.5.4.5 Demande Chimique de l'Oxygène (DCO).....	38
3.5.5 Paramètres bactériologiques.....	39
3.5.5.1 Sulfito-réducteurs.....	39
3.5.5.2 Escherichia coli (EC).....	39
3.5.5.3 Germes Totaux (GT).....	40
3.5.5.4 Streptocoques.....	40
3.5.5.5 Salmonelles .....	40
3.6 Conclusion .....	40
Chapitre 4 : Résultats expérimentaux et Interprétations.....	41
4.1 Introduction .....	41
4.2 Mesure des paramètres physiques .....	41
4.2.1 pH .....	41
4.2.2 Turbidité.....	42
4.2.3 Température .....	43
4.2.4 Conductivité.....	43
4.3 Mesure des paramètres chimiques .....	44
4.3.1 Chlorures .....	44
4.3.2 Sulfates.....	45
4.3.3 Matières organiques .....	46
4.4 Paramètres de pollutions.....	47
4.4.1 Nitrates .....	47
4.4.2 Nitrites.....	47
4.4.3 Ammonium.....	48

4.4.4	Phosphore .....	49
4.4.5	DBO <sub>5</sub> .....	50
4.4.6	DCO .....	51
4.5	Conclusion .....	52
<b>Références bibliographiques .....</b>		<b>55</b>
<b>Webographie .....</b>		<b>56</b>
<b>Annexe .....</b>		<b>57</b>

# *Remerciements*

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude au Tout puissant de nous avoir donné la santé et la force pour mener à bien ce modeste travail.

Nous adressons toute notre tendresse et notre gratitude à nos familles qui nous ont toujours soutenues.

Nos sincères remerciements vont à notre promoteur, M.BENSAFIA.D, pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa générosité, sa rigueur et sa disponibilité durant la préparation de ce mémoire.

Nous exprimons nos vifs remerciements à tous les enseignants du département des Sciences de l'Eau et Environnement pour les efforts fournis et leurs patiences.

Nous tenons également à remercier le personnel de l'ANRH d'Alger, celui du barrage de Douéra et de l'ANBT.

Finalement, nous exprimons notre reconnaissance envers tous ceux qui de près de loin ont contribué à la réalisation de ce travail. Nous vous prions de trouver l'expression de notre profonde considération.

*Arhanatou/Sacagika*

# *Dédicaces*

**A mon père et à ma mère**

Quoi que je fasse ou que je dise, Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour et ma considération pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon Instruction et mon bien être. Vous avez toujours été à là mes côtés pour me soutenir et m'encourager.

Trouvez dans ce modeste travail, toute ma reconnaissance et tout mon amour. Qu'Allah vous préserve et vous accorde, santé et longue vie.

**A toute ma famille**, pour votre soutien sans faille ainsi que pour vos nombreuses prières. Par ce modeste travail, recevez toute ma reconnaissance et ma gratitude pour les efforts consentis.

*Arhanatou*

# *Dédicaces*

Je dédie ce travail :

A ma famille, elle qui m'a doté d'une éducation digne, son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui.

A tous mes amis ...

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour l'achèvement de ce modeste travail.

*Sacagika*

## Résumé :

Le barrage de Douéra (Alger), est un barrage réservoir qui fournit de l'eau pour l'alimentation en eau potable de l'ouest de la région d'Alger, pour l'irrigation de la plaine de la Mitidja centre et pour la réalimentation de la nappe phréatique de la Mitidja par infiltration.

Afin d'évaluer la qualité des eaux de ce barrage, des analyses portant sur les paramètres physico-chimiques et les paramètres de pollutions ont été effectuées mensuellement selon des techniques utilisés par le laboratoire de l'ANRH. Pour notre étude, nous nous sommes intéressés aux analyses faites durant la période allant de Janvier 2021 à Avril 2023.

Les résultats obtenus ont montré des variations plus ou moins faibles et irrégulières selon le paramètre et le mois. Ainsi, en comparant les valeurs aux normes de la grille de qualité des eaux du barrage adoptée par l'ANRH, il s'avère que la qualité des eaux du barrage de Douéra est acceptable et qu'elle n'a pratiquement pas varié au fil du temps.

**Mots clés :** barrage de Douéra, qualité de l'eau, eau de surface, paramètres physico-chimiques, paramètres biologiques, norme de qualité de l'eau

## ملخص :

سد الدويرة (الجزائر) ، هو سد خزان يوفر المياه الصالحة للشرب لمنطقة غرب الجزائر العاصمة ، ولري سهل مركز متيجة ولتجديد منسوب المياه الجوفية.

من أجل تقييم جودة مياه هذا السد، تم إجراء التحليلات المتعلقة بالمعايير الفيزيائية والكيميائية ومعايير التلوث شهريًا وفقًا للتقنيات المستخدمة من قبل مختبر الوكالة الوطنية للموارد المائية (ANRH). دراستنا مهتمة بالتحليلات التي أجريت خلال الفترة الممتدة من يناير 2021 إلى أبريل 2023.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها تباين ضعيف وغير منتظم إلى حد ما حسب المعامل والشهر. وهكذا ، بمقارنة القيم بمعايير شبكة جودة مياه السد التي اعتمدها الوكالة الوطنية للموارد المائية ، يتبين أن جودة المياه في سد دويرة مقبولة وأنها لم تتغير عمليًا على مر السنين.

الكلمات المفتاحية: جودة المياه، سد الدويرة، مياه الشرب ، مراقبة جودة المياه، المعايير الفيزيائية والكيميائية.

## Abstract:

The Douéra dam (Algiers) is a reservoir dam that supplies water for drinking to the west of the Algiers region, irrigation of the central Mitidja plain and the replenishment of the water table of the Mitidja by infiltration.

In order to assess the water quality of this dam, analyzes relating to the physico-chemical parameters and the pollution parameters were carried out monthly according to techniques used by the ANRH laboratory. For our study, we were interested in the analyzes carried out during the period from January 2021 to April 2023.

The results obtained showed more or less flat and irregular variations depending on the parameter and the month. Thus, by comparing the values with the standards of the dam water quality grid adopted by the ANRH, it turns out that the water quality of the Douéra dam is acceptable and that it has practically not varied over the time.

Keywords: Douéra dam, water quality, surface water, physico-chemical parameters, biological parameters, water quality standard.

## Liste des abréviations

°	Degré
μ	Microséismes
%	Pourcent
'	Seconde
"	Minute
<b>ANBT</b>	Agence Nationale des Barrages et Transferts
<b>ANRH</b>	Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
<b>AEP</b>	Alimentation en eau potable
<b>AgCl</b>	Chlorure d'argent
<b>AgNO<sub>3</sub></b>	Nitrate d'argent
<b>AgSO<sub>4</sub></b>	Sulfate d'argent
<b>Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub></b>	Chromate d'argent
°C	Degré Celsius
<b>CE</b>	Conductivité électrique
<b>Cm</b>	Centimètre
<b>Cl<sup>-</sup></b>	Chlorure
<b>Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	Hydrogénocarbonates de calcium
<b>CaCl<sub>2</sub></b>	Chlorate de calcium
<b>CaCO<sub>3</sub></b>	Carbonate de calcium
<b>CaSO<sub>4</sub></b>	Sulfate de Calcium
<b>DBO<sub>5</sub></b>	Demande biochimique en oxygène
<b>DCO</b>	Demande Chimique en oxygène
<b>DN</b>	Diamètre Normal
<b>EC</b>	Escherichia coli
°F	Degré en Fahrenheit
<b>GT</b>	Germes totaux
<b>ha</b>	Hectares
<b>H<sup>+</sup></b>	Ion hydrogène
<b>Hm<sup>2</sup></b>	Hectomètre au carré

<b>Hm<sup>3</sup></b>	Hectomètre au cube
<b>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup></b>	Dihydrogénophosphate
<b>HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	Phosphate d'hydrogène
<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	Bicarbonate
<b>Km</b>	Kilomètres
<b>Km<sup>2</sup></b>	Kilomètres au Carré
<b>Km<sup>3</sup></b>	Kilomètres au Cube
<b>Kw</b>	Kilowatts
<b>K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub></b>	Chromate de potassium
<b>K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub></b>	Dichromate de potassium
<b>KMnO<sub>4</sub></b>	Permanganate de potassium
<b>l/s</b>	Litres par secondes
<b>M</b>	Mètres
<b>mg/l</b>	Milligramme par litre
<b>mm</b>	Millimètres
<b>m/h</b>	Mètres par heure
<b>m/s</b>	Mètres par seconde
<b>m<sup>3</sup>/s</b>	Mètres cube par seconde
<b>NGA</b>	Nivellement Général Algérien
<b>Mn</b>	Manganèse
<b>MO</b>	Matières Organiques
<b>Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	Hydrogénocarbonates de Magnésium
<b>MgCl<sub>2</sub></b>	Chlorure de magnésium
<b>MgCO<sub>3</sub></b>	Carbonate de magnésium
<b>MgSO<sub>4</sub></b>	Sulfate de Magnésium
<b>N</b>	Azote
<b>NTU</b>	Nephelometrie Turbidity Unity
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	Ammonium
<b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	Nitrite
<b>NO<sub>3</sub></b>	Nitrate

<b>OMS</b>	Organisation Mondial de la Sante
<b>pH</b>	Potentiel hydrogène
<b>PHE</b>	Plus hautes eaux
<b>RN</b>	Retenu Normal
<b>SP</b>	Station de Pompage
<b>SP1</b>	Station de Pompage 1
<b>SP2</b>	Station de Pompage 2
<b>T</b>	Température
<b>TAC</b>	Titre Alcalimètre complète
<b>TH</b>	Titre Hydrométrique
<b>UNTU</b>	Unité Nephelometrie Turbidity Unity
<b>UCV</b>	Unité de Couleur Vrai
<b>V</b>	Volume

## Liste des figures

Figure 1.1 : localisation du barrage de Douéra (Google Maps 2023).....	4
Figure 1.2 : Photo de la digue principale du barrage, la crête (ANBT).....	6
Figure 1.3 : Photo de la digue A (ANBT).....	7
Figure 1.4 : Photo de la digue B, la crête (ANBT).....	8
Figure 1.5 : schéma général du réseau de distribution.....	12
Figure 1.6 : Schéma des systèmes Mazafran-Douéra et Rocher des Pigeons-Douéra.....	14
Figure 3.1 : spectrophotomètre Dr 6000.....	27
Figure 3.2 : pH mètre.....	28
Figure 3.3 : Turbidimètre TL2310.....	29
Figure 3.4 : Conductimètre.....	30
Figure 3.5 : Illustration de la méthode de détermination de l'alcalinité.....	32
Figure 3.6 : Illustration de la méthode de détermination de la teneur en MO... ..	35
Figure 3.7 : bandelettes-tests pour la détermination des teneurs en nitrates et nitrites.....	36
Figure 4.1 : variation du pH de l'eau du barrage de Douéra (ANRH 2021, 2022 et 2023).....	41
Figure 4.2 : variation de la turbidité de l'eau du barrage de Douéra en NTU (ANRH 2021, 2022 et 2023).....	42
Figure 4.3 : variation de la température de l'eau du barrage de Douéra en °C (ANRH 2021, 2022 et 2023).....	43
Figure 4.4 : Variation de la conductivité de l'eau du barrage de Douéra en µs/cm (ANRH 2021, 2022 et 2023).....	44
Figure 4.5 : variation de la teneur en chlorures de l'eau du barrage de Douéra en mg/l (ANRH 2021, 2022 et 2023).....	45
Figure 4.6 : Variation de la teneur en sulfates de l'eau du barrage de Douéra en mg/l (ANRH 2021, 2022 et 2023).....	46
Figure 4.7 : Variation de la teneur matières organiques de l'eau du barrage de Douéra en mg/l (ANRH 2021, 2022 et 2023).....	46
Figure 4.8 : Variation de la teneur en nitrates de l'eau du barrage	

de Douéra en mg/l (ANRH 2021, 2022 et 2023).....	47
Figure 4.9 : Variation de la teneur en nitrites des eaux du barrage de Douéra en mg/l (ANRH 2021, 2022 et 2023).....	48
Figure 4.10 : Variation de la teneur en ammonium des eaux du barrage de Douéra en mg/l (ANRH 2021, 2022 et 2023).....	49
Figure 4.11 : Variation de la teneur en phosphore des eaux du barrage de Douéra en mg/l (ANRH 2021, 2022 et 2023).....	50
Figure 4.12 : Variation de la DBO <sub>5</sub> des eaux du barrage de Douéra en mg d'O <sub>2</sub> /l (ANRH 2021, 2022 et 2023).....	51
Figure 4.13 : Variation de la DCO des eaux du barrage de Douéra en mg d'O <sub>2</sub> /l (ANRH 2021, 2022 et 2023).....	52

## Liste des tableaux

Tableau 1.1 : caractéristique de la digue principale, (ANBT).....	6
Tableau 1.2 : Caractéristiques de la digue A, (ANBT).....	7
Tableau 1.3 : Caractéristiques de la digue B, (ANBT).....	8
Tableau 1.4 : Caractéristiques du bassin versant après réaménagement, (ANBT).....	9
Tableau1.5 : Précipitations moyennes mensuelles .....	10
Tableau 1.6 : Températures moyennes mensuelles [13].....	10
Tableau 1.7 : Répartition moyenne mensuelle de l'évaporation [13].....	11
Tableau 2.1 : Types d'eau selon la turbidité.....	17

## **Introduction générale :**

L'eau est une ressource vitale pour l'humanité, indispensable à notre survie et au bon fonctionnement des écosystèmes. La disponibilité et la qualité de l'eau sont des préoccupations majeures dans de nombreux pays, notamment dans les zones urbaines densément peuplées. C'est une richesse nécessaire à toute activité humaine, et un facteur de production déterminant dans le développement durable, il est donc nécessaire d'avoir une meilleure connaissance sur les ressources en eau existantes.

En Algérie, les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. L'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants liés à l'essor démographique et au développement accéléré des activités économiques, notamment l'agriculture en irrigué et l'industrie [12]. Nous assistons donc à la diminution des quantités disponibles par habitant d'où la rareté grandissante des ressources en eau à travers le pays. De plus la qualité de l'eau est devenue un problème crucial car elle est menacée par les activités humaines. Ainsi il devient prioritaire d'établir une stratégie pour les localiser, les quantifier et les protéger de façon à pouvoir les exploiter de manière rationnelle et en bonne qualité. C'est la raison pour laquelle un programme de construction de barrages a été lancé dès les années 1980 et des investissements considérables ont été consacrés à ce programme.

Cependant les eaux des barrages sont exposées à diverses sources de pollution, notamment les rejets industriels, les eaux usées urbaines, l'agriculture intensive et les pratiques de gestion inadéquates. Il est nécessaire d'avoir une compréhension fondamentale des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques pour une gestion efficace à long terme de ces eaux. Pour ce faire, un programme est mis en place pour surveiller la qualité des eaux de surface. C'est le cas du barrage de Douéra qui depuis sa mise en eau est soumis à des recherches qui sont en cours pour évaluer la qualité physico-chimique de ses eaux et de déterminer leur degré de pollution. Pour cela, des séries analyses de ses eaux ont été faites par le laboratoire de l'ANRH d'Alger.

Dans cette étude, nous allons examiner de plus près l'évolution de la qualité des eaux de ce barrage, en comparant les résultats des analyses obtenus avec les normes de la grille de qualité des eaux adoptée par l'ANRH pour pouvoir suivre en général l'évolution des paramètres considérés dans cette étude et d'apprécier la qualité des eaux du barrage de Douéra.

Le présent mémoire est structuré comme suit :

Après une introduction générale, le chapitre 1 donne une description générale de la zone d'étude ;

Le chapitre 2 présente les définitions des différents paramètres des eaux du barrage de Douéra ;

Le chapitre 3 décrit le matériel et les méthodes utilisées ;

Le chapitre 4 présente les résultats obtenus et leurs interprétations ;

En dernier et pour clôturer ce travail, nous terminons avec une conclusion générale.

