



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur

et de la Recherche Scientifique

Université de Tissemsilt

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme

de Master académique en

Filière : **Biologie**

Spécialité : **Biochimie appliquée**

Présentée par : **CHEROUAG Fatiha**

ZITOUNE Samra

Thème

**Evaluation de la qualité physico-chimique et
bactériologique de l'eau de barrage KodietRosfa
(Tissemsilt)**

Soutenu le : 19/09/2021

Devant le Jury :

LAABAS .S Présidente M.C.B. Univ-Tissemsilt

BEDDAL.A Encadrante M.C.A. Univ-Tissemsilt

SETTI AHMED .K Examinatrice M.A.B. Univ-Tissemsilt

Année universitaire : 2020-2021



Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah tout puissant de nous avoir guidés tout au long de notre vie, qu'il nous a donné courage et patience pour passer tous les moments difficiles, et qu'il nous a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui.

Tout d'abord, nous remercions notre encadreur MmeBEDDALA, Qui a accepté de nous encadrer, pour nous avoir toujours soutenues, conseillée et guidée. Nous remercions également MmeLAABAS .SMmeSETTI AHMED .K qui ont accepté présider ce jury. Et, d'avoir accepté examiner ce travail.

Nos remerciements s'adressent également aux techniciens de laboratoire Algérienne des eaux de la willaya de Tissemsilt pour avoir faciliter la partie expérimentale de ce travail.

Sommaire

Table de matière

Remerciements	
Sommaire	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Résumé	
Introduction.....	01
Synthese bibliographique	
I. Généralité sur l'eau.....	03
I.1. Définition de l'eau.....	03
I.2. L'eau potable.....	03
I. 2.1. Principales sources de l'eau potable.....	03
I.2.1.1.Eaux de surface	03
I.2.1.2. Eaux souterraines	03
I.2.1.3. Eaux de source	04
I.3. Normes de potabilités des eaux	04
I.4. Qualité des eaux	06
I.4.1. Qualité organoleptique des eaux	06
A- Couleur.....	06
B- Odeur	06
C- Goût et saveur	06
D- Turbidité	07
I.4.2. Qualité physico-chimique	07
I.4.2.1. Qualité physique.....	07
A- Température	07
B- Potentiel hydrogène.....	07
C- Conductivité électrique	08
D- Salinité.....	08
E- Dureté totale.....	08
I.4.2.2. Qualité chimique.....	09
A- Chlorures.....	09
B- Calcium	09
C- Sulfates	09
D- Nitrates	09

E-Les Nitrites.....	10
F-Sodium.....	10
I.4.3.Qualité Microbiologique	10
A-Germes totaux.....	10
B-Coliformes totaux	11
C- Coliformes fécaux	11
D-Streptocoques fécaux	11
E- Clostridium sulfito-réducteurs	11
I.5.L'eau et les maladies à transmission hydriques.....	12

Chapitre II

Matériels et méthodes

II.1.Objectif.....	15
II.2.Présentation de la zone d'étude	15
II.3. Matériels et méthodes.....	16
II.3.1.Matériels	16
II.3.2.Méthodes	16
II.3.2.1.Echantillonnage.....	16
II.4.Protocol expérimental.....	17
II.5.Paramètres analysés.....	18
II.5.1. Analyses bactériologiques.....	18
Test confirmatif de la présence des streptocoques fécaux	19
Tests confirmatifs de contamination d'origine fécale de l'eau.....	19
II.5.2.Paramètres physico-chimiques	20
II.5.2.1.pH et température.....	20
II.5.2.2. Mesure de la conductivité électrique, salinité et Taux de sel (TDS).....	20
II.5.2.3.Dosage de l'azote ammoniacal (NH ₄ ⁺).....	20
II.5.2.4.Détermination de la concentration des nitrates (NO ₃ ⁻)	20
II.5.2.5.Détermination de la concentration des ions phosphates (PO ₄ ³⁻).....	21
II.5.2.6. Détermination de la teneur en Calcium (Ca ²⁺) et en Magnésium (Mg ²⁺).....	21
II.5.2.7.Dosage des ions sodium et de potassium	23
II.5.2.8.Dosage des chlorures (Cl ⁻).....	24
II.5.2.9.Dosage des ions HCO ₃ ⁻ (alcalinité).....	25

Chapitre III

Résultats et discussions

III.1.Résultats des analyses bactériologiques.....	28
--	----

III.2. Résultats de l'analyse physico-chimiques.....	30
III.2.1.Température.....	30
III.2.2. pH.....	31
III.2.3.Conductivité.....	32
III.2.4.Turbidité.....	32
III.2.5.Taux de sels (TDS)	33
III.2.6.L'azote ammoniacal $\text{NH}_4^{+\cdot}$	34
III.2.7.Nitrates (NO_3^-)	34
III.2.8.Phosphates (PO_4^{3-})	35
III.2.9.Calcium (Ca^{2+}).....	36
III.2.10.Magnésium (Mg^{2+})	36
III.2.11.Sodium(Na^{2+}).....	37
III.2.12.Potassium (k^+).....	37
III.2.13.Chlorures (Cl^-).....	38
III.2.14.Alcalinité (HCO_3^-).....	39
Conclusion	41
Références bibliographique.	
Annexe	

Liste Des Abréviations

LISTE DES ABREVIATIONS

ADE:Algériennesdeseaux

EDTA:éthylène d'acidediaminetetracétique

N°:numéro

NA:normealgérienne

Nm :nanomètre

NTU:néphaloturbiditéunité

PH : potentiel d hydrogène

T: température

N : nombre de colonies

μS:microsiemens

E.Coli : Escherichia coli

Mg/l : milligramme par litre

TH : Dureté de l'eau

NA : Norme Algérienne

°C: degré Celsius

VF : Viande du foi

TDS : taux de sel

BEA : Bile EsculineAgar

λ : longueur d'onde

J.O.R.A : journal officiel république algérienne

/ : Nombre indéterminé

D.R.H :direction des ressources hydriques

Liste des tableaux

LA LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°	Titre	Pages
1	Normes de potabilité des eaux.	05
2	Classification des eaux selon la conductivité	08
3	Maladies provoqués par les micro-organismes contaminants l'eau	12
4	Aspect macroscopique qui se base sur la couleur des colonies	19
5	Résultats des analyses bactériologiques de l'eau brute et traitée du barrage Kodiet Rosfa compare au Normes Algérienne de potabilité Des eaux de consommation	28

Liste Des Figures

LA LISTE DES FIGURES

Figure	Titre	Page
1	Barrage Kodiet Rosfa (Bni Chaib) (originale)	15
2	Résultat de dénombrement des coliformes totaux de l'eau brut du barrage Kodiat Rosfa « colonies jaune orangés non dénombrables ».	29
3	Résultat de recherche d' <i>Escherichiacoli</i> dans l'eaux brute de barrage Kodiet Rosfa (anneau rouge à la surface de milieu Shubert)	30
4	Température des eaux de barrage KodietRosfa	31
5	ph des eaux de barrage KodietRosfa	31
6	conductivité des eaux de barrage KodietRosfa	32
7	Turbidité des eaux de barrage KodietRosfa	33
8	Taux de sels des eaux de barrage KodietRosfa	33
9	L'azote ammoniacal des eaux de barrage KodietRosfa	34
10	Teneurs en nitrates dans les eaux de barrage KodietRosfa	35
11	Teneurs en phosphate des eaux de barrage	35
12	Teneur en calcium dans les eaux de barrage	36
13	Teneur en magnésium dans les eaux de barrage KodietRosfa	37
14	Teneurs en sodium des eaux de barrage	37
15	Teneurs en potassium des eaux de barrage	38
16	Teneurs en chlorures des eaux de barrage	38
17	L'alcalinité des eaux de barrage KodietRosfa	39

RESUME

L'eau destinée à la consommation humaine nécessite une excellente qualité physico-chimique et microbiologique en répondant aux exigences des normes de potabilité.

L'étude réalisée au cours de ce présent travail consiste à évaluer la qualité de l'eau de barrage KodietRosfa en vérifiant sa potabilité. Pour ce faire, des analyses physico-chimique (Température, pH, conductivité, alcalinité, chlorure, sodium, potassium, calcium, magnésium, phosphate, nitrate, l'azote ammoniacal) et bactériologique (coliformes totaux, *E. coli*, clostridium sulfito-réducteurs et streptocoques fécaux) ont été menées sur des échantillons d'eau brute et traitée collectés le mois Mars et Avril suivies d'une comparaison des résultats obtenus avec la norme algérienne. A partir des résultats obtenus, il a été constaté que malgré l'eau traitée soit de bonne qualité bactériologique (absence des germes indésirables), l'analyse physico-chimique indique une minéralisation élevée comme le montrent les valeurs de conductivité ((2510 et 2480 μ S/cm)), du taux de sels (1237mg/l) et de calcium (214.82 mg/l) qui dépassent les normes de potabilité.

Mots clés : Eau de barrage, qualité, analyse physico-chimique, analyse bactériologique, normes

الملخص

تتطلب مياه الشرب جودة فيزيوكيميائية وبكتريولوجية ممتازة، تهدف هذه الدراسة إلى التحقق من مدى صلاحية مياه سد كدية الرصفة للشرب لأجل ذلك قمنا بمجموعة التحاليل الفيزيوكيميائية (درجة الحرارة، درجة الحموضة، الناقلية، معدل الأملاح، الكلور، الصوديوم، البوتاسيوم، المغنيزيوم، الفوسفات، النترات ونسبة الأزوت)، وبكتريولوجية (Coliformes totaux، *E. coli* و clostridium sulfito-réducteurs و streptocoques fécaux)، على عينات للمياه الخام والمعالجة للسد شهري مارس وأفريل ومقارنتها بالمعايير المضبوطة لمياه الشرب في الجريدة الرسمية للدولة الجزائرية. تبين من خلال النتائج التي تم الحصول عليها أنه على الرغم من أن المياه المعالجة للسد ذات جودة بكتريولوجية جيدة (لا تحتوي على أية جراثيم ممرضة)، فإن التحاليل الفيزيوكيميائية تشير إلى ارتفاع نسبة الأملاح والناقلية والكالسيوم التي تتجاوز معايير مياه الشرب.

الكلمات المفتاحية: مياه السد، الجودة، التحليل الفيزيوكيميائي، التحليل البكتريولوجي، المعايير.

ABSTRACT

Drinking water requires excellent physicochemical and bacteriological quality. This study aims to verify the suitability of the water of the Kodiet Rosfa dam for drinking. For this, we carried out a set of physicochemical analyzes (temperature, pH, conductivity, salt rate, chlorine, sodium, potassium, magnesium, phosphates, nitrates). And the percentage of nitrogen), and bacteriological (Coliformes totaux, *E. coli*, clostridium sulfito-réducteurs and streptocoques fécaux), on samples of raw and treated water of the dam in March and April and comparing them with the exact standards of drinking water in the Official Gazette of the Algerian state.

The results obtained show that although the treated water of the dam is of good bacteriological quality (it does not contain any pathogenic germs), the physicochemical analyzes indicate a high percentage of salts, conductivity and calcium that exceed the standards of drinking water.

Key words: dam water, quality, physicochemical analysis, bacteriological analysis, standards.

Introduction

Introduction

L'eau est la matière la plus importante pour l'existence de l'homme, elle est indispensable pour la survie et le développement de la société. L'importance de l'eau ne cesse pas de croître et l'approvisionnement en eau potable devient de plus en plus difficile en raison de la croissance urbaine et démographique (**Bouزيد et al. ,2012**).

En Algérie, les potentialités naturelles en eau sont estimées à 17 milliards m³ par an dont 12 milliards de m³ se trouvent dans les régions nord. Les ressources souterraines sont estimées à 2 milliards de m³, les ressources superficielles à 10 milliards de m³ et 5 milliards de m³ dans le sud (**Kettab, 2001**). Compte tenu des changements climatiques qui se caractérisent par une baisse de pluviométrie depuis trois décennies et la croissance de la demande en eau qui est multipliée par quatre en quarante ans, l'Algérie est tombée dans une situation de pénurie d'eau (**Kettab, 2001**). Afin de sortir de cette situation, l'Algérie fait recours aux eaux de barrage destinées initialement à l'irrigation afin de faire face au déficit et de répondre aux besoins d'une manière durable. Néanmoins, ces eaux qui sont exposées à plusieurs types de pollution ne peuvent pas être utilisées directement et nécessitent des étapes de traitement pour les rendre potables.

