

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieure de la Recherche Scientifique**  
**Université SAAD DAHLEB de Blida 1**  
**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département de Biologie et Physiologie Cellulaire**



**Mémoire de fin d'étude**

**Présenté pour l'obtention du diplôme de Master en**  
**SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE**  
**Filière : Hydrobiologie Marine et Continentale**  
**OPTION : ECOSYSTEMES AQUATIQUES**

**Thème**

**Caractérisation physico-chimiques des eaux de deux  
écosystèmes lacustres**  
**« Barrage de Tichy-haf (Bejaïa) »**  
**« Barrage de Douéra ( Alger) »**

Présenté par :

Messaoud Asmaa

Zouad Hala

Soutenu le 15 juillet 2021, Devant le jury composé de :

Mm GRANDI.M

M.C.B. USDB 1

Président

Mme BELMESKINE.H

M.C.A. USDB 1

Examinatrice

Mme KHETTAR.S.

M.A.A. USDB 1

Promotrice

**Année Universitaire : 2020 \_ 2021**

## Remerciements

Avant de présenter ce modeste travail, tout d'abord nous tenons à remercier notre grand seigneur Dieu tout puissant pour nous avoir donné la foi en Lui, d'avoir éclairé notre route et de nous avoir guidés dans le meilleur et bon Chemin.

Nous remercions principalement à **Mme KHETTAR.S** qui nous a toujours accueillis à bras ouverts et à tout moment de ne avoir assisté le long de la réalisation du travail, quelle trouve ici nos sincères gratitudees et nos profondes reconnaissances pour tous les efforts qu'elle a déployé dans ce sujet, ainsi que de sa compréhension et de sa patience.

Merci à tous les membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce travail :

**Mm GRANDLM M.C.B. USDB 1** : d'avoir accepté de présider le jury.

**Mme BELMESKINE.H M.C.A. USDB 1** : d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous adressons également nos sincères remerciements, à tous nos enseignants du département de **Biologie** pour leurs efforts dans notre formation tout au long du cursus universitaire.

Par la même occasion nous remercions tous le personnel de laboratoire des eaux d'Agence **Nationale des Ressources Hydraulique d'Alger**. Nous tenons à remercier très sincèrement toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire par leurs conseils et leur encouragement.

## Dédicace

En premier, je remercie le bon dieu de m'avoir donné le courage et la patience pour arriver à ce stade afin de réaliser ce travail.

A mes chers parents qui m'ont soutenu pour aller jusqu'au bout de mes ambitions, Pour leur immense affection et tendresse à mon égard et leur prière.

A mon cher frère MOHMED, tu es mon confident et mon soutien moral.

A toute ma famille sans exception.

A tous mes amis et mes collègues.

A tous mes cousins et mes cousines.

A ma chère binôme ASMAA et toute sa famille.

*H.A.L.A*

Dédicace

Je dédie ce travail:

A mes parents qui m'ont toujours soutenu et encouragé  
dans mes choix.

A ma très chère grand-mère pour l'amour et le soutien  
qu'elle me Témoigne chaque jour.

A mes deux chères sœurs CHAIMA et MANEL.

A mon cher frère M<sup>ed</sup> LAMINE.

A toute ma famille MESSAOUD sans exception.

A mes cousins et cousines sans exception.

A tous mes amis et mes collègues.

A ma binôme HALA et a toute sa famille.

A mes chères amies SANNA, IMENE, AMIRA,  
RANIA.

*ASMA*

## **Résumé:**

Cette étude pour but d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux brutes de deux barrages Tichy-haf et Douéra.

Une étude a été menée sur des échantillons d'eau prélevée à chaque mois, prélèvement par le chef personnel de laboratoire des eaux de L'A.N.R.H sur une période s'étalant du mois de janvier jusqu'au le mois de mars 2021.

Les résultats des analyses physico-chimiques pour certains paramètres montrent une conformité aux normes nationales des eaux de surfaces, une température inférieure à 16°C, conductivité élevée de l'ordre de 1339  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Par contre, les autres valeurs ne sont pas conformes aux normes, c'est le cas de la turbidité concernant le barrage de Tichy-haf (2,11 NTU à 5.66 NTU) et dans le barrage de Douéra est peut élèves (5.12 NTU a 8.28 NTU).

Les eaux des deux barrages (eau de surface) sont exposées quotidiennement à la variation de leur qualité à cause de plusieurs facteurs climatologique et humains.

D'après les résultats obtenus, les eaux brutes des deux barrages étudiées sont de qualité physico-chimique acceptable car presque tous les résultats sont conformes aux normes Algériennes (O.M.S.).

**Mots clé :** eaux brute , qualite physique ,qualite chimique, barrage

**Abstract:**

The purpose of this study is to assess the physico-chemical quality of raw water from two dams Tichy-haf and Douéra.

A study was carried out on monthly water samples, taken by the head of the L'A .N.R.H water laboratory over a period from January to March 2021.

The results of physicochemical analyzes for certain parameters show compliance with national surface water standards, a temperature below 16 °C, high conductivity of the order of 1339  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . On the other hand, the other values do not comply with the standards, this is the case of the turbidity concerning the Tichy-haf dam (2.11 NTU to 5.66 NTU) and in the Douéra dam is little students (5.12 NTU to 8.28 NTU).

The waters of the two dams (surface water) are exposed daily to variations in their quality due to several climatological and human factors.

According to the results obtained, the raw water from the two studied dams is of acceptable physicochemical quality because almost all the results comply with Algerian standards (O.M.S).

**Keywords:** raw water, physical quality, chemical quality, dam

## ملخص:

هذه الدراسة لتقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية للمياه الخام لسدي تيشيخاف والدويرة.

تم إجراء دراسة على عينة مأخوذة من مياه السدين شهريا من قبل رئيس مختبر المياه بالوكالة الوطنية للموارد المائية. لفترة تمتد من شهر جانفي إلى شهر مارس 2021. وقد قمنا بتحليل المعايير الفيزيائية والكيميائية مثل درجة الحرارة ودرجة الحموضة والتوصيلية. التعكر و النترات والنترت والأمونيوم. تظهر نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية لمعايير العينتين الامتثال للمعايير الوطنية للمياه السطحية، ودرجة الحرارة أقل من 16 درجة مئوية، والموصلية العالية 1339 µS/cm من ناحية أخرى فإن القيم الأخرى لا تتوافق مع هذه المعايير: النترت 0.6 مجم /لتر

تتعرض يومياً مياه السدين إلى اختلاف جودتها بسبب العديد من العوامل المناخية والبشرية.

وفقاً للنتائج التي تم الحصول عليها، فإن المياه الخام من السدود المدروسة ذات جودة فيزيائية وكيميائية مقبولة لأن جميع النتائج تقريباً تتوافق مع المعايير الجزائرية.

نوعية هذه النتائج ناتجة فقط عن السدين دويرة وتشيخاف، لبعدها عن التلوث بفعل التصريفات المباشرة، سواء كانت صناعية ومنزلية

**الكلمات المفتاحية:** المياه الخام ، الجودة الفيزيائية ، الجودة الكيميائية ، السد.

## Liste des figures

Figure01 : Situation géographique du barrage Tichi-Haf .....	6
Figure02 : Barrage de Tichy-haf.....	7
Figure 03 : Diagramme ombrothermique de la région de Bejaïa.....	10
Figure04 : localisation de barrage de Douéra .....	11
Figure05 : Vue de ciel de barrage de Douéra.....	12
Figure06 : Diagramme ombrothermique de la variation des précipitations et la température En fonction de temps.....	14
Figure 07 : Variation de température de l'eau dans les barrages Tichy-Haf et Douéra.....	27
Figure 08 : Variation des moyennes mensuelles du pH dans l'eau des barrages Tichy-haf et Douéra.....	28
Figure 09 : Variation de la turbidité de l'eau dans les barrages Tichy-haf et Douéra .....	29
Figure 10 : Variation de la conductivité de l'eau dans les barrages Tichy-haf et Douéra....	30
Figure 11 : Variation de la quantité des résidus sec de l'eau dans les barrages Tichy-haf et Douéra.....	31
Figure 12 : Teneur de l'oxygène dissous dans l'eau des barrages Tichy-haf et Douéra.....	32
Figure 13 : Teneur en nitrates de l'eau dans les barrages Tichy-haf et Douéra.....	33
Figure 14 : Teneur en nitrites dans l'eau dans les baragnes Tichy-haf et Douéra.....	34
Figure 15 : Variation temporelles de sulfates dans les barrages Tichy-haf et Douéra.....	35
Figure 16 : Teneur en phosphates dans l'eau des barrages Tichy-haf et Douéra .....	36
Figure 17 : Variation de l'ammonium dans l'eau des barrages Tich-haf et Douéra.....	37
Figure 18 : Variation de chlorure de l'eau des barrages Tichy-haf et Douéra .....	38
Figure 19 : Variation da calcium de l'eau dans les barrages Tichy-haf et Douéra .....	39
Figure 20 : Variation de magnésium dans l'eau des barrages Tichy-haf et Douéra.....	40

## Liste des tableaux

Tableau 01 : Les caractéristiques hydrogéologiques de la retenue de barrage Tichy-Haf

Tableau 02 : Les valeurs mensuelles de la précipitation en mm pour la région du Bejaia 2012-2013

Tableau 03 : Les températures moyennes mensuelles de l'aire dans la région de Bejaïa

Tableau 04 : Caractéristique hydrogéologique de la retenue du barrage Douéra

Tableau 06 : Les valeurs mensuelles de précipitation en mm pour la région de Douéra 2000-2012

Tableau 05 : Les valeurs moyennes mensuelles des températures de l'aire dans la région de Douéra

Tableau 06 : comparaison les résultats des deux barrages

## **Liste des abréviations**

ARNH : Agence Nationale des Rous source Hydraulique

ANBT : Agence National des Barrages et de Transfères

O.M.S : Organisation Mondial de la Santé

O.N.M : Office National de Météorologie

P (mm) : précipitation en millimètre

## **Sommaire:**

Remerciement

Dédicaces

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale.....1

## **Chapitre01 : Synthèse bibliographique**

### **Première partie : généralité sur l'eau**

I.1 Les eaux de surface.....2

I.2 Les eaux potables .....2

I.3 Les propriétés des eaux naturelles.....2

I.3.1.Les propriétés organoleptique.....2

I.3.2. Les propriétés physico-chimiques .....3

### **Deuxième partie: présentation des barrages étudié**

**II.1 Barrage de Tichy-haf.....6**

II.1.1 Situation géographique.....6

II.1.2 Géologie.....7

II.1.3 Caractéristique de barrage Tichy-haf.....8

II.1.3.1 Hydrologie.....8

II.1.3.2 Climat.....9

II.1.3.3 Pluviométrie.....9

II.1.3.4 Température.....9

II.1.3.5 Diagramme ombrothermique de bagnols et Gaussen.....9

**II.2. Barrage de Douéra.....10**

II.2.1 Situation géographique.....10

II.2.2 Géologie.....11

II.2.3 Caractéristique de barrage.....12

II.2.3.1 Hydrologie.....13

II.2.3.2 Climat.....13

II.2.3.3 Pluviométrie.....13

II.2.3.4 température .....14

II.2.3.5 Diagramme ombrothermique .....	14
II.2.3.6 Ecoulement.....	14

## **Chapitre02 : Matériel et Méthode**

I. Prélèvent.....	16
II. les paramètres physicochimiques.....	16

### **Paramètre physique**

II.1.1 PH.....	16
II.1.2 Conductivité.....	17
II.1.3Turbidité.....	18
II.1.3 Température.....	18
II.1.4 Résidu sec.....	19
II.1.6 L'oxygène dissous.....	19

### **Paramètre chimique**

II.2.1 Chlorures.....	20
II.2.2 Sulfate.....	21
II.2.1.3.A Nitrate.....	22
II.2.1.3.B Nitrite.....	22
II.2.1.4 ammonium.....	22
II.2.1..5 Phosphate.....	23
II.2.2.1 Calcium.....	23
II.2.2.2 Magnésium.....	24

## **Chapitre 03 : résulta et discussion**

III. analyses physicochimique .....	26
III.1.1Température.. .....	26
III.1.2 PH .....	27
III.1.3 Turbidité.....	28
III.1.4Conductivité.....	29
III.1.5Residu sec .....	30
III.1.6 l'oxygène dissous.....	31
III.2.1.nitrate.....	32
III.2.2.nitrite.....	33
III.2.3Sulfates.....	34
III.2.4 Phosphates .....	35

III.2.5 ammonium.....	36
III.2.6 chlorure.....	37
III.2.7 calcium.....	38
III.2.8 Magnésium.....	39
Conclusion .....	42



***Introduction générale***

L'eau est un élément naturel indispensable à la vie et à la satisfaction des différentes besoins humains (**Bouziani, 2016**). C'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants (**Bernard C. ; 2007**). En effet, l'eau est à l'origine de la vie sur la terre (**Zella, 2007**).

En Algérie, les eaux de surface (lacs, rivière, barrages.) sont les plus en plus utilisées ces dernières années pour les besoins de l'agriculture, de l'alimentation des populations et l'industrie (**Allalguia et al., 2017**).

Les lacs de barrages constituent un type de zones humides continentales de plus en plus important. Ils forment une source naturelle considérable pour les humains puisqu'ils fournissent l'eau pour divers usages domestiques, industriels, la pêche et l'irrigation. Certains réservoirs jouent un rôle important pour la faune et la flore et remplacent de manière efficace les lacs naturels qui ont disparus (**Pearce et Crivelli, 1994**).

Aujourd'hui, le contrôle et l'amélioration de la qualité de l'eau sont une préoccupation permanente pour la protection de l'environnement et la santé des consommateurs. De nombreuses techniques, permettent d'évaluer qualité de l'eau des barrages et quantifier les éléments physique et chimique (température, PH, salinité, conductivité, turbidité, ...), microbiologique et organoleptique. (**Lamine et al., 2014, 2017,2019 ; Evans et al., 2018**).

Dans ce contexte, nous avons choisie d'étudier la qualité physico-chimique des eaux des deux barrages, **Tichy-Haf** à Bejaia et **Douéra** dans la wilaya d'Alger.

Notre travail comporte trois chapitres :

- **Le premier chapitre** est une recherche bibliographique, qui comporte des généralités sur l'eau et la présentation des différentes caractéristiques des deux zones étudiée.
- **Le deuxième chapitre** est consacré à la description du matériel et méthode, rappelant les techniques d'analyses mises en œuvre.
- Les résultats et leur interprétation font l'objet du **troisième chapitre**.

Une conclusion synthétise l'ensemble des données dans le cadre de ce travail de recherche.

***Chapitre 1 :***  
***Synthèse bibliographique***

## **Introduction :**

On estime à 1360 millions de km<sup>3</sup> le volume d'eau accumulé sur la terre dont 99.5% se trouve sous la forme salée ou glacée et 0.5% seulement (soit environ 7 millions de km<sup>3</sup>) sert d'eau utile à la vie (**CAZALAS et GAUTRON, 1993**).

Les ressources en eau sont scindées en deux grands groupes :

- Les eaux souterraines réparties en nappes captives, libres, phréatiques.
- Les eaux de surface comme cours d'eau, lacs, étangs, barrages, réservoirs...

L'eau, qui sous ses trois états (liquide, solide, gazeux) joue un rôle considérable sur la terre, et il est un élément dont dépendent d'une façon extrêmement étroite les êtres vivants à respiration aquatique (**ARRIGNON, 1998**).