# **Chapitre 1 : Présentation de la zone d'étude**

## **1.1 Introduction**

Le barrage de Douéra est un barrage de type réservoir. Etant donné que le bassin versant développe une superficie de 10 Km<sup>2</sup> environ et l'apport de l'Oued Ben Amar étant négligeable, le remplissage du réservoir de Douéra se fera par transfert des Oueds Mazafran (39 Hm<sup>3</sup>) et El Harrach (71 Hm<sup>3</sup>) qui ne peuvent être utilisés sans un réservoir d'accumulation. Le barrage de Douéra est destiné à l'irrigation de 17.200 ha de la plaine de la Mitidja Centre et la réalimentation de la nappe phréatique de la Mitidja par infiltration. Une partie de l'eau stockée est aussi utilisée pour l'approvisionnement en eau potable de la ville d'Alger Ouest. Le barrage a été mis en eau en décembre 2009 mais la réception définitive des ouvrages s'est faite le 05 Septembre 2016. Dans ce chapitre, nous allons faire une description générale de la zone dans laquelle se trouve le barrage en donnant des informations sur sa localisation, la géologie du site et la climatologie.

## **1.2 Localisation géographique**

Le barrage de Douéra est précisément situé sur l'Oued Ben Amar, qui se trouve à environ 2 km au sud-ouest de la ville homonyme (Douéra), à environ 27 km à l'ouest d'Alger.

Le site du barrage de Douéra est repéré sur Google Maps par les coordonnées suivantes :

- 36° 39' 40" de latitude Nord
- 2° 55' 48" de longitude Est

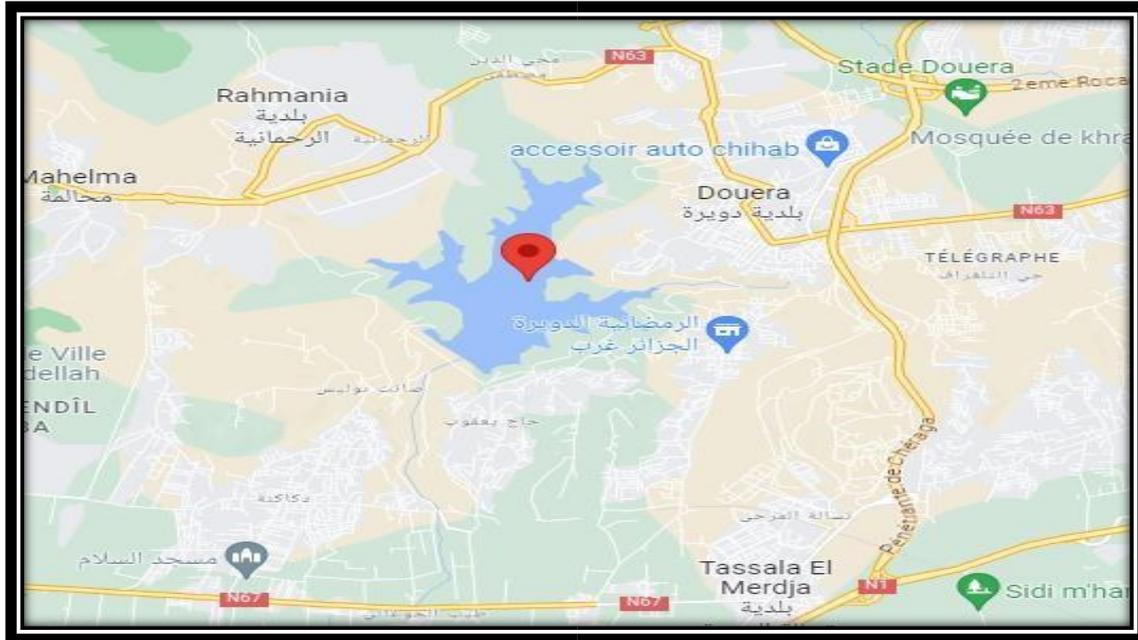


Figure 1.1 : Localisation du barrage de Douéra (Google Maps 2023)

### 1.3 Topographie

Le site du barrage de Douéra est situé dans les collines du sahel, un plateau déchiqueté d'une hauteur moyenne d'environ 200m.

La vallée du versant sud du sahel, creusée par l'oued Ben-Amar et ses affluents de la plaine de la Mitidja, présente une section en V asymétrique avec :

- La rive gauche abrupte avec une pente de 20° à 22°.
- La pente initiale de la rive droite est de 20° à 22° jusqu'à environ 200m au dessus du fond de la vallée, de 10° à 11° jusqu'à une crête presque plate d'une hauteur moyenne de 160m, résultant en une pente de retenue en pente à 8° à 10° ou 15° à 20°.

En aval, la pente du lit de la rivière s'intensifie et la vallée se rétrécit. Il est divisé en plusieurs affluents, formant un grand réservoir. Plusieurs points bas autour du bassin limitent la hauteur du barrage à 80m, et ces points ont une altitude de 150 à 155m.

### 1.4 Géologie du site

La zone d'implantation du barrage est une vallée asymétrique, tant au site de l'ouvrage que dans la cuvette. Le versant gauche suit une pente généralement plus raide, sur laquelle on distingue de petits glissements superficiels récents.

Les formations géologiques existantes au site du barrage et cuvette sont :

- **Dépôt du Quaternaire**

Les versants de la vallée sont activement dégradés par la solifluxion et l'érosion de l'oued Ben-Amar et ses affluents. Ces phénomènes ont pour résultante la formation de dépôts de caractéristiques alluviales et colluviales, mélangés dans le fond des vallées, lesquels sont constitués par des argiles et par des argiles sableuses de couleur brune avec des graviers arrondis, en pourcentage variable.

- **Pliocène supérieur**

Formation de l'Astien, cette formation comprend une variété de lithologies, associées à une sédimentation marine de hauts fonds ; les lithologies plus communes sont les grès fins, calcaires de couleur jaune et conglomérats inter-stratifiés. Ces roches n'affleurent pas dans la zone du barrage ou dans la zone submergée par la retenue cependant d'importants affleurements existent en aval du site du barrage.

- **Pliocène inférieur**

Marnes du Plaisacien : il s'agit de marnes argileuses grises, souvent sableuses, fossilifères et marnes jaunes intercalées de nodules et bancs de calcaire jaune sous-jacents ; ces formations constituent la base du Pliocène et n'affleurent qu'en rive gauche, près de l'axe du barrage.

- **Miocène**

Argiles sahéliennes : affleurent en rive droite au site du barrage et dans les deux rives de la retenue, il s'agit de marnes argileuses présentant une teinte grise bleuâtre, les fossiles y manquant presque complètement, ce qui contraste avec les marnes fossilifères du Plaisacien.

## **1.5 Caractéristiques du barrage**

### **1.5.1 Description du barrage**

#### **1.5.1.1 Digue principale**

C'est une digue à noyau argileux étanche et recharge en matériaux gréseux et enrochement, elle est constituée aussi d'un filtre, d'un drain et d'un tapis drainant et recouverte par un rip rap pour assurer sa stabilité.

Tableau 1.1 : Caractéristique de la digue principale, (ANBT)

Côte de la crête	142 m NGA
Largeur en crête	12 m
Longueur en crête	850 m
Hauteur maximale	80 m
Retenue normal (RN)	138 m
Niveau des plus hautes eaux (PHE)	139 m NGA
Niveau minimal d'exploitation	100 m NGA
Niveau minimal de la retenue	98 m NGA
Volume de la retenue (RN)	75 m <sup>3</sup>
Volume régularisé	87 hm <sup>3</sup>
Volume correspondant au (PHE)	79,5 hm <sup>3</sup>
Réserve utile	71 hm <sup>3</sup>
Volume mort	4 hm <sup>3</sup>
Surface de la retenue (RN)	3.4 km <sup>2</sup>



Figure 1.2 : Photo de la digue principale du barrage, la crête (ANBT)

### 1.5.1.2 Digue A et B

Ceux sont deux digues de protection projetées suite au réaménagement du barrage pour les raisons suivantes :

- Protection des zones urbanisées : la digue A épargnera 240 lots à usage d'habitation du dossier d'expropriation ; la digue B épargnera 140 lots à usage

d'habitation. Ces deux digues ont permis de protéger 692 familles sur un total de 950 familles.

- Protection du lac contre le déversement sauvage des eaux usées : environ 10l/s (digue A) et environ 15 l/s (digue B).

#### ➤ Digue A

La digue A est constituée d'un noyau argileux étanche et recharges de matériaux gréseux et enrochements. La digue A dispose d'une station de pompage équipée de 4 pompe avec un débit maximal de 1800m/h et d'une puissance de pompage de 200 kw chacune.

Tableau 1.2 : Caractéristiques de la digue A, (ANBT)

Longueur de crête	230 m
Hauteur de la crête	17 m
Largeur en crête	10 m
Cote de la digue	142 m NGA



Figure 1.3 : Photo de la digue A (ANBT)

#### ➤ Digue B

La digue B est constituée d'un noyau argileux étanche et recharges de matériaux gréseux et enrochements. La digue A dispose d'une station de pompage équipée de

4 pompes avec un débit maximal de 600m<sup>3</sup>/h et d'une puissance de pompage de 110kw chacune.

Tableau 1.3 : Caractéristiques de la digue B, (ANBT)

Longueur de crête	425 m
Hauteur de la crête	41 m
Largeur en crête	10 m
Cote de la digue	141,5 m NGA



Figure 1.4 : Photo de la digue B, la crête (ANBT)

## 1.5.2 Ouvrages de vidange

### 1.5.2.1 Tour de prise

La tour de prise est immergée et raccordée à la galerie de dérivation, le débit maximal à transférer est de 14 m<sup>3</sup>/s avec une vitesse de 7m/s.

### 1.5.2.2 Galerie de dérivation provisoire

La dérivation provisoire 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 14 m<sup>3</sup>/s, 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 DN 1600 mm pour l'irrigation et pour l'AEP.

### **1.5.2.3 Chambre des vannes**

La chambre des vannes est composée principalement de :

- Deux vannes papillon : DN 1800 mm et 2000 mm.
- Une vanne à jet creux : DN 1600 mm

## **1.6 Etude climatique**

### **1.6.1 Description du bassin versant**

Le bassin versant défini par le barrage de Douéra est situé à l'intérieur de la région des bassins côtiers algérois ouest. Il est surtout caractérisé par sa très faible dimension, avec une superficie totale d'environ 10 km<sup>2</sup> et par une pente très forte. Un autre facteur à prendre en compte sera l'extension de la retenue du barrage qui, pour sa capacité maximale, aura une superficie de 5 km<sup>2</sup>, valeur qui représente environ 50% de la superficie du bassin. Dans l'aire de Douéra, plus précisément dans l'Oued Ben-Amar, l'écoulement est étroitement dépendant du régime pluviométrique, l'emmagasinement naturel étant faible et le débit de base un élément peu important. Il accuse de ce fait de fortes variations saisonnières et sa distribution interannuelle est aussi fortement variable.

Tableau 1.4 : Caractéristiques du bassin versant après réaménagement, (ANBT)

Superficie du bassin versant	10.0 km <sup>2</sup>
Périmètre du bassin versant	18.3 km
Longueur du talweg principal	4.8 km
Pente moyenne du bassin	3.2%
Pente du cours d'eau principal	2%

### **1.6.2 Caractéristiques climatiques**

#### **1.6.2.1 Pluviométrie**

Les précipitations constituent le facteur primordial dans le comportement hydrologique du bassin. Elles sont variables et irrégulières d'une année à une autre et d'une saison à une autre. Les mesures de celles-ci permettent d'évaluer la quantité d'eau tombée

et surtout d'estimer la quantité destinée aux écoulements. La valeur estimée de la précipitation maximale probable sur le bassin est de 450 mm.

La station pluviométrique proche du bassin de Douéra nous donne les précipitations moyennes mensuelles pour une période de 2018-2020.

Tableau 1.5 : Précipitations moyennes mensuelles [14]

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août
P <sub>moy</sub> (mm)	38.02	53.04	96.61	107.09	85.09	50.06	63.05	63.96	42.21	1.96	1.98	2.23

### 1.6.2.2 Température

Les températures moyennes mensuelles et annuelles régissent directement, en interaction avec les autres facteurs météorologiques (précipitations, insolation, hygrométrie...). La température est un facteur important ayant une grande influence sur le bilan d'eau du fait qu'elle conditionne l'évapotranspiration et donc le déficit d'écoulement annuel et saisonnier. Les températures sont donc l'un des éléments majeurs influençant le climat du barrage. Elle dépend de l'altitude, de la distance du littoral et de la topographie.

Les températures moyennes mensuelles observées à la station sur une période de 2018-2020 sont illustrées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1.6 : Températures moyennes mensuelles [14]

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août
T°(C )	23.5 0	19.8 6	13.2 5	10.0 2	08.0 3	11.0 9	12.6 5	14.8 3	18.7 1	25.6 5	27.2 4	28.1 1

### 1.6.2.3 Evaporation

L'évaporation dépend essentiellement de deux facteurs : la quantité de chaleur à disposition et la capacité de l'air à stocker de l'eau.

L'évaporation est donc favorisée dans les zones de basse altitude, et en général, elle est influencée par les années sèches. L'évaporation au niveau du barrage est calculée par la relation évaporation-altitude déterminée par l'ANRH à partir des observations effectuées au niveau de quelques retenus dans la région sur des bacs colorado [14].

Dans le tableau suivant nous donnons l'estimation de l'évaporation calculée par la relation évaporation-altitude par l'ARHN pour la période 2018-2020.

Tableau 1.7 : Répartition moyenne mensuelle de l'évaporation [14]

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août
Evap (mm)	107.06	86.03	61.04	41.02	63.36	50.02	70.01	93.05	77.09	215	240	263

#### **1.6.2.4 Écoulement**

Dans l'aire de Douéra, plus précisément dans l'Oued Ben-Amar, l'écoulement est étroitement dépendant du régime pluviométrique. La valeur estimée pour l'écoulement est de 210 mm, correspondant à un volume moyen annuel de 2,1 hm<sup>3</sup>, cette valeur est très petite par rapport à la capacité de la retenue de 87hm<sup>3</sup>

#### **1.6.2.5 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 dérivationes et le débit solide de l'oued de Ben Amar.

Le volume totale des sédiments des deux dérivationes après 50 ans pour les deux dérivationes sera de 3.75 hm<sup>3</sup>, et pour l'oued de Ben Amar pour la même durée sera de 0.75hm<sup>3</sup>. Ce qui fera un total de 4,5 hm<sup>3</sup> de débit solide pour 50 ans d'existence.

[14]

### **1.7 Ouvrages de transfert**

Étant donné que son bassin versant correspondant s'étale sur 10 km<sup>2</sup> environ, le barrage de Douéra est alimenté par transfert de l'Oued El Harrach en Amont et de l'oued Mazafran en Aval. Ces transferts se font par dérivation au fil de l'eau. 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 [14].