Kodiet Rosfa est un barrage qui alimente plus de 13 communes de la wilaya de Tissemsilt. Le procédé de potabilisation des eaux de ce barrage consiste essentiellement en une clarification (coagulation, floculation et décantation) par injection de sulfate d'alumine suivie d'une filtration sur sable et se termine par désinfection par le chlore (**Station de traitement Kodiet Rosfa**).

L'objectif de ce présent travail est d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux brutes et traitées de ce barrage.

Cette étude comprend trois parties :

- 1-une revue bibliographique sur l'eau, ses propriétés et sur les normes de sa potabilité.
- 2-une partie expérimentale décrivant le matériel et les méthodes d'analyse de différents paramètres de la qualité des eaux.
- 3-une troisième partie qui présente les résultats obtenus ainsi que leur discussion en se référant aux normes algériennes des eaux potables.
- 4-Enfin nous avons terminé par une conclusion.

Synthèse

Bibliographique

I. Généralité sur l'eau

I.1. Définition de l'eau

L'eau appelée aussi Oxyde de dihydrogène, elle est partout présente dans la nature. C'est un composé liquide incolore, inodore, sans saveur, mais avec des propriétés complexes à cause de sa polarisation et sa composition de différents sels minéraux, de pH neutre et c'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants (**Merah .2019**).

I.2. L'eau potable

L'eau est qualifiée potable lorsqu'elle n'est pas susceptible de porter de risque à la santé du consommateur (**Merah,2019**). L'eau potable doit obligatoirement respecter les seuils réglementaires des différents paramètres, divisés en différents groupes: les qualités organoleptiques (odeur, couleur, saveur), les éléments microbiologiques (virus, bactéries), les substances indésirables (nitrate, fluor), toxiques (chrome, plomb), les pesticides ainsi que la composition naturelle de l'eau (pH, taux de calcium...) (**Bouziati ,2000**)

I. 2.1. Principales sources de l'eau potable

I.2.1.1.Eaux de surface

Les eaux de surface sont constituées par les eaux de mer, des rivières, des fleuves, des étangs, des lacs, des barrages, des réservoirs et des glaciers. Il s'agit d'une masse d'eau bien individualisée, solide ou liquide, immobile ou en mouvement. (**Christian et al., 2008**) Sa température varie en fonction du climat et des saisons. Ses matières en suspension sont variables selon la pluviométrie, la nature et le relief des terres à son voisinage. Sa composition en sels minéraux est variable en fonction du terrain, de la pluviométrie et des rejets. Une eau de surface est ordinairement riche en oxygène et pauvre en dioxyde de carbone (**Jean et al., 2007**)

I.2.1.2. Eaux souterraines

Les eaux potables d'origine souterraines proviennent de deux sources essentielles ; Les nappes profondes et les nappes phréatiques. Les eaux des nappes profondes sont bien protégées des contaminants microbiens. Cependant elles peuvent, d'une part être contaminées par la technique de puisage, la proximité des latrines ou d'autres sources de pollution, Elles sont beaucoup plus accessibles à souillures chimiques telles que les nitrates, les hydrocarbures, les détergents, les pesticides et les métaux, etc. En dépit de ce danger, les eaux profondes lorsqu'elles sont potables,

sont idéales pour le consommateur. Elles restent jusqu'à présent les meilleures ressources en eau potable (**Christian et al., 2008**)

I.2.1.3. Eaux de source

Formées par les eaux d'infiltrations, elles constituent 20% des réserves d'eaux sur terre soit environ 1000 millions de m³ ; Une eau de source est une eau d'origine souterraine, microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution. A l'émergence et au cours de la commercialisation, elle respecte ou satisfait les mêmes limites ou références de qualité, portant sur des paramètres microbiologiques et physico-chimiques, définies pour les eaux potables. Une eau de source est exploitée par une ou plusieurs émergences naturelles ou forées. (**Merah .2019**).

I.3. Normes de potabilités des eaux

Selon l'organisation mondiale de la sante (OMS), l'eau potable ne doit contenir en quantité dangereuses ni substance chimiques ni microbes pathogènes et être aussi agréables à boire que possible .Des normes de qualité définissent les caractéristiques des eaux de consommation. (**Jean et al.,2007**)

Certain paramètres sont dit organoleptiques c'est à dire détectables par les sens humains (couleur, turbidité, odeur et saveur) (**Alain et al., 2012**).

Les paramètres physico-chimiques définissent le caractère naturel de l'eau (pH, concentration en divers ions ou minéralisation, concentration en oxygène).(**Bouزيد et al., 2012**)

D'autres paramètres sont relatifs aux substances indésirables, dangereuses à forte concentration et aux substances toxiques. Enfin, les paramètres microbiologiques s'intéressent aux êtres vivants, bactéries notamment, susceptibles d'entraîner des troubles, (**Alain et al.,2012**).le tableau ci-dessous (tableau1)présent les différents paramètres et les normes de chaque paramètre fixé par l'organisation mondiale de la sante

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Tableau 01 Normes de potabilité des eaux (OMS 2000). (Christian et al., 2008)

Paramètres organoleptique		Substances indésirables	
Couleur		Nitrates (mg/l)	50
Turbidité		Nitrites (mg/l)	0.1
Odeur		Ammonium (mg/l)	0.5
Saveur		Azote kjeldahl (mg/l)	1
		Oxydabilité (mg/l)	5
		Fer (mg/l)	0.2
		Manganèse (mg/l)	0.05
		Cuivre (mg/l)	0.1
		Zinc (mg/l)	0.1
		Baryum (mg/l)	0.1
		Argent (mg/l)	0.01
		SEC (mg/l)	0.1
		Hydrocarbure (mg/l)	0.01
		Phénol (mg/l)	0.005
		Détergents (mg/l)	0.2
		Bore (mg/l)	1
		Haloformes (mg/l)	0.001
		Phosphore (mg/l p2o5)	5
		Fluor (mg/l)	1
		MES (mg/l)	absent
Paramètres physico-chimiques			
Ph	de 6 à 8.5		
Conductivité µs/cm	400		
Chlorure (mg/l)	200		
Sulfates (mg/l)	250		
Calcium (mg/l)	100		
Magnésium (mg/l)	50		
Sodium (mg/l)	175		
Potassium (mg/l)	12		
Dureté (mg/l)	50		
Aluminium (mg/l)	0.2		
Résidus sec (mg/l)	1500		
Oxygène dissous (% sat)	75		
Substances toxiques			
Arsenic (mg/l)	0.05	Pesticides (mg/l)	0.0005
Cadmium (mg/l)	0.005	HPA (µg/l)	0.002
Cyanure (mg/l)	0.05	Plomb (mg/l)	0.05
Chrome (mg/l)	0.05	Antimoine (mg/l)	0.01
Mercure (mg/l)	0.001	Sélénium (mg/l)	0.01
Nickel (mg/l)	0.05		
Paramètres microbiologiques			
Coliformes totaux	0 pour 95% des analyses		
Coliformes thermotolérants	0 par ml		
Streptoques fécaux	0 par 100 ml		
Clostridium	≤5 par 100 ml		
Staphylocoques pathogènes	0 par 100 ml		
Salmonelles	0 par 5 ml		
Entérovirus	0 par 10 ml		

I.4. Qualité des eaux

Les eaux de consommation (boisson et cuisson) ainsi que les eaux qui rentrent dans la fabrication de produit alimentaire doivent répondre à des normes sanitaires de plus en plus strictes. Les autres usages sont nettement moins contraignants, mais possèdent souvent leurs critères de qualité, afin de garantir la protection du matériel utilisé et des produits traités ou fabriqués. (**Christian et al., 2008**)

La protection des paramètres physico-chimiques de l'eau adaptés à ses différentes utilisations est de plus en plus considérée. En particulier ce qui concerne l'alimentation humaine. (**Christian et al., 2008**)

I.4.1. Qualité organoleptique des eaux

Les facteurs organoleptiques (couleur, saveur, turbidité et odeur) sont souvent les facteurs d'alerte pour une pollution sans présentera coup sur un risque pour la santé (**Hadef et al., 2017**)

A- Couleur

La couleur de l'eau peut être due à des composés humiques provenant de la dégradation de la matière organique des sols, à des métaux (fer, manganèse ...) ou à des déchets de différents types (effluents industriels..) en outre la présence de composés humiques peut provoquer le développement des microorganismes affectant l'odeur ou le goût de l'eau (**Alain et al., 2012**)

Une eau colorée n'est pas agréable pour les usages domestiques et en particulier pour la boisson, car elle provoque toujours un doute sur sa potabilité (**Bouziati .2000**).

B- Odeur

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L'odeur peut être définie comme étant l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles. La qualité de cette sensation particulière est provoquée par chacune de ces substances (**Hadef et al. ,2017**).

C- Goût et saveur

• Le goût peut être défini comme étant l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lors de la boisson est dans la bouche (**Alain et al., 2012**)

• La saveur peut être définie comme étant l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs. (**Hadef et al. ,2017**).

D-Turbidité

La turbidité de l'eau est liée à sa transparence .Elle donne une idée de la teneur en matière en suspension .les eaux troubles chargée de substance finement divisées (grains de silice, matière organique, limons) Forment parfois d'importants dépôts dans les tuyauteries et dans les réservoirs.Une turbidité élevée de l'eau révèle une précipitation des métaux (fer, aluminium ou manganèse.....) due à uneoxydation dans le réseau (**Bouziari .2000**).

I.4.2.Qualité physico-chimique

I.4.2.1.Qualité physique

La qualité physique de l'eau se basent sur des paramètres qualitatifs relativement facile adéterminer .ce sont des critères plus en plus utilisées pour l'amélioration du confort du consommateur (**Bouziari .2000**).

A-Température

C'est un facteur important pour l'activité biologique, il influence la solubilité de l'oxygène du milieu récepteur, donc son pouvoir auto épurateur. La température de l'eau, joue un rôle non négligeable dans l'intensité de la sensation de l'eau (odeur ou saveur).avec la clarté et le gout, la fraîcheur ou la température sont des facteurs les plus appréciés pour une eau de boisson. (**Bouziari et al., 2012**).

B-Potentiel hydrogène

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons H^+ contenus dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acidité carbonique, et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates (**Hadef et al., 2017**)

Le pH exprime si l'eau est à réaction acide ou alcaline. Un ph inférieur à 7 indiquent une tendance vers l'acidité et un ph supérieure à 7 indique une tendance vers l'alcalinité.le pH n'a pas de signification hygiénique, mais il représente une notion importante dans la détermination de l'agressivité de l'eau, vis-à-vis des métaux (**Bouziari ,2000**)

C-Conductivité électrique

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques (Platine) de 1cm de surface et séparée l'une de l'autre de 1cm.. L'unité de la conductivité est le Siemens par mètre (S/m).

La conductivité donne une idée sur le degré de la minéralisation d'une eau et est à ce titre un bon marqueur de l'Origine d'une eau. En effet, la mesure de la conductivité permet d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau, donc de sa minéralisation (tableau 2)(Masschelein, 1996).

Tableaux 2. Classification des eaux selon la conductivité (Hadeff et al. ,2017)

Type d'eaux	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{Cm}$)	Résistivité ($\Omega. \text{m}$)
Eau pure	< 23	> 30000
Eau douce peu minéralisée	100 à 200	5000 à 10000
Eau de minéralisation moyenne	250 à 500	2000 à 40000
Eau très minéralisée	1000 à 2500	400 à 1000

D-Salinité

La salinité est la masse de sels (composés ioniques) dissous dans 1L d'eau. Elle s'exprime en g par Kg d'eau. Un composé ionique ou solide ionique cristallin est constitué de cations et d'anion régulièrement disposés dans l'espace(Hadeff et al., 2017) .

E- Dureté totale

La dureté totale d'une eau est produite par les sels de calcium et de magnésium qu'elle contient. On distingue: une dureté carbonatée qui correspond à la teneur en carbonates et bicarbonates de Ca et Mg et une dureté non carbonatée produite par les autres sels. La dureté est mesurée par le titre hydrotimétrique exprimé en degréfrançais ($^{\circ}\text{F}$) (Belghiti et al., 2013).