## **I.2 Eaux de surface :**

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement (**Degrément, 2005**).

La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par ces eaux durant leur parcours dans l'ensemble des bassins versant (**Bliefret et Perraud, 2001**).

## **I.2 Eaux potables :**

Selon l'O.M.S, l'eau est potable lorsqu'elle n'est pas susceptible de porter atteinte à ceux qui la consomment et elle doit être exempte de micro-organismes pathogènes et de substances toxiques, mais elle peut contenir une certaine quantité de sels minéraux et des micro-organismes saprophytes. En outre elle doit être agréable à boire.

## **I.3 Propriétés des eaux naturelles**

### **I.3.1 Les propriétés organoleptiques :**

**a. Couleur :** la couleur due à la présence des matières organiques dissoutes ou colloïdales. Une eau colorée n'est pas agréable pour les usages domestiques, en

particulier pour les poissons, car elle provoque toujours un doute sur la potabilité (Rodier, 1996).

**b. Saveur et odeur** : plusieurs corps peuvent donner à l'eau une saveur désagréable comme le fer et manganèse, le chlore actif, le phénol et les chlorophénols. La saveur se développe avec l'augmentation de la température. La saveur est liée à la minéralité de l'eau. Les eaux potables équilibrées et de bonne qualité doivent jouir d'une saveur agréable (Rodier, 1996).

Les odeurs sont dues notamment au plancton, à l'eau (pour les eaux souterraines). Ces odeurs disparaissent au contact de l'air (RODIER, 1996).

### I.3.2 Propriétés physico-chimiques :

#### A. Paramètres physiques :

- **turbidité** : permet une analyse visuelle sur l'eau (transparence). Elle se pratique en comparant l'eau à analyser à l'eau parfaitement liquide dite (optiquement vide). La turbidité traduit la présence de particule en suspension dans l'eau (débris organique, argiles, organisme microscopique) (Chaibi et khedoussi, 2012).
- **température**: c'est un paramètre de confort pour les usages. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs en sont liées (conductivité notamment) de plus en mettant en évidence des variations de température de l'eau, il est possible d'obtenir des indications sur son origine et son écoulement (Chaibi et khedoussi, 2012).
- **conductivité** : la mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sel dissous dans l'eau. La conductivité est également fonction de la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente (Chaibi et khedoussi, 2012).
- **Potentiel d'hydrogène (pH)** : il mesure la concentration en ions  $H^+$  de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico chimique (Chaibi et khedoussi, 2012).

## **B .paramètres chimiques :**

- **Phosphate:** Le phosphore joue un rôle important dans le développement des algues en favorisant leur multiplication dans le réservoir ou il contribue à l'eutrophisation. Dans les milieux lacustres le phosphore présent dans l'eau sous différentes formes, la forme la plus assimilable est la forme minérale dissoute (**Leveque, 2001**).
- **Nitrate:** Les nitrates jouent un rôle particulièrement important dans le métabolisme général des eaux. Ils proviennent de la dégradation des matières organiques azotées. La variabilité des eaux de nitrates des plans d'eau dépend de la saison et de l'origine des eaux (**Rodier et al, 2007**).
- **Nitrites :** Dans le cycle d'azote, les nitrites sont considérés comme étant des ions intermédiaires entre les nitrates et l'azote ammoniacal, ce qui explique les faibles concentrations rencontrées dans le milieu aquatique (**Aminont, 1983**).
- **Ammonium :** Selon **Lachevane (1980)**, la présence de l'ion ammonium dans l'eau est un signe de pollution, il est peut-être exogène (apporté par les eaux) ou endogène (décomposition bactérienne des composés organique azoté).

# **Deuxième partie :**

## **Présentation des sites**

L'Algérie a réalisé une avancée considérable en matière d'accès à l'eau afin d'assurer la couverture des besoins en eau domestique, industrielle et agricole. Le nombre de barrage en Algérie a atteint **80 barrages en 2018** avec une capacité de stockage de 8.7milliards/m<sup>3</sup> (ANBT, 2018).

## II.1. Barrage de Tichy-Haf :

### II.1.1 Situation géographique :

Le barrage de **Tichy-Haf** est situé sur l'oued Boussellam à 10 Km au sud-est de la ville d'Akbou (Bejaïa), près du village Mahfouda commune Bouhamzi, wilaya de Bejaia (36° 23' 26'' Nord, 4° 23' 25' Est), implanté sur le lit de l'oued Boussellam, à environ 20 Km de la vallée de Soummam. Il se situe à 7 Km à l'amont de la station hydrométrique de Sidi Yahia. La surface du bassin versant au site de barrage est de 3980 Km<sup>2</sup> (ANBT, 2018).



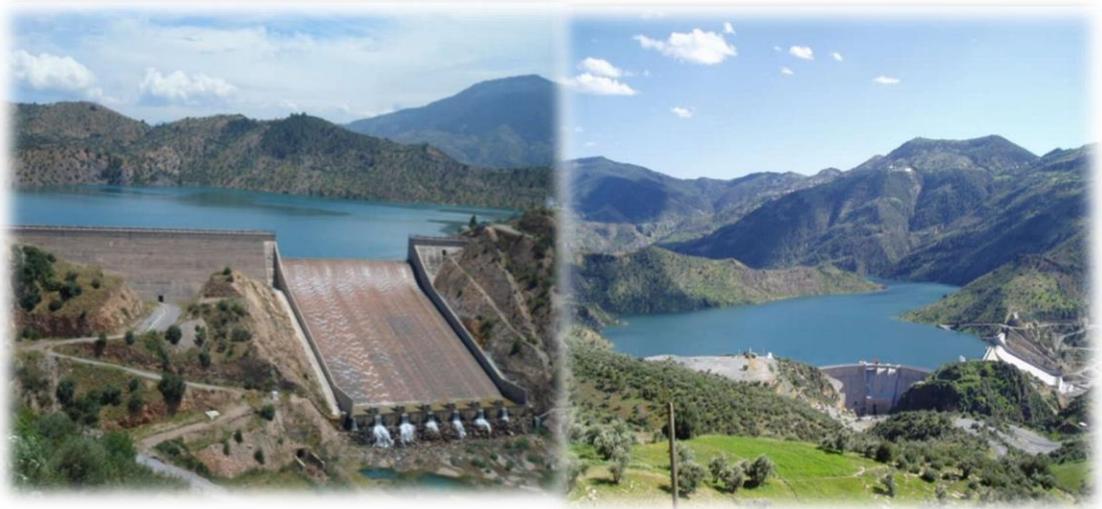
**Figure01** : Situation géographique du barrage Tichy-Haf (Google maps, 2021).

Le projet de l'aménagement s'inscrit dans la zone de planification hydraulique de la Soummam avec un volume régularisé de 150 Hm<sup>3</sup> /ans.

Les eaux de barrage Tichy-Haf sont destinées à:

- Satisfaire les besoins en alimentation en eaux potable AEP des agglomérations situées sur le couloir Akbou Bejaïa.

- L'irrigation de périmètre du Sahel et de Basse Soummam avec volume de  $43\text{Hm}^3$  /an.
- Ecrêtement des crues de l'oued Boussellam et par la même occasion les réduit dans la vallée de la Soummam.



**Figure 02:** Barrage de Tichy-Haf (ANBT, 2018).

Avant leur distribution, les eaux du barrage passent par une station de traitement de capacité de  $120000\text{ m}^3/\text{j}$  pour y subir des différentes analyses (physico-chimiques, hydro biologique et bactériologique) pour éliminer tous les éléments indésirables, et de s'assurer de la bonne qualité de l'eau qui arrive aux consommateurs (ANBT, 2018).

### **II.1.2 Géologie :**

La région est structurée par une nappe de charriage; le site est au contact entre cette nappe de charriage marnes du crétacé et un massif calcaire du Jurassique. Une tectonique a généré des décollements à l'intérieur du massif calcaire. Les calcaires dolomitiques sont à la limite de leur disparition sous les marnes plusieurs failles importantes traversent la fondation, en particulier en rive droite. La fracturation est intense, due au contexte de chevauchement tectonique.

La vallée de la Soummam est une zone sismique. De cet effet, une double ceinture antisismique a été prévue en dessous et au-dessus de l'évacuateur auxiliaire. Leur rôle est de prévenir tout « déclavage » (ANBT, 2018).

## II.1.3 Caractéristique de barrage Tichy-Haf :

### II.1.3.1 Hydrologie:

Les principales caractéristiques hydrogéologiques du barrage sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau I:** Les caractéristiques hydrogéologiques de la retenue du barrage Tichy-Haf (ANBT, 2018).

Caractéristique de barrage Tichy haf	
Construction	1986-2006
Capacité totale	150 million m <sup>3</sup>
Capacité totale de la retenue	81,844hm <sup>3</sup>
Capacité utile	75Hm <sup>3</sup>
Volume de garde	5Hm <sup>3</sup>
Hauteur de barrage	84m
Longueur	7Km
Surface de bassin versant	3,980 Km <sup>2</sup>
Précipitation moyennes	750mm /an
Apport solide	4,7hm /an
Volume régularisé	150hm <sup>3</sup> /an
Crue de projet	7400m <sup>3</sup> /S
Crue de chantier	1000m <sup>3</sup> /S
Aire de retenue normale	475ha

### II.1.3.2 Climat :

La commune de Seddouk est comprise entre l'étage bioclimatique semi-aride et humide, le climat est chaud en été, et pluvieux en hivers (**Hamlaoui, 2006**).

### II.1.3.3 Pluviométrie :

Le rapport du centre météorologie de Bejaïa montre que la région reçoit en moyenne 600 à 1100 mm de pluie par an. Elle est caractérisée par un hiver doux et un été chaud (**Saaoui, Tazrari.2005**).

**Tableau II :** les valeurs mensuelles de la précipitation en mm pour la région de Bejaïa 2012/2013 (**Aouchiche et Salhi, 2013**).

Mois	mars	avril	mais	juin	juil.	Aout	sep	oct.	nov	déc.	jan	Fév
P (mm)	74,3	198,5	7,3	95,5	1,02	2,02	333,7	83,5	106	57,5	130	179

### II.1.3.4 Température :

Les températures moyennes mensuelles de l'aire à la région de Bejaia (barrage Tichy-Haf) sont données par l'ANRH qui est dans le tableau ci-dessous :

**Tableau III:** Les températures moyennes mensuelles de l'aire dans la région de Bejaia sont données par l'ANRH en **2021**.

La date	27 janvier	25 Février	24 Mars
T (°C)	14	11,5	9,5

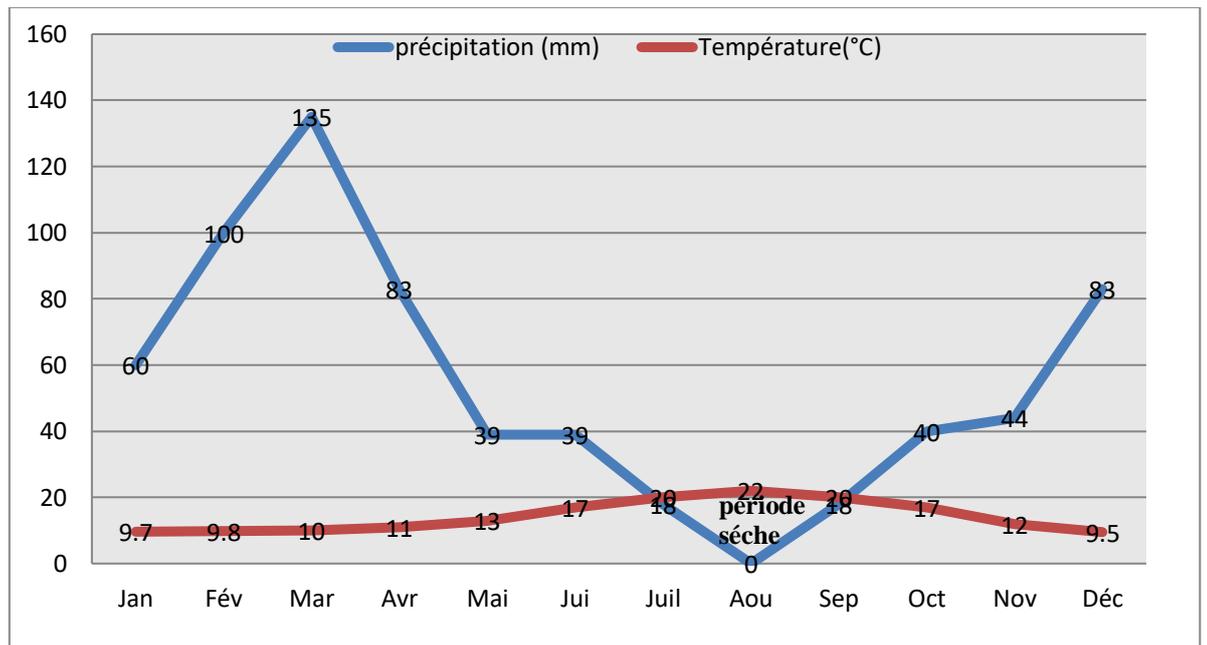
### II.1.3.5 Diagramme ombrothermique de Bagnauls et Gausсен :

Le diagramme ombrothermique permet de déterminer les périodes sèches et humide des régions à partir de exploitation des données des précipitations mensuelle et de température moyenne mensuelle (**Dajoz, 2000**).

Une période de l'année est considérée comme sèche lorsque la pluviosité exprimée en millimètre, est inférieure au double de la température, exprimée en degré Celsius (**Dajoz, 2000**).

$$P < 2 \text{ avec } T = (M+m)$$

Le diagramme ombrothermique qui met en évidence la période humide de la région Bejaia allant de la période (2006-2015) qui représenté par la figure ci-dessus (**Chaibi et khedoussi, 2012**):



**Figure 03 :** diagramme ombrothermique de la région de Bejaia dans la période 2006-2015.

## II.2. Barrage de Douéra :

### II.2.1 Situation géographique :

Le barrage de Douéra est un grand complexe hydraulique stratégique près de la commune de Douéra, dans la wilaya d'Alger.

Le site de barrage de Douéra, se trouve sur le l'oued Ben Amar à environ 2 Km, au sud-ouest de la ville de Douéra et à 27 Km au sud-ouest d'Alger (**Bouchiba et Benmohamed, 2020**).