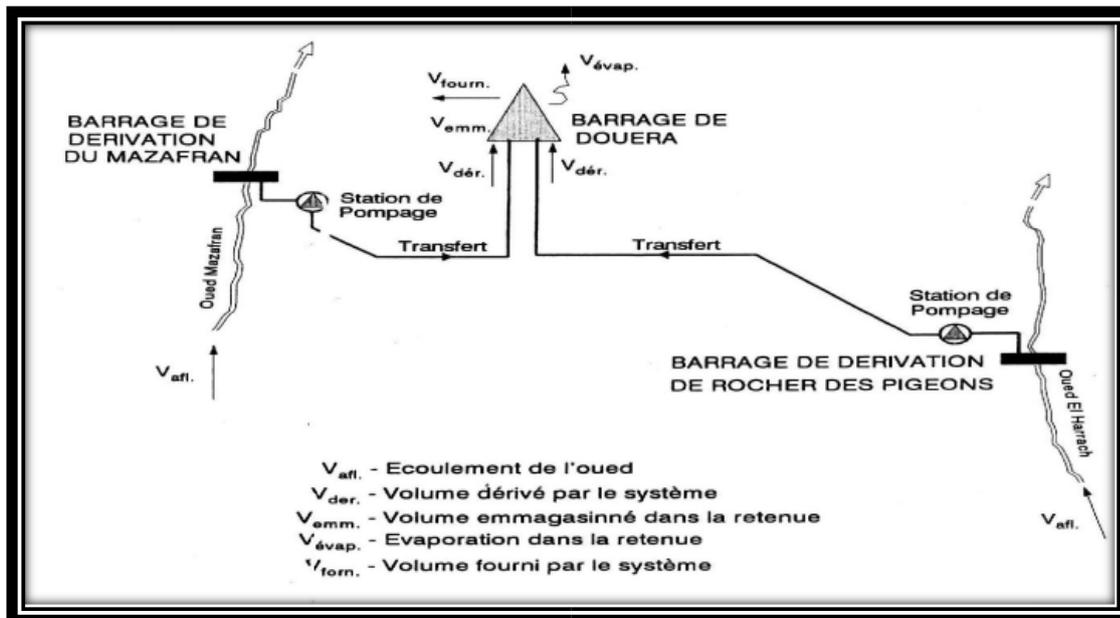


Figure 1.5 : Schéma des systèmes Mazafran-Douéra et Rocher des Pigeons-Douéra (ANBT)

## 1.7.1 Description générale des ouvrages de transfert

### 1.7.1.1 Ouvrages de dérivation Mazafran Douéra

Les ouvrages de dérivations Mazafran-Douéra sont composés de :

- Un Barrage de déversoir de Mazafran qui comprend la vidange de fond, l'évacuateur de crue et de la prise d'eau,
- Une station de pompage SP1,
- Une conduite de 2m de diamètre et de 300m de longueur reliant la SP1 au dessableur,
- Un dessableur,
- Une station de pompage SP2,
- Une conduite du transfert,

### 1.7.1.2 Ouvrages de dérivation El Harrach-Douéra

Les ouvrages de dérivation 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.

## **1.7.2 Principe de fonctionnement général des transferts**

### **1.7.2.1 Mazafran-Douéra**

L'oued 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 PS2 qui sera située à la sortie du dessableur refoulera l'eau vers le barrage de Douéra. La conduite de transfert a un diamètre de 2 mètres et une longueur de 14 Km environ [20].

### **1.7.2.2 El Harrach-Douéra**

Les ouvrages de dérivation de l'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 du réservoir de régulation vers le barrage de Douéra. La conduite de transfert a un diamètre de 2m et de longueur de 24 km 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 [20].

## **1.7.3 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 conduites à plusieurs points le long de sa traversée de la plaine. [20]

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

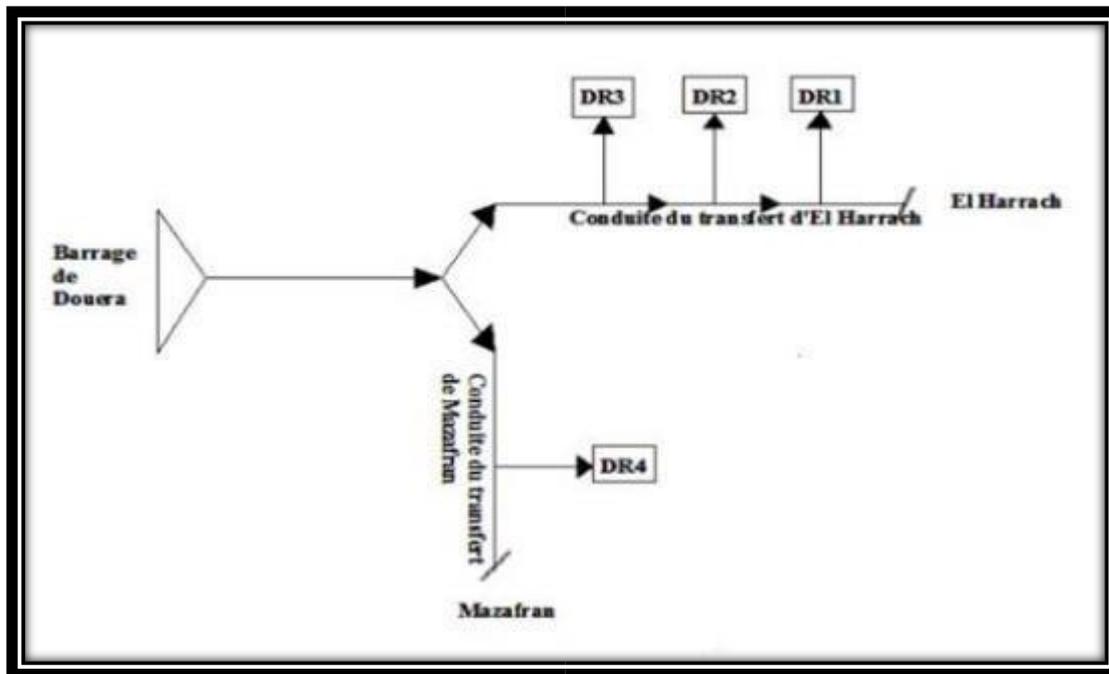


Figure 1.6 : Schéma général du réseau de distribution [20].

## 1.8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donné un aperçu de la zone d'étude en présentant les différents facteurs qui la caractérisent. On note aussi que le barrage de Douéra est soumis à un climat tempéré méditerranéen avec un été chaud et sec. Il est caractérisé par des irrégularités mensuelles et annuelles des précipitations. Dans le prochain chapitre, nous allons définir les différents paramètres qui nous informent sur la qualité de l'eau de ce barrage.

## **Chapitre 2 : Paramètres de qualité des eaux**

### **2.1 Introduction**

La qualité des eaux correspond à un ensemble de critères physico-chimiques et bactériologiques qui définissent leurs degrés de pureté et, en conséquence, leurs aptitudes aux divers usages alimentaires, domestiques, agricoles ou industriels. En effet, cette eau qui est vitale et essentielle pour la vie, malheureusement peut devenir une source de maladies si dangereuses si elle est polluée. Donc une connaissance des paramètres de qualité des eaux est nécessaire pour assurer une eau propre sans pollution. Dans ce chapitre nous allons essayer de définir les paramètres de qualité des eaux qui sont nécessaire à cette étude.

### **2.2 Paramètres d'analyse de l'eau**

La qualité d'une eau potable est basée à la fois sur des paramètres organoleptiques, physico-chimiques et bactériologiques, les mesures ou les estimations de ces paramètres sont indispensables pour la prédiction de la qualité de l'eau de consommation [23].

#### **2.2.1 Paramètres organoleptiques**

##### **2.2.1.1 Couleur**

L'eau est transparente à l'état pur, en effet elle n'absorbe aucune des couleurs du spectre lumineux et n'en renvoie non plus aucune.

Néanmoins les eaux naturelles sont toujours plus ou moins colorées. Cette couleur observée chez l'eau provient des matériaux décomposés à partir de matières organiques, à savoir la végétation et des matières inorganiques telles que le sol, le fer, le cuivre ou le manganèse. Des limites pour la couleur en eau potable sont habituellement fixées et basées sur des bases esthétiques.

Généralement on trouve deux types de couleurs : la couleur vraie et la couleur apparente. La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité.

La norme acceptable de la couleur dans l'eau est  $\leq 15$  unités de couleur vraie (ucv).

### **2.2.1.2 Gout et Odeur**

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

Le goût est défini comme l'ensemble des sensations gustatives que procure un produit dans la bouche.

Ces deux paramètres n'ont pas de risque propre pour la santé mais sont des indicateurs de dégradation possible de la qualité de l'eau.

Le gout et l'odeur anormales observés chez une eau peuvent causés par la présence dans l'eau des matières organiques dissoutes provenant de la décomposition des matières organiques végétales, des résidus agricoles, des rejets urbains ou industriels et du métabolisme de certains microorganismes vivant dans l'eau comme certaines algues ou champignons microscopique, et aussi certains sels minéraux qui donnent des goûts particuliers à l'eau.

## **2.2.2 Paramètres physiques**

### **2.2.2.1 Potentiel d'hydrogène (pH)**

Le pH ou le potentiel d'hydrogène mesure la concentration en ions  $H^+$  dans l'eau, il détermine le degré d'acidité et d'alcalinité d'une eau sur une échelle de 0 à 14 avec 7 étant neutre à une température de 25°C. Les eaux naturelles sont des solutions ionisées, elles peuvent être acides ou basiques ou neutre, leur pH est lié à la nature des terrains traversés.

### **2.2.2.2 Turbidité**

La turbidité est la réduction de la transparence d'un liquide elle donne l'apparence trouble de l'eau. Techniquement, la turbidité correspond à la propriété optique de l'eau permettant à une lumière incidente d'être déviée (diffraction) ou absorbée par des particules plutôt que transmise en ligne droite.

La turbidité traduit la présence de particules en suspension de l'eau telles que les débris organiques et les argiles et les organismes microscopiques.

Tableau 2.1 : Types d'eau selon la turbidité

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

La norme acceptable dans l'eau est de 5NTU (Nephelometric Turbidity Unity).

### **2.2.2.3 Conductivité**

La conductivité est une expression numérique de mesure de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La plupart des matières dissoutes dans l'eau de trouvent sous forme d'ions chargés électriquement, la mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. Son unité est le micro siemens par mètre ( $\mu\text{s/cm}$ ) [24].

Les types de minéralisation d'une eau selon la valeur de la conductivité sont [22] :

- C.E < 100  $\mu\text{s/cm}$  Minéralisation très faible,
- 100 < C.E < 200  $\mu\text{s/cm}$  Minéralisation faible,
- 200 < C.E < 333  $\mu\text{s/cm}$  Minéralisation moyenne,
- 333 < C.E < 666  $\mu\text{s/cm}$  Minéralisation moyenne accentuée,
- 666 < C.E < 1000  $\mu\text{s/cm}$  Minéralisation importante,
- C.E > 1000  $\mu\text{s/cm}$  Minéralisation élevée,

### **2.2.2.4 Température**

La température mesure le degré de chaleur ou de froideur d'une eau. La température de l'eau joue un rôle important en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz. Par ailleurs, la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques.

## **2.2.3 Paramètres chimiques**

### **2.2.3.1 Dureté(TH)**

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond essentiellement à la présence de sels de calcium et de magnésium qu'elle contient. Elle est directement liée à la nature des terrains traversés et est mesurée pour les eaux souterraines. Ces sels proviennent des roches calcaires ou dolomitiques. Elle S'exprime en ppm (particule

par million) ou (mg/l) de CaCO<sub>3</sub> ou en degré français (symbole °f) en France et en Suisse.

Dureté permanente « dureté non carbonatée » : c'est la dureté qui persiste après l'ébullition de l'eau, on la désigne par « TH permanente », qui correspond au sulfate ou chlorure de calcium et de magnésium. (CaSO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>).

Dureté temporaire « dureté carbonatée » c'est la dureté qui correspond aux sels de Ca et Mg sous formes d'hydrogencarbonates Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ou de carbonates de calcium CaCO<sub>3</sub> et de de magnésium MgCO<sub>3</sub>

La dureté totale d'une eau est donnée par la somme de la dureté permanente et de la dureté temporaire (Dureté totale=TH totale=TH permanente + TH temporaire).

Dans une eau naturelle, on peut distinguer différents types de dureté :

- dureté totale : somme des concentrations en calcium et magnésium ;
- dureté calcique : concentration globale en calcium ;
- dureté magnésienne : concentration globale en magnésium.

### **2.2.3.2 Alcalinité (TAC)**

L'alcalinité ou le titre alcalimétrique complet correspond aux taux de carbonate et de bicarbonate contenu dans l'eau. C'est la grandeur utilisée pour déterminer la concentration totale en ions hydrogencarbonate (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), carbonate (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) et hydroxyde (OH<sup>-</sup>). Il détermine la capacité de l'eau à dissoudre une certaine quantité de base ou d'acide sans faire varier le pH. Une eau comportant un bon niveau de TAC aura un pH relativement constant.

### **2.2.3.3 Oxygène dissous**

L'oxygène est l'un des paramètres particulièrement utile pour l'eau et constitue un excellent indicateur de sa qualité. C'est un des paramètres les plus sensibles à la pollution. Sa valeur nous renseigne sur le degré de pollution et par conséquent sur le degré de l'autoépuration [15].

### **2.2.3.4 Manganèse**

Le manganèse est un métal naturellement présent dans l'environnement. Le manganèse se retrouve dans les sources d'eau potable parce que l'eau dissout des

minéraux qui en contiennent. Il peut aussi s'introduire dans les sources d'eau potable par l'activité humaine, notamment les rejets industriels, les activités minières et le lessivage des sites d'enfouissement.

### **2.2.3.5 Fer**

Le fer est un métal lourd on le retrouve aussi bien dans la croûte terrestre dans les préparations commerciales, indispensable à l'organisme, [23].

Le fer est essentiel pour le corps humain, mais un excès de fer peut être toxique et provoquer des diarrhées, des vomissements et des lésions du tube digestif. La consommation à long terme peut déclencher une cirrhose, un cancer du foie, du diabète, des problèmes cardiaques et une longue liste de problèmes de santé.

### **2.2.3.6 Chlorures**

Les teneurs en chlorure des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés. Les sols pollués par l'industrie chimique sont aussi très riches en chlorures.

Les chlorures présents dans l'eau proviennent des eaux usées et des effluents industriels. La principale source d'exposition humaine au chlorure est l'ajout de sels aux aliments. L'apport de cette source est généralement supérieur à celui de l'eau de boisson. Les concentrations excessives de chlorure augmentent les taux de corrosion des métaux dans le système de distribution, cela peut conduire à une augmentation des concentrations de métaux dans les systèmes d'alimentation en eau potable [23].

### **2.2.3.7 Sulfates**

Les ions sulfates sont utilisés principalement dans l'industrie chimique. Ils sont rejetés dans l'eau à travers les déchets industriels. Cependant, les niveaux les plus élevés se produisent habituellement dans les eaux souterraines et proviennent de sources naturelles.

L'ion sulfate est l'un des anions les moins toxiques toutefois, des concentrations élevées peuvent avoir un effet purgatif ou entraîner une l'eau de boisson du réseau de distribution [23].

### **2.2.3.8 Matières organiques (MO)**

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

L'inconvénient des MO est la favorisation de l'apparition de mauvais goûts qui pourront être exacerbés par la chloration. Une eau riche en MO doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique, leur teneur est appréciée, le plus souvent, par des tests tels que la réduction du permanganate de potassium en milieu alcalin, les eaux très pures ont généralement une consommation en oxygène inférieure à 1mg/l [24].

## **2.2.4 Paramètres de pollutions**

### **2.2.4.1 Nitrates**

Il est présent à l'état naturel dans l'environnement (Entre dans le cycle de l'Azote).

L'ion nitrate est la forme la plus oxydée de l'azote. Les sources naturelles de nitrate sont principalement les pluies et les interactions avec le sol et la végétation.

Les nitrates sont indispensables aux écosystèmes représentent un nutriment de première importance pour la croissance des végétaux ; Cependant la présence de nitrates en trop grande quantité dans l'eau et le sol est considérée comme une pollution (problème d'eutrophisation).

### **2.2.4.2 Nitrites**

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 de nitrifiante. Une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte car il lui est souvent associée une détérioration de la qualité microbiologique [24].

### **2.2.4.3 Ammonium**

L'ammonium est la forme ionisée de l'azote ammoniacale, il est relativement fréquent dans les eaux et traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique (décomposition des déchets végétaux et animaux). Il peut être aussi issu de l'apport d'effluents urbains épurés, de rejets industriels ou agricoles.

L'ion ammonium ne présente pas un caractère nocif pour la santé, mais sa présence, en particulier dans les eaux de surface, peut être considérée comme un indicateur de pollution. Cependant, il constitue un élément gênant, car il interfère avec la chloration pour former des chloramines modifiant l'odeur et le goût de l'eau (goût de chlore).

#### **2.2.4.4 Phosphore**

Dans les eaux superficielles ayant un pH compris entre 5 et 8, le phosphore se trouve pratiquement sous forme d'orthophosphate, leur présence naturelle dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique phosphatée.

Le phosphore favorise le développement et la multiplication des algues dans les réservoirs et les grosses canalisations où il contribue à l'eutrophisation [23].

#### **2.2.4.5 DBO<sub>5</sub> (Demande Biologique en Oxygène)**

La demande biologique en oxygène est la quantité d'oxygène utilisée en 5 jours par la dégradation naturelle. C'est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques biodégradables par voie biologique.