I.4.2.2. Qualité chimique

A-Chlorures

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution. (Hadeb et al., 2017)

Les eaux trop riches en chlorures sont laxatives et corrosives, La concentration des chlorures dans l'eau dépend aussi du terrain traversé. Sur la base des résultats des analyses effectuées pour les échantillons des eaux (Belghiti et al., 2013)

B-Calcium

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Etant un composant majeur de la dureté totale de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Il existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates et de chlorure etc. les eaux de bonne qualité renferment de 250 à 350 mg/l cependant les eaux dans laquelle le taux de calcium dépassent les 500 mg/l elles présentent de sérieux inconvénient pour les usages domestique et pour l'alimentation des chaudières. (Bouزيد et al., 2012)

C- Sulfates

Les sulfates proviennent du ruissellement ou de l'infiltration de l'eau dans les terrains à gypse. Ils résultent également de l'activité de certaines bactéries (chlorothiobactéries, rhodothiobactéries, etc.). Cette activité peut oxyder l'hydrogène sulfuré (H₂S) toxique en sulfate (Belghiti et al., 2013). Une eau qui contient un taux élevé de sulfate peut provoquer des irritations gastro-intestinale

D- Nitrates

Les nitrates sont présents dans l'eau par lessivage des produits azotés dans le sol, par décomposition des matières organiques ou des engrais de synthèse ou naturels, L'azote est un élément indispensable dans l'édification de la cellule. Dans le domaine aquatique, l'azote existe sous forme moléculaire (N₂) ou ionisée : Nitrates, Nitrites et ammonium ainsi que sous forme organique dissoute ou particulaire (protéine, acides aminés, urée, etc.). Ces différentes formes de l'azote sont en perpétuelle évolution. Elles passent de l'une à l'autre par des processus physico-chimique et surtout biochimique. Les nitrates ne représentent qu'une des multiples formes de

l'azote présent dans l'eau, tout en constituant, en général, la forme la plus abondante de l'azote minéral (**Haslay et al., 1993**).

E- Les Nitrites

Les Nitrites Ils sont également assez largement présents, mais à des niveaux bien moindres que les Nitrates. Les nitrites proviennent d'une oxydation incomplète des matières organiques. Comme les nitrates, les nitrites sont très répandus dans l'environnement, les uns et les autres se retrouvent dans la plupart des produits alimentaires, dans l'atmosphère et dans une grande partie des eaux (**Belghiti et al., 2013**).

F- Sodium

Le sodium est un élément constant de l'eau, toutefois les concentrations peuvent être extrêmement variables. Indépendamment de la lixiviation des formations géologiques contenant du chlorure de sodium, le sel peut provenir de la décomposition de sels minéraux comme les silicates de sodium et d'aluminium, des retombées d'origine marine, de la venue d'eaux salées dans les nappes aquifères et des nombreux usages industriels etc... Un régime normale apporte 3 à 5 g /j de sodium (8 à 12 g /j en chlorure de sodium (**Masschelein, 1996**).

I.4.3. Qualité Microbiologique

Selon **Hadef** et ses collaborateurs (2017), L'eau ne doit contenir ni microbes, ni bactéries pathogènes, ni virus qui pourraient entraîner une contamination biologique et être la cause d'une épidémie. Le dénombrement bactérien consiste à la recherche des bactéries aérobie, c'est-à-dire celles qui pourraient se développé en présence d'oxygène comme :

- Coliforme fécaux
- Coliforme totaux
- Germe totaux
- streptocoques fécaux

A- Germes totaux

Sa recherche vise à dénombrer non spécifiquement le plus grand nombre de microorganismes. Le dénombrement des bactéries aérobies à 22°C et 37°C s'effectue dans la gélose glucosée à l'extrait de levure ou PCA. La charge mésophile totale n'est pas un paramètre d'appréciation de la qualité

bactériologique mais quand même peut nous renseigner sur le degré de potabilité des eaux et tous produits alimentaires. Ainsi, ils renseignent sur le degré de protection des nappes souterraines d'où provient l'eau à analyser (**Rodier, 2005**).

B-Coliformes totaux

Sous le terme de « coliformes » est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des Enterobacteriaceae, ils correspondent à des bacilles Gram négatif, non sporulés, aéro/anaérobies facultatifs, et possèdent des propriétés caractéristiques de structure et de culture à 35- 37C°, ils sont sensibles au chlore. Ils se répartissent en deux catégories: - Les germes thermophiles ; - Les germes psychrophiles (aquatique ou terrigène). Leur intérêt plus moindre pour déceler une contamination d'origine fécale. Les coliformes comprennent les genres : Escherichia, Citrobacter, Enterobacter, Klebsiella, Yersinia, Sérratia. (**Rodier, 2005**).

C-Coliformes fécaux

Les coliformes fécaux sont un sous-groupe de coliformes totaux, l'existence de ces germes peut être une indication de la présence des micro-organismes entéropathogènes, comme les salmonelles. Un autre test peut fournir les mêmes indications que celles fournies par le dénombrement des coliformes fécaux ; c'est le dénombrement des E. coli présumés qui correspondent à des coliformes thermo-tolérants qui produisent de l'indole à partir du tryptophane, à 44°C (**Hadef et al .,2017**). En effet E. coli est l'espèce la plus fréquemment associée aux coliformes fécaux représente toutefois 80 à 90% des coliformes thermo-tolérants détectés. Selon l'OMS (2004), la présence d'E.coli, apporte la preuve incontestable d'une pollution fécale récente (**Rodier, 2005**)

D-Streptocoques fécaux

Ce sont des bactéries sphériques groupées en paires ou en chaînes, Gram positif, catalase négatif et anaérobies facultatives. Ce groupe est divisé en deux sous-groupes : Enterococcus et Streptococcus. Ce sont les streptocoques possédant une substance antigénique caractéristique du groupe D de Lancefield. (**Rodier, 2005**).

.E- Clostridium sulfito-réducteurs

Ce sont des bactéries à Gram positif mesurant 4 à 6µm de long et 1 à 2µm de large produisant des spores dont le plus caractéristique est *Clostridium perfringens*. Elles font partie de la flore tellurique naturelle, aussi bien que dans les matières fécales humaines et animales. C'est pourquoi, leur utilisation en tant qu'indicateurs de contamination fécale d'une eau n'est pas très spécifique.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

(Maiga, 2005) L'intérêt de la recherche de tels indicateurs réside dans la propriété de sporulation, ce qui les rend particulièrement résistants aux traitements de désinfection (**Masschelein, 1996**).

I.5.L'eau et les maladies à transmission hydriques

Les maladies liées à l'eau constituent une tragédie humaine ; il s'agit de plusieurs groupes d'affections qui tuent encore des millions de personnes et empêchent des millions de mener une vie saine et productive (Tableau 2). Actuellement, on remarque que les maladies liées à l'eau sont de plus en plus répandues et qu'elles présentent des variations considérables sur le plan de leur nature et leur mode de transmission. Selon **Masschelein (1996)**, On peut les répartir en trois catégories :

- Les maladies à transmission hydrique causées par les micro-organismes fécaux et les substances toxiques.
- Les maladies à support dues aux organismes aquatiques.
- Les maladies transmises par de nombreux vecteurs vivant dans l'eau (moustiques, mouches tsé-tsé...) , dont les plus graves affections sont représentées par le paludisme et la fièvre jaune.

Tableau 3: Maladies provoqués par les micro-organismes contaminants l'eau (**Rodier, 2009**).

Maladies	Agents pathogènes
D'Origine bactérienne : - la Typhoïde et la paratyphoïde - La dysenterie bacillaire - le choléra - la Gastro-entérite aiguë et la diarrhée	- Salmonelle typhique ; Salmonelle paratyphique A et B ; - Shigellasp ; - Vibriocholerae ; Escherichia coli ; Entérotoxique ; Campylobacter ; Yersiniaenterocolitica ; Salmonelle ; Shigellasp
D'Origine virale : - L'hépatite A et E - La polio ; La Gastroentérite aiguë et chronique	- Virus de l'hépatite A et E - Virus de la poliomyélite ; Virus Norwalk Rotavirus ; Enterovirus ; Adenovirus
D'Origine parasitaire : Dysenterie amibienne parasite gastro-entérite	Entamoebahistolytica ; Giardia lamblia ; Cryptosporidium

Partie Expérimentale

Chapitre II

Matériels et méthodes

Chapitre II

Matériels et méthodes

Notre présent travail a été réalisé au laboratoire de l'algérienne des eaux(ADE) de la wilaya de Tissemsilt (ADE) durant 20 jours (de 14/03/2021 au 04/04/2021).

II.1.Objectif

L'objectif de notre travail est d'étudier la qualité physicochimique et bactériologique de l'eau brute et traitée de barrage Kodiet Rosfa en comparant les résultats obtenus avec les normes des eaux potables fixées par le journal officiel algérien et de tester l'efficacité des étapes du traitement de l'eau brute du barrage.

II.2.Présentation de la zone d'étude

Le barrage de **KODIET ROSFA** est situé dans la commune de **Bni Chaiib** à 75 Km de la wilaya de Tissemsilt (**figure 1**).Il est destiné principalement à l'alimentation en eau potable de 14 communes de la wilaya de Tissemsilt, et à l'irrigation des terres agricoles. Il est d'une capacité de 75 millions de m³ (**D.R.H.TIASEMSILT**).



Figure 1 : Barrage Kodiet Rosfa (Bni Chaiib) (originale)

II.3. Matériels et méthodes

II.3.1. Matériels

- Agitateur magnétique chauffante,.
- Turbidimètre
- Plaque chauffante.
- Spectrophotomètre.
- Balance analytique,
- Multiéléments
- pH mètre
- Thermomètre.
- Bain-marie,
- Etuve, Binder
- Bec bunsen.
- Autoclave
- Réfrigérateur
- La rampe de filtration.
- Verreries et Boite de Pétri

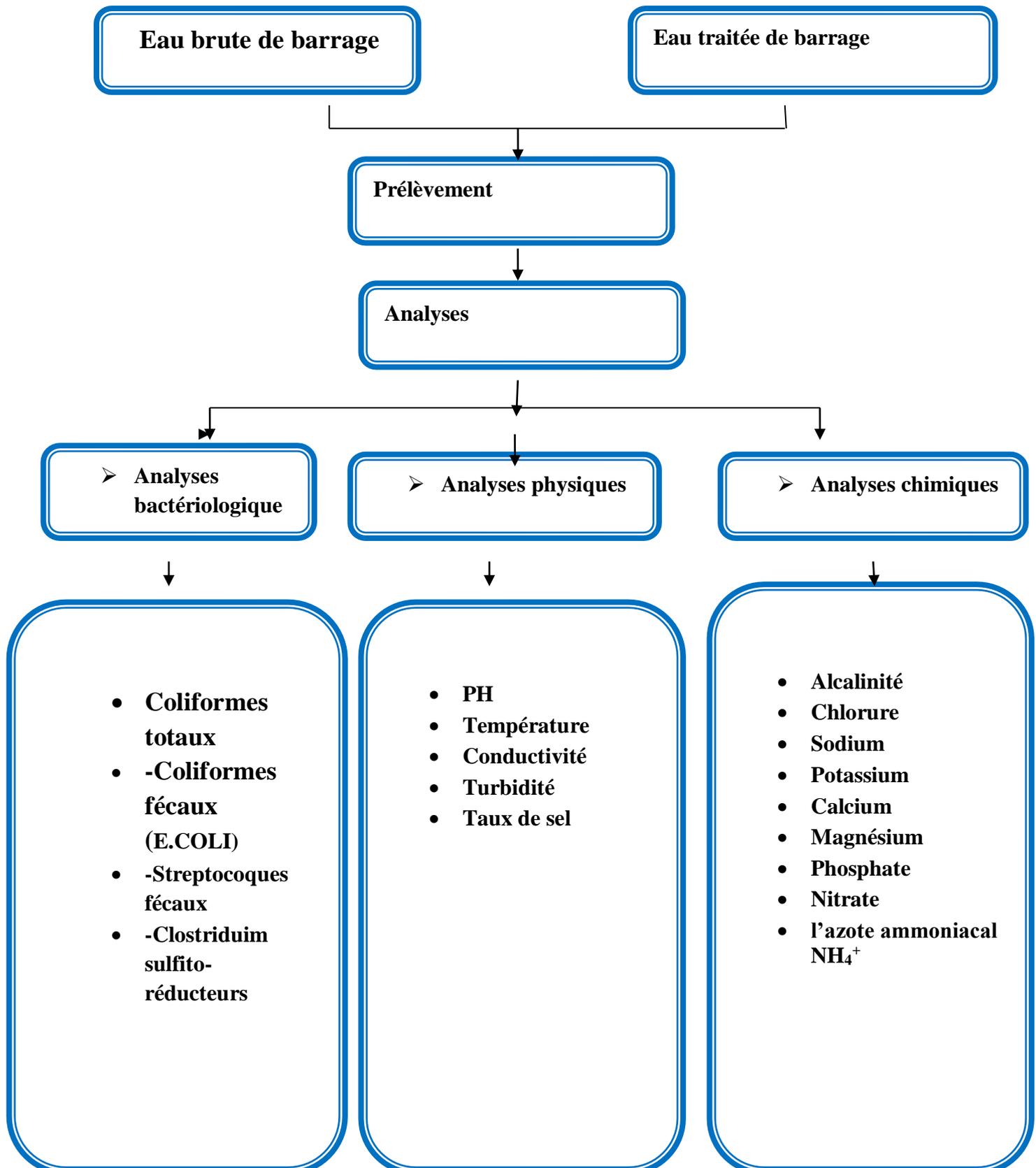
II.3.2. Méthodes

II.3.2.1. Echantillonnage

Afin d'effectuer des analyses physico-chimiques et microbiologiques des eaux du barrage Kodiet Rosfa, un prélèvement de l'eau brute et traitée a été effectué aux niveaux de la station de traitement du barrage le mois Mars et Avril.