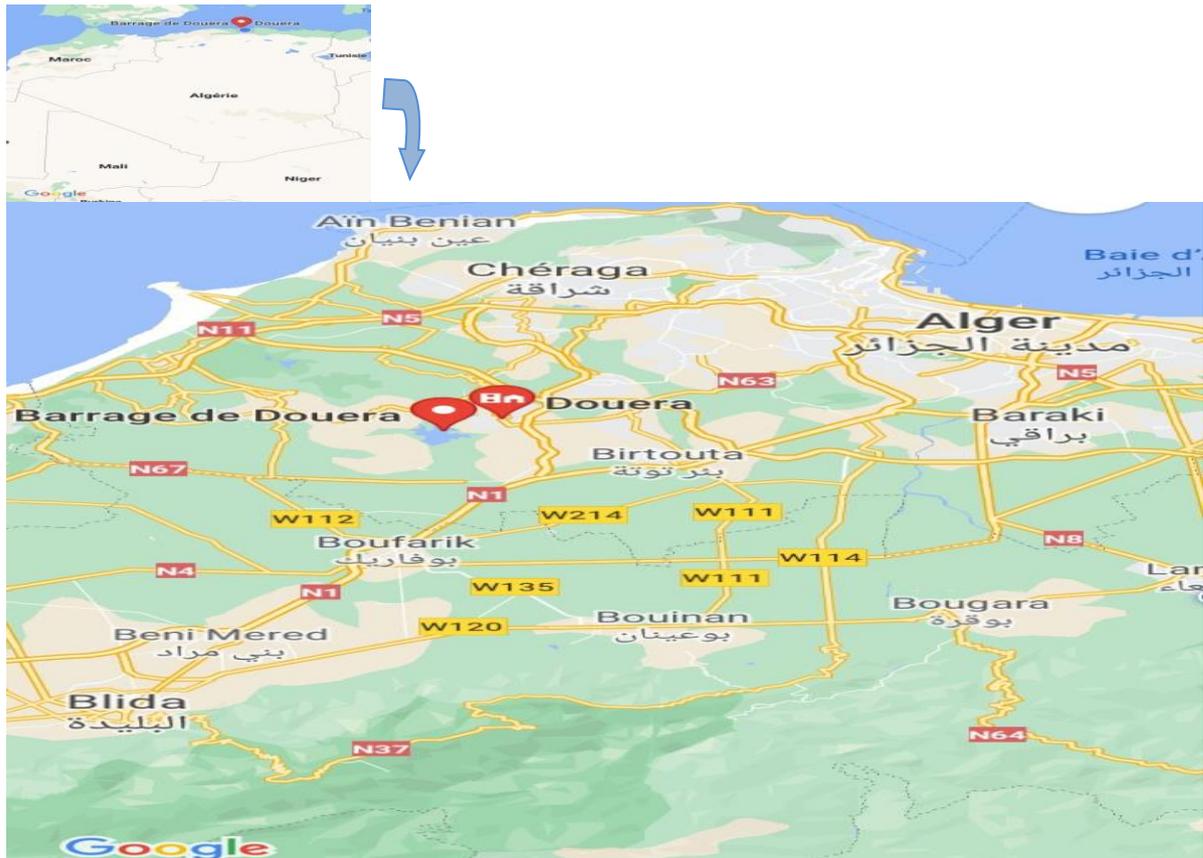


Figure04: localisation du barrage de Douéra (Google maps, 2021).

L'ouvrage permettra le stockage des eaux des oueds Mazafran ( $39 \text{ hm}^3$ ) et El Harrach ( $71 \text{ hm}^3$ ).sa capacité totale est de  $87 \text{ hm}^3$  destiné à l'irrigation de  $17.200 \text{ ha}$  de la Mitidja centre et la réalimentation de la nappe par infiltration. Suite à des récentes décisions une partie de l'eau stockée, sera utilisés pour l'approvisionnement en eau potable de la ville d'Alger ouest et Blida (Bouchiba et Benmohamed, 2020).

## II.2.2 Géologie :

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 rapide, sur laquelle on distingue de petits glissements superficiels récents (ANBT, 2018).



Figure 05: vue de ciel du barrage de Douéra (ANBT, 2018).

### II.2.3 Caractéristique de barrage :

Les travaux de réalisation du barrage de Douéra ont été entamés en janvier 2005, et ont été confiés par l'agence nationale des barrages et de transferts (ANBT) à l'entreprise turque NUROL. Sa mise en eau était en décembre 2009 et sa mise en service était en octobre 2016 (Benotesmane et Chebahi, 2017).

Tableau IV : Les caractéristiques hydrogéologiques de la retenue du barrage de Douéra (ANBT, 2018).

Caractéristique	Valeurs
Superficie du bassin versant	10Km <sup>2</sup>
Volume de la retenue	75Hm <sup>3</sup>
Volume régularisé	87Hm <sup>3</sup>
Volume transféré oued Mazafran	39Hm <sup>3</sup>
Volume transféré oued Harrach	71Hm <sup>3</sup>
Longueur	820m
Hauteur	77m

### II. 2.3.1 Hydrologie :

Le bassin versant au site de barrage est caractérisé par sa très faible dimension, avec une superficie totale de 10 Km<sup>2</sup> et par une pente très forte. Une faible utilisation du sol soit par des cultures, soit par des habitations, à l'exception des zones plus basses de vallée occupées par des terrains cultivés et des zones de la périphérie de la localité de Douéra occupée par des habitations et autre constructions (ANBT, 2018). Les cotes varient depuis (65) jusqu'à (194). 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'emmagasinage 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 (ANBT, 2018).

### II.2.3.2 Climat :

La région de Douéra comprise un climat chaude en étés, humide et frais en hiver.

### II.2.3.3 Pluviométrie:

La station pluviométrique proche au bassin versant de Douéra, nous donne les précipitations pour une période de 2000-2012 (Benotesmane et Chebahi, 2017).

**Tableau V:** les valeurs mensuelles de la précipitation en mm pour la région de Douéra 2000 /2012.

Moins	Mars	avril	Mais	juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév
P (mm)	65,9	65,8	44	52,2	82	33,3	40,2	55,6	98	109	87,2	57,2

#### II.2.3.4 Température :

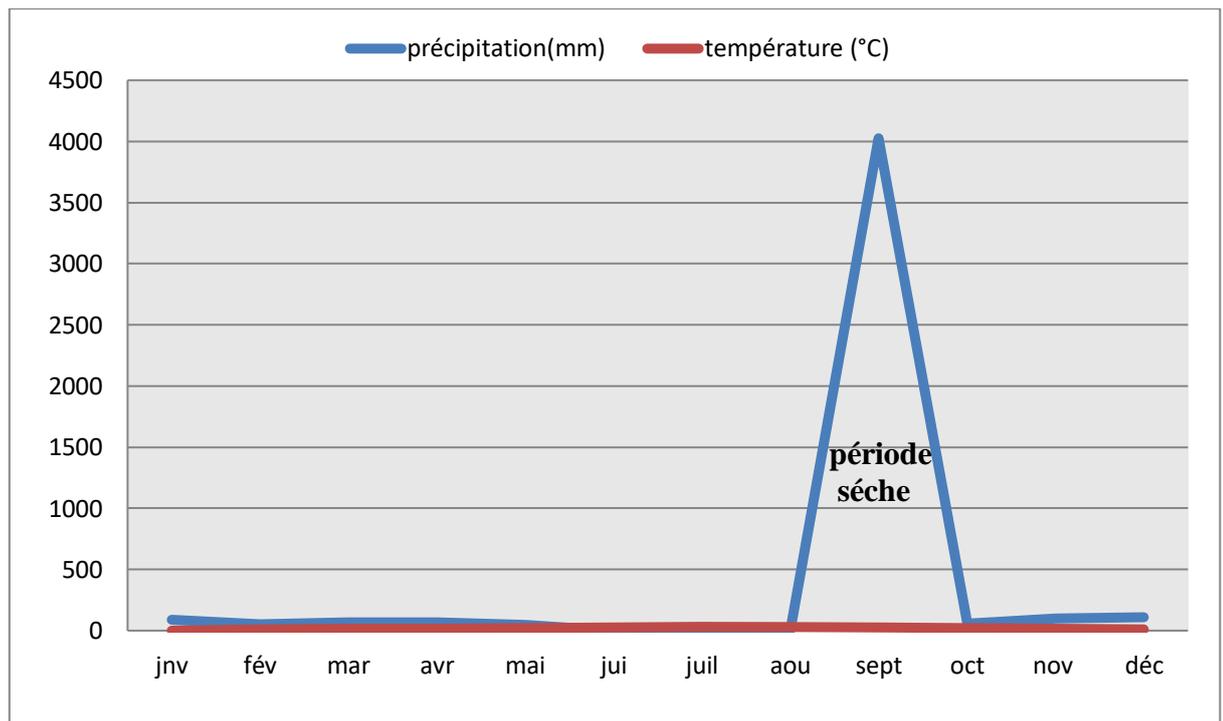
La température moyennes mensuelle de l'aire dans la région de Douéra (barrage de Douéra) sont données par l'ANRH en 2021 qui est dans le tableau ci-dessus :

**Tableau VI:** les valeurs moyennes mensuelles des températures de l'aire dans la région de Douéra (ANRH, 2018).

La date	18 Janvier	25Févier	23 Mars
T (°C)	14,5	12	14

#### II.3.3.5 Diagramme ombrothermique :

La variation de la température et les précipitations en fonction du temps de la région de Douéra dans la période 2000-2012 seront présentées un graphe ombrothermique, ci-dessous :



**Figure06:**diagramme ombrothermique de Douéra dans la période 2000-2012(Benotesmane et Chebahi, 2017).

#### II.3.3.6Ecoulement :

Le volume moyen annuel est de 2.1 hm<sup>3</sup>, cette valeur est très petite par rapport à la capacité de la retenue (ANBT, 2018).

# *Chapitre 2 :* *Matériel et méthodes*

Notre étude a permis d'effectuer un suivi de qualité des eaux des barrages Tichy-haf et Douéra pendant trois mois (janvier, Février, Mars).

Le chef personnel de laboratoire des eaux de **A.N.R.H** prélevé un seul échantillon d'eau dans chaque mois au niveau de l'amont des barrages.

Toutes les méthodes d'analyse physicochimique prise de laboratoire des eaux de **l'A.N.R.H.**

### **I. Prélèvement :**

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté (**Ladel 2007**). Il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matière en suspension) (**Lepot et al.,2011**).

Au moment du prélèvement, les flacons seront rincés 3 fois avec de l'eau à analyser puis remplis jusqu'au bord. Le bouchon sera placé de telle façon qu'il n'y ait aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport (**Rodier et al., 2005**).

Les échantillons sont transportés dans une glacière car il est conseillé de garder les échantillons à une température de 4°C et cela pour ralentir l'activité bactérienne (**Aminot et Chaussepied, 1983**).

### **II. paramètres physicochimique :**

#### **II.1 Paramètres physiques :**

##### **II .1.1 pH (potentiel d'hydrogène) :**

Le **pH** ou le potentiel d'hydrogène mesure de la concentration des ions  $H^+$  de l'eau analysée, il représente une notion importante de la détermination de l'agressivité de l'eau et la précipitation des éléments dissous.

Le **pH** est pris avec un **pH-mètre** : c'est un appareil électronique permettant la mesure du PH de l'eau analysée.

### **Mode opératoire**

- Branche du pH-mètre, après sa stabilité pendant quelque minute.
- L'installation des électrodes entre aux sur l'appareil.
- Etalonnage de l'appareil a l'aide de la solution tampon, en suite rinçage des électrodes par l'eau distillée et avec l'échantillon analysé.
- Immergé les électrodes dans l'échantillon d'eau analysé est lire la valeur du ph directement.
- Après chaque détermination de ph on retiré l'électrode, on rincé et à la fin de l'analyse on laissé tremper dans d'eau distillée.

### **Expression des résultats**

L'appareil donne la valeur de pH.

### **II.1.2 Conductivité :**

La conductivité utilise pour contrôle la qualité de l'eau, c'est une mesure du courant conduit par les ions présents dans l'eau mesurée par appareil conductimètre.

Elle dépend donc de :

- a) Concentration des ions.
- b) La nature des ions.
- c) La température de la solution.
- d) Viscosité de la solution.

### **Mode opératoire**

- Un bécher est rempli avec une quantité d'eau analyse suffisante pour l'immersion de l'électrode du conductimètre.
- Puis l'électrode est plongée dans la bécher.
- Après lire la valeur de conductivité.

### **Expression des résultats**

L'appareille donné la valeur de conductivité en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

### **II .1.3 Turbidité :**

La turbidité de l'eau liée à sa transparence et causée par des matières non dissous, on la détermine à l'aide d'un appareil turbidimètre.

Exprimé par unité (NTU) nephelometric turbidity unit.

#### **Classe de turbidité usuelle :**

- \* NTU<5 eau claire.
- \* 5< NTU<30 eau légèrement trouble.
- \* NTU>50 eau trouble.

#### **Mode opératoire**

- On allume l'appareil par le bouton ON.
- On prend l'échantillon à une température de 25 C° sans agitation.
- Retire le petit flacon de 15ml du turbidimètre, rince et remplit avec l'échantillon d'eau et remet dans l'appareil.
- Appuie sur le bouton RED et on lit la valeur de la turbidité.

#### **Expression des résultats**

L'appareil donne la valeur de turbidité en NTU.

### **II.1.4 Température :**

La température de l'eau dépend des variations saisonnières, mesurée par un thermomètre.

#### **Mode opératoire**

- Prolonge le thermomètre dans l'eau à analyser et laisse se stabiliser puis note la valeur de la température.

#### **Expression des résultats**

L'appareil donne la valeur de température en degré Celsius(C°).

### II.1.5 Résidu sec :

La teneur en matières sèches inclut à la fois les matières en suspension et sels dissous.

Pour calculer la quantité des résidus secs présents dans l'eau, on utilise le matériel suivant:

- Des capsules en métal
- Un dessiccateur
- Une balance
- Une étuve
- Un bain de sable

### Mode opératoire

- Prend deux capsules en métal qu'on doit numéroter et on les fait sécher dans l'étuve à 105°C pendant 24 h.

- Ensuite on met capsules dans le dessiccateur afin d'absorber tout l'humidité.
- On pèse les deux capsules en vide.
- Agité l'eau de chaque l'échantillon et remplit les capsules.
- On les met dans l'étuve pendant 4h à une température de 105°C.
- On les retire après ça et on les met dans un dessiccateur.
- On prend ensuite la pesée des capsules.

- **Mesure et calcul des résultats**

$$(M_1 - M_0) \times 1000 / V$$

**V**: volume, en millilitres, de la prise d'essai.

**M<sub>0</sub>**: la masse, en milligramme de la capsule vide.

**M<sub>1</sub>** : la masse, en milligramme de la capsule et son contenu après étuvage à 105 C°.

Le résidu sec à 105 C° exprimé en milligramme par litre.

### II.1.6 L'oxygène dissous :

L'oxygène dissous dans l'eau est fait la quantité d'oxygène gazeux dans l'eau. L'oxygène pénètre dans l'eau par absorption directe de l'atmosphère, comme déchet de la photosynthèse des plantes. Sa mesure est réalisée à l'aide d'un oxymétrie.

### **Mode opératoire**

Une fois l'électrode soigneusement stabilisée et calibrée, la mesure doit être effectuée comme suit :

- Place l'électrode dans l'échantillon d'eau analysé, la sonde de température doit être émergée.
- Agité correctement l'échantillon ou remuer l'électrode dans l'échantillon afin de retirer toute bulle d'air de la membrane.
- Résultat de mesure s'affiche lorsque la valeur de mesure stabilisée.
- note la valeur de l'oxygène dissous de l'eau analysée.

### **Expression des résultats**

Le résultat est donné en concentration milligramme par litre.

## **II.2 Paramètre chimique :**

### **II.2.1 Détermination des anions :**

Par analyse en flux de détection spectrométrique.

#### **Appareillage :**

Dispositif d'analyse à flux continu, composé de :

- Echantillonneur automatique
- Module de réaction chimique
- Colorimètre à absorption moléculaire
- Ordinateur

### **II.2.1. Chlorures $Cl^-$ :**

L'eau contient presque toujours des chlorures, mais en proportion très variable. La teneur en chlorures des eaux extrêmement variées est liée principalement à la nature des terrains traversés.

### **Mode opératoire**

• Introduire 100 ml de l'eau analysé dans une fiole jugée de 250ml, placé sur un fond blanc.

• Ajouté 1 ml d'indicateur de chromate de potassium et titré la solution par addition goutte à goutte de solution de nitrate d'Argent jusqu'à ce que la solution prenne une couleur rougeâtre.