Lors d'un rejet de pollution les bactéries et autres micro-organismes présents dans l'eau dégradent une partie de cette pollution, la partie organique. Pour cela, elles utilisent l'oxygène dissous présent dans l'eau, qui entre en jeu dans les processus de dégradation de cette matière organique (oxydation).

Plus la pollution est importante, plus il faut d'oxygène aux micro-organismes pour la dégrader, et plus la quantité d'oxygène dissous dans l'eau diminuera, impactant ainsi l'ensemble du milieu récepteur et des espèces consommant de l'oxygène pour vivre (poissons, bactéries aérobies...).

Lorsque l'on mesure la DBO<sub>5</sub>, on mesure la différence entre le taux d'oxygène initial et la concentration restante après 5 jours.

Cette différence représente la quantité d'oxygène utilisée par les bactéries et autres micro-organismes pour consommer la matière organique présente dans l'eau, et donc par extension l'importance de la pollution en jeu.

La mesure de ce paramètre peut donner une indication sur la qualité d'un cours d'eau à un instant donné ou sur la pollution représentée par un rejet et son impact sur le milieu récepteur.

#### **2.2.4.6 Demande Chimique en Oxygène (DCO)**

Elle représente la quantité d'oxygène consommée, exprimée en milligrammes d'oxygène par litre, par les matières oxydables chimiquement contenues dans un effluent. La DCO correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique, effectuée à l'aide d'un oxydant puissant, des composés organiques présents dans l'eau.

#### **2.2.5 Paramètres bactériologiques**

Une eau peut contenir des microorganismes pathogènes. Ces microorganismes sont principalement de trois types : les bactéries, les virus et les protozoaires.

Ils peuvent exister à l'état naturel ou être le résultat d'une contamination par des matières fécales d'origine humaine ou animale et certaines d'entre eux peuvent provoquer des maladies chez les êtres humains. La qualité microbiologique de l'eau est évaluée en mesurant la présence de bactéries qui sont à majorité dans l'eau par intermédiaire de contamination fécale. On les appelle indicateurs de contamination fécale.

Dans notre recherche, nous nous sommes intéressés aux germes suivants : les germes totaux, l'*Escherichia coli*, les streptocoques, les salmonelles, les Sulfitoréducteurs.

##### **2.2.5.1 Germes totaux**

Ils sont omniprésents dans la nature et sont associés à la matière organique en décomposition (pelouse, foin, bois, etc.).

Ce sont des germes aérobies mésophiles se développant sur un milieu aérobie sélectif à 22°C pendant 72 heures ou 37°C pendant 48 heures, leur présence témoigne de l'existence d'une contamination fécale au moment du prélèvement [11].

##### **2.2.5.2 Escherichia coli**

Il s'agit d'une bactérie coliforme thermorésistante que l'on trouve essentiellement dans les excréments des animaux à sang chaud, y compris humains. Sa présence est

nocive pour la santé humaine et animale. L'absorption d'une eau infectée peut entraîner des maladies intestinales très graves, et dans certains cas, causer la mort.

### **2.2.5.3 Streptocoques fécaux (entérocoques)**

Les streptocoques s'apparentent aux coliformes fécaux et sont donc des bactéries pathogènes.

Presque toujours reliés à la contamination fécale, ils résistent beaucoup aux substances aseptiques qui devraient empêcher leur croissance. Certains entérocoques peuvent se transformer en germes initiateurs de maladies telles que les angines, les otites, les méningites et d'autres toutes aussi sérieuses.

### **2.2.5.4 Salmonelles**

Les Salmonelles sont des parasites de l'homme, et des animaux. Elles sont responsables, après pénétration par voie orale, de nombreuses infections notamment de fièvre typhoïde et paratyphoïde, des gastro-entérites et des toxi-infections alimentaires collectives.

### **2.2.5.5 Sulfito-réducteurs**

Ces bactéries sont des formes résistantes d'organismes anaérobies (qui n'ont pas besoin d'oxygène pour survivre). Ils se développent à 37°C en 24h et/ou 48h en gélose-viande-foie. Elles sont normalement présentes dans les sols, rivières et dans les systèmes digestifs des animaux ainsi que dans les matières fécales, mais en plus petites quantités que les Escherichia coli. Les clostridium sulfito-réducteurs sont des germes capables de se reproduire et de se maintenir très longtemps dans l'eau.

## **2.3 Conclusion**

La qualité de l'eau est un paramètre important qui touche à tous les aspects du bien être des écosystèmes et de l'homme tels que la santé d'une communauté, les denrées alimentaires à produire, les activités économiques, la santé des écosystèmes et la biodiversité. La connaissance d'un certain nombre de paramètres de cette qualité permet de mieux cerner les problèmes microbiologiques donc de nous donner des informations sur la potabilité. Dans le chapitre qui suit nous allons essayer de définir les méthodes et matériels utilisés pour déterminer ces paramètres.

## **Chapitre 3 : Méthodes et matériels d'analyse**

### **3.1 Introduction**

L'analyse de l'eau est la procédure par laquelle nous allons déterminer les caractéristiques chimiques, physiques ou sensorielles de l'eau, de là, vérifier la qualité de cette eau pour qu'elle ne soit pas source de maladies pour les utilisateurs. Plusieurs méthodes sont utilisées pour déterminer les caractéristiques d'une eau que ce soit au laboratoire ou sur le site.

Dans ce chapitre, nous allons essayer de montrer les méthodes et matériel utilisés pour faire l'analyse de certains paramètres de l'eau.

### **3.2 Echantillonnage**

L'échantillonnage de l'eau a pour but de fournir une information qualitative et quantitative, et de préciser les propriétés hydrodynamiques des systèmes observés. Pour cela, un programme d'échantillonnage est mis en place par l'ANRH d'Alger pour le prélèvement de l'eau au niveau du barrage de Douéra. Le prélèvement s'effectue une fois par mois (vers la fin du mois).

#### **3.2.1 Technique d'échantillonnage**

Le premier objectif de l'échantillonnage est d'obtenir des prélèvements représentatifs de l'élément que l'on désire analyser (eau, matériau, boue, dépôt, gaz, réactif...).

Prélever un échantillon d'eau semble a priori très simple. L'étape d'échantillonnage influence directement la qualité des résultats analytiques obtenus. Des précautions élémentaires doivent être prises pour obtenir un échantillon représentatif afin de minimiser les risques associés à la contamination de l'échantillon par le préleveur et de permettre le maintien de l'intégrité des échantillons. Les échantillons peuvent être contaminés par un manque de soins dans l'application des techniques d'échantillonnage.

De plus, il est essentiel de respecter rigoureusement l'ensemble des instructions fournies par le fabricant des différentes trousse de mesures chimiques utilisées. Il est aussi primordial que la personne qui effectue les prélèvements ait les mains très propres pour éviter toute contamination subséquente (par la sueur, par des résidus de produits chimiques, etc.) au cours des manipulations.

Les cellules de mesure des différentes trousse doivent être propres et transparentes. Il faut les rincer avec l'échantillon avant de les remplir et d'ajuster le niveau de liquide. Il faut ensuite les essuyer avec un tissu propre et doux avant d'effectuer les comparaisons de couleur pour que les parois externes soient propres et sèches.

Après le prélèvement tous les échantillons doivent être conservés à froid et à l'abri de la lumière soit dans des glacières et des agents réfrigérants ou de la glace jusqu'à la réception au laboratoire.

Pour le Barrage de Douéra le prélèvement est effectué à la surface de l'eau à une profondeur de 0.5m. Les échantillons sont prélevés au moyen d'un seau et sont directement introduits dans des contenants en polyéthylène puis conservés dans des glacières jusqu'à leur réception au laboratoire de l'ANRH d'Alger.

### **3.3 Différentes méthodes d'analyse**

Toutes les eaux prélevées subissent une analyse physico-chimique et bactériologique. Pour la mesure des paramètres physico-chimiques, nous avons 4 méthodes principales d'analyses. Il s'agit de :

- La méthode potentiométriques,
- La méthode colorimétrique,
- La méthode volumétrique,
- La méthode spectrophotométrique.

#### **3.3.1 Méthodes potentiométriques**

La potentiométrie est une méthode qui mesure la différence de potentiel entre une électrode plongeant dans la solution à analyser et une électrode de référence ayant un potentiel fixe et connu. Ces méthodes mettent 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 [2].

### **3.3.2 Méthodes colorimétriques**

Ces méthodes sont essentiellement comparatives. Elles mettent 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 [2].

### **3.3.3 Méthodes volumétriques**

De nombreux paramètres sont déterminés par volumétrie (alcalinité, dureté totale, dureté calcique, chlorures...). Des malles contenant de la verrerie classique de laboratoire permettent ces déterminations (burettes, erlenmeyer, éprouvettes graduées, fioles...) [2].

### **3.3.4 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) [2].

## **3.4 Etalonnage**

L'étalonnage consiste à utiliser un étalon pour déterminer le rapport entre la valeur affichée par l'instrument de mesure et la valeur vraie. L'étalonnage d'un instrument de mesure au moyen d'un étalon permet de garantir sa fiabilité.

En règle générale, l'étalonnage est exécuté deux fois avant et après utilisation de l'instrument de mesure. Si l'instrument de mesure est utilisé en continu et étalonné périodiquement, le délai entre chaque étalonnage doit être déterminé au préalable et strictement respecté. Ce délai est appelé « intervalle d'étalonnage ». Pour déterminer l'intervalle, il est conseillé de se référer aux recommandations du fabricant tout en l'adaptant à la fréquence d'utilisation de l'instrument. Il est noté que le procédé d'étalonnage dépend de l'appareil utilisé.

### **3.5 Principe de mesure des paramètres**

#### **3.5.1 Paramètres organoleptiques**

##### **3.5.1.1 Couleur**

La mesure de la couleur ne nécessite pas de réactif. Elle est déterminée par diffusion d'un faisceau lumineux bien défini.

- **Appareillage** : spectrophotomètre

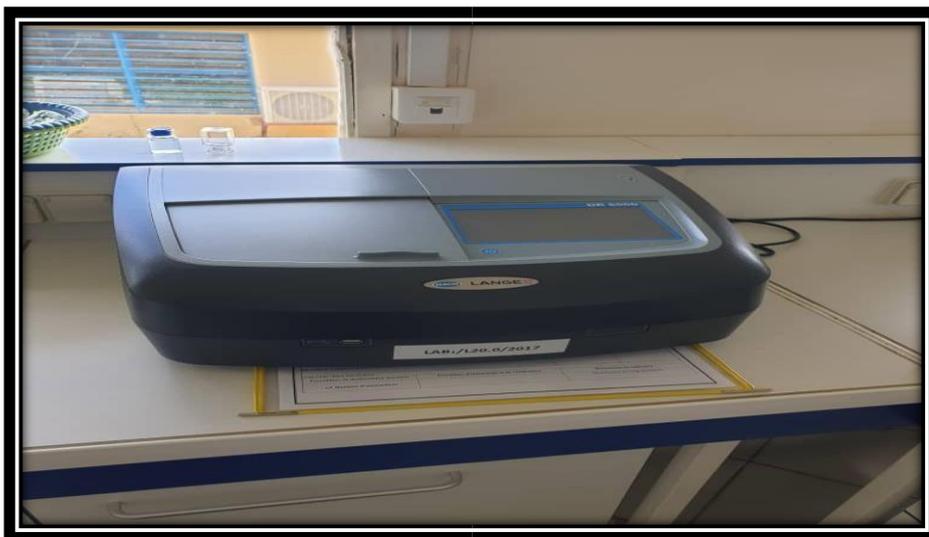


Figure 3.1 : Spectrophotomètre Dr 6000

- **Mode opératoire**

L'appareil utilisé est le spectrophotomètre Dr 6000. Il consiste à remplir les 2 cuvettes de 25ml avec, une de l'eau distillée (blanc) et l'autre de l'échantillon d'analyse. Après calibrage de l'appareil avec le blanc, la mesure de l'échantillon est faite au programme numéro 120.

#### **3.5.2 Paramètres physicochimiques**

##### **3.5.2.1 pH**

- **Appareillage** : pH mètre



Figure 3.2 : pH mètre

### ➤ Etalonnage

Pour commencer l'étalonnage, on sélectionne la température correcte pour les tampons (la température ambiante) si une correction automatique de température n'est pas effectuée, puis on plonge la sonde dans de l'eau distillée.

Après on retire la sonde de l'eau distillée et on l'essuie délicatement puis on suit les étapes suivantes :

- Plonger la sonde dans une solution tampon de pH = 4. Régler le bouton de lecture pour que le pH-mètre affiche la valeur 4.00,
- Sortir la sonde de la solution tampon, la rincer avec de l'eau distillée et l'essuyer délicatement avec du papier,
- Plonger la sonde dans une solution tampon de pH = 7. Régler le bouton de lecture pour que le pH-mètre affiche la valeur 7.00,
- Sortir la sonde de la solution tampon, la rincer avec de l'eau distillée et l'essuyer délicatement avec du papier,
- Plonger la sonde dans une solution tampon de pH = 10. Régler le bouton de lecture pour que le pH-mètre affiche la valeur 10.00,
- Sortir la sonde de la solution tampon, la rincer avec de l'eau distillée et l'essuyer délicatement avec du papier,
- Plonger la sonde dans l'eau distillée en attendant de faire les mesures.

➤ **Mode opératoire**

Pour faire une mesure du pH, il faut :

- Sortir la sonde de l'eau distillée.
- La rincer (avec la solution dont on veut mesurer le pH et l'essuyer délicatement.
- Plonger la sonde dans la solution dont on veut mesurer le pH. Attendre la stabilité (quelques secondes). Lire la valeur du pH.
- Sortir la sonde de la solution, la rincer et la plonger dans l'eau distillée en attendant la prochaine mesure.

### 3.5.2.2 Turbidité

➤ **Appareillage** : Turbidimètre

L'appareil mesure la lumière dispersée par les particules en suspension avec un angle de 90° par rapport au faisceau de lumière incident.



Figure 3.3 : Turbidimètre TL2310

➤ **Etalonnage**

Pour l'étalonnage du turbidimètre TL2310, après l'allumage de l'appareil il faut suivre les étapes suivantes :

- Appuyer sur l'option étalonnage qui apparaît sur l'écran (différentes valeurs de NTU vont apparaître sur l'écran) ces valeurs de NTU correspondent aux différentes valeurs de la turbidité des étalons de l'appareil qui sont 0,1 NTU, 20 NTU, 200 NTU, 1 000 NTU, 4 000 NTU

- Prendre l'étalon correspondant à la valeur de NTU choisie par l'appareil, essuyer l'étalon et le mettre dans l'appareil,
- Appuyer sur l'option « mesurer »,
- Mettre l'étalon suivant dans l'appareil,
- Suivre le même procédé pour tous les autres étalons,
- A la fin appuyer sur mémoriser pour finir l'étalonnage.

#### ➤ **Mode opératoire**

Pour mesurer la turbidité, les étapes à suivre sont les suivantes :

- Bien agiter la bouteille contenant l'échantillon,
- Rincer le tube de mesure avec l'échantillon à analyser et bien l'égoutter,
- prélever quelque ml dans une cuve de mesure (30 ml pour le turbidimètre TL2310),
- Tenir la cuvette par le bouchon, la nettoyer délicatement en veillant à ce que le papier utilisé ne laisse aucune trace sur la paroi,
- Ouvrir le porte-échantillons, bien placer la cuvette et fermer, □ effectuer la lecture de la turbidité.

Les résultats sont exprimés en unité Néphélométrique (NTU)

### **3.5.2.3 Conductivité**

#### ➤ **Appareillage : Conductimètre**



Figure 3.4 : Conductimètre

### ➤ **Etalonnage**

Pour l'étalonnage de ce conductimètre l'étalon est sélectionné dans le menu de configuration. Les trois étalons disponibles sont les suivants : 80µS/cm, 1413µS/cm, 12.88mS/cm. Pour l'étalonnage, il faut suivre les étapes suivantes :

- Sélectionner la température généralement 20°C,

Après la confirmation de la température l'étalon d'étalonnage clignote

- Sélectionner l'étalon et plonger la sonde dans l'étalon,
- Appuyer sur **Read** pour confirmer,
- Lire la conductivité affichée,
- Appuyer sur **Exit** pour revenir à l'écran de mesure,

### ➤ **Mode opératoire**

Pour mesurer la conductivité et le TDS il faut :

- Plonger la sonde dans l'échantillon,
- Appuyer sur **Read** pour afficher la conductivité.