Pour les analyses microbiologiques, les échantillons ont été prélevés dans des flacons stériles en verre. Ces derniers sont immédiatement rebouchés après le prélèvement et acheminés dans une glacière au laboratoire afin de les analyser.

II.4. Protocole expérimental



II.5. Paramètres analysés

II.5.1. Analyses bactériologiques

L'objectif des analyses bactériologiques d'une eau est de rechercher les espèces microbiennes susceptibles d'être pathogènes ; en particulier celles qui sont par leur présence des indicateurs de contamination fécale (**Rodier et al., 2005**)

Selon les normes algériennes (**J.O.R.A N°18 .2011**) et comme c'est indiqué dans le Tableau 2, l'analyse bactériologique de l'eau brute et traitée du barrage consiste à :

- 1) Dénombrer les coliformes totaux
- 2) Rechercher d'*Escherichia. coli*
- 3) Rechercher les Streptocoques fécaux
- 4) Rechercher les clostridium sulfite-réducteurs

L'analyse des échantillons d'eau brute et traitée du barrage Kodiet Rosfa a été effectuée par la méthode de filtration sur membrane. Une quantité de 100 ml d'eau de barrage bien homogénéisée est filtrée sur membrane d'ester de cellulose de porosité 0.45 µm de diamètre. Cette membrane est incubée sur le milieu convenable pour chaque catégorie (**Tableau 4**), à une température d'incubation de 37°C pendant une durée d'incubation de 24 h (**Rodier et al., 2005**).

Remarque

Concernant les clostridium sulfite-réducteurs, 200 ml d'eau à analyser sont filtrés à travers une membrane de 0.22 µm de porosité. Cette dernière est ensuite déposée à l'envers sur le milieu viande foie (VF) et incubée à une température de 37°C pendant 24 h.

Lecture

La lecture se fait après incubation à une température de 37°C pendant une durée d'incubation de 24 h. L'aspect des colonies de chaque catégorie de germe sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4 : Aspect macroscopique qui se base sur la couleur des colonies

Classe de germes	Milieu de culture	Aspect des colonies
Coliformes totaux	Tergitol	jaune orangé
Streptocoques fécaux	Slanetz	rouge
Clostridium sulfito-réducteurs	VF additionné de Sulfite de Sodium et Alun de fer	noir entourées d'un halo noir

Test confirmatif de la présence des streptocoques fécaux

Le test confirmatif de la présence des streptocoques fécaux consiste à ensemencer les colonies caractéristique (rouge, rose ou marron) sur gélose biliée à l'esculine .L'hydrolyse de l'esculine qui correspond au noircissement de la gélose confirme la présence streptocoque du groupe D.

Tests confirmatifs de contamination d'origine fécale de l'eau

Recherche d'*Escherichia coli*

Escherichiacoli fait partie du groupe des coliformes totaux et consiste le seul membre de ce groupe qui se trouve spécialement dans la matière fécale. Sa recherche dans l'eau de source brute ou traitée se fait par un repiquage d'une colonie jaune orangé de coliformes dans le milieu de confirmation Schubert additionné de trois gouttes du réactif Kovacs. Après incubation à une température de 44.5°C pendant 24h, l'apparition d'un anneau rouge à la surface du milieu Schubert avec production de gaz (1/10° de la cloche de durham) indique la présence d'*Escherichia coli*.

II.5.2. Paramètres physico-chimiques

II.5.2.1. pH et température

L'électrode du pH mètre de marque **SCHOTT GERÄTE CG822** est trempée dans environ 100 ml d'eau à analyser. Après stabilisation, le PH et la température sont directement lus.

II.5.2.2. Mesure de la conductivité électrique, salinité et Taux de sel (TDS)

La conductivité, la salinité et le TDS des deux échantillons d'eau sont mesurés par un conductimètre au sein de laboratoire de l'ADE.

II.5.2.3. Dosage de l'azote ammoniacal (NH_4^+)

Il s'agit d'une mesure spectrométrique de l'intensité de la couleur d'un composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium (**Rodier et al., 2005**).

Mode opératoire

- A prendre 40 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 4 ml du réactif 1(annexe 1)
- Ajouter 4 ml du réactif.2 (annexe 1)
- Ajuster à 50 ml avec H_2O distillée et attendre 1 heure.
- L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH_4^+
- L'intensité de la couleur est mesure par spectrophotomètre à la longueur d'onde 655 nm.

II.5.2.4. Détermination de la concentration des nitrates (NO_3^-)

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosnylate de sodium coloré en jaune qui fait l'objet d'un dosage colorimétrique (**Rodier et al., 2005**).

Mode opératoire

- Prendre 10ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 2à3 gouttes de NaOH à 30 %.
- Ajouter 1ml de salicylate de Na.
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 -88 °C (ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps).
- Laisser refroidir.

- Reprendre le résidu avec 2ml H₂SO₄ et laisser reposer pendant 10 mn.
- Ajouter 15 ml d'eau distillée.
- Ajouter 15 ml de tartrate double puis passer au spectrophotomètre à la longueur d'onde 420 nm. Le résultat est exprimé en mg/l.

II.5.2.5. Détermination de la concentration des ions phosphates (PO₄³⁻)

Le principe du dosage des ions phosphates est basé sur la formation en milieu acide d'un complexe entre le molybdate d'ammonium, le tartrate double d'antimoine et de potassium. Ce complexe subit une réduction par l'acide ascorbique pour former un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption ; l'une à 700 nm, l'autre qui est plus importante à 880 nm (Rodier et al., 2005).

Mode opératoire

- Mélanger 40 ml d'eau à analyser, 1 ml acide ascorbique et 2 ml de mélange mixte (annexe 6)
- Attendre 10 mn pour le développement de la couleur

Expression des résultats

La lecture se fait par spectrophotomètre à la longueur d'onde 880 nm

II.5.2.6. Détermination de la teneur en Calcium (Ca²⁺) et en Magnésium (Mg²⁺)

Le calcium et le magnésium sont dosés avec une solution aqueuse d'E.D.T.A à PH compris entre 12 – 13. Ce dosage se fait en présence de MUREXIDE (indicateur colore pour les ions Ca²⁺) ou du noir eriochrome (indicateur colore pour les ions Mg²⁺). L'E.D.T.A réagit tout d'abord avec les ions de calcium libres, puis avec les ions calcium combiné avec l'indicateur qui vire alors vers la couleur rouge ou violet pour les ions magnésium et calcium, respectivement. (Rodier et al., 2005).

Mode opératoire

➤ Ca²⁺

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de NaOH à 2 N.
- Ajouter du Murexide.

Chapitre II Matériels et méthodes

- Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage (violet).
- Noter le volume V1
 - Mg^{2+}
- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de NH_4OH (10,1)
- Ajouter noir eriochrome
- Et titrer avec l'EDTA
- jusqu'au virage (bleu)
- Noter le volume V2

Facteur de correction (F)

- Prendre 50 ml de la solution mère de calcium à 100mg/l.
- Ajouter 2 ml de NaOH.
- Ajouter l'indicateur coloré MUREXIDE (quelque goutte).
- Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage violet.

Expression des résultats

$$Ca^{2+}(mg/l) = \frac{V_1 \times C_{EDTA} \times F \times M_{Ca^{2+}}}{P.E} \times 1000$$

V_1 : Volume d EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

C : Concentration molaire d'EDTA (0,01 M / l).

$M_{Ca^{2+}}$: Masse molaire du calcium en gramme.

$P.E$: Prise d essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage).

F : Facteur de dilution

$$Ca^{2+} \text{ mg/l} = V_1 \times F \times 8.$$

Ions magnésium (Mg^{2+})

$$Mg^{2+} \text{ (mg/l)} = \frac{(V_2 - V_1) \times C_{EDTA} \times F \times M_{Mg^{2+}}}{P.E} \times 100$$

V_1 : volume d'E.D.T.A nécessaire pour une concentration donnée.

V_2 : volume total d'EDTA (mg /l).

C : concentration molaire d EDTA (0.01 mol/l).

M_{Mg} : Masse molaire du magnésium en g/mol.

PE : Prise d essai (volume de l échantillon nécessaire pour ce dosage).

F : Facteur de dilution.

$$Mg^{2+} \text{ (mg/l)} = (V_2 - V_1) \times F \times 4,86$$

II.5.2.7. Dosage des ions sodium et de potassium

La photométrie de la flamme est un des procédés les plus rapides et sensibles connus aujourd'hui pour le dosage des éléments alcalins et alcalino-terreux. Les éléments à analyser (sodium, potassium lithium, calciumetc.) sont généralement sous forme de sels. Leur dosage se fait en partant de leurs solutions (**Rodier et al., 2009**).

Mode opératoire

- Allumer l'appareil à l'aide du bouton vert.
- Allumer la pompe.
- Ouvrir le robinet de la bouteille du gaz propane.
- Allumer la flamme.
- Pipeter de l'eau distillée remplie dans une cuvette.
- Appuyer sur la touche KONTROL (la valeur doit être inférieure à 20).
- Appuyer sur la touche NULL – Zéro, attendre 5 à 10 minutes.
- Appuyer une 2ème fois sur la même touche NULL –Zéro pour qu'elle s'allume.
- Retirer la cuvette d'eau distillée et la remplacer par une autre cuvette remplie par une solution étalon de Na^+ ou de K^+ à 10 mg/l.

- Appuyer sur la touche STANDARD.
- Attendre qu'elle s'allume
- Appuyer une 2ème fois sur la même touche et attendre qu'elle s'allume.
- Appuyer sur la touche ANALYSE (il faut que la valeur 10 soit affichée).
- A la fin passer aux échantillons inconnus et appuyer seulement sur la touche ANALYSE (3 essais pour chaque échantillon).
- A la fin du dosage et par mise de la sécurité , il faut toujours fermer la bouteille de gaz propane en premier lieu ensuite l'appareil et la pompe .

Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg / l

II.5.2.8. Dosage des chlorures (Cl⁻)

Dans un milieu neutre, PH =6,7 ou 7, une solution de nitrate d'argent (AgNO₃) réagit avec les ions Cl⁻ pour former un précipité blanc solide du chlorure d'argent (**Rodier et al., 2009**). La réaction se fait en présence de chromate de potassium Ag₂CrO₂ comme indicateur.



Mode opératoire

- Prendre 5 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 gouttes de K₂CrO₄ (coloration jaunâtre).
- Titrer avec AgNO₃ à 0,01 N jusqu'à coloration brunâtre.

Expression des résultats

$$\frac{V_{\text{AgNO}_3} \times N_{\text{AgNO}_3} \times M_{\text{Cl}}}{\text{PE}} = \frac{V_{\text{AgNO}_3} \times 0.01 \times 35.5 \times F \times 1000}{5}$$

$$\text{Cl}^- \text{ mg/l} = V_{\text{AgNO}_3} \times 71 \times F.$$

- V_{AgNO_3} : Volume d'AgNO₃ est nécessaire pour le dosage de l'échantillon.
- N_{AgNO_3} : Normalité d'AgNO₃.
- M_{Cl} : Masse des chlorures.
- **F** : Facteur de correction du titre d'AgNO₃.
- **PE** : Prise d'essai.

Pour le F

- Prendre 5 ml de la solution mère à 71 mg/l.
- Ajouter 2 gouttes de l'indicateur coloré.
- Doser par AgNO₃ à 0,01 N jusqu'au virage. (rouge brique).

$$F = \frac{1}{V_{\text{AgNO}_3}}$$

II.5.2.9. Dosage des ions HCO₃⁻ (alcalinité)

Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser à pH = 8.3 et 4.3 le volume d'eau à analyser. La première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC) (**Rodier et al., 2009**).