• Après addition d'une goutte de solution de Chlorure de Sodium cette coloration doit disparaître

### **Expression des résultats**

La concentration en chlorure est exprimée en milligrammes par litre.

#### **II.2.1.2 Sulfate $\text{SO}_4$ :**

Les eaux naturelle contient pratiquement toujours en sulfates, La teneur en sulfate dans l'eau liée au compose alcalin de la minéralisation.

### **Réactif :**

- Solution de chlorure de baryum
- Solution stabilisante

### **Mode opératoire**

▪ Ajouté 100 ml de l'eau analysé un bécher de 250ml.

▪ Ajouté 5 ml de la solution stabilisante et agité énergiquement pendant 1 min.

▪ Ajouté 2 ml de la solution de bichlorure de baryum ( $\text{BaCl}_2$ ) et couvrir le bécher.

▪ Après agitation pendant 1 minute.

▪ Effectué la lecture à laide d'un spectromètre UV visible.

### **Expression des résultats**

Les résultats sont obtenus directement à partir du logiciel d'analyse

Ils sont exprimés en milligrammes par litre.

### **II.2.1.3 Nitrate $\text{NO}_3^-$ et Nitrite $\text{NO}_2^-$ :**

Le nitrate et le nitrite présents dans le sol, dans les eaux superficielles et souterraines résultent de la décomposition naturelle. Les analyses des ions  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  se font sur le même appareil qui présente le même composant à part quelque différence.

#### **II.2.1.3.A NITRATE $\text{NO}_3^-$ :**

##### **Mode opératoire**

- Ajouter 10 ml d'eau à analyser dans un bécher.
- Ajouter 3 gouttes de la solution d'hydroxyde de sodium à 30%.
- Ajouter 1 ml de solution de salicylate de sodium à 0.5.
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75-88°C.
- Prendre le résidu avec 2 ml d'acide sulfurique concentré.
- Laisser reposer 10 minutes et Ajouter 15 ml d'eau distillée.
- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium.
- Faire la lecture au spectromètre UV-visible.

#### **II.2.1.3.B Nitrite $\text{NO}_2^-$ :**

##### **Mode opératoire**

- Ajouter 50 ml d'eau analysé
- Ajouter 1 ml du réactif mixte (et attendre au moins 20 minutes)
- L'apparition de la coloration rose indique la présence des  $\text{NO}_2^-$
- Effectuer la lecture à l'aide d'un spectromètre.

##### **Expression des résultats**

Les résultats sont obtenus directement à partir du logiciel d'analyse

Ils sont exprimés en milligrammes par litre.

#### **II.2.1.4 Ammonium $\text{NH}_4^+$ :**

L'ammonium dans l'eau c'est un produit de dégradation incomplet de la matière organique. C'est un excellent indicateur de pollution de l'eau.

### **Mode opératoire**

- Ajouter 40 ml d'eau à analyser dans un bécher.
- Ajouter 4 ml du réactif coloré homogénéisé.
- Puis ajouter 4 ml du réactif de Dichloroisocyanurate de sodium, et homogénéiser.
- Après au moins 60 min, attendre le développement de la couleur.
- Effectuer la mesure spectrophotométrique.

### **Expression des résultats**

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre en mg/l d'ammonium.

#### **II.2.1.5 Phosphate PO<sub>4</sub> :**

Le phosphate introduit dans les écosystèmes par érosion hydrique et lessivage, leur teneur dans les eaux naturelle liée aux caractéristiques des terrains traversés et la décomposition des matières organique.

### **Mode opératoire**

- Introduire 40 ml d'échantillon dans une fiole jaugée de 50 ml,
- Ajouter 1 ml d'acide ascorbique et 2 ml de réactif mélange
- Laisser 30 minutes.
- Effectuer la lecture a l'aide d'une spectrophotométrie.

### **Expression des résultats :**

Le résultat est donne directement en mg /l

#### **II .2.2 Détermination des cations :**

##### **II.2.2.1 Calcium Ca<sup>2+</sup> :**

La concentration de calcium dans l'eau dépend du temps de séjour de l'eau dans les formations géologiques.

### **Mode opératoire :**

- Prélever une prise d'essai de 50 ml de l'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de la solution d'hydroxyde 2 N et une pincée d'indicateur (Murexide).

- Bien mélanger le tout.
- Titrer avec la solution d'EDTA, en versant lentement.
- Le virage est atteint lorsque la couleur devient nettement violette
  - La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA.

### **Expression des résultats**

La teneur en calcium exprimée en mg/l.

#### **II.2.2.2 Magnésium $Mg^{2+}$ :**

Le magnésium est un élément existe dans la nature, se retrouvé dans l'eau a l'état dissous, en suspension ou sous forme complexes. Élimination dans l'eau est délicate.

### **Mode opératoire**

- Prendre 50ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2ml de  $NH_4OH$  (pH=10.1)
- Ajouter quelque mg de l'indicateur colore noir trichrome, puis titrer L'EDTA jusqu'au virage de couleur (bleu).

### **Expression des résultats**

$$Mg^{2+} = (V_1 \cdot V_2) \cdot 4,8$$

$Mg^{2+}$  : concentration en magnésium mg/l.

$V_2$  : volume totale de L'EDTA.

$V_1$  : volume nécessaire de L'EDTA pour une concentration donnée.

*Chapitre 3 :*  
*Résultats et Discussion*

[Tapez le titre du document]

---

### **III.1 Analyses physico-chimiques :**

Les paramètres physico-chimiques fournissent des indications sur la qualité de l'eau, Les résultats des analyses physico-chimiques obtenus au cours de cette étude sont détaillés dans le Tableau en annexe I.

#### **III.1.1 paramètres physiques :**

##### **III.1.1.1 Température :**

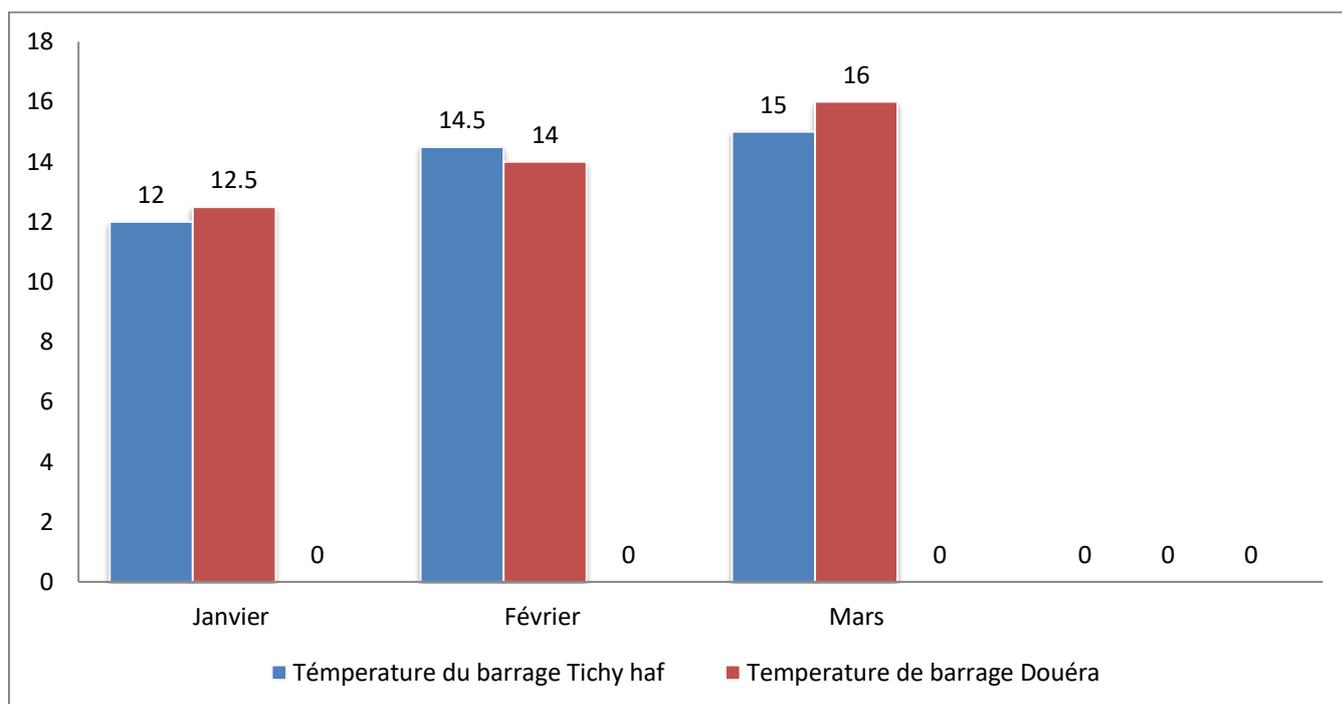
Les valeurs de la température de l'eau des deux barrages Douéra et Tichy-Haf pendant les trois mois d'étude sont présentés dans la figure 07.

La température est un paramètre très important dans n'importe quel écosystème aquatique, car toutes les constantes physico-chimiques sont sous sa dépendance (**BONTOUX, 1993**).

D'après la figure 07 nous remarquons que la température des eaux des deux barrages augmente progressivement avec un minimum de 12 °C (Tichy-haf) et 12,5 °C (Douéra ) enregistré au mois de Janvier, et un maximum de 15 °C (Tichy-haf) et 16 °C enregistré au mois de Mars .

➤ Globalement, les plans d'eau subissent des variations de température normale, au gré des fluctuations climatiques. Ces variations se produisent lors des cycles saisonniers, mais s'observent également à l'échelle de la journée. (**CELLAMARE, 2009**). L'augmentation de la température favorise le développement des micro-organismes donc consommation de l'oxygène et par conséquent la réduction de la teneur en oxygène dissous (**JACQUES.2006**).

La température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air (**Rodier et al., 2005**).



**Figure 07:** variation de la température de l'eau dans le barrage de Tichy-Haf (Bejaïa) et Douéra (Alger).

### III.1.1.2 Potentiel d'hydrogène (pH) :

#### ✚ Pour le barrage Tichy-Haf :

Le pH durant la période d'étude, les faibles valeurs sont enregistrées en mois de janvier (pH =7.72), qui peuvent s'expliquer par la dilution des eaux du barrage par les précipitations, par contre l'augmentation du pH (7.91 à 8) durant le mois de février et mars serait due à l'activité des micro-organismes notamment du phytoplancton qui conduit à la consommation d'oxygène et à l'augmentation du taux du CO<sub>2</sub>.

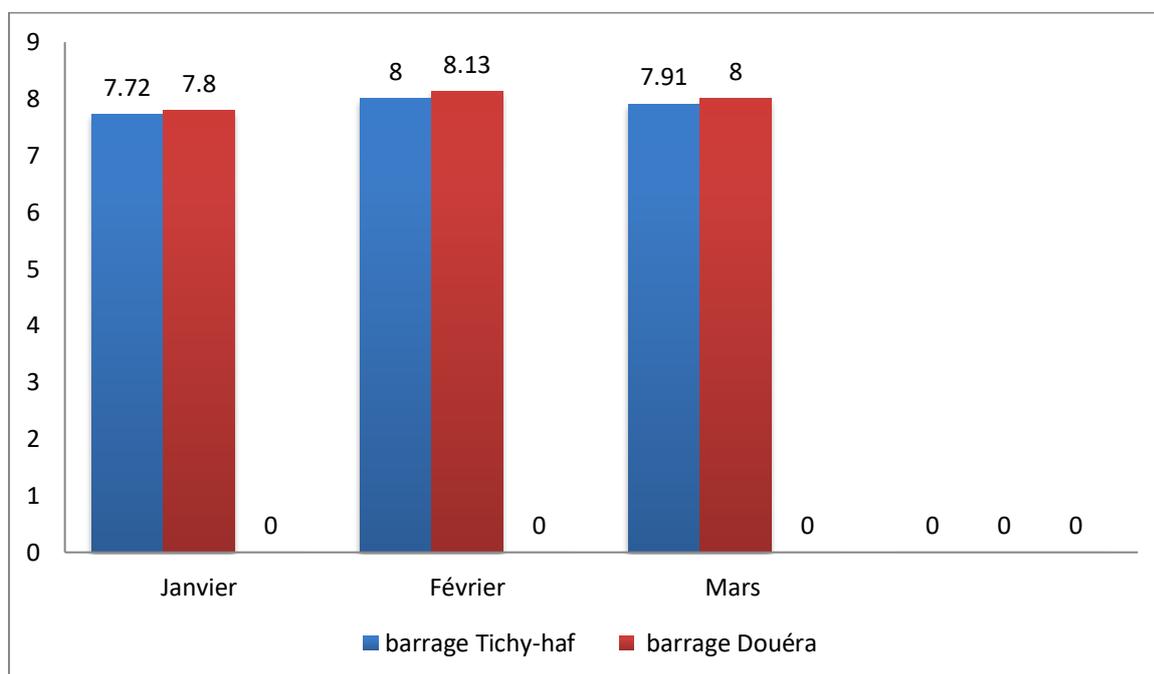
#### ✚ Pour le barrage de Douéra :

Les valeurs sont au voisinage de la neutralité dans le mois de Janvier avec un caractère plus ou moins alcalin durant les deux mois Février et Mars.

La Figure 08, montre la variation de pH en fonction de temps, les valeurs varient l'égerment, nous expliqués également ces variations par influences des eaux de ruissèlement chargées de différentes matières. Le pH moyen (pH=7,97) de barrage Douéra est neutre à légèrement alcalin, c'est à cause de l'influence de la nature géologique du bassin versant sur la composition chimique des eaux.

➤ Le pH représente une notion importante de la détermination de l'agressivité de l'eau et de la précipitation des éléments dissous. Il influence la plupart des processus chimiques et biologiques des écosystèmes aquatiques. **(Rodier, 2009)**

Les résultats obtenus montrent que l'eau du barrage de Douéra et Tichy-Haf est de bonne qualité avec une tendance alcaline. Cette dernière pourrait avoir une relation avec la nature pétrographique à dominance calcaire des terrains traversés **(Tifnouti A.1993)**.