#### **3.5.2.4 Dureté (TH)**

**Méthode de dosage :**

Pour obtenir les différentes duretés on détermine d'abord la dureté totale puis la dureté calcique et on fait la différence pour obtenir la dureté magnésienne ; ➤ Dureté totale TH :

- on prélève 100ml d'eau qu'on introduit dans un erlenmeyer, auquel on ajoute 2ml de solution tampon (solution tampon dureté),
  - Puis on introduit le réactif pour la dureté (Manver hardness) un sachet de 10g. On obtient une solution violette après agitation,
  - On dose ensuite avec une solution de EDTA à 0,08M en agitant jusqu'à ce que la solution vire complètement au bleu. On lit le résultat sur le titrator.
- Dureté calcique (permanente) : on suit le même procédé sauf que le réactif pour la dureté est spécifique à la dureté calcique. Le résultat lu sur le titrator est multiplié par 0,4.
- Dureté magnésienne (temporaire) : on fait la différence entre le résultat de titrage de la dureté totale et de dureté calcique, puis multiplier par 0,243
- $$TH_{\text{temporaire}} = (TH_{\text{totale}} - TH_{\text{permanente}}) \times 0,243.$$

### 3.5.2.5 Alcalinité

#### Méthodes de dosage

- Prélever 100ml d'eau que l'on transpose dans un bécher,
- Ajouter 3 gouttes de rouge de méthyle,
- A l'aide d'une burette gradué on dose avec de l'acide sulfurique de concentration N/25 en agitant jusqu'au virage.

La quantité d'acide versée constitue le TAC de l'eau [4].



Figure 3.5 : Illustration de la méthode de détermination de l'alcalinité

### 3.5.2.6 Oxygène dissous

#### ➤ Principe

- fixation de l'oxygène dans un précipité provoqué par addition de sulfate manganoux en présence d'un mélange de soude et iodure de potassium,
- dissolution du précipité par acidification,
- Titrage de l'iode libéré au moyen de la solution de thiosulfate de sodium

#### ➤ Mode opératoire

- Remplir complètement avec de l'eau à analyser un flacon de 125ml jusqu'à débordement,
- Ajouter rapidement à l'aide d'une pipette plongeant sous la surface du liquide: 1ml de sulfate manganoux et 1ml de solution alcaline,
- Remettre le bouchon avec précaution en évitant l'inclusion d'air dans le flacon,
- Mélanger délicatement par retournement du flacon,

Laisser déposer le précipité floconneux d'hydroxyde de manganèse,

- Une fois la partie supérieure clarifiée introduire 2ml d'acide sulfurique dilué au 1/2,
- Refermer et agiter pour dissoudre le précipité,
- Transvaser avec soin la solution contenant l'iode dans un erlenmeyer,
- Titrer l'iode libéré avec la solution de thiosulfate à 0,0125N en ajoutant quelques gouttes de la solution d'amidon vers la fin du titrage quand la coloration devient pâle, puis en titrant jusqu'à décoloration complète [4].

### **3.5.2.7 Manganèse**

Les ions manganèse(II) sont oxydés en oxyde de manganèse (IV) 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.

- 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. Réactif Mn-1 : une goutte
- 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.

Réactif Mn-2 : une goutte

- 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 [4].

#### **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.

### **3.5.2.8 Fer**

Pour mesurer le fer dissous dans l'eau :

- Sur un échantillon, prélever 25 ml à l'aide d'une fiole jaugée, puis les verser dans un flacon de 100 ml.
- Ajouter une ½ jauge d'hydrosulfite de sodium, à dissoudre dans le flacon.  
Laisser réagir 5 minutes.
- Ajouter 4 gouttes de diméthylglyoxime, permettant la réduction des espèces fer en ions ferreux, Fe<sup>2+</sup>.
- Puis 4 gouttes d'ammoniaque sont additionnées afin d'alcaliniser le milieu : le diméthylglyoxime ne réagit qu'en milieu basique.
- Laisser réagir 10 minutes. Une coloration plus ou moins rose-rouge est visible en présence d'ions ferreux.
- Utiliser le comparateur, en positionnant, d'un côté, une cuve A/B remplie avec de l'eau brute, de l'autre, la cuve A/B remplie de solution colorée.

La lecture des concentrations est effectuée par comparaison de couleur avec une réglette colorée.

Pour les concentrations faibles (0,06 à 1 mg/l), effectuer la lecture au-dessus des cuves.

Pour les concentrations fortes (0,3 à 5 mg/l), lire en passant la réglette parallèlement aux cuves.

Si la coloration rouge est trop intense, diluer la préparation et multiplier les valeurs lues par le coefficient de dilution [4].

### **3.5.3 Matières organiques**

Il s'agit de déterminer le taux de la matière organique contenu dans l'eau. La réaction est faite en milieu acide.

- Mesurer 100ml d'eau dans une éprouvette graduée que l'on verse dans des fioles jaugées ;
- On ajoute de l'acide sulfurique à 50% et on chauffe sur une plaque électrique jusqu'à ébullition ;
- On ajoute alors 15ml d'une solution de  $KMnO_4$  de normalité  $N=80$  et on continue le chauffage à petit feu pendant 10mns.
- Après les 10mn, on fait descendre les fioles et on ajoute aussi 15ml d'une solution d'acide oxalique  $N=80$  ;
- On titre avec la solution de  $KMnO_4$  jusqu'au virage au violet ;
- On déduit à la valeur lu au virage sur le blanc de la solution de  $KMnO_4$  préparée [2].



Figure 3.6 : Illustration de la méthode de détermination de la teneur en MO

### 3.5.3.1 Chlorures

La détermination des ions  $Cl^-$  dans l'eau est faite par la méthode de Mohr.

#### ➤ Principe

La détermination de la concentration en  $Cl^-$  repose sur l'addition de dichromate de potassium ( $K_2CrO_4$ ) à l'eau à analyser. Il y a ensuite titrage des ions  $Cl^-$  par une solution de nitrate d'argent  $AgNO_3$ . Un solide blanc d' $AgCl$  se forme avant l'équivalence puis lorsque l'on atteint l'équivalence la solution prend une couleur orange caractéristique du précipité  $Ag_2CrO_4$ .

### ➤ Méthode opératoire

Prélever 10 mL de l'eau à analyser et l'introduire dans un bécher de 100 mL.

Ajouter quelques gouttes d'une solution de chromate de potassium à 0,2 mol/L. –

Diluer 4 à 5 fois.

- Agiter.
- Doser par une solution de nitrate d'argent à 0,01 mol/L.
- Arrêter le dosage quand la coloration orange du chromate d'argent persiste [4].

## 3.5.4 Paramètres de pollution

### 3.5.4.1 Nitrates et Nitrites

Plusieurs méthodes sont possibles pour mesurer le taux de nitrates et nitrites de l'eau, sur le terrain on utilise de préférence les bandelettes-tests.

La bandelette porte 5 zones indicatrices pour 5 paramètres mesurables. La bandelette est plongée dans l'eau en prenant soin de ne pas toucher les zones indicatrices avec les doigts. Puis Après 30 secondes, on compare alors la couleur des zones indicatrices ( $\text{NO}_3^-$  et  $\text{NO}_2^-$ ) avec l'échelle des teintes pour déterminer le taux de nitrates et de nitrites (en mg/l).

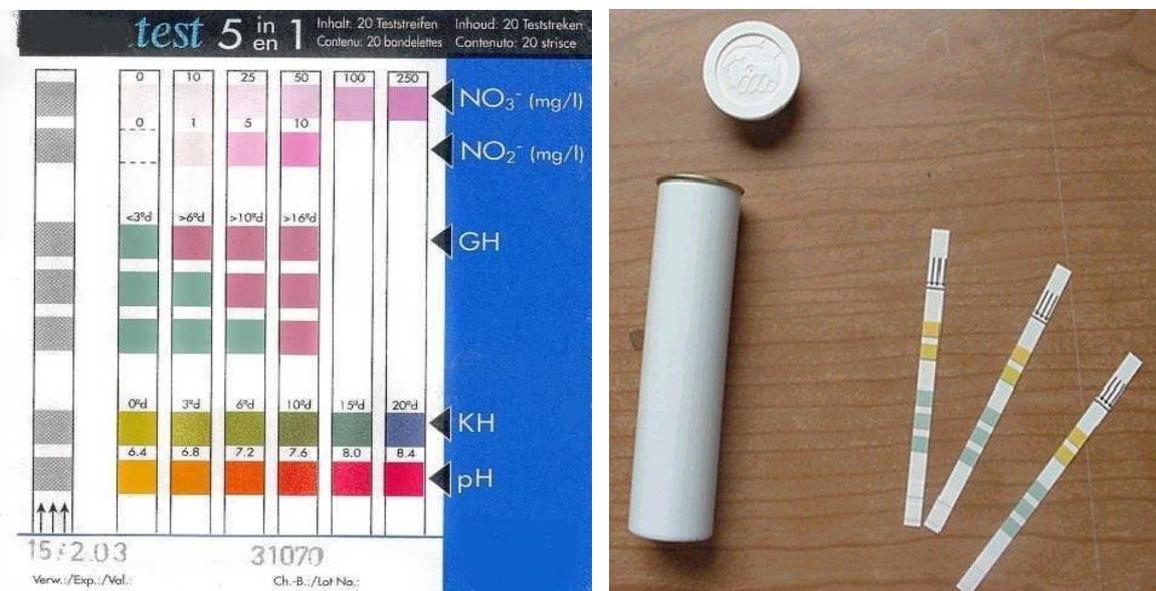


Figure 3.7 : Bandelettes-tests pour la détermination des teneurs en nitrates et nitrites

### 3.5.4.2 Ammonium

Nous présentons ici la méthode spectrophotométrique au réactif de Nessler, en raison de sa grande simplicité de mise en œuvre.

➤ **Appareillage** : Spectrophotomètre

➤ **Mode opératoire**

Effectuer un essai à blanc dans les mêmes conditions que le dosage d'un échantillon, en remplaçant l'échantillon par de l'eau distillée.

Si la teneur en ions  $\text{NH}_4^+$  ne dépasse pas 5 mg/l, prélever 50 ml d'eau à analyser dans le cas contraire, diminuer la prise d'essai et compléter à 50 ml avec de l'eau distillée.

- Ajouter 2 ml de la solution de tartrate double. Mélanger.
- Ajouter ensuite 2 ml de réactif de Nessler et mélanger à nouveau.
- Attendre 10 min, puis effectuer les mesures spectrophotométriques à 420 nm après avoir réglé le zéro d'absorbance de l'instrument [4].

### **3.5.4.3 Phosphore**

Le phosphore est présent dans les eaux sous différentes formes : orthophosphates ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  /  $\text{HPO}_4^{2-}$  /  $\text{PO}_4^{3-}$  selon le pH de l'eau) et polyphosphates. La détermination du phosphore total nécessite donc une minéralisation des polyphosphates.

Nous nous intéresserons ici uniquement au dosage des orthophosphates solubles dans l'eau. Il s'agira donc des formes  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  /  $\text{HPO}_4^{2-}$  /  $\text{PO}_4^{3-}$  selon le pH de l'eau.

➤ **Appareillages et réactifs**

- Matériel courant de laboratoire, en particulier : verrerie, pro-pipette.
- Un spectrophotomètre ;
- Un bain-marie ;
- Un portoir pour tubes à essais ;
- Des tubes à essais (d'environ 25 ml) ;
- Solution d'acide ascorbique à 1‰ ;
- Réactif sulfomolybdique ;
- Solution étalon mère de phosphate à 10 mg de phosphore/l.

➤ **Mode opératoire**

- Introduire 2 ml d'échantillon (dans certains cas il peut être nécessaire de diluer) dans un tube à essai de 25 ml.
- Ajouter 2,5 ml de réactif sulfomolybdique. Agiter énergiquement.
- Ajouter ensuite 15,5 ml d'acide ascorbique. Agiter à nouveau.
- Recouvrir le tube à essai d'un bout de para-film.

- Placer le tube à essai (dans un portoir) dans un bain-marie (réglé à 85°C) pendant 10 minutes.
- Refroidir ensuite le tube à essai sous un courant d'eau froide ou dans un bain d'eau froide.
- Prélever un aliquote, le placer dans un cuve spectro jetable, et procéder ensuite à la mesure spectrométrique [4].

#### **3.5.4.4 Demande Biochimique en Oxygène (DBO<sub>5</sub>)**

##### **➤ Principe**

Pour mesurer la DBO<sub>5</sub>, on réalise une première mesure de la concentration en dioxygène d'un échantillon d'eau. On répète cette mesure 5 jours plus tard. La DBO<sub>5</sub> représente la différence entre les deux concentrations mesurées.

##### **➤ Protocole expérimental**

- Après avoir étalonné rigoureusement la sonde à oxygène, placer cette sonde dans l'eau du flacon sans l'agiter ni le faire déborder et le reboucher immédiatement après :
- La mesure peut s'effectuer en sélectionnant dans le menu "affichage numérique" en attendant que la valeur affichée se stabilise ; la concentration initiale est donnée en µmol/l
- La seconde mesure, 5 jours après, doit s'effectuer dans les mêmes conditions.
- Calculer la DBO<sub>5</sub> à partir de ces deux mesures [4].

#### **3.5.4.5 Demande Chimique de l'Oxygène (DCO)**

##### **➤ Principe**

L'oxygène consommé (en mg/l) est calculé après détermination de l'excès de dichromate par titration avec du sulfate de fer II et d'ammonium (sel de morh) en présence d'indicateur.

##### **➤ Mode opératoire**

- Introduire dans le tube à réaction, 10 ml d'échantillon.
- Ajouter 5 ml de la solution de dichromate de potassium K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> et quelques granulés régulateurs d'ébullition.
- Ajouter lentement avec précaution, 15 ml de d'acide sulfurique-sulfate d'argent

Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en agitant le tube et en refroidissant sous l'eau courante froide de façon à limiter toute perte de substances organiques volatiles.

- Introduire le tube dans le porte-tubes et mettre l'ensemble dans le bloc chauffant.
- Laisser refroidir et compléter avec de l'eau distillée jusqu'à 75ml
- Titrer par avec la solution de sulfate de fer II et d'ammonium en présence de 2 gouttes de ferroïne
- Déduire le volume de solution de sulfate de fer II et d'ammonium .Soit **V<sub>2</sub>** ml le volume lu à la burette pour l'échantillon [4].

La demande chimique en oxygène est donnée par la formule

$$\text{DCO} = \frac{8000 \times C \times (V_2 - V_1)}{V_0}$$

**C** : Concentration exprimée en moles par litres, de la solution de sulfate de fer et d'ammonium

**V<sub>0</sub>** : volume, en millilitre, de la prise d'essai.

**V<sub>1</sub>** : Volume de burette, en millilitre, de la solution Sulfate de Fer II et d'ammonium, utilisé pour l'essai à blanc.

**V<sub>2</sub>** : Volume de burette, en millilitre, de la solution Sulfate de Fer II et d'ammonium utilisé pour l'échantillon.

Remarque : Il est nécessaire de diluer l'échantillon si sa DCO est supérieure à 700 mg d'O<sub>2</sub>/l.

### **3.5.5 Paramètres bactériologiques**

#### **3.5.5.1 Sulfito-réducteurs**

Le mode opératoire consiste à tremper le tube à gélose viande dans l'eau chaude pour rendre liquide le milieu de culture. Ensuite, homogénéiser 2ml d'échantillon dans le milieu puis incubé à 37°C pendant 48 heures. La présence de Sulfito-réducteurs se manifeste par l'apparition des colonies noires [2].

#### **3.5.5.2 Escherichia coli (EC)**

##### ➤ Principe

Après filtration de l'échantillon sur membrane de cellulose de 0,45µm de diamètre celle-ci est déposée sur un milieu de culture de type Tergitol TTC, puis incubée à 44°C.

Après 24 heures, le comptage direct des colonies caractéristiques est fait.