Mode opératoire

- Prendre 100 ml d'eau à analyser
- Noter son pH puis titrer avec HCl à 0.1 N jusqu'à obtention d'un pH de 4.4.

Expression des résultats

$$[\text{HCO}_3^-] \text{ (mg/l)} = \frac{V_A \times N_A \times \text{MHCO}_3 \times 1000}{\text{PE}} = \frac{V_A \times 0.1 \times 61 \times 1000}{100}$$

$$[\text{HCO}_3^-] \text{ (mg/l)} = V_A \times 61$$

V_A : volume d'acide versé.

N_A : normalité d'acide versé.

MHCO_3^- : masse des bicarbonates (HCO_3^-)

P.E : prise d'essai

Chapitre III

Résultats et discussions

CHAPITRE III

Résultats et discussions

Notre présent travail a pour but d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux brutes et traitées du barrage **Kodiet Rosfa**. En effet, les deux types d'analyses de l'eau brute sont effectués pour déterminer la quantité du désinfectant à ajouter. Alors que pour l'eau traitée, ils visent à confirmer l'efficacité des différentes étapes de traitement de l'eau brute au niveau de la station de traitement. Une comparaison des résultats obtenus avec les valeurs guides fixées par la norme algérienne a été faite pour tester la potabilité de l'eau traitée.

III.1. Résultats des analyses bactériologiques

Les paramètres microbiologiques sont les premiers à prendre en compte en matière d'analyse de l'eau destinée à la consommation humaine parce qu'ils peuvent avoir des effets directs sur la santé du consommateur (**Rodier et al., 2005**). L'ensemble des résultats obtenus à l'échelle bactériologique de l'eau brute et traitée du barrage Kodiet Rosfa est indiqué dans le tableau 3 et comparé avec les normes fixées par le journal officiel algérien (**J.O.R.A n°18, 2011**).

Tableau 5: Résultats des analyses bactériologiques de l'eau brute et traitée du barrage Kodiet Rosfa

		Eau brute du barrage		Eau traite du barrage		Normes (J.O.R.A N°18 ,2011)		Unité
Mois de prélèvement		Mars	Avril	Mars	Avril	Eau brute	Eau traite	
Paramètres	Coliformes totaux	>300	>300	00	00	100	00	n/100 ml
	E. Coli	23	17	00	00	20	abs	n/100 ml
	Streptocoques Fécaux	01	06	00	00	20	abs	n/100 ml
	Clostridium Sulfito réducteurs	00	00	00	00	20	00	n/100 ml

Abs : absence

n : nombre de colonie

Les analyses bactériologiques de l'eau brute du barrage **Kodiet Rosfa** effectuées respectivement le mois Mars et Avri尔蒙tent une présence massive de coliformes totaux (figure 2) (>300colonie/ml)par rapport au nombre fixé par la norme Algérienne(100 colonie/100ml), un faible taux d'*E.coli*(figure 3)(23colonie/100ml ; 17colonie/100ml) et de Streptocoques (1colonie/100ml ; 6colonie/100ml) et l'absence de clostridium sulfito-réducteur .La comparaison de ces résultats avec la norme algérienne des eaux brutes d'un barrage (20colonie/100ml pour la présence *E.coli*,clostridium sulfito-réducteur et Streptocoques) montre une bonne aptitude du barrage pour la production d'eau potable(**J.O.R.A N°18 .2011**).

Quant à l'eautraitée du barrage **Kodiet Rosfa**, les résultatsde dénombrement ou de recherche des germes cités ci-dessus le mois Mars et Avril qui sont négatifs montrent l'efficacité du traitement de l'eau brute et que l'eau traitée est de bonne qualité bactériologique. Selon la norme Algérienne, une eau traitée d'un barrage, destinée à la consommation humaine doit être exempte de toutes les catégories bactériennes analysées (**J.O.R.A N°18 .2011**).

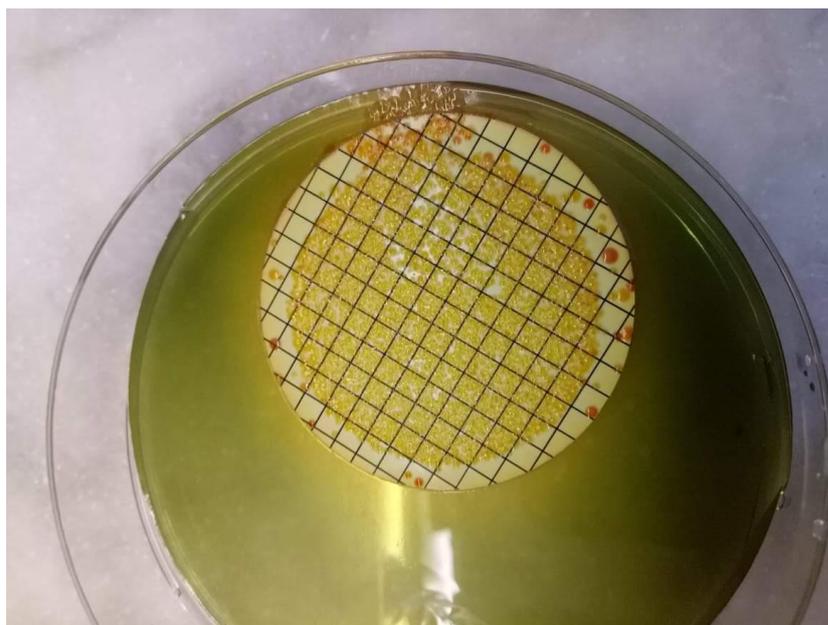


Figure 02 : Résultat de dénombrement des coliformes totaux de l'eau brut du barrage Kodiat Rosfa « colonies jaune orangés non dénombrables ».

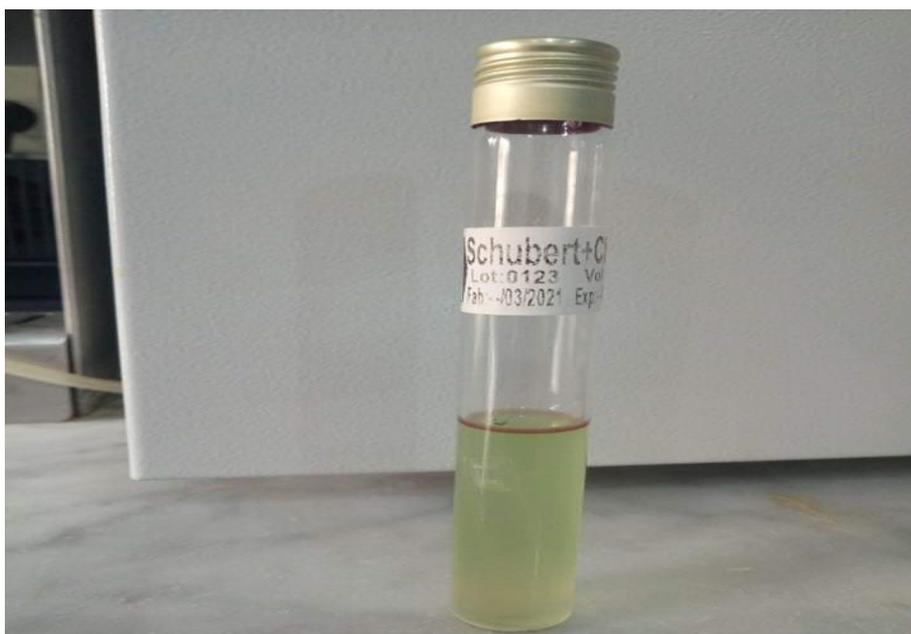


Figure 03: Résultat de recherche d'*Escherichia coli* dans l'eau brute de barrage Kodiet Rosfa (anneau rouge à la surface de milieu Shubert)

III.2. Résultats de l'analyse physico-chimiques

III.2.1. Température

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz (Alain et al., 2012).

Comme il est montré dans la figure N°1, la température des eaux de barrage mesurée le mois Mars et Avril est autour de 17°C. Ce résultat est conforme à la norme algérienne qui fixe une valeur de température inférieure à 25°C (J.O.R.A N°18 .2011). Généralement, la température des eaux est influencée essentiellement par les variations climatiques (Alain et al., 2012).

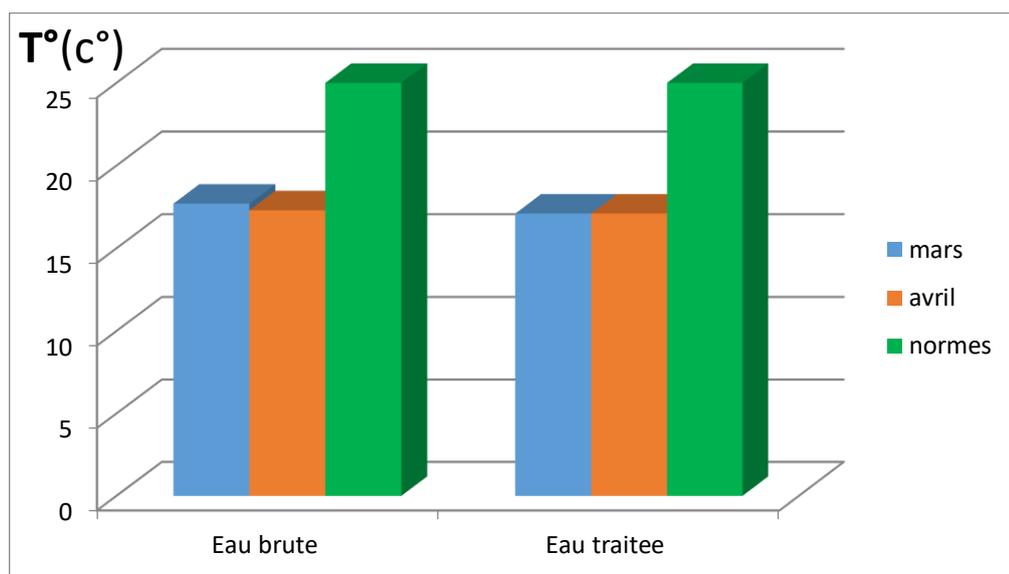


Figure04 :Résultats de mesure de la température des eaux de barrage kodiet Rosfa

III.2.2. pH

Le potentiel d'hydrogène (ou pH) mesure l'activité chimique des ions hydrogènes (H^+) en solution. Plus couramment, le pH mesure l'acidité ou la basicité d'une solution (Rodier et al, 2005). D'après la figure 2, les valeurs du pH des eaux traitées obtenues respectivement le mois Mars et Avril (7.9 ; 8) sont voisines de celles des eaux brutes du barrage (8 ; 8.1). Ces valeurs sont situées dans la fourchette admise par le journal officiel Algérien ($6.5 \leq pH \leq 9$) (J.O.R.A N°18, 2011).

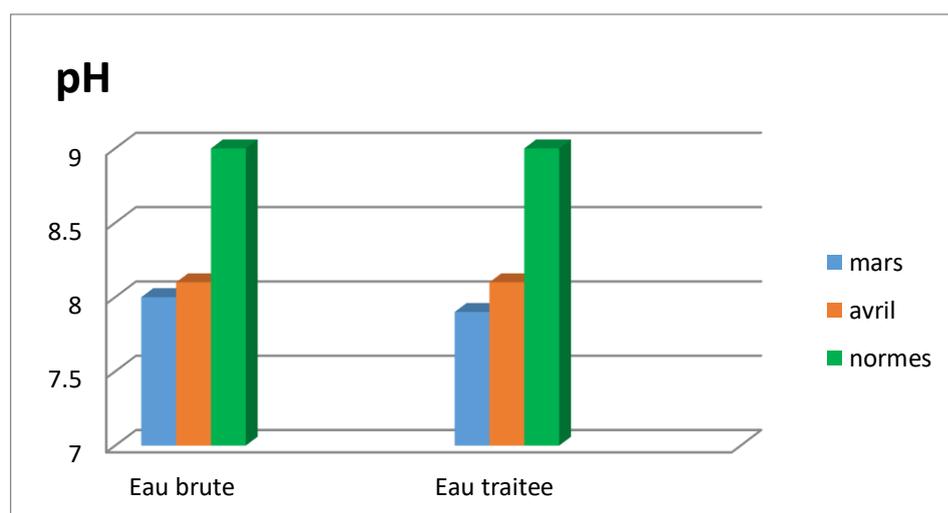


Figure 05 :pH des eaux de barrageKodiet Rosfa

III.2.3. Conductivité

La conductivité détermine l'ensemble des minéraux présents dans une solution (Alain et al., 2012). La conductivité des eaux brutes du barrage Kodiet Rosfa mesurée respectivement le mois Mars et Avril (2510 et 2480 $\mu\text{S}/\text{cm}$) est légèrement supérieure à celle de l'eau traitée (2500-2470 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Selon la figure 3, ces valeurs sont supérieures à celle fixée par le journal officiel Algérien (2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) (J.O.R.A N°18 .2011).