**Figure 08:** Variation des moyennes mensuelles du pH dans de l'eau des barrages Tichy-Haf.et Douéra.

### III.1.1.3 Turbidité :

#### 🚧 Barrage de Tichy-Haf :

D'après la figure 09, la variation des moyenne mensuelle de la turbidité des eaux brutes montre que :

Les valeurs variant entre 2.11 NTU noté au mois de février et 5.66 NTU relevé durant le mois mars, avec une valeur moyenne enregistrée au mois janvier. On remarque un pic

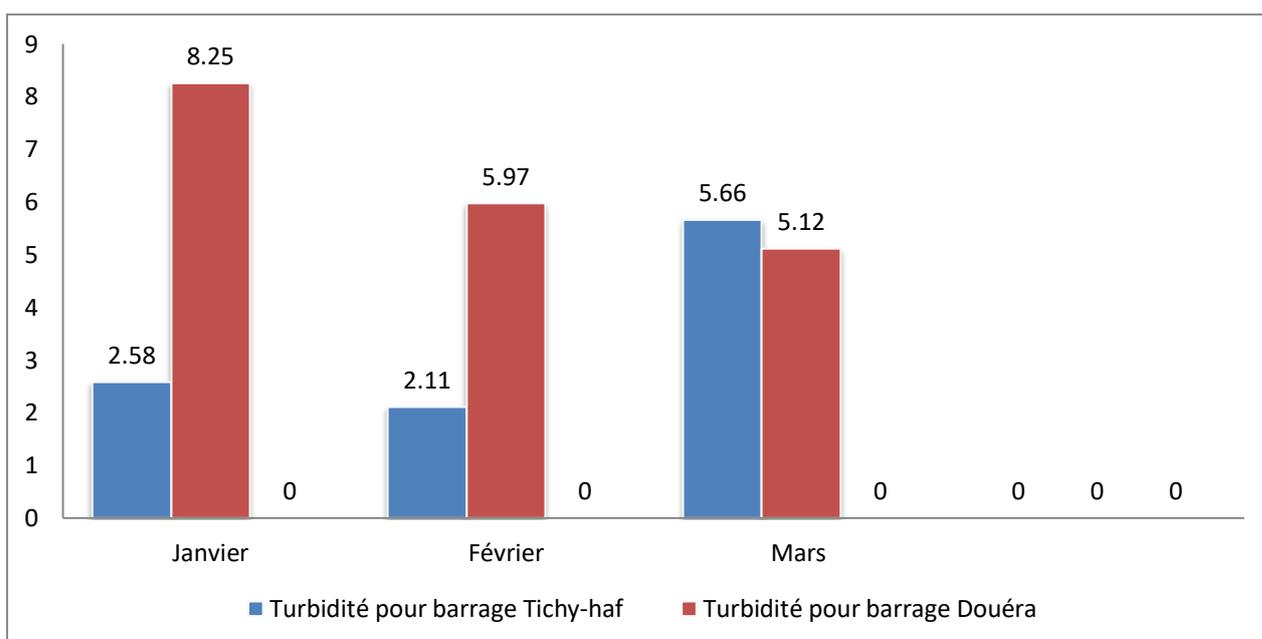
d'augmentation au mois mars. Cette variation de la turbidité est causée généralement par les tempêtes et les vents qui influent sur la stabilité et les mouvements d'eau de barrage.

Nous remarquons un pic d'augmentation au de mois mars qui est causée par les eaux de ruissèlement et une forte précipitation.

### **Barrage de Douéra:**

Les valeurs de turbidité varient entre 8.27NTU en janvier et 5.12 NTU en mars, avec une valeur moyenne 6.60 NTU. On remarque une diminution des valeurs de turbidité causée par la réduction de la quantité de précipitation et diminution de niveau de vent.

Selon **Henry et Beudry (1992)**, la turbidité des eaux brutes dans les mois Janvier et Mars se trouve dans les normes (<5NTU), mais durant le mois de mars (5.66 NTU) légère augmentation de la turbidité.



**Figure 09 :** Variation de la turbidité de l'eau dans les barrages Tichy-Haf et Douéra .

### **III.1.1.4 Conductivité :**

La conductivité est un indicateur des changements des compositions en matériaux et leur concentration global.

### **Barrage de Tichy-haf :**

La conductivité moyenne est de 1.722 ms/cm. La valeur maximale a été enregistrée le mois de mars avec une valeur de 1.751 ms/cm, et la valeur minimale étant de 1.681 ms/cm

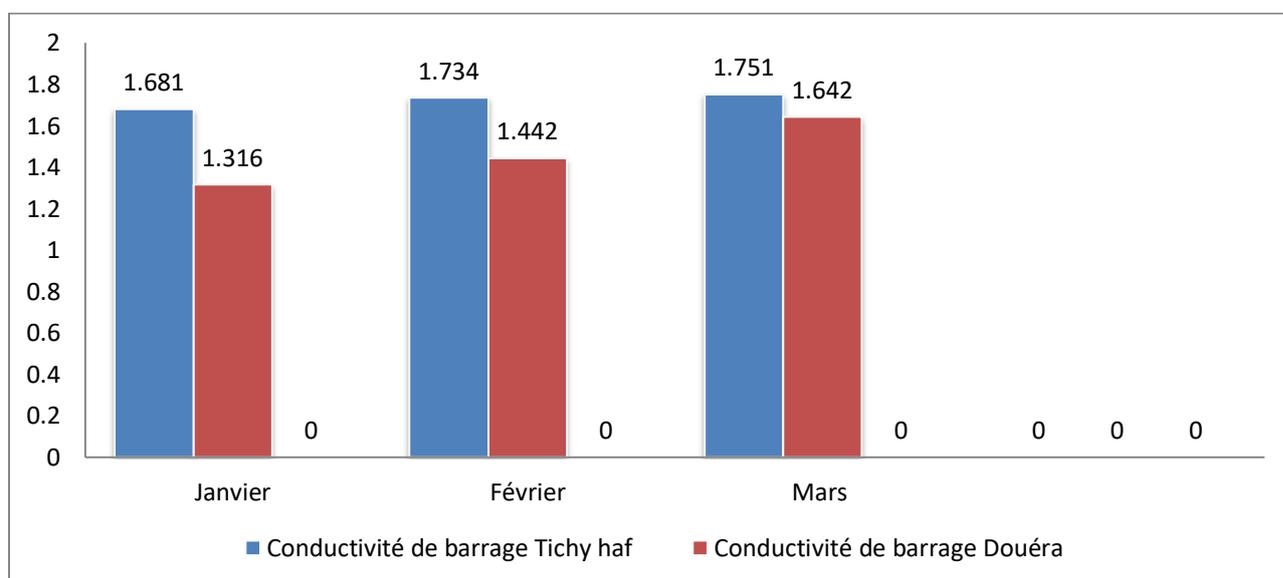
été enregistrée dans le mois de janvier. L'évaluation de la conductivité de l'eau du barrage Tichi-Haf indique que la charge ionique des eaux est moyenne.

L'eau de l'Oued Bouselam et de ses effluents transporte de nombreuses impuretés naturelles y compris des sels ou minéraux dissous dans l'eau.

### ✚Barrage de Douéra :

La conductivité maximale a été observé dans le mois de mars avec une valeur de 1.642 ms/cm, et la valeur minimale de 1.316 ms /cm été enregistrée le mois de janvier.

Les valeurs enregistrées indiquent une minéralisation élevée. La minéralisation importante traduit une forte teneur des cations et anions de cette eau due probablement au drainage du terrain très riche en sels et en gypse.



**Figure 10:** Variation de la conductivité de l'eau dans les barrages Tichy-haf et Douéra

### III.1.1.5 Résidu sec :

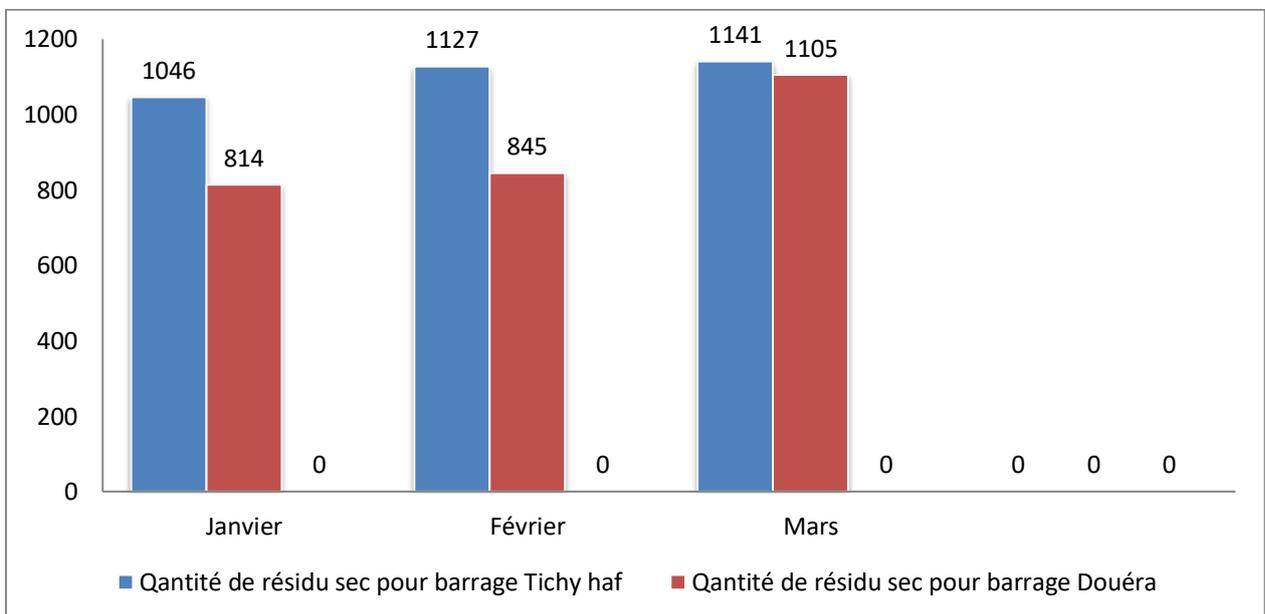
#### ✚ Barrage de Tichy-Haf :

D'après la figure 11, les valeurs des eaux brutes obtenues durant les trois mois de prélèvement varient entre un minimum de 1046 mg/l au mois janvier et un maximum de 1141 mg/l au mois de mars, avec une valeur moyenne notée au mois de février de 1127 mg/l à 105 °C.

**✚ Barrage de Douéra :**

La figure 11, montre une valeur maximale 1105mg /l au mois de mars et une valeur minimale 814mg/l au mois de janvier avec une valeur moyenne 845mg/l observée au mois de février à une température 105°C.

➤ Les résultats, indiquent que l'eau des deux barrages (Tichy-Haf et Douéra) est moyennement minéralisée car la quantité des résidus sec pendant les trois mois est ente 500 et 1500 mg/l. Si le taux de résidus sec est supérieur à 1500 mg/l, il s'agit d'une eau riche en minéraux. Si ce taux est compris entre 500 et 1500 mg /L, l'eau est moyennement minéralisée (O.M.S 1991).



**Figure 11 :** Variation de la quantité du résidu sec de l'eau dans les barrages Tichyhaf et Douéra.

**III.1.1.6 Oxygène dissous :**

**✚ Barrage de Tichy-Haf :**

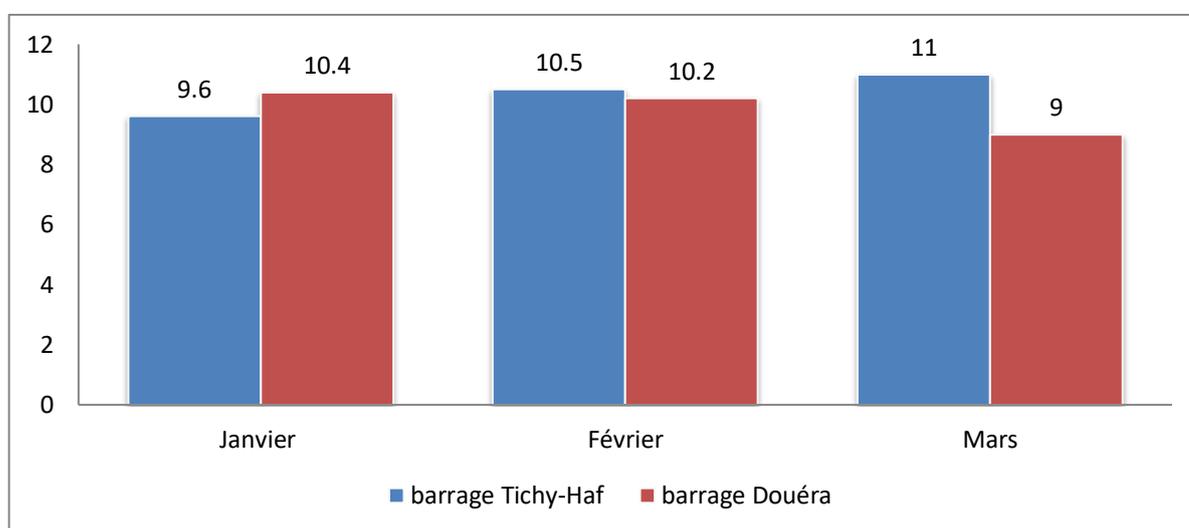
D'après la figure 12, montre que les valeurs de l'oxygène dissous des eaux brutes varient entre une valeur minimale 9.6 mg/l (janvier) et une valeur maximale 11.6 mg/l (mars). Selon les résultats, on indique que le barrage de Tichy-Haf à de bonne oxygénation.

### ✚ Barrage da Douéra :

La figure 12 montre une valeur maximale 10,4 mg /L au mois de janvier et une valeur minimale 9 mg/L au mois de mars.

➤ nous avons noté, une augmentation des teneurs en oxygène dissous dans les mois de mars (Tichy-haf) et de janvier (Douéra) qui peut être liée, selon **NJUNE, (2007)** à des fortes précipitations qui entraînent souvent une légère élévation du taux de saturation en oxygène dissous.

➤ Dans le milieu aquatique l'oxygène dissous a deux origines : la dissolution directe de l'oxygène atmosphérique et la production par les végétaux aquatique (**Schlumberge, 1971 et Leveque, 1996**).



**Figure 12 :** Teneur en oxygène dissous (mg/l) dans l'eau du barrage de Tichy-Haf et Douéra.

### III.1.2 Paramètre chimique

#### III.1.2.1 Nitrates NO<sub>3</sub> :

### ✚ Barrage Tichy-haf :

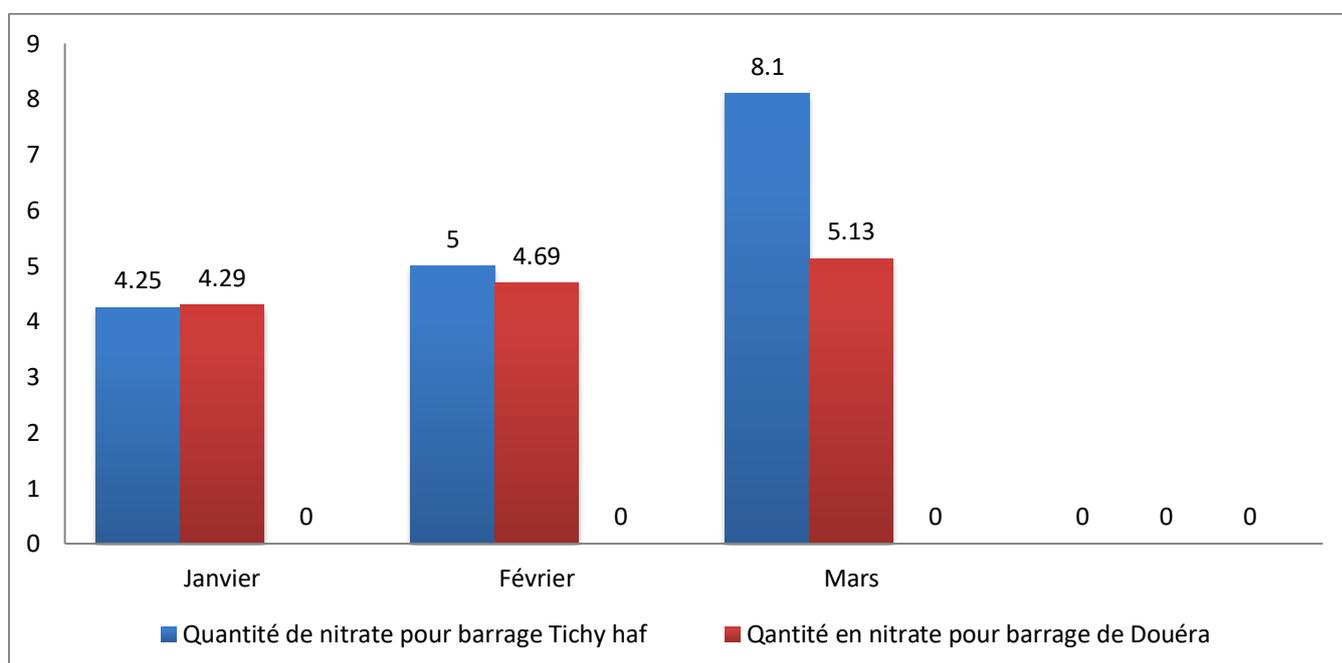
Le suivi des teneurs en nitrates a permis d'obtenir les résultats présentés dans la figure13, les résultats des teneurs en nitrate montrent une légère augmentation, qui oscille entre 4.25 mg/l au mois de janvier et 8.1 au mois mars.