➤ **Mode opératoire**

Il consiste à une mise sous vide d'un échantillon de 100ml à partir d'une rampe filtrante préalablement flambée sur laquelle est disposée une membrane. Ensuite déposer la membrane dans une boîte à pétri au tergitol TTC. Puis la renverser à l'incubation pendant 24 heures à 44°C et enfin compter les colonies caractéristiques (coloration jaune orangé) [2].

### **3.5.5.3 Germes Totaux (GT)**

Le milieu de culture est le standard TTC, 1ml d'échantillon et une température de 37°C sont utilisés suivant les mêmes principes que le mode opératoire d'EC. Toutes les colonies sont comptées à ce niveau [2].

### **3.5.5.4 Streptocoques**

Le mode opératoire d'EC est aussi utilisé à ce niveau à la différence que le milieu de culture s'appelle Azide avec une température d'incubation de 37°C [2].

### **3.5.5.5 Salmonelles**

Le milieu de culture (Bismuth Sulfite) et 5ml d'échantillon d'analyse sont utilisés suivant les mêmes principes que le mode opératoire utilisé pour déterminer EC [2].

## **3.6 Conclusion**

L'analyse de l'eau est faite en suivant plusieurs procédés et méthodes réalisés avec soin par des techniciens spécialisés. Les paramètres mesurés doivent répondre à des critères de qualité et doivent être situés dans un certain intervalle pour ne pas causer des problèmes aux utilisateurs.

Dans le prochain chapitre, nous allons essayer d'interpréter les résultats des analyses de de l'eau du barrage de Douéra et les comparer avec la grille pour estimer la qualité de l'eau retenue par l'ANRH.

## Chapitre 4 : Résultats expérimentaux et Interprétations

### 4.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter les résultats des analyses de l'eau du barrage de Douéra qui nous ont été fournis par l'ANRH d'Alger et interpréter ces résultats en évaluant la qualité de cette eau tout en faisant la comparaison des résultats obtenus avec les normes de la qualité adoptée par l'ANRH. Pour notre étude, nous nous sommes intéressés aux prélèvements effectués durant la période allant du mois de Janvier 2021 au mois d'Avril 2023.

### 4.2 Mesure des paramètres physiques

#### 4.2.1 pH

D'après les résultats des analyses obtenus et illustrés dans la figure 4.1, nous observons que les valeurs du pH en 2023 varient de 7.00 au mois de janvier à 8.26 au mois d'Avril. Pour les années 2021 et 2022, les valeurs fluctuent entre 7.70 en Juillet et 8.30 en Octobre pour l'année 2022 et entre 7.70 en avril et 8.40 en Juin pour l'année 2021. Cependant, nous observons que les variations sont irrégulières d'un mois à un autre.

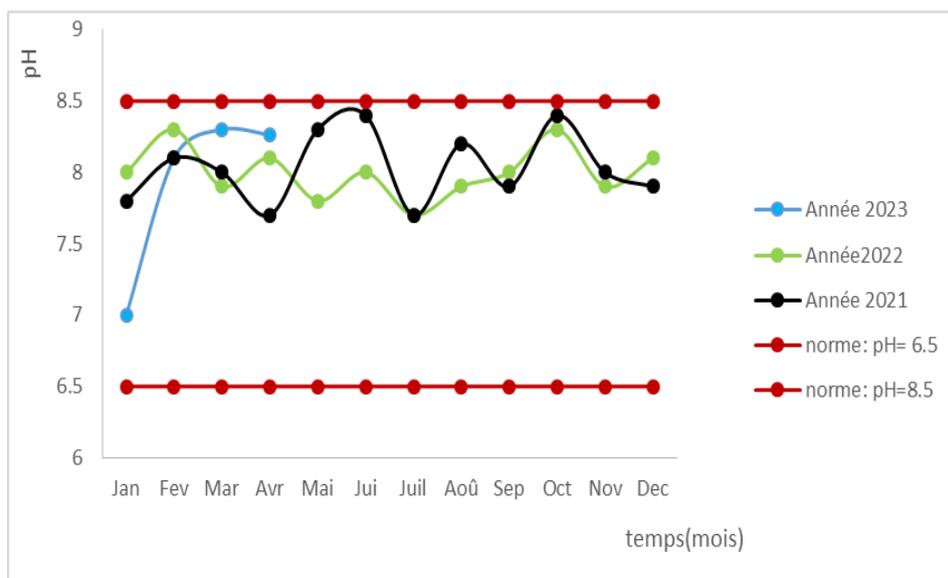


Figure 4.1 : Variation du pH des eaux du barrage de Douéra (ANRH 2021, 2022 et 2023)

De Janvier 2021 à Avril 2023, les valeurs du pH des eaux du barrage de Douéra sont dans l'intervalle de 6.50 à 8.50, ces valeurs représentent une eau neutre à légèrement alcaline. D'après la grille de qualité des eaux par l'ANRH, les eaux de ce barrage sont de bonne qualité durant cette période.

#### 4.2.2 Turbidité

Les valeurs de la turbidité de l'eau du barrage de Douéra varient irrégulièrement durant les années 2021, 2022 et 2023 (figure 4.2). La plus grande valeur qui est de 48 NTU, est observée en Octobre 2021 et la plus petite valeur qui est de 3.80 NTU est observée en Mai 2022.

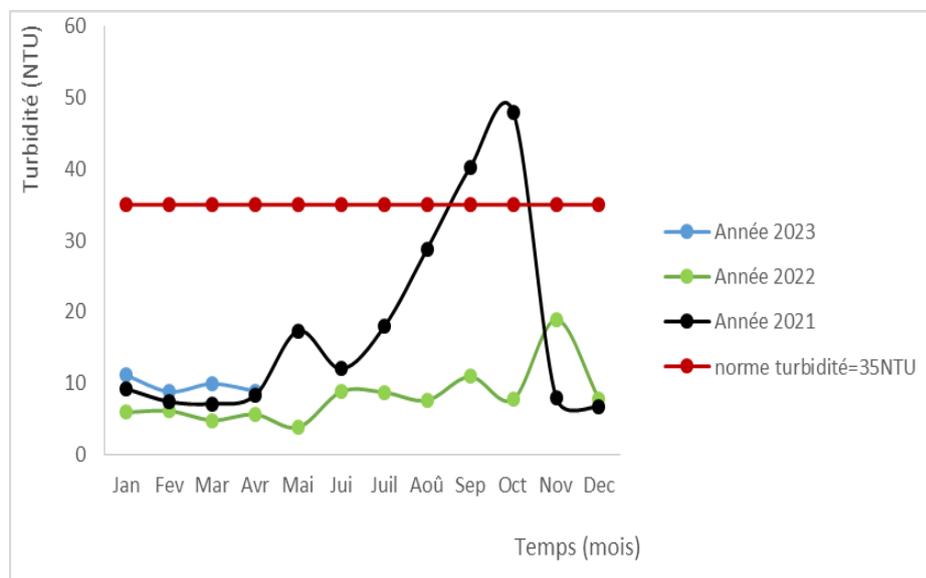


Figure 4.2 : Variation de la turbidité des eaux du barrage de Douéra en NTU (ANRH 2021, 2022 et 2023)

De Janvier 2021 à Avril 2023, les valeurs de la turbidité les plus élevées sont observées pendant les périodes pluvieuses et les faibles valeurs pendant les périodes sèches car en périodes pluvieuses, les valeurs élevées de la turbidité des eaux sont dûes aux eaux de ruissellement qui après une forte pluie cause l'effondrement des berges et la remise en suspension des particules sédimentaires.

Les valeurs de turbidité pendant la période de notre étude sont conformes à la grille de qualité des eaux adoptée par l'ANRH. Nous pouvons dire que les eaux du barrage de Douéra sont de qualité moyenne. Cela nécessitait un traitement poussé en Septembre et Octobre 2021 où elles deviennent de mauvaise qualité.

### 4.2.3 Température

D'après les résultats illustrés par la figure 4.3, nous observons que la température de l'eau du barrage de Douéra augmente progressivement de janvier à Juillet en 2022 et de Janvier à Août en 2021 puis elle diminue.

De Janvier 2021 à Avril 2023, la température a varié entre 12.5°C à 31°C. Les valeurs minimales de température sont relevées durant les mois humides (décembre, janvier, février) et les valeurs maximales durant les mois secs (juin, juillet, Août).

Durant cette période, les valeurs minimale (12.5°C) et maximale (31°C) de la température du barrage de Douéra sont observées respectivement en Janvier et Août 2021.

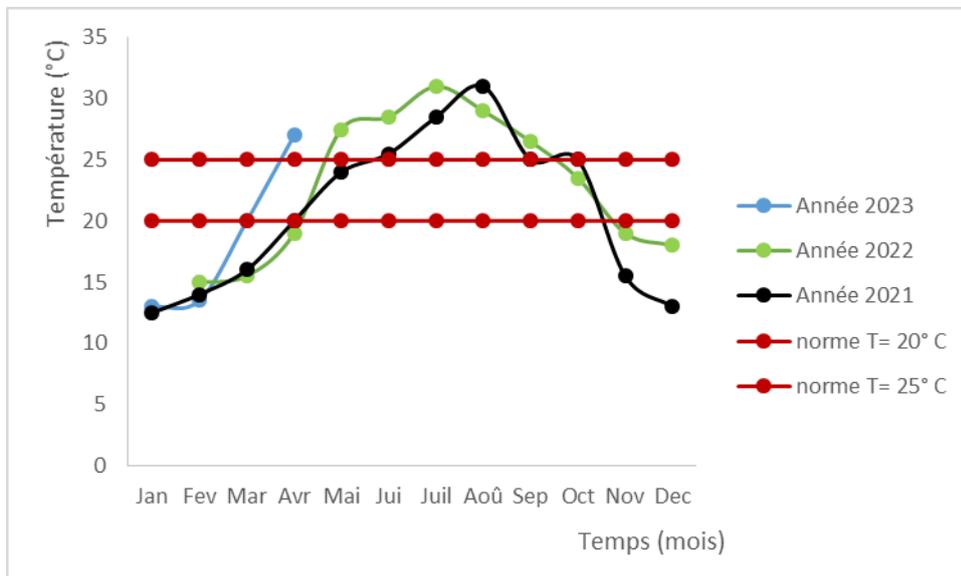


Figure 4.3 : Variation de la température des eaux du barrage de Douéra en °C (ANRH 2021, 2022 et 2023)

De janvier 2021 en Avril 2023, les valeurs de température observées durant les périodes sèches notamment juin à Août 2021 et de Mai à septembre 2022 et Avril 2023 ne sont pas dans les normes de qualité des eaux du barrage adoptées par l'ANRH. La qualité des eaux du barrage de Douéra est considérée comme mauvaise alors que durant les périodes humides, ces eaux sont de bonne qualité.

### 4.2.4 Conductivité

Avec les résultats des analyses de l'eau de barrage de Douéra illustrés dans la figure

4.4, nous observons que les valeurs de la conductivité de l'eau se situent entre 995  $\mu\text{s/cm}$  et 1958  $\mu\text{s/cm}$  de janvier 2021 à Avril 2023. De plus, nous observons aussi que la conductivité était plus élevée en 2021.

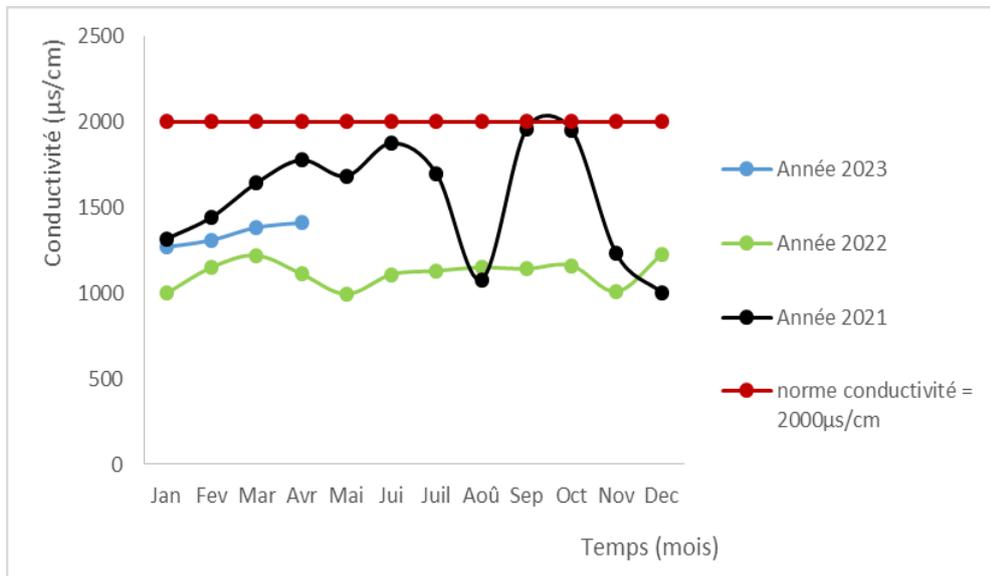


Figure 4.4 : Variations de la conductivité des eaux du barrage de Douéra en  $\mu\text{s/cm}$  (ANRH 2021, 2022 et 2023)

Ces résultats montrent que les eaux du barrage sont fortement minéralisées car les valeurs de la conductivité sont supérieures à 1000  $\mu\text{s/cm}$  mais d'après la grille de qualité appliquée par l'ANRH ( $<2000 \mu\text{s/cm}$ ), elles sont de bonne qualité.

### 4.3 Mesure des paramètres chimiques

#### 4.3.1 Chlorures

De janvier 2021 à avril 2023 (figures 4.5), nous observons que les teneurs en chlorures varient entre 109.4 mg/l enregistrée en décembre 2021 et 663.5 mg/l enregistrée en Octobre 2021. Cependant cette variation est irrégulière d'un mois à un autre. Nous notons aussi que les teneurs en chlorures enregistrées en 2021 sont plus élevées.

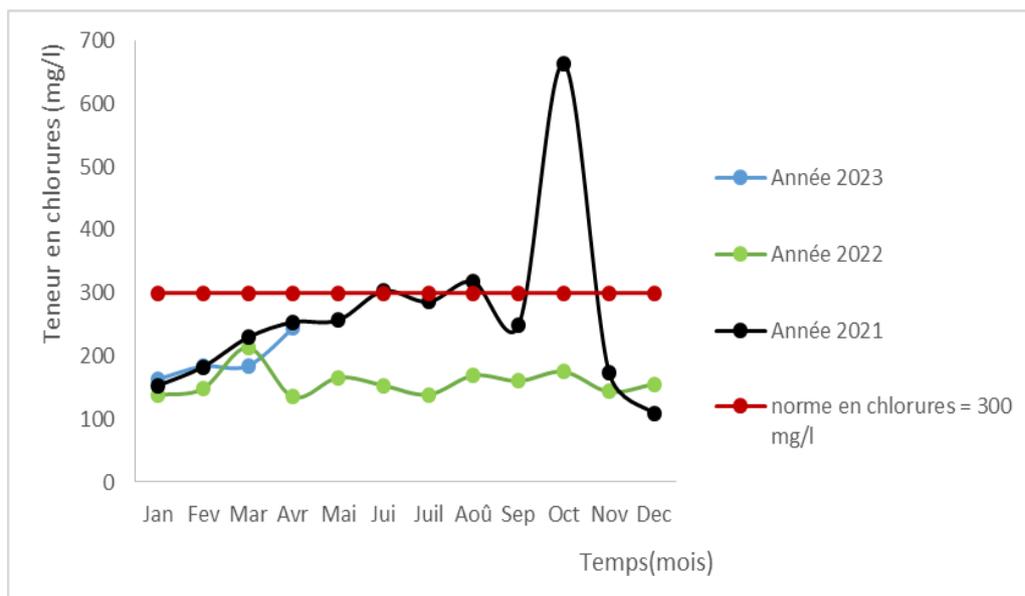


Figure 4.5 : Variations de la teneur en chlorures des eaux du barrage de Douéra en mg/l (ANRH 2021, 2022 et 2023)

D'après les résultats, la qualité des eaux du barrage de Douéra par rapport au chlorure selon la grille de qualité appliquée par l'ANRH est bonne, sauf en Août et en octobre 2021 où la teneur dépasse les 300 mg/l.