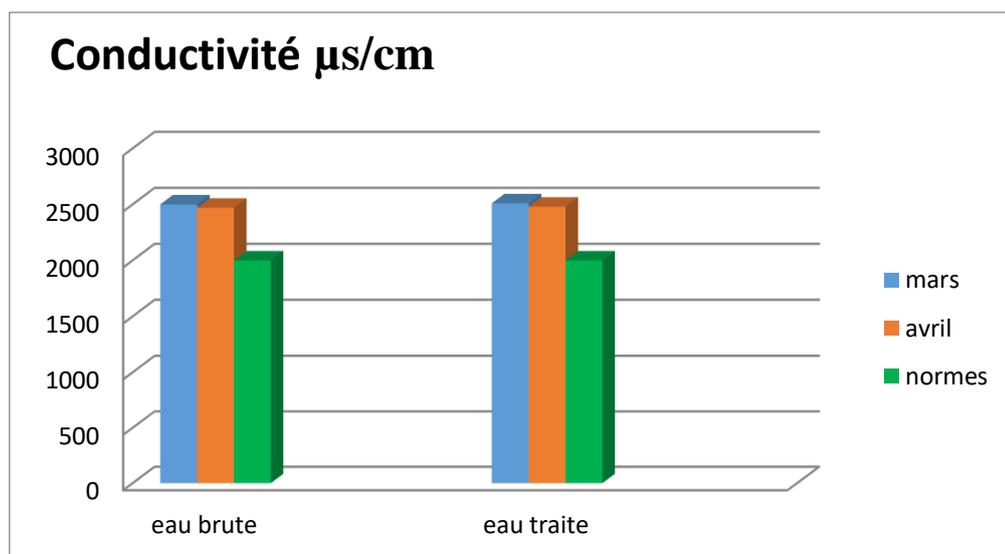


Figure 06 : conductivité des eaux de barrage Kodiet Rosfa

III.2.4. Turbidité

Dans les cours d'eau, la turbidité est généralement causée par des matières en suspension et des particules colloïdales qui absorbent, diffusent et/ou réfléchissent la lumière (Alain et al., 2012). Comme il est indiqué dans figure 04, les valeurs de la turbidité obtenues respectivement, le mois Mars et Avril pour l'eau brute (1.2-1.9 NTU) et traitée (2.0 ; 2.7 NTU) sont dans les normes (≤ 5 NTU) (J.O.R.A N°18 .2011).

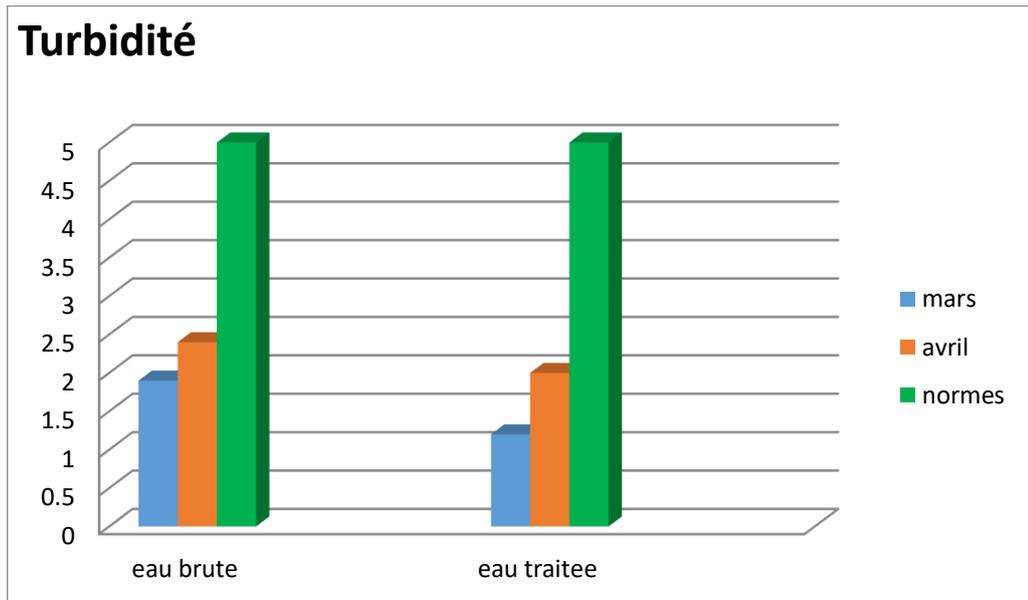


Figure 07 : Turbidité des eaux de barrage Kodiet Rosfa

III.2.5.Taux de sels (TDS)

L'eau brute et traitée du barrage Kodiet Rosfa contiennent un taux de sel très élevés par rapport à la valeur guidée de la norme algérienne (1500mg/l)(J.O.R.A N°18 .2011).Ce taux s'échelonne entre 1237mg/l et 1250mg/l (figure 05).

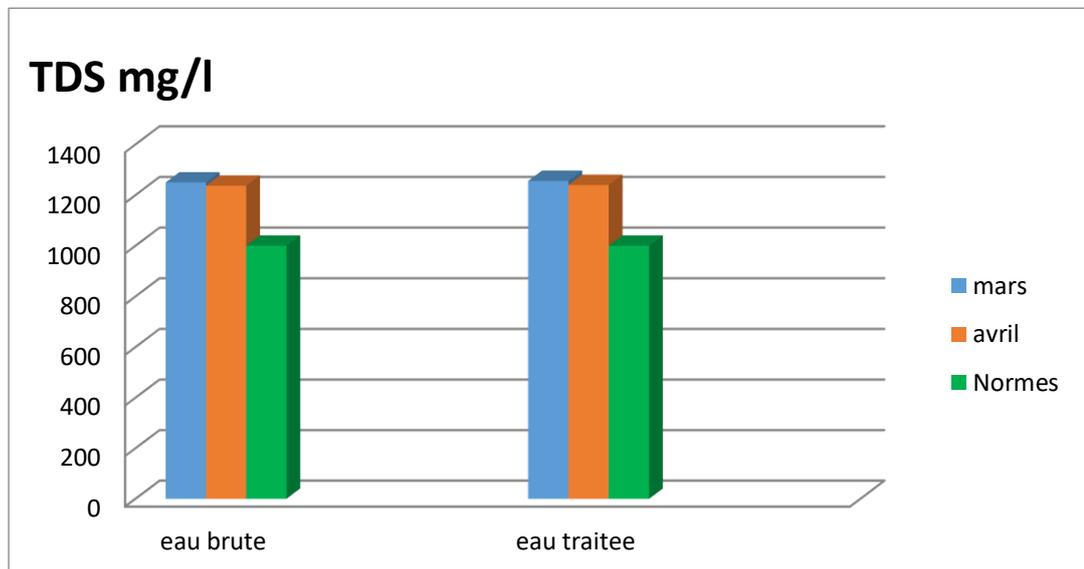


Figure 08 : Taux de sels des eaux de barrages

III.2.6.L'azote ammoniacal NH_4^+

L'azote ammoniacal constitue un des maillons du cycle complexe de l'azote dans son état primitif. C'est un gaz soluble dans l'eau (Chapman et al ; 1996). Selon la figure 6, la teneur de L'azote ammoniacal (NH_4^+) mesurée respectivement le mois Mars et Avril dans l'eau brute (0.17mg/l ; 0.19 mg/l) et traitée (0.11mg/l ; 0.13 mg/l) reste inférieure au seuil fixé par la norme algérienne (1mg/l) (J.O.R.A N°18 .2011).

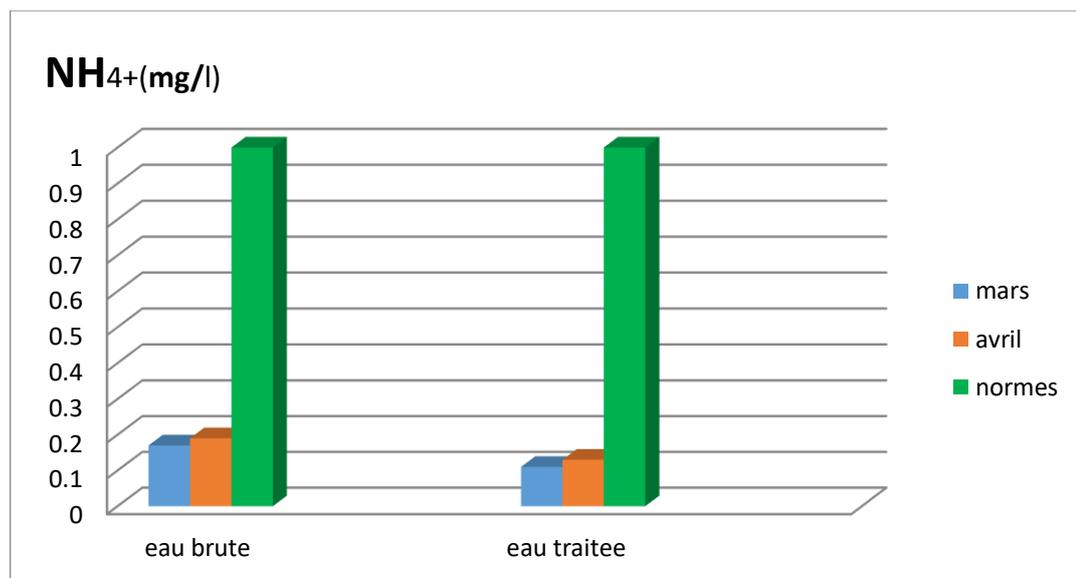


Figure 09 : l'azote ammoniacal des eaux de barrage Kodiet Rosfa

III.2.7.Nitrates (NO_3^-)

Les nitrates sont présents dans l'eau par lessivage des produits azotés dans le sol, par décomposition des matières organiques ou des engrais de synthèse (Belghiti et al., 2013). L'histogramme de la figure 7 indique des teneurs en nitrates inférieures au seuil donné par la norme algérienne ($\leq 0.1 \text{ mg/l}$) (J.O.R.A N°18 .2011). Les valeurs enregistrées respectivement, le mois Mars et Avril, sont 0.83 et 0.91 mg/l dans l'eau brute et 0.68 mg/l et 0.73 mg/l dans l'eau traitée du barrage.

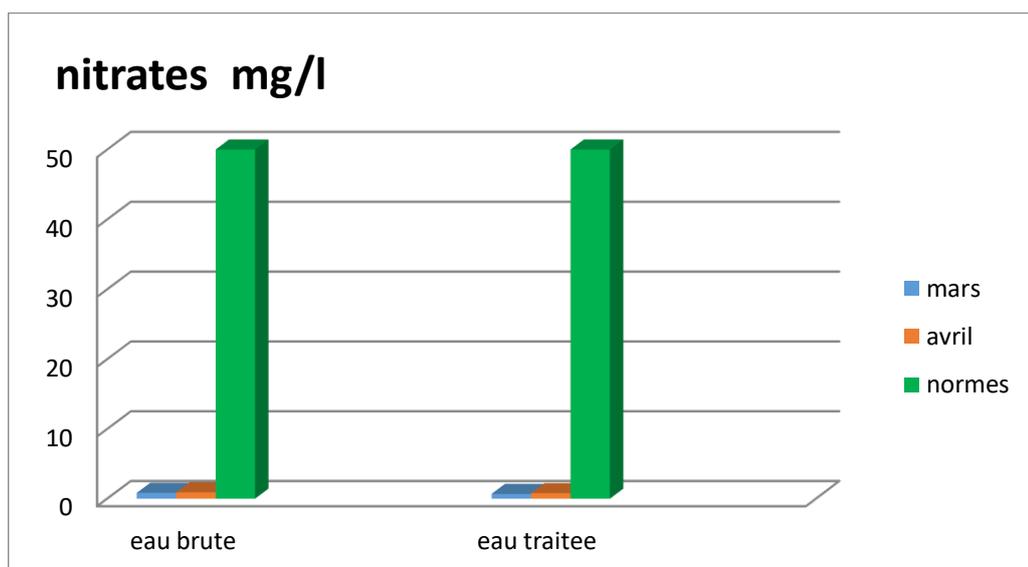


Figure 10 : Teneurs en nitrates dans les eaux de barrage Kodiet Rosfa

III.2.8. Phosphates (PO_4^{3-})

Les valeurs montrées dans la figure 08 pour la teneur en phosphates dans les échantillons d'eau brute du mois Mars et Avril sont **0.007** et **0.009** mg/l, respectivement. Cependant, les échantillons d'eau traitée présentent une concentration de **0.003** mg/l, le mois Mars et **0.006** mg/l, le mois Avril. Ces valeurs répondent aux normes algériennes (**0.1 mg/l**) (J.O.R.A N°18 .2011).