## ✚ Barrage Douéra :

Les résultats des teneurs en nitrates montrent une légère variation entre 4.29 mg/l au mois de janvier et 5.13 mg/l au mois de mars.

➤ L'augmentation des teneurs en nitrates dans les eaux pendant les mois de février et mars par rapport au mois de janvier peut être due au lessivage des fertilisants utilisés dans les sols agricoles situés sur les bords des barrages.

Les nitrates est le stade finale de l'oxydation de l'azote organique. En général, les eaux de surface ne sont pas chargée en nitrates à plus de 10mg /l  $\text{NO}_3^-$ . (Rejsek, 2002).



**Figure 13:** Teneur en nitrates (mg/l) de l'eau dans les barrages de Tichy-Haf et Douéra

## III.1.2.2 Nitrites $\text{NO}_2^-$ :

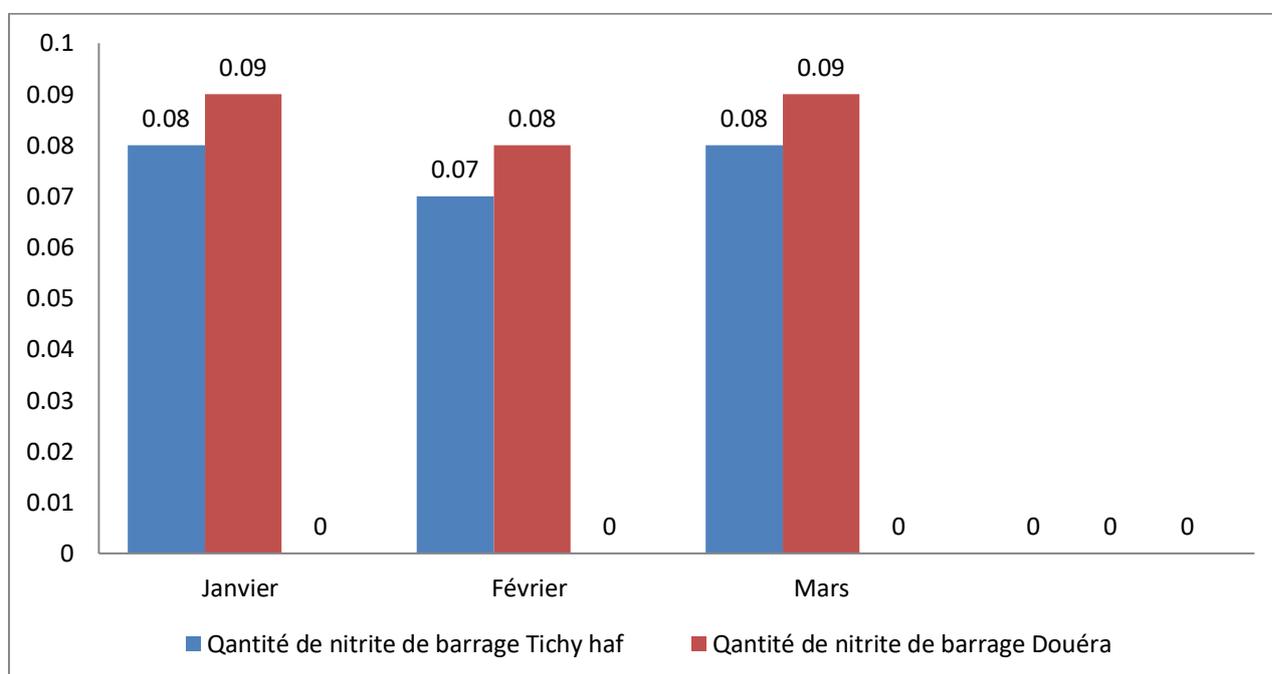
### ✚ Pour les deux barrages (Tichy-Haf et Douéra):

Nous remarquons que les moyennes mensuelles des nitrites des eaux brutes varient entre un minimum de 0.07 mg/l noté au mois de février et un maximum de 0.08 mg/l relevé au mois de janvier et mars. Par ailleurs nos montrent que la teneur en nitrites à Douéra varie autour d'une valeur minimale de 0.08 mg/l en Février et une concentration maximale de 0.09 mg/l enregistré dans les mois de Janvier et Mars.

La figure 14 relève que les teneurs en nitrite brut dans les deux barrages sont relativement faibles et presque stable pendant les trois mois, et conformes aux normes (<0.2 mg/l) (O.M.S, 1991 ; JORA, 2011).

Ces faibles teneurs en sont dues probablement à leur transformation en nitrate par le processus d'oxydation en présence d'une quantité d'oxygène suffisante. Ces teneurs sont peut-être dues à l'accès libre des ovins et des bovins à la prairie qui entoure les deux barrages Tichy-haf et Douéra.

Selon CORNAZ (2004), les nitrites sont présents souvent en faible teneur dans les eaux naturelles.



**Figure 14:** Teneur en nitrites (mg/l) de l'eau dans les barrages Tichy-Haf et Douéra

### III.1.2.3 Sulfates $SO_4$ :

#### ✚ Barrage de Tichy-Haf :

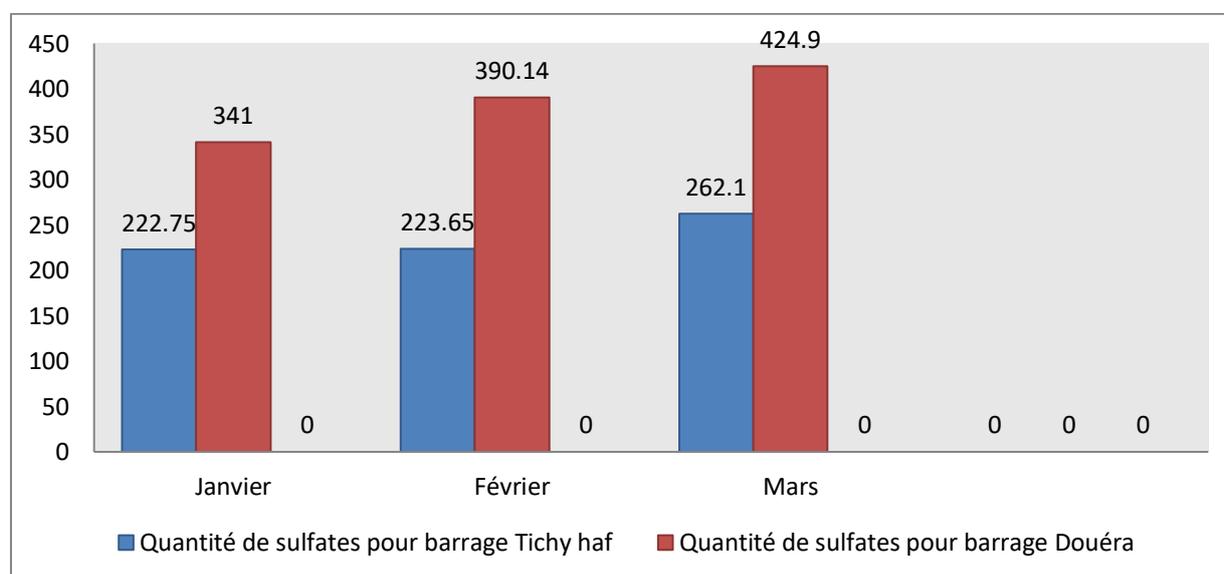
D'après la figure 15, les valeurs mensuelles des eaux brute obtenues durant les trois mois de prélèvement varient entre un minimum de 341 mg/l au mois de janvier et un maximum de 424.9 mg/l au mois mars, avec une valeur moyenne 390.14 mg/l. ces valeurs dans les normes, car la norme de qualité des eaux de surface est de 400mg/l (JORA, 2011).

### ✚ Barrage de Douéra :

La teneur en sulfate dans l'eau montre une augmentation progressive pendant la période d'étude. On remarque une valeur maximale dans le mois de mars fort teneur dans 262.1mg/l et une minimale valeur 222,75 mg/L dans le mois de janvier.

- Les fortes teneurs peuvent être due aux activités agricole et des lâchées des eaux des barrages pour l'irrigation du périmètre en aval.

Selon **CORNAZ. A (2004)**, le sulfate n'est pas généralement considéré comme minérale majeur à l'eutrophisation.



**Figure 15 :** Variation temporelle de sulfates (mg/l) dans les barrages Tichy-haf et Douéra.

### III.1.2.4 Phosphates $PO_4$ :

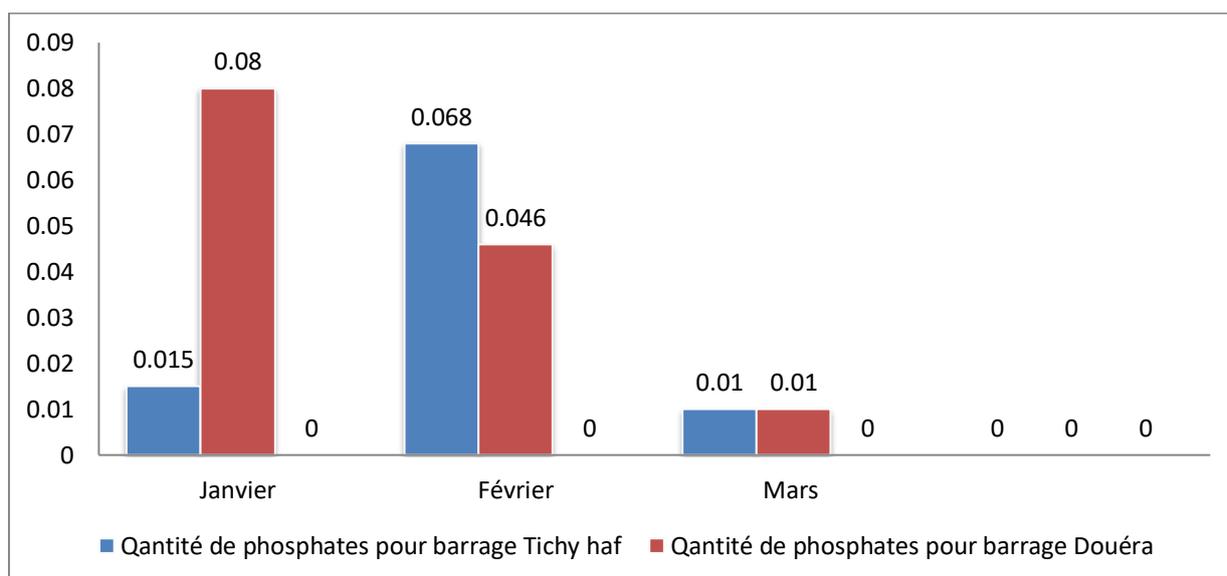
#### ✚ Barrage de Tichy-Haf :

Durant la période d'étude, la charge de phosphate dans l'eau varie entre 0.01 et 0.06 mg/l. La valeur maximale est enregistrée au mois de février de 0.068 mg/l et la valeur minimale est notée aux mois de janvier et mars de 0.01mg/l. Généralement, les teneurs en phosphates dans l'eau du barrage de Tichy-Haf sont largement inférieure (état de trace) à la norme de 0.5 mg/l pendant les trois mois, ce qui indique une bonne qualité de l'eau selon **ANRH, 2021**.

### ✚ Barrage de Douéra :

Durant la période d'étude, nous avons remarqué que la charge totale en phosphates varie entre un maximale 0,08 mg/L au mois de janvier et un minimale de 0.01mg/l enregistré au mois de mars, ce si peut être explique que les ions de phosphates sont susceptibles d'être absorbé par les sédiments.

➤ Selon **Henry et Beudry (1984)**, le phosphore peut être d'origine organique ou minérale : le plus souvent leur teneur dans les eaux naturelles résulte de leur utilisation en agriculture, de leur emploi comme additif dans les détergents. Les phosphates font partie des anions facilement fixées par le sol, leur présence naturelle dans l'eau est liée aux caractéristiques des terrains traversés.



**Figure 16:** Teneur en phosphates (mg/l) dans l'eau du barrage de Tichy-Haf et Douéra.

### III.1.2.5 Ammonium $\text{NH}_4^+$ :

#### ✚ Barrage de Tichy-Haf:

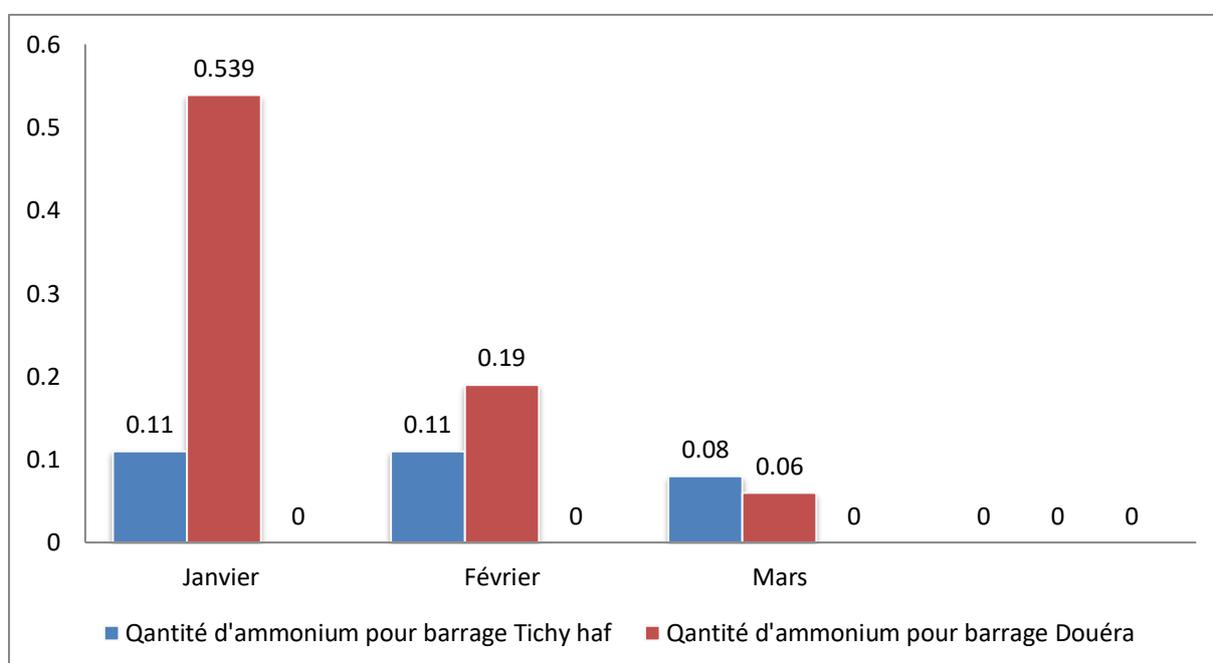
D'après les résultats, nous remarquons que la variation des moyennes mensuelles d'ammonium des eaux de barrage est presque égale, une valeur moyenne minimale de 0.08 mg/l notée au mois janvier et mars avec une valeur maximale relevée au mois de février 0.11 mg/l. Ces valeurs sont inférieures à 0.5 mg/l, norme exigée par **JORA, 2011**.