### 4.3.2 Sulfates

Selon les résultats illustrés dans la figure 4.6, de Janvier 2021 à Avril 2023, la valeur minimale des sulfates des eaux du barrage de Douéra est de 185.8 mg/l, enregistrée en Février 2022, alors que la valeur maximale est de 514.3 mg/l, enregistrée en Octobre 2021. De plus nous observons une importante élévation de la teneur en chlorures durant le mois d'Octobre 2021.

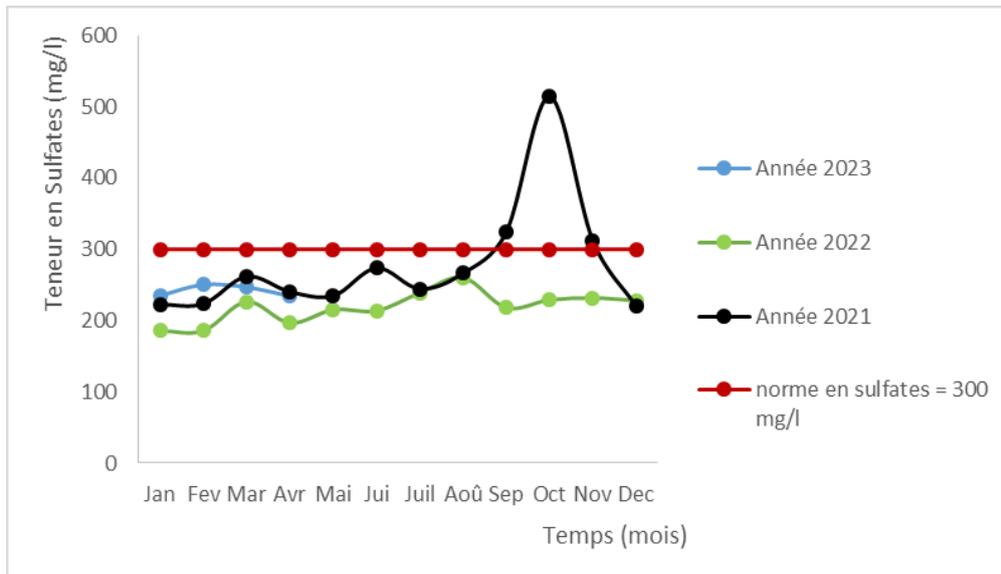


Figure 4.6 : Variations de la teneur en sulfates des eaux du barrage de Douéra en mg/l (ANRH 2021, 2022 et 2023)

La qualité des eaux du barrage de Douéra selon les résultats obtenus peut être considérée comme acceptable d'après la grille de qualité de l'ANRH sauf en octobre 2021 où la teneur en sulfates est largement supérieure à 400 mg/l.

### 4.3.3 Matières organiques

Les teneurs en matières organiques des eaux du barrage de Douéra varient entre 0.32 mg/l enregistrée en Janvier 2022 et 5.2 mg/l enregistrée en Juin 2021 (figure 4.7).

Nous remarquons aussi que ces teneurs semblent plus faibles en 2022.

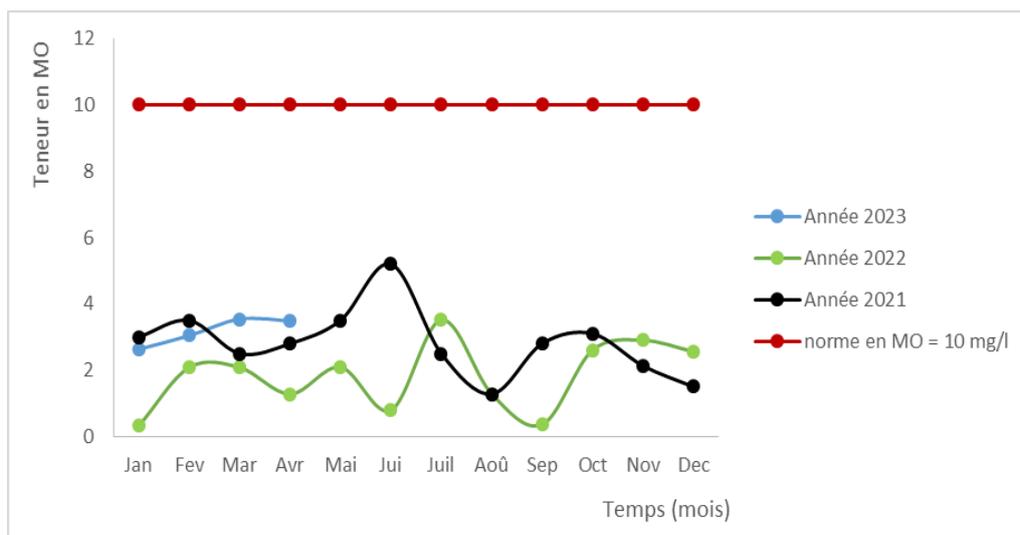


Figure 4.7 : Variations de la teneur matières organiques des eaux du barrage de Douéra en mg/l (ANRH 2021, 2022 et 2023)

Nous remarquons que les teneurs en matières organiques sont basses par rapport à la norme de la grille de qualité des eaux de l'ANRH. Nous pouvons dire que les eaux du barrage de Douéra sont de bonne qualité.

#### 4.4 Paramètres de pollutions

##### 4.4.1 Nitrates

Nous pouvons voir que les teneurs en nitrates des eaux du barrage de Douéra durant la période allant de Janvier 2021 à Avril 2023, varient entre 1.33 mg/l à 11.02 mg/l enregistrées respectivement en Septembre et 2021et Mars 2022.

Nous observons aussi que les teneurs durant les mois de septembre sont très faibles, elles sont respectivement de 1.33 mg/l en 2021 et de 1.59 mg/l en 2022.

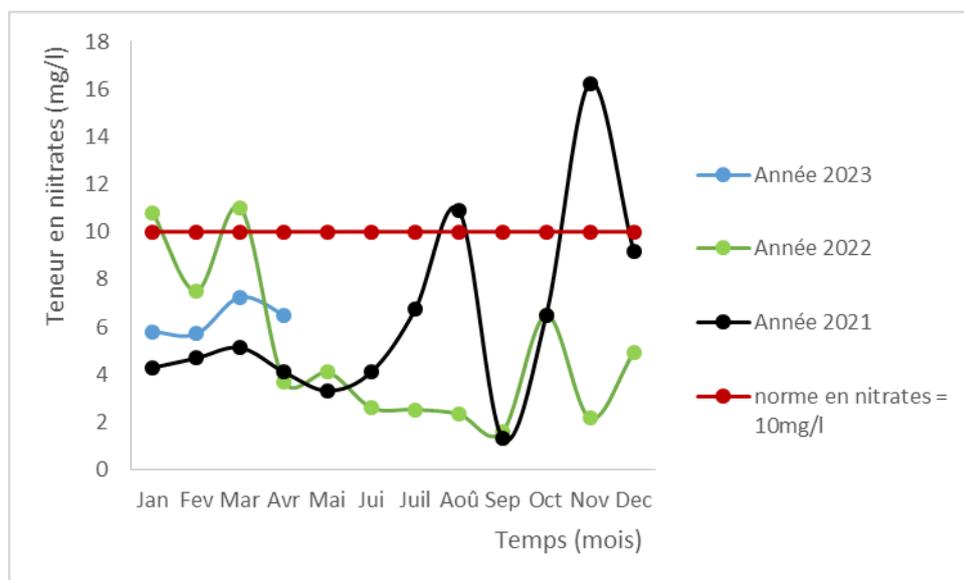


Figure 4.8 : Variations de la teneur en nitrates des eaux du barrage de Douéra en mg/l (ANRH 2021, 2022 et 2023)

D'après ces résultats illustrés dans la figure 4.8, nous pouvons déclarer que la qualité des eaux du barrage de Douéra selon la grille de qualité des eaux adoptée par l'ANRH est mauvaise en Janvier et Mars 2022 et en Août et Novembre 2021 où les teneurs en nitrates sont supérieures à 10 mg/l et de bonne qualité durant le reste du temps.

##### 4.4.2 Nitrites

De janvier 2021 à Avril 2023, Les teneurs en nitrites enregistrées se situent entre 0.01 et 0.25 mg/l (figure 4.9). Les teneurs en nitrites varient irrégulièrement durant cette

période. La plus grande valeur est enregistrée en Octobre 2021 et la plus petite valeur est enregistrée en Avril 2023 et en Novembre 2021.

Nous observons une élévation brusque de la teneur en nitrites en Octobre 2021 à 0.25 mg/l avant de chuté brusquement le mois suivant à 0.01 mg/l.

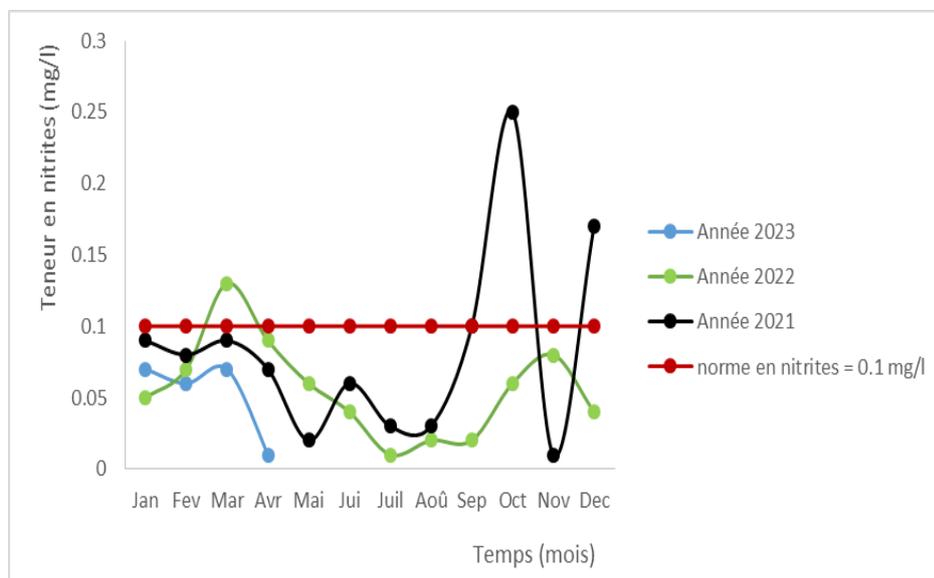


Figure 4.9 : Variations de la teneur en nitrites des eaux du barrage de Douéra en mg/l (ANRH 2021, 2022 et 2023)

Les résultats de notre étude illustrés dans la figure 4.9, révèlent que selon les teneurs en nitrites, les eaux du barrage de Douéra sont de bonne qualité sauf en Mars 2022 et en Octobre et Décembre 2021 où elles sont élevées et dépassent les normes de la grille de qualité des eaux adoptés par l'ANRH, donc nous pouvons qualifier les eaux de ce barrage des eaux de mauvaise qualité durant ces mois.

#### 4.4.3 Ammonium

Selon les résultats représentés sur la figure 4.10, de Janvier 2021 à Avril 2023, les teneurs en ammonium des eaux du barrage de Douéra se situent entre 0.03 et 3.12 mg/l enregistrées respectivement en Avril 2022 et en septembre 2021.

Nous observons aussi une importante élévation de la teneur en ammonium en Septembre 2021 où elle atteint 3.12 mg/l.

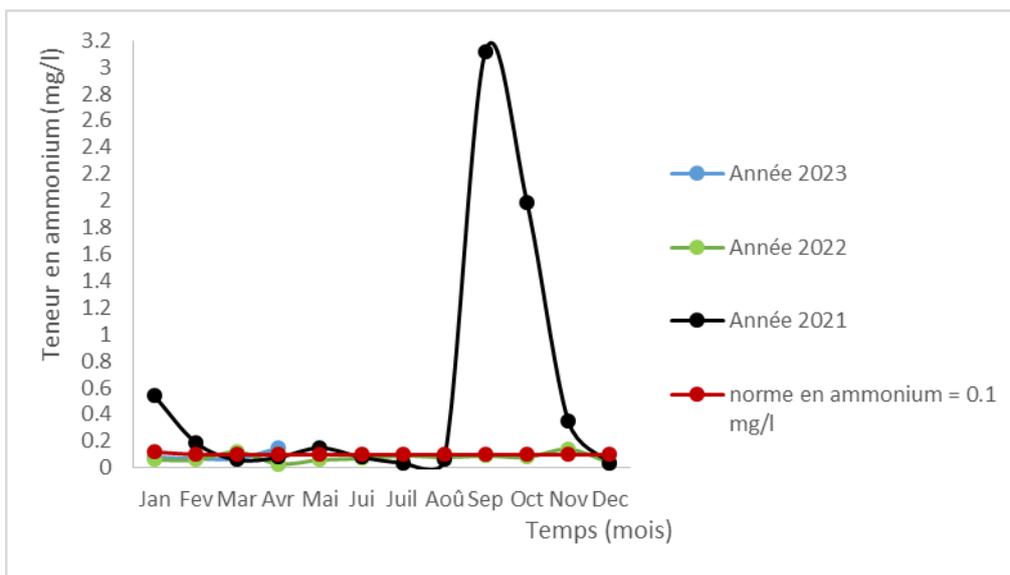


Figure 4.10 : Variations de la teneur en ammonium des eaux du barrage de Douéra en mg/l (ANRH 2021, 2022 et 2023)

Les teneurs faibles en ammonium laissent prédire que cet élément ne constitue pas un risque de pollution pour les eaux du barrage de Douéra.

Toutefois, celles enregistrées durant les mois d’Avril 2023, de Mars et Novembre 2022 et de Février, Mai, Septembre, Octobre et Novembre 2021 sont supérieures à 0.1 mg/l, ce qui montre que les eaux du barrage dépassent les normes de qualité de l’ANRH durant ces mois.

#### 4.4.4 Phosphore

D’après les résultats illustrés sur la figure 4.11, nous observons que de Janvier 2021 à Avril 2023, les teneurs en phosphore des eaux du barrage de Douéra fluctuent entre 0.01 et 0.27 mg/l. la valeur minimale, 0.01mg/l est enregistrée durant plusieurs mois tels que Mars 2023, Février, Avril, Juillet, Octobre 2022 et Mars 2021, alors que la teneur maximale est enregistrée en Mai 2022.

Nous observons une élévation brusque de la teneur en phosphore au mois de Mai 2022 avant de diminuer encore le mois suivant.

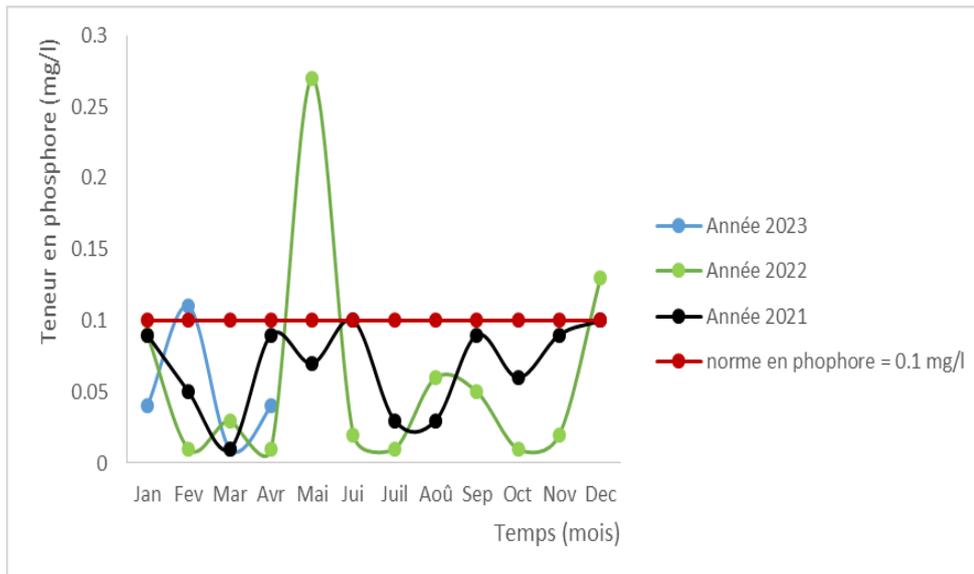


Figure 4.11 : Variations de la teneur en phosphore des eaux du barrage de Douéra en mg/l (ANRH 2021, 2022 et 2023)

Selon ces résultats obtenus illustrés dans la figure 4.11, nous pouvons dire que les eaux du barrage de Douéra sont de bonne qualité sauf en Mai et Décembre 2022 et Février 2023 où les eaux de ce barrage, d'après la grille de qualité des eaux adoptées par l'ANRH nécessitent un traitement poussé.