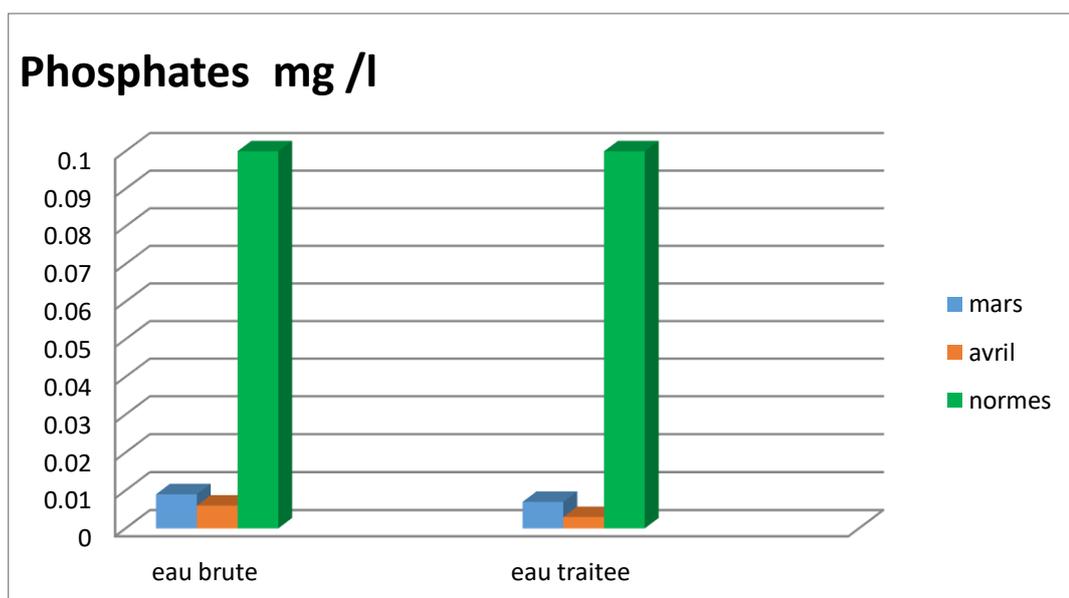


Figure 11 : Teneurs en phosphate des eaux de barrage Kodiet Rosfa

III.2.9. Calcium (Ca^{2+})

La présence des ions Ca^{2+} dans l'eau est liée principalement à la dissolution des formations carbonatées (CaCO_3) ou gypseuses (CaSO_4) (BELGHITI *et al.*, 2013). D'après la figure 10, il existe un taux de calcium légèrement élevé dans les eaux de barrage par rapport à celui indiqué par la norme algérienne (200 mg/l) (J.O.R.A N°18 .2011). En effet, les teneurs mesurées le mois Mars et Avril, respectivement sont 216.43 et 214.82 mg/l pour l'eau brute et 218.03 et 211.02 mg/l pour l'eau traitée. La teneur légèrement élevée en Calcium pourrait être due à la nature géologique du barrage où se trouvent des endroits rocheux qui augmentent la proportion des minéraux dans les eaux de barrage.

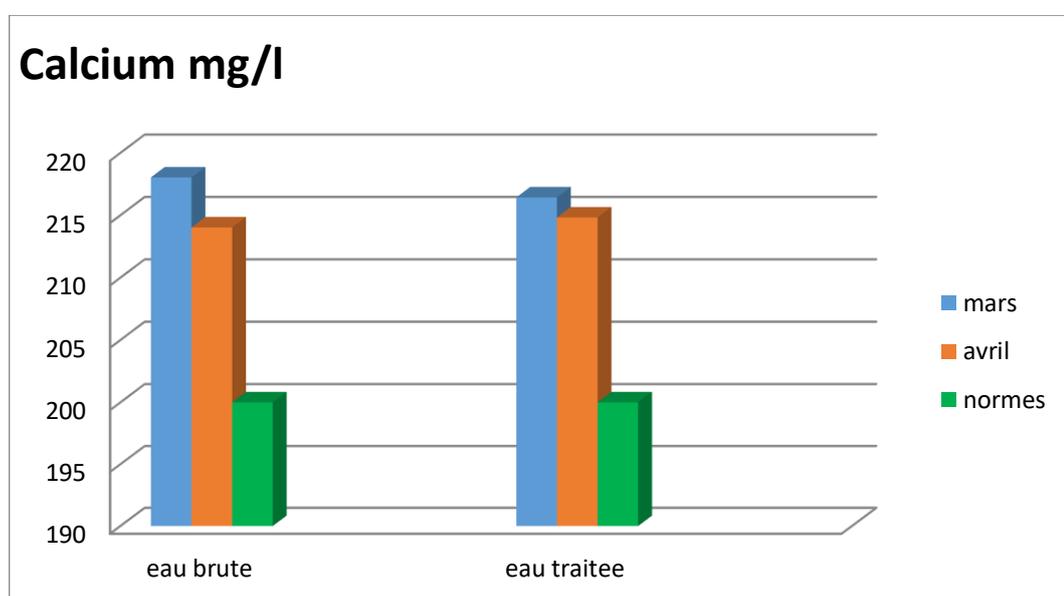


Figure 12 : teneur en Calcium dans les eaux de barrage Kodiet Rosfa

III.2.10. Magnésium (Mg^{2+})

Le Magnésium comme le Calcium est parmi les éléments les plus répandus dans la nature. Son abondance géologique et sa grande solubilité font que sa teneur dans l'eau peut être importante (DECHE *et al.*, 2017). Les valeurs du Magnésium obtenues, respectivement le mois Mars et Avril sont 63.66 et 64.15 mg/l dans l'eau brute et 65.12 et 64.15 mg/l pour l'eau traitée. Ces résultats répondent à la valeur seuil déterminée par la législation algérienne qui est 150 mg/l (J.O.R.A N°18 .2011).

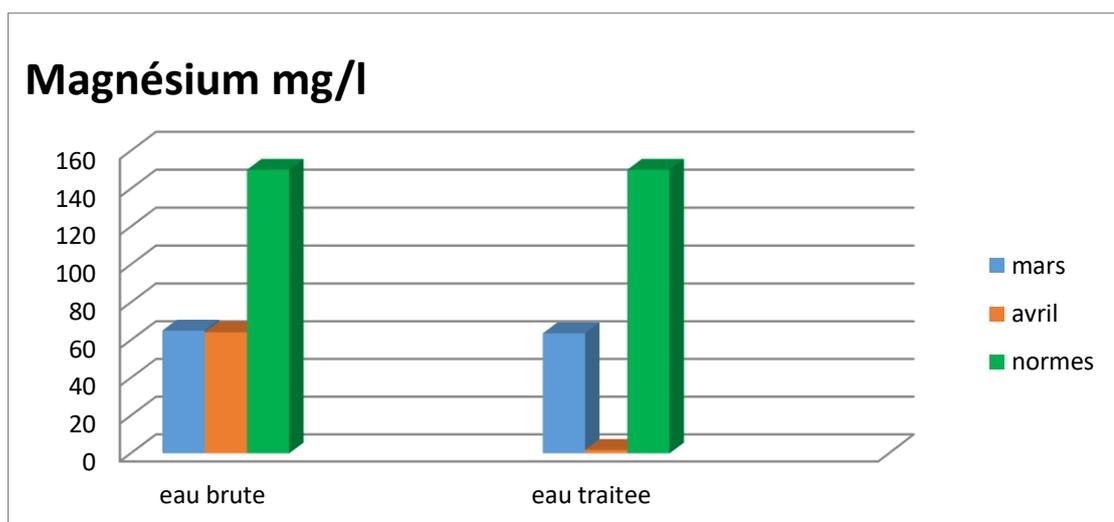


Figure 13 : Teneurs en magnésium dans les eaux de barrage Kodiet Rosfa

III.2.11.Sodium(Na^{2+})

L'OMS a recommandé une réduction progressive de l'apport quotidien en Sodium en raison de sa corrélation avec l'hypertension (Rust, 2011). Les eaux de barrage présentent des valeurs légèrement élevées en Sodium par rapport à la valeur guide recommandée par norme algérienne (200 mg/l) (J.O.R.A N°18 .2011). Elle est de 224.4 mg/l pour l'eau brute et de 222.8 mg/l pour l'eau traitée (figure 12).

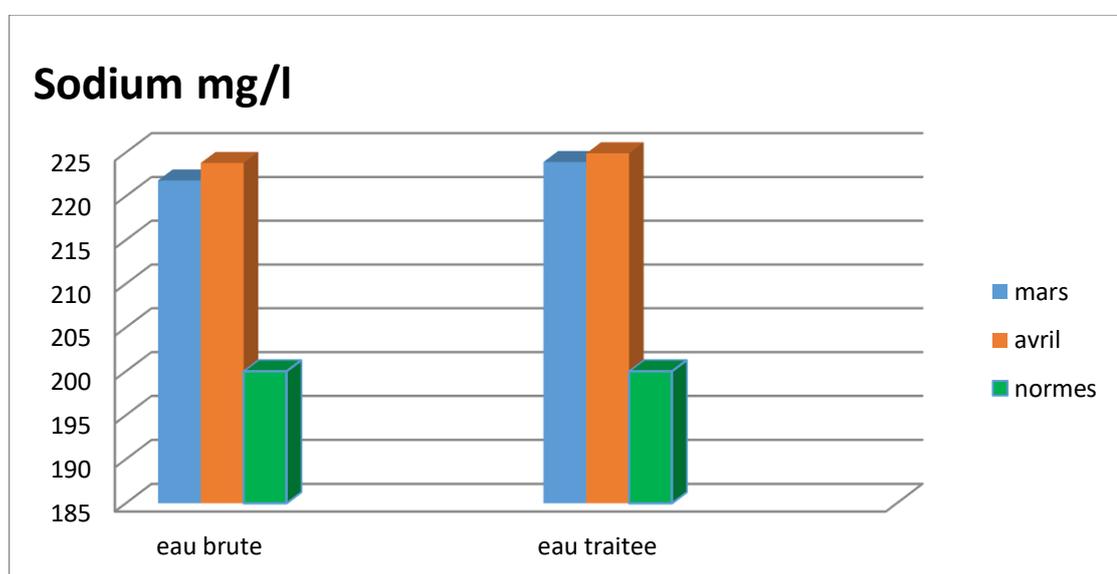


Figure 14 : Teneurs en sodium des eaux de barrage Kodiet Rosfa

III.2.12.Potassium (k^+)

Les résultats des analyses de la concentration en ions K^+ obtenus le mois Mars est de 7.6mg/l pour l'eau brute et 7.8mg/l pour l'eau traitée. Cependant, celles enregistrées le mois Avril

est de **6.8 mg /l** pour l'eau brute et de **6.9 mg/l** pour l'eau traitée (figure 13). Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes qui fixent un seuil d'acceptabilité égale à **12mg/l** (J.O.R.A N°18 .2011).