### ✚ Barrage de Douéra :

Les résultats des teneurs en ammoniums varient entre un valeur maximale 539 mg/L enregistré au mois de janvier et un minimum de 0,06 mg/L dans le mois de mars.

➤ Cette présence de l'ammonium pourrait avoir une origine humaine, avec les rejets d'excréments d'animaux, l'utilisation massive des engrais usées non ou peu épurées et c'est pourquoi il considéré un signe de contamination de l'eau (**REJSEK, 2002**).

➤ La teneur en ammonium, dans les eaux naturelles devrait être relativement faible puisque l'ammonium est oxydé graduellement en nitrite justifiant la diminution dans les eaux (**Henry et Beaudry, 1992**).



**Figure17:** Variation de l'ammonium (mg/l) dans l'eau des barrages de Tichy-Haf et Douéra.

### III.2.6 Chlorure CL:

#### ✚ Barrage de Tichy-Haf :

Nous remarquons que les valeurs des moyennes mensuelles des chlorures des eaux brutes du barrage varient d'un mois à l'autre et augmentent progressivement durant le mois Février 162.21mg/l, Mars 181.2 mg/l puis diminue aux de janvier 162.21 mg/l.

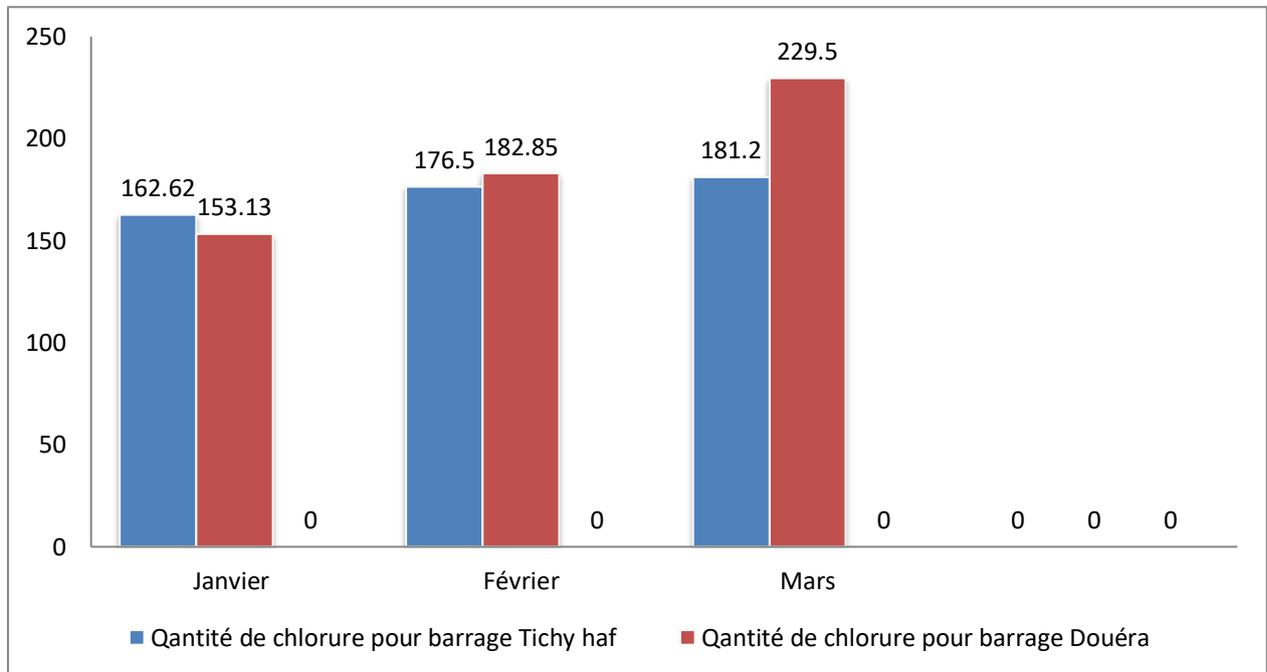
**✚ Barrage de Douéra :**

Nous remarquons que les valeurs des moyennes mensuelles des chlorures des eaux de Douéra durant les trois mois variant entre 153.13 mg/l (janvier) et 229.5mg/l (mars).

- Les concentrations des eaux brutes en chlorures ne dépasse pas l'intervalle des normes recommandées (<500mg/l), (O.M.S, 1991 ; JORA, 2011).

Selon **Henry et Beaudry (1992)**. La pollution apporte aux eaux de surface des quantités appréciables de chlorure, les excréctions humaines en particulier l'urine est riche en chlorure.

Selon **Dégrmont (1978)**. Une présence excessive de chlorure dans l'eau favorise une corrosion.



**Figure 18 :** Variation de chlorures (mg/l) dans l'eau des barrages de Tichy-Hafet Douéra.

**III.2.7 Calcium:**

**✚ Barrage de Tichy-Haf :**

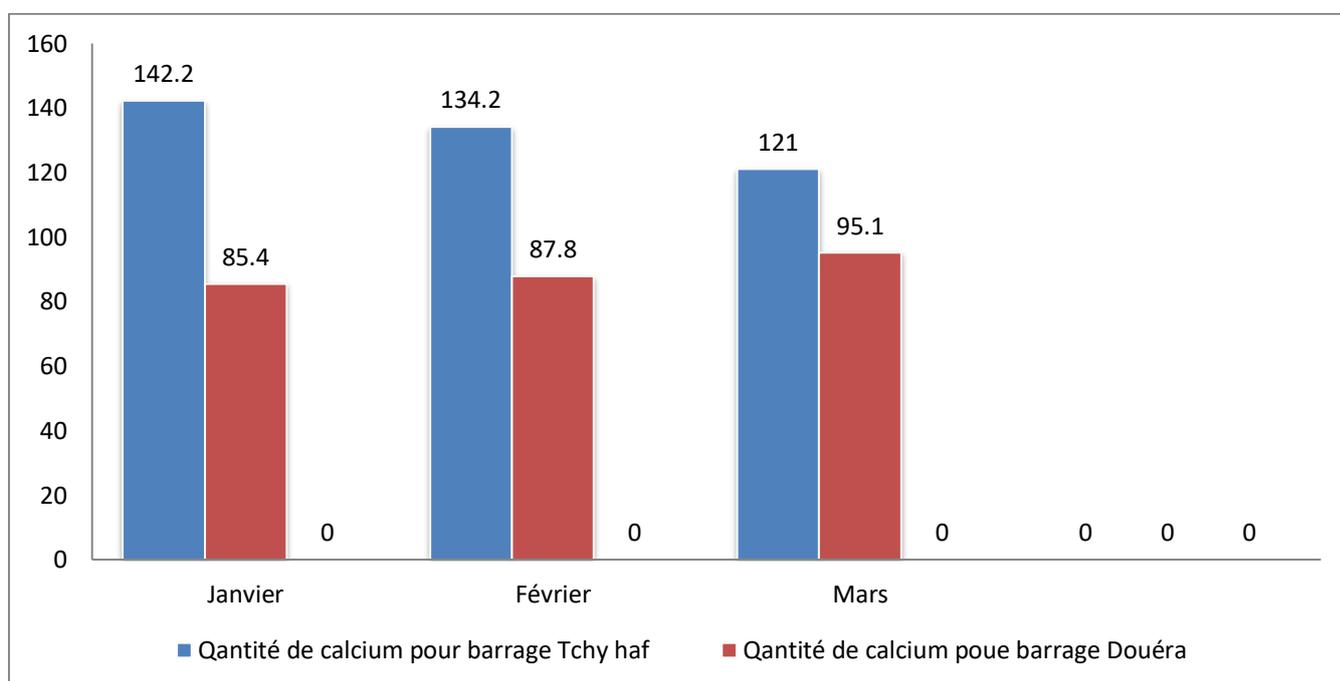
D'après la figure 19, nous avons notée que la variation moyenne mensuelle de calcium des eaux brutes varie entre 121mg/l enregistré dans le mois de mars et une valeur maximum aux mois de janvier 142.2 mg/l, on remarque un pic d'augmentation.

### ✚ Barrage de Douéra :

Nous remarquons que les teneurs en calcium pour les eaux de barrage varient entre 85.4mg/l (janvier) et 95.1 mg/l (en mars) avec une valeur moyenne notée en Février (87.8 mg/l). On observe un pic d'augmentation au mois de mars.

- Les taux relatifs en calcium sont conformes aux normes algériennes.

Selon **Degrément (1978)**, les eaux chargées de calcium sont dures et celles qui sont faiblement chargées sont douces. Les eaux qui dépassent 200 mg/l de calcium présentent de sérieux inconvénients pour les usages domestiques.



**Figure 19:** Variation de calcium de l'eau dans les barrages de Tichy-haf et Douéra .

### III.2.8 Magnésium :

#### ✚ Barrage de Tichy-Haf :

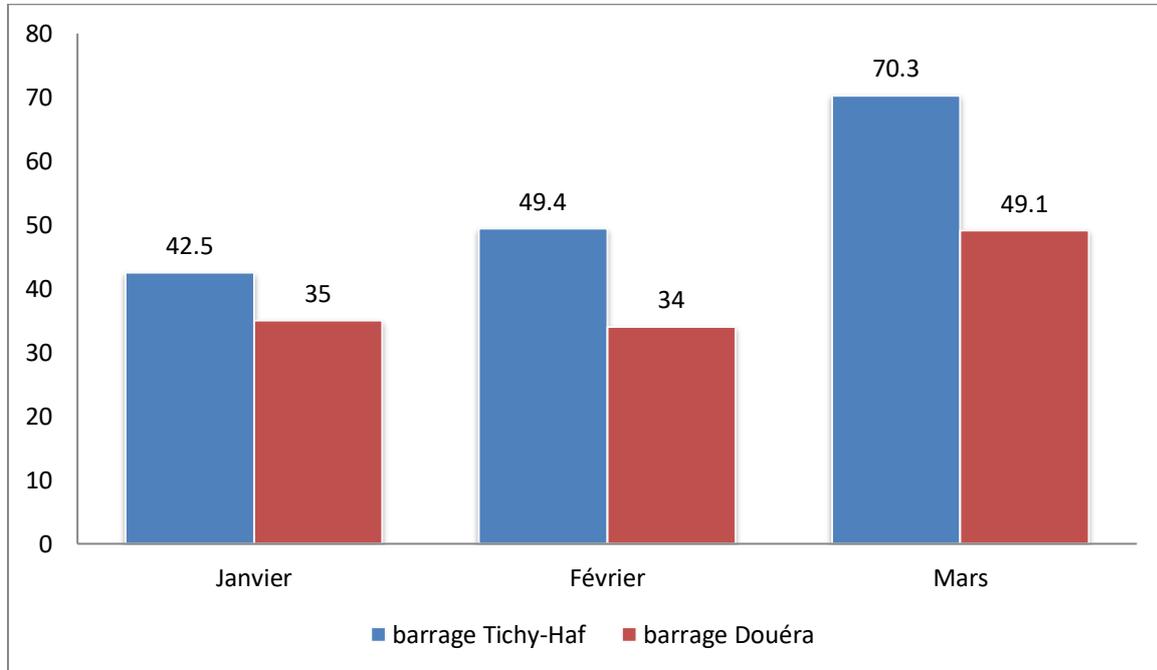
A partir de la figure 20, les teneurs moyennes mensuelles du magnésium des eaux brutes oscillent entre 42.5 mg /l (Janvier) et 70.3 mg/l (Mars). nous remarquons un pic d'augmentation au mois de mars avec une valeur de 70.3 mg/l.

#### ✚ Barrage de Douéra :

D'après la figure 20, nous avons noté que la variation des moyennes mensuelles de magnésium des eaux de barrage varie entre 35 mg/l (Janvier) et 49.1 mg/l (Mars).

- Les concentrations des eaux brutes en Magnésium répondant aux normes recommandées (inférieure à 150 mg/L) (**JORA, 2011**).

Selon **Gaujous, 1995**. La concentration du  $Mg^{2+}$  dans les eaux douces est inférieure à celle du calcium, ce qui est le cas dans les eaux des barrages de Tichy-Haf et Douéra.



**Figure 20:** Variation de la teneur en magnésium dans l'eau des barrages Tichy-Haf et Douéra.

# *Conclusion*

Dans notre étude, les analyses réalisées au niveau de laboratoire « A.N.R.H » ont révélé que les paramètres physicochimiques de deux écosystèmes lacustres dans les eaux Tichy-haf et Douéra que la température d'eau est de 15 et 16°C respectivement.

Le pH de ces eaux est voisin de la neutralité (7,91 et 8,13) ; ces caractérisent aussi par une bonne oxygénation (11,6 et 10,4 mg/L). Les teneurs en nitrate, nitrite et chlorure dans les normes, par contre les teneurs en calcium et magnésium sont faibles. Concernant la turbidité, elle est trop élevée dans les eaux du barrage Douéra (8,25 NTU) et acceptable dans l'eau de Tichy haf (5,66 NTU contre la norme qui est inférieure à 5 NTU).

Ces résultats, nous ont permis de déduire que la qualité de l'eau du barrage Tichy-haf est très bonne par rapport à celle du barrage de Douéra.

A l'issue de cette étude, il nous est apparu utile de suggérer quelques recommandations en vue de l'amélioration de la qualité des eaux des deux écosystèmes, à savoir :

- Un suivi régulier des paramètres physico-chimiques de l'eau est imposé sur une durée plus importante, afin de constituer une base de données de ces sites précieux ;

- Un contrôle des déversements des déchets urbains et agricoles dans les oueds alimentant ces barrages tout en plaçant des stations d'épurations des eaux usées à proximité des sources de pollution ;

- Assurer la protection et la conservation des barrages pour protéger l'eau ;

- Réalisation des stations d'épurations des eaux d'assainissement en l'amont de chaque barrage, afin d'éliminer la contamination des eaux de ce dernier.