#### 4.4.5 DBO<sub>5</sub>

Les valeurs de la DBO<sub>5</sub> des eaux du barrage de Douéra varient irrégulièrement entre 1 et 6 mg d'O<sub>2</sub>/l de janvier 2022 à Avril 2023 (figure 4.12). Les valeurs les plus élevées : 6 mg d'O<sub>2</sub>/l sont observées en Mai, Août et Septembre 2022, alors que les valeurs les plus basses sont enregistrées durant les mois de Janvier et Février 2023 et de Janvier, Avril et Novembre 2022.

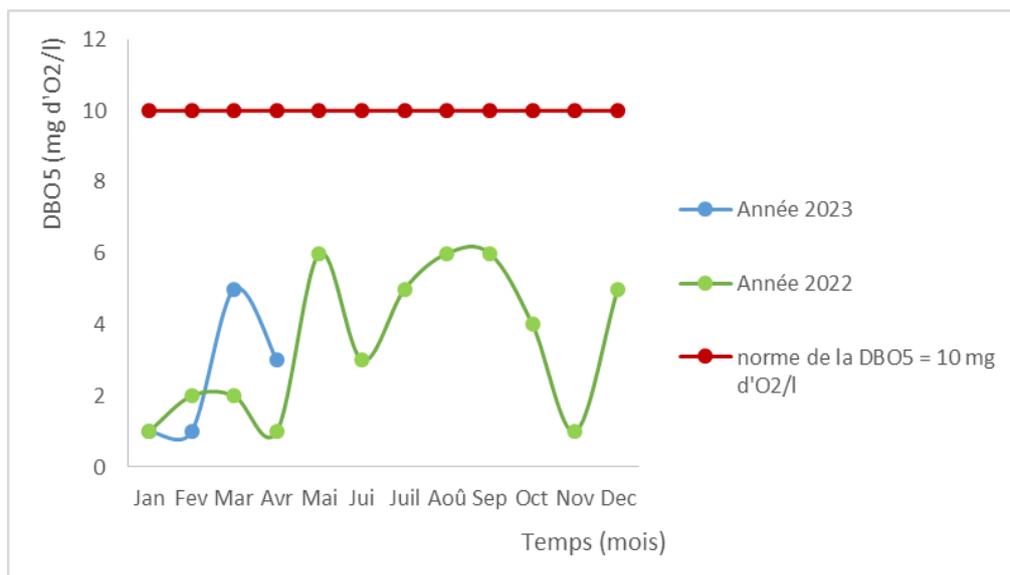


Figure 4.12 : variations de la DBO<sub>5</sub> des eaux du barrage de Douéra en mg d'O<sub>2</sub>/l (ANRH 2021, 2022 et 2023)

D'après la grille de qualité des eaux adoptée par l'ANRH, durant la période d'études les eaux du barrage de Douéra sont de bonne qualité.

#### 4.4.6 DCO

De Janvier 2021 à Avril 2023, les valeurs observées sont comprises entre 4.4 mg d'O<sub>2</sub>/l et 33.6 mg d'O<sub>2</sub>/l enregistrées respectivement en Mars 2023 et en Mai 2021. Nous observons que les valeurs de la DCO varient irrégulièrement durant cette période (figure 4.13).

Nous notons aussi une élévation de la DCO qui était un peu plus basses les mois précédents, au mois d'Avril 2023, Septembre 2022 et Mai 2021 qui sont respectivement de 24, de 28 et de 33.6 mg d'O<sub>2</sub>/l.

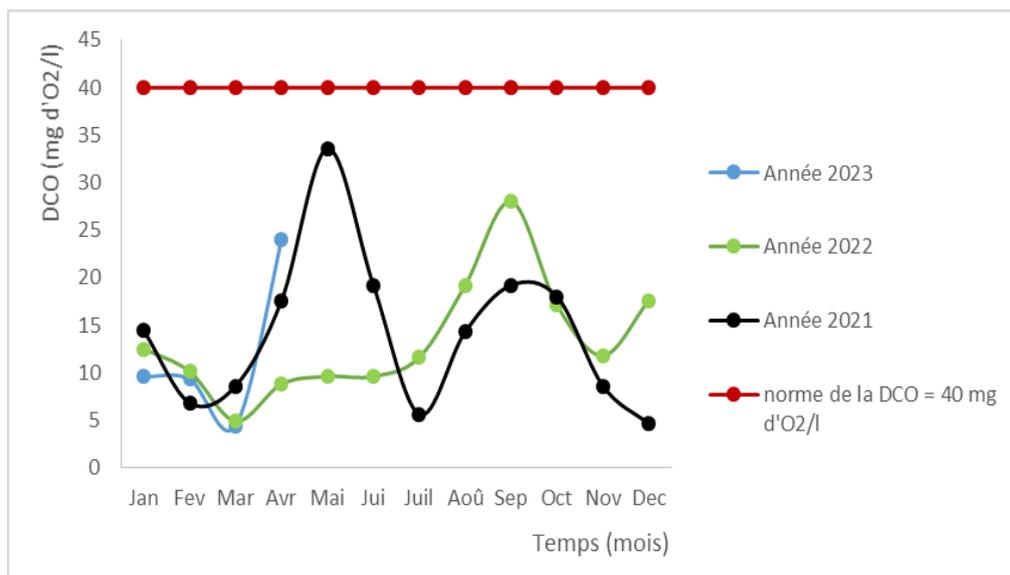


Figure 4.13 : Variations de la DCO des eaux du barrage de Douéra en mg d'O<sub>2</sub>/l (ANRH 2021, 2022 et 2023)

Selon la grille de qualité des eaux de barrages, les valeurs de la DCO des eaux du barrage de Douéra sont inférieures à 40mg d'O<sub>2</sub>/l. nous pouvons affirmer que la qualité des eaux du barrage de Douéra est bonne durant cette période.

#### 4.5 Conclusion

D'après les résultats des analyses obtenus, les paramètres physico-chimiques et les paramètres de pollutions répondent généralement aux normes de qualité adoptées par l'ARNH. Nous pouvons dire que durant la période de notre étude la qualité des eaux du barrage de Douéra est acceptable et ne connaît aucune détérioration au fil du temps.

## **Conclusion générale :**

En termes de notre humble travail, nous pouvons retenir que le barrage réservoir de Douéra joue un rôle crucial dans l'approvisionnement en eau potable de la ville d'Alger ouest, dans l'irrigation de la plaine de la Mitidja et dans la réalimentation de la nappe phréatique de la Mitidja par infiltration. En effet, il est essentiel de veiller à ce que cette ressource précieuse soit préservée et protégée.

Les résultats des analyses, des eaux du barrage de Douéra, obtenus durant la période de janvier 2021 à Avril 2023 montrent que :

- Le pH des eaux du barrage est légèrement alcalin,
- La température dépasse les normes de qualité de l'ANRH pendant les périodes sèches,
- La turbidité est conforme aux normes mais on observe un léger dépassement en octobre et novembre 2021 et elle redevient normale le mois suivant,
- Les eaux du barrage sont fortement minéralisées néanmoins, elles répondent aux normes de qualité de l'ANRH,
- Les teneurs en chlorures et en sulfates sont acceptables mais sont élevées en octobre 2021, où les eaux doivent subir un traitement poussé,
- Les teneurs en matières organiques sont basses et conformes aux normes de qualité de l'ANRH,
- Les teneurs en nitrates sont moins élevées et conformes aux normes de qualité des eaux adoptées par l'ANRH,
- Les teneurs en nitrites sont élevés en Mars 2022 et en Octobre et Décembre 2021 où les eaux nécessitent un traitement poussé,
- Les teneurs en ammonium dépassent les normes de qualité durant les mois d'Avril 2023, de Mars et Novembre 2022 et de Février, Mai, Septembre, Octobre et Novembre 2021 mais restent dans la normale le reste du temps,
- Les teneurs en phosphore sont acceptables mais dépassent les normes de qualité des eaux adoptées par l'ANRH,
- Les valeurs de la DBO<sub>5</sub> et de la DCO sont conformes aux normes de qualité, néanmoins elles peuvent être élevées pour un certain temps puis redeviennent normales,

En fin, durant la période s'étalant de Janvier 2021 à Avril 2023, nous pouvons affirmer que la qualité des eaux brutes du barrage de Douéra est acceptable selon la norme de qualité adoptée par l'ANRH. Néanmoins, la qualité reste parfois instable où un traitement particulier doit être effectué avant toute utilisation.

## Références bibliographiques

- [1] Academie nancy metz. (s.d.). Récupéré sur /www4.ac-nancy-metzdadou .A. (2014). Evaluation des performances du système de traitement des eaux du fleuve Niger pour l'alimentation en eau potable de la population de Niamey/Niger : cas de l'usine Goudel ; mémoire de master. Université Cheikh Anta Diop de Dakar
- [3] Agence Nationale des Barrages et Transferts (ANBT)
- [4] Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) ; Alger
- [5] Bouach, A. (2022-2023). BA cours water quality v8 version inachevée
- [6] Soraya, B. (2018). Etude de la qualité des eaux stockées à l'amont et les eaux à l'aval des barrages en remblai en Algérie ; thèse de doctorat en Hydraulique
- [7] Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. (2007-06-20). Méthodes de prélèvement, de conservation et d'analyse des échantillons relatifs à l'évaluation de la qualité de l'eau des piscines et autres bassins artificiels
- [8] CHIMACTIV, Ressources pédagogiques numériques interactives dans l'analyse chimique de milieux complexe. (s.d). Récupéré sur /www.chimactiv.agroparistech.fr/
- [9] Équipe technique du RÉFEA. Fiche d'analyse physico-chimique
- [10] Fiche technique du barrage de Douéra
- [11] Guiraud, J. et Galzy, P. (1980). L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Edition l'usine. 119p. 39
- [12] Hafsati, T. (2013). Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux souterraines dans la plaine du Haouz ; Mémoire de licence. Université Cadi Ayyad
- [13] Harrat et Achour. (2010). Pollution physico-chimique des eaux de barrage de la région d'El Tarf, Impact sur la chloration. LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680
- [14] Abd-El-Fettah, H (2021). Etat actuel et évolution de la qualité des eaux du barrage de Douéra (Alger) ; Mémoire de master. Université Blida 1
- [15] Kahoul et Touhami. (2014). Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de la ville d'Annaba (Algérie).
- [16] Hachouf, K. Evaluation de la qualité des eaux du barrage de hammam Debagh ; mémoire de master, université de Constantine
- [17] LOZERE. Fiche d'analyse physico-chimique des eaux
- [18] Messikh, H et Guerraichi, N. (2020). Etude de la qualité physico-chimique et organoleptique des eaux destinées à la consommation humaine du forage Ras El Ain (Boumerzoug) Constantine ; Mémoire de master. Université Constantine 1
- [19] Mounier, P. (1904) La Houille blanche : la colorimétrie

[20] Nesrine, B et Zakia, B. (2020). Etude et suivi de la qualité des eaux du barrage de Douéra (Alger) ; Mémoire de master. Université Blida 1

[21] reactif de manganèse 0-20mg. (s.d.). Récupéré sur laboratoire hameau:  
<https://www.hameau.com>

[22]Remini, B. (2005) la problématique de l'eau en Algérie

[23]Rodier, J. (1996) L'Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduelles, eau de mer. 8ème Edition, DUNOD, Paris.

[24] Rodier, J. (1984). L'analyse de l'eau Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Edition Dunod Paris

[25] Shrestha and Kazama. (2007) Assessment of Surface Water Quality Using Multivariate Statistical Techniques: A Case Study of the Fuji River Basin, Japan. Environmental Modelling and Software

[26] Nadjette, Z. (2018). Etude et suivi de la qualité des eaux du barrage Hammam Debagh (Nord-Est Algérien) ; thèse de doctorat en Hydrogéologie

## **Webographie**

[https:// www.Csenvfree.fr](https://www.Csenvfree.fr)

[https:// www.keyence.fr](https://www.keyence.fr)

[https:// www.ostralo.net](https://www.ostralo.net)

[https:// www.pagesperso-orange.fr](https://www.pagesperso-orange.fr)

[https:// www.hameau.com](https://www.hameau.com)

<https://www.maps.google.com>

## Annexe

### Grille d'estimation de la qualité des eaux de surface (ANRH)

#### DIFFERENTES CLASSES DE QUALITE :

- C<sub>1</sub>** : Bonne qualité, utilisable sans exigence particulière,  
**C<sub>2</sub>** : Qualité moyenne, nécessite un traitement simple,  
**C<sub>3</sub>** : Mauvaise qualité, nécessite un traitement poussé,  
**C<sub>4</sub>** : Très mauvaise qualité, nécessite un traitement très poussé

#### a. Paramètres physiques

	Unités	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>
pH		6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	8,5 - 9,0	> 9,0 et < 6,5
Turbidité	NTU	< 6	6-35	35-70	> 100
Température	°C	20 à 22	22 à 25	25 à 30	> 30
Conductivité	µs/cm	< 2000			≥ 2000

#### b. Paramètres chimiques

	Unités	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>
Cl <sup>-</sup>	mg/l	10-150	150-300	300-500	> 500
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	50-200	200-300	300-400	>400
M.O	mg/l	< 5	5-10	10-15	> 15

#### c. Paramètres de pollution

	Unités	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>
NH <sub>4</sub>	mg/l	0 – 0,01	0,01 – 0,1	0,1 – 3	> 3
NO <sub>3</sub>	mg/l	0 – 10	10 – 20	20 – 40	> 40
NO <sub>2</sub>	mg/l	0 – 0,01	0,01 – 0,1	0,1 – 3	> 3
PO <sub>4</sub>	mg/l	0 – 0,01	0,01 – 0,1	0,1 – 3	> 3
DBO <sub>5</sub>	mg d'O <sub>2</sub> /l	< 5	5 – 10	10 – 15	> 15
DCO	mgd'O <sub>2</sub> /l	<20	20 – 40	40 – 50	> 50



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة الأشغال العمومية والسري والمنشآت القاعدية  
MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS DE L'HYDRAULIQUE ET DES  
INFRASTRUCTURES DE BASE  
الوكالة الوطنية للموارد المائية  
AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRIQUES

N° 145 DLQI/ANRH/2023

Alger, le 14/03/2023

DATE COMMANDE : 08/03/2022  
DEMANDEUR : SACAGIKA GIKA GENILDO MUAPIMBI  
§ YACOUBA KADI ARHANATOU (master 2)  
DONNEES QUALITE DE L'EAU : Barrage Douéra

FACTURE PRO FORMA

Désignation	code	Périodes	Année	Quantité	P.U	P.T
Donnée qualité de l'eau / Barrage Douera	D300	De 01 à 05 ans	2018-22	01	10000.00	10000.00
TOTAL HT						10 000.00
TVA 19%						1900.00
TOTAL						11900.00
TIMBRE 1%						
TOTAL GENERAL						

Le présent devis arrêté à la somme de onze mille neuf cent Dinars

Modes de paiement :

- Virement bancaire : EPIC ANRH /BDL N° 00500105000000 2106 cle 72
- Chèque certifié libellé à l'ordre de EPIC ANRH
- Versement espèces au niveau de la caisse de

LA DIRECTRICE DES LABORATOIRES

مديرة المختبرات والجودة  
والاعلام الالى



ANRH : 40 Avenue Mohammadi- BirMourad Rais - Alger الجزائر - محمد بن مراد رايس - رقم 40

Tél : 213 (0) 23 54 04 28- Fax : 213 (0) 23 54 04 29/30 - E-mail : anrh@anrh.dz - site web : www.anrh.dz

RC.N°16/00-1047916B20--NIF. N°002016104791666 -- Cpte CCP. N° 210086-13 clé 20 -- Cpte BDL N° 005 00105000002106 Clé 72