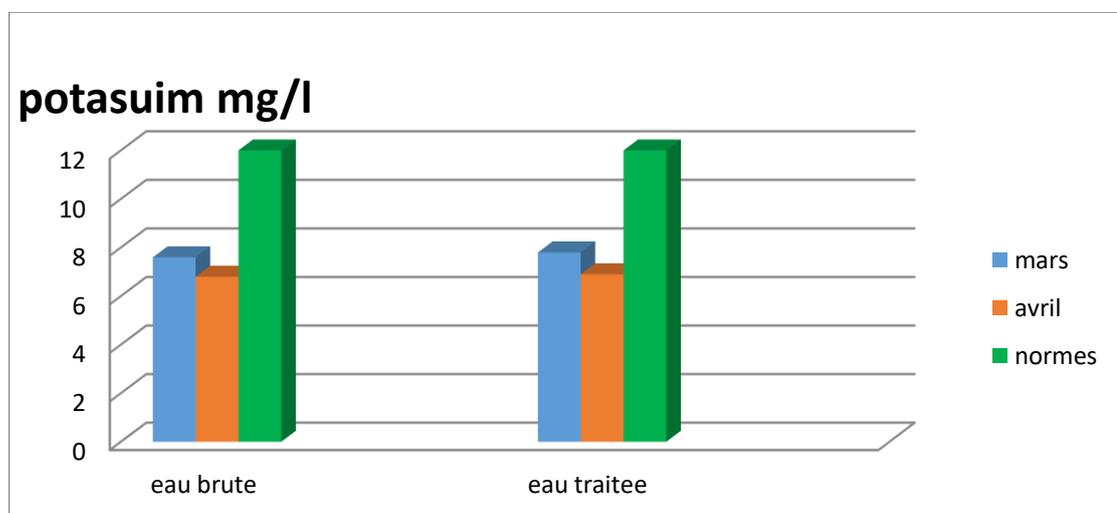


Figure 15 : Teneurs en potassium des eaux de barrage Kodiet Rosfa

III.2.13. Chlorures (Cl)

Les ions chlorures ne présentent aucun risque pour la santé mais donnent à l'eau un goût amer et la rendent corrosive. Ils peuvent également attaquer le béton et charger l'eau en métaux indésirables (Rust, 2011). Selon la figure 14, la concentration des ions chlorures mesurée le mois Mars dans l'eau de barrage brute et traitée sont **243.3mg/l** et **221.8mg/l**, respectivement. Celle enregistrée le mois Avril est de **284.5 mg/l** pour l'eau brute et de **223.8mg/l** pour l'eau traitée. Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes (**500 mg/l**) (J.O.R.A N°18 .2011).

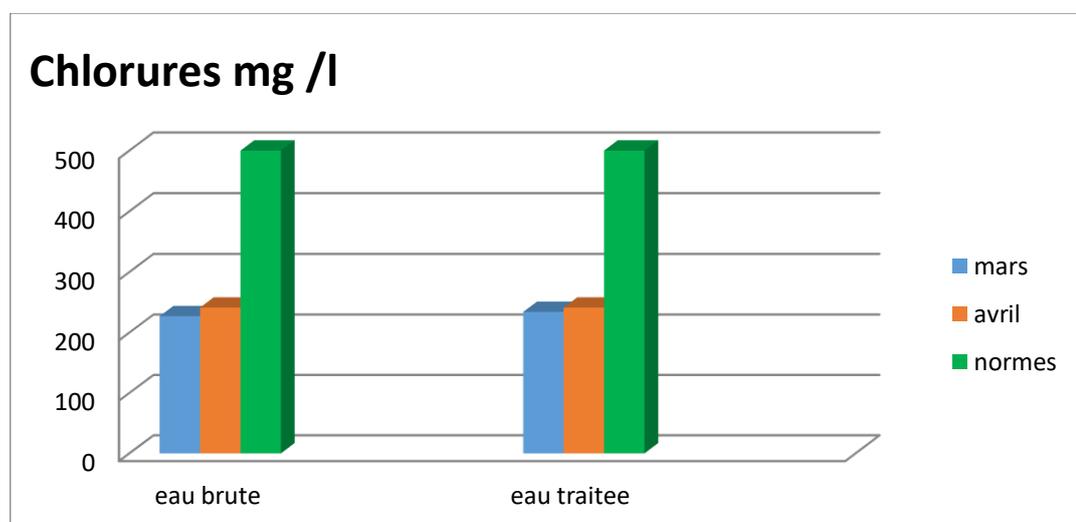


Figure 16 : Teneurs en chlorures des eaux de barrage Kodiet Rosfa

III.2.14. Alcalinité (HCO_3^-)

Les eaux brutes du barrage présentent des valeurs égales à 170.8, mg/l, le mois Mars et de 176.9mg/l, le mois Avril. Quant à l'eau traitée, la concentration de ces ions le mois Mars et Avril est de 170.8mg/l (figure 15). Ces valeurs répondent aux normes algériennes de potabilité des eaux qui fixent une valeur seuil en ion (HCO_3^-) égale à **500mg/l (J.O.R.A N°18 .2011)**.

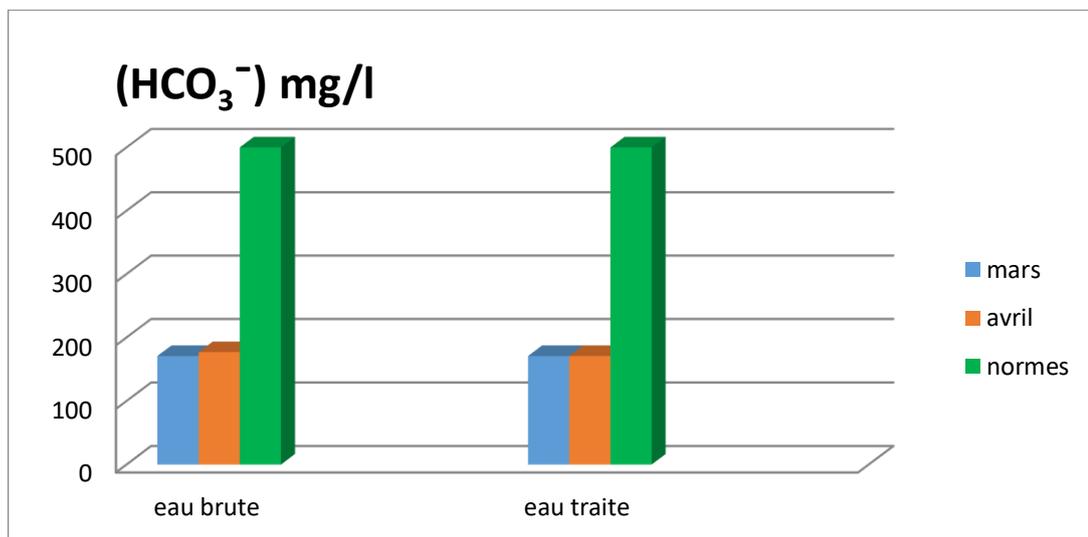


Figure 17 : l'alcalinité des eaux de barrage Kodiet Rosfa

Conclusion

Conclusion

L'eau est l'élément naturel qui fait l'objet d'une surveillance attentive pour prévenir la santé publique des maladies à transmission hydrique.

A la lumière des résultats obtenus au sujet de l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de barrage Kodiet Rosfa, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

A la différence des échantillons d'eau brute qui contiennent une concentration élevée en coliformes totaux et un faible taux d'*Escherichia coli* et de streptocoques, les échantillons d'eau traitée montrent l'absence de ces germes. Ces résultats confirment l'efficacité du traitement réalisé au niveau de la station de traitement du barrage Kodiet Rosfa.

La présence de streptocoques fécaux , coliformes totaux et d'*Escherichia coli* dans les échantillons d'eau brute pourraient être expliquées par l'exposition du barrage aux eaux de ruissellement qui viennent y tomber chargées de nombreux germes d'origine tellurique.

Sur le plan physico-chimique, les échantillons d'eau brute et traitée du barrage Kodiet Rosfa présentent une minéralisation élevée comme l'indiquent les valeurs de conductivité, de taux de sels et la concentration des ions calcium qui dépassent les valeurs guides de la norme algérienne. Cette minéralisation n'est pas seulement d'origine naturelle (situation géologique du barrage et les conditions climatique sèches durant le mois mars et avril), mais elle résulte également de la défaillance de l'une des étapes du traitement physique.

Cette étude reste incomplète, par conséquent, une future étude doit prendre en compte la qualité organoleptique de l'eau traitée du barrage Kodiet Rosfa, pour déterminer l'origine de l'arrière goût et proposer des solutions. Elle doit être également renforcée par le dosage des sulfates résiduels qui résulte du traitement de l'eau par le sulfate d'aluminium et son rapport avec les diarrhées qui apparaissent chez certaines personnes après consommation de l'eau traitée.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

A :

Alain Ronnefoy, Desjardins Guillet. ,(2012) .Epuraton biologique des eaux usées urbaine, office des publications universitaires ,260 p.

B :

Belghiti Mohamed , Cahlaouai Ahmed , Bengoumi Djamel, EL Mostain Raisse (2013). Qualité physico-chimique et microbiologique des eaux souterraines de la nappe plio-quaternaire dans la région de MEKNÈS (MAROC), Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°14, Juin 2013, pp. 21-36.

Bouzid Badra, Chokran Fatiha , (2012). Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de Sebain w.Tiaret ,université INB KHALDOUN , 70 P

C :

Capman Mestralit ; (1996),biologie des eaux, 2^{eme}édition, 247p

Christian Jean,(2013). Déchet effluents et pollution, 3^{eme}édition, 190p

Christain Magnan, Jaques Thomas. , (2012). Hydrologie objet méthodes applications, 3^{eme}édition, 340p.

D :

Deche Maroua, Bunouira Yacine, Cheded Amel, (2017). Qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau de source de la commune de Tissemsilt « cas de ain loura et ain sfa ».Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°29, Mars 2017, pp. 111-119

H :

Haddef Djihad, Hasni Malika (2017). Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de l'Oued de Boutane région de Khemis-Miliana W.Ain Defla, Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana 84p

J :

Jean Francois Beaux ,(2007). Environnement, édition Ibn khaldoun 159p

Kettab Ahmed ,(2001).les ressources en eau en Algérie : stratégies, enjeux et vision. Édition Dunod.320 p

M :

Massechelein Watanabe, (1996) .Processus unitaire du traitement de l'eau potable, cebedoc éditeur ,344 p.

Merah Abdelkader, (2019), Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de la région el hassiane wilaya de Mostaganem, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 71p.

R :

Rodier jean, Bernard Legube, (2005). L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires,

Rodier. Bernard Legube, (2009). L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eaux de mer. 9^{ème} édition: Dunod, Paris.

Rust John , Rreece Niquette., (2011). Biologie, 7^{ème} édition , 1334 p

T

Tourab Fainoe , (2013), Introduction à la microbiologie , nouvelle édition 570p

Annexe

Annexe 1 : Réactif pour dosage de l'azote ammoniacal NH_4^+ **Réactif 1 :**

- Acide dichloroisocyanurique 2 g .
- Hydroxyde de sodium (NaOH) 32 g .
- H_2O distillée q.s.p 1000 ml .

Réactif 2 (coloré) :

- Tricarbonate de sodium 130 g
- Salicylate de sodium 130 g
- Nitropruciate de sodium 0.97 g
- H_2O distillée q.s.p 1000 ml.

Annexe 2 : Réactif pour Détermination de la concentration des nitrates (NO_3^-)

- Solution de salicylate de sodium à 0,5 % (renouveler toutes les 24 h)
- Solution d'hydroxyde de sodium 30 %.
- H_2SO_4 concentré.
- Tartrate double de sodium et de potassium.
- Hydroxyde de sodium NaOH 400 g .
- Tartrate de sodium et de potassium 60g
- Eau distillée qsp 1000 ml
- Solution mère d'azote d'origine nitrique à 1000 mg /l
- Nitrate de potassium anhydre 0.722
- Eau distillée 1000 ml
- Chloroforme 1 ml.
- Solution fille d'azote d'origine nitrique à 5 mg /l
- Solution mère à 50 mg/l PO_4^{3-}
- Solution fille à 2 mg/l PO_4^{3-}

Annexe 3 : Réactif pour Détermination de la concentration des phosphates (PO_4^{3-})

- Acide ascorbique à 10 %
- Heptamolybdate d'ammonium 13g
- Eau distillée 100ml
- Tartrate d'antimoine 0.35 g
- Eau distillée 100ml
- Acide sulfurique pur 150 g
- Eau distille 100 ml

Annexe 4 : Réactifs pour la détermination de la teneur en calcium (Ca^{2+}) et de la teneur en magnésium (Mg^{2+})

▪ Réactifs :

- *Solution d'E.D.T.A N /50 ($\text{C}_{10} \text{H}_{14} \text{N}_2 \text{Na}_2 \text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) :

- EDTA3,722 g .
- H_2O distilléeq.s.p 1000 ml.

- *Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 2 N :

- NaOH (pastilles)80 g .
- H_2O distilléeq.s.p 1000 ml.

- *Solution d'hydroxyde d'ammonium (NH_4OH) Ph =10,1:

- Chlorure d'ammonium70 g .
- H_2O distilléeq.s.p 1000 ml.
- Indicateur colorés : Murexide .
- NH_3 570 ml.
- Noir eriochrome .
- Solution mère de Ca^{2+} à 100 mg/l .

Annexe 5: Réactif pour dosage des ions sodium et de potassium

Préparation des