**Tableau de comparaison les résultats des deux barrages :**

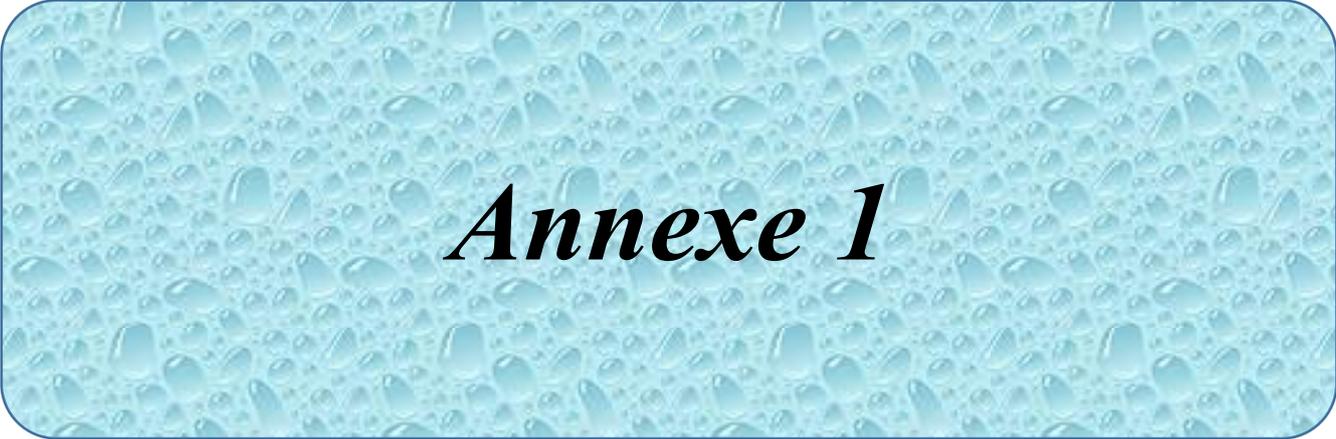
éléments	Janvier 18 /01/2021		Février 25/02/2021		Mars 23/03/2021	
	Douéra	Tichy haf	Douéra	Tichy haf	Douéra	Tichy haf
<b>Les barrages</b>	Douéra	Tichy haf	Douéra	Tichy haf	Douéra	Tichy haf
<b>Température °C</b>	12 .5	12	14	14.5	16	15
<b>PH</b>	7.8	7.72	8.13	8	8	7.91
<b>Turbidité(NTU)</b>	<b>8.25</b>	2.58	5.97	2.11	5.12	5.66
<b>Conductivité (ms /cm)</b>	1.316	1.681	1.442	1.734	1.642	1.751
<b>Résidu sec (mg/l)</b>	814	1046	845	1127	1105	1141
<b>O<sub>2</sub> dissous (mg/l)</b>	10.4	9.6	10.2	10.5	9	11.6
<b>Nitrate (mg/l)</b>	4.29	4.25	4.69	5	5.13	8.1
<b>Nitrite (mg/l)</b>	0.09	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08
<b>Sulfates (mg/l)</b>	222.75	341	223.65	390.14	262.1	424.9
<b>Phosphates (mg/l)</b>	0.08	0.015	0.046	0.068	0.01	0.01
<b>Ammonium (mg/l)</b>	0.539	0.11	0.19	0.11	0.06	0.08
<b>Chlorurer (mg/l)</b>	153.13	162.62	182.85	176.5	229.5	181.2
<b>Calcium (mg /l)</b>	85.4	142.2	87.8	134.3	95.1	121
<b>Magnésium (mg/l)</b>	35	42.5	34	49.2	49.1	70.3

# *Références bibliographiques*

- Agence Nationale des Resource Hydraulique (**ANRH**).
- Agence Nationale des Barrages et de Transfère(**ANBT**).
- **Arrignon J. 1998**. Aménagement piscicole des eaux douces. 5e édition. Paris Lavoisier. Tec. Doc.
- **Aouchiche M., Salhi M.2013**. les algues et la qualité de l'eau du barrage Tichy-Haf (Bejaia).p 19.
- **Aminot, 1983**. Dosage de la chlophyllé et des phéopigments par spectrophotométrie (Lorenzen). Manuel des analyses chimiques en milieux marin : pp72-143.
- **Arab, A. 1989**. Etude des peuplements d'invertébrés et des poissons appliquée à l'évaluation de la qualité des eaux et des ressources piscicoles des Oueds mouzaia et chiffa. Thèse magister U.S.T.H.B : 173p.
- **Aminot A, Chausspeed M : Manuel des analyses chimiques en milieu marin, édition Paris, 1983. P395.**
- **Boutoux, 1993**. Introduction à l'étude des eaux douces. Edition Cebedoc.382p
- **Benaabidet, 2000**. Caractérisation hydrologique du bassin versant de Sebou : hydrogéologie, qualité des eaux et géochimie des eaux thermales. Thèse Doc. Es-sc., F.S.T. Fès. p250.
- **Berne H et Lery D., 2007**. Principe physiologie. Paris 21p.
- **Bouchiba N, Benmohamed Z, 2020**. Etude et suivi des eaux de barrage de Douéra. P4-5.
- **Benotesmane R., Chebahi F, 2017**. Qualité des eaux de barrage de Douéra (Alger) USDB.
- **CELLAMARE, M. 2009**. Évaluation de l'Etat Ecologique des Plans d'Eau Aquitains à partir des Communautés de Producteurs Primaires. Thèse de doctorat ; pp 55-119.
- **Cornaz A. 2004**. Evaluation de statu trophique d'un canal de drainage sous l'impact des pollutions d'origine diffuses et ponctuelle. Page 10-19.
- **Daniel et al. 2005**. Mémoire technique de l'eau (tom 1).
- **Dégremont, 2005. Bliaret et erraud, 2001**. Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologiques eaux brutes et traitées au niveau des stations de traitement de Sidi Amar et Mazafran .mémoire de master. Université de Blida 1.P3.
- **Dumont, 2008**. -Apports de la modélisation des interactions pour une compréhension fonctionnement d'un écosystème Thèse doctorat, université Montpellier II. p 228.

- **Dégremont T. 1998.** mémoire technique de l'eau, 8eme édition. Lavoisier France, p 36- 643.
- **Gaujous. 1995.** La pollution des milieux aquatique. Aide-mémoire 2éme édition, Paris .271p.
- **Grosclaude ,1999.** L'eau milieu naturel et maîtrise. Tome I. p 20.
- **Henry M.et Beaudry J., 1992.**Chimie des eaux, édition le griffon ; canada. PP 71-105.
- **Henry M.et Beaudry J., 1992.**Chimie des eaux, édition le griffon ; canada. Pp 103-106-130-136-153—157-258-264.
- **Henry M.et Beaudry J., 1984.**Chimie des eaux édition le griffon d'argile ; canada. Pp 96-115-130.
- **JACQUES M, 2006.** Océan et climat, IRD Editions, 222p
- **Journal Officiel de la République Algérienne (JORA), 2011.** Annexe des valeurs limites maximale des paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine, n°18, p 7.
- **Leveque, C. 2001.**De l'écologie à la biosphère. Dunod .paris 502p.
- **Lachevane, J. 1980.** Les manifestations de l'eutrophisation des eaux dans un grand lac profond de Léman, département de biologie végétale. Université de Genève.p15.
- **Ladel M., 2007.** contrôle des paramètres physico-chimique et bactériologique d'une eau de consommation, centre de formation aux matières de l'eau de Tizi-Ouzou, Algérienne des eaux, Algérie, p102.
- **Lepot B., Houeix N., Ghestem J., Coquery M., 2011.**Guide des prescription technique pour la surveillance physico-chimique des milieu aquatique échantillonnage et analyse des eaux et des sédiment en milieu continentale, p116.
- **Metayer, 2004. Saint-Laurent, 1984. Boisléve, 2010. Namkung et Rittmann, 1987 :** Apporte de la télédétection et des SiG pour le suivi de la qualité physico-chimique des eaux de barrage de Telesdit dans la wilaya de Bouira. Mémoire de master, université de Bouira p3.
- **Maurel A. (2006).** Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtre et autre procédés non conventionnelle d'approvisionnement en eau douce .2<sup>ème</sup> édition. Paris : TEC DOC. 286p.

- **NJUNE T.; 2007.** Peuplement phytoplancton que et qualité des eaux en milieu lacustre anthropisé : cas le lac municipale de Yaoundé (Cameroun). Laboratoire de biologie générale, universit2 de Yaoundé I.38p.
- **O.M.S, 1991.** Détracter pour l'eau potable et assainissement suburbain.
- **Rodier J., 1996-Analyse de l'eau :** eaux naturelle, résiduaires et de mer .8<sup>ème</sup> édition.DUNOD. Aris, 25-1085.
- **REJSEK F. 2002.** Analyse des eaux. Aspect réglementaire et technique. Ed. CRDP Aquitaine. 360p.
- **Rodier J. 2009.** L'analyse de l'eau : Eau naturelle, eaux résiduaire, eau de mer, 9ème édition, Dunod, Paris.
- **Rodier, J., Bazin, C., Boutin, J .P., Chambon, P., Champsaur, H., Rodi, L. 1996.** L'analyse de l'eau : eaux naturelles résiduaires et eau de mer. 8<sup>ème</sup> édition. Dunod, paris. 1383p.
- **Rodier J., Bazin C., Chambon P., BroutinF G-P., Chamsaur H et Rodi L., 2005.**L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eauxrésistance, eau de mer. 8eme édition. Paris : DUNOD technique PP 383-782-784-803.
- **Schlumberge O, 1971 et Leveque, 1996.**Mémoire de pisciculture d'étant, 3<sup>ème</sup> édition. Paris. 238p.



# *Annexe 1*

**Résultat des analyses physicochimiques pour les deux barrages :**

 Pour barrage Douéra a Alger :

Éléments	Janvier	Février	Mars
	18/01/21	25/02/21	23/03/21
Température °C	12,5	14	16
PH	7,8	8,13	8
Turbidité NTU	8,25	5,97	5,12
Conductivité ms/cm	1,316	1,442	1,642
Résidu sec à 105°C	814	845	1105
O <sub>2</sub> dissous mg/L	10,4	10,2	9
Nitrate mg/L	4,29	4,69	5,13
Nitrite mg/L	0,09	0,08	0,09
Sulfates mg/L	222,75	223,65	262,1
Phosphates mg/L	0,08	0,046	0,01
Ammonium mg/L	0,539	0,19	0,06
Chlorures mg/l	153,13	182,85	229,5
Calcium mg/L	85,4	87,8	95,1
Magnésium mg/L	35	34	49,1

 Pour barrage Tichy haf a Bejaïa :

Elements	Janvier	Février	Mars
	27/01/21	25/02/21	24/03/21
Température °C	12	14,5	15
PH	7,72	8	7,91
Turbidité NTU	2,58	2,11	5,66

<b>Conductivité ms/cm</b>	1,681	1,734	1,751
<b>Résidu sec à 105°C</b>	1046	1127	1141
<b>O<sub>2</sub> dissous mg/L</b>	9,6	10,5	11,6
<b>Nitrate mg/L</b>	4,25	5	8,1
<b>Nitrite mg/L</b>	0,08	0,07	0,08
<b>Sulfates mg/L</b>	341	390,14	424,9
<b>Phosphates mg/L</b>	0,015	0,068	0,01
<b>Ammonium mg/L</b>	0,11	0,11	0,08
<b>Chlorures mg/l</b>	162,62	176,5	181,2
<b>Calcium mg/L</b>	142,2	134,3	121
<b>Magnésium mg/L</b>	42,5	49,2	70,3

**Matériels pour les analyses physico-chimiques :**

❖ **Matériels pour l'échantillonnage :**

- Bouteille en plastique
- Glacière

❖ **Appareillage :**

- Etuve à 105°C
- Spectrophotomètre
- Conductimètre
- Bain marie
- PH mètre
- Turbidimètre
- Plaque chauffante
- Thermomètre Numérique
- Balance analytique

-Oxymétrie

❖  **Verrerie :**

- Fiole jugée, 100ml, 200 ml, 250 ml
- Erlenmeyer

- Bécher 50ml, 100ml, 250ml

- Pipettes graduées

- Eprouvettes

- Burettes

**Réactifs :**

**Réactifs de nitrite :**

**a) Réactif mixte :**

❖ Amino-4 benzène sulfonamide.....40 g.

❖ Acide orthophosphorique.....100ml.

❖ Eau distillée.....500ml.

❖ N-1 Naphtyl éthylène diamine.....2g.

Compléter le volume à 1000 ml avec de l'eau distillée.

Cette solution est stable pendant un mois si elle est conservée entre 2 et 5°C.

**Réactifs Nitrate**

**a) Solution de Salicylate de Sodium à 0.5% :**

❖ Salicylate de sodium.....0.5 g.

❖ Eau distillée.....100ml.

Préparer cette solution chaque jour au moment de l'emploi.

**b) Solution d'hydroxyde de Sodium à 30% :**

❖ Hydroxyde de sodium.....30 g.

❖ Eau distillée.....100ml.

**c) Solution de tartrate double de sodium et de potassium :**

❖ Hydroxyde de sodium .....400g.

❖ Eau distillée.....1000ml.

❖ Tartrate double de sodium et potassium.....60g.

**d) Acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentré.**

**e) Solution mère de nitrate à 1000 mg/l :**

❖ Nitrate de sodium.....1.37g.

❖ Eau distillée.....1000ml.

**f) Solution fille étalon de nitrate 10 mg/l :**

❖ Solution mère à 1000 mg/l.....10ml.

❖ Eau distillée.....1000ml.

**Réactifs Ammonium:**

**a) Réactif coloré :**

- ❖ Salicylate de sodium.....130g.
- ❖ Citrate trisodique di hydrate.....130g.
- ❖ Nitroprussiate de sodium.....0.97g.
- ❖ Eau distillée. ....1000ml.

Cette solution est conservée dans un flacon en verre brun et est stable au moins deux semaines.

**b) Solution de Dichloroisocyanurate de sodium :**

- ❖ Hydroxyde de sodium .....32g.
- ❖ Dichloroisocyanurate di-hydraté.....2g.
- ❖ Eau distillée.....1000ml.

Cette solution est conservée dans un flacon en verre brun et est stable au moins deux semaines.

**c) Solution mère étalon d'ammonium 100 mg/l :**

- ❖ Chlorure d'ammonium .....0.297g.
- ❖ Eau distillée. ....1000ml.

Cette solution est conservée dans un flacon en verre et est stable au moins un mois.

**d) Solution fille étalon d'ammonium 1 mg/l :**

- ❖ Solution étalon d'ammonium de 100mg/l.....1 ml.
- ❖ Eau distillée.....100ml.

Préparer cette solution le jour de l'emploi. La durée de conservation ne dépasse pas 24h.

**Réactifs de calcium :**

**a) Hydroxyde de sodium, solution 2 N :**

- ❖ Hydroxyde de sodium (NaOH) .....8g.
- ❖ Eau distillée.....100ml.

**b) EDTA, solution titrée 0,01 mol/l :**

- Sécher une portion d'EDTA à 80°C pendant 2 heures (étuve).
- Dissoudre ensuite 3,725 g du sel sec dans de l'eau distillée et diluer à 1000 ml.

**c) Murexide (indicateur).**

Préparer et utiliser cette solution le jour de l'emploi.

**Réactifs chlorures :**

**a) Solution de nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ ) à 0,02 mol/l :**

- ❖ Nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ ).....3.3974g.
- ❖ Eau distillée.....1000ml.

**b) Solution d'indicateur de chromate de potassium ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) à 100 g/l :**

- ❖ Chromate de potassium .....10g.
- ❖ Eau distillée .....100ml.

**Réactifs phosphates :**

**a) Réactif mélange (solution molybdate acide) :**

- ❖ Heptamolybdate d'ammonium tétrahydraté .....13g.
- ❖ Eau distillée.....100ml.
- ❖ Tartrate de potassium et d'antimoine hémihydraté.....0.35g.
- ❖ Eau distillée.....100ml.
- ❖ Acide sulfurique à 9 mol/L.....5ml.

**c) Acide ascorbique, solution,  $\rho = 100$  g/l :**

- ❖ Acide ascorbique (C .....10g.
- ❖ Eau.....100ml.

**Réactifs sulfates :**

**a) Solution stabilisante :**

- ❖ Eau distillée.....100ml.
- ❖ Acide chlorhydrique pur ( $\text{HCl}$  :  $d = 1.19$ ).....60ml.
- ❖ Éthanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ).....200ml.
- ❖ Chlorure de sodium ( $\text{NaCl}$ ).....150g.
- ❖ Glycérol.....100ml.

- Compléter à 1000 ml avec de l'eau distillée.

Cette solution se conserve deux semaines en flacon brun à 4°C.

**b) Solution de chlorure de baryum ( $\text{BaCl}_2$ ) à 0.01N :**

- ❖ Chlorure de baryum ( $\text{BaCl}_2$ ).....150g.
- ❖ Acide chlorhydrique .....5ml.
- ❖ Eau distillée.....1000ml.

Cette solution se conserve deux semaines en flacon brun à 4°C.





## *Annexe 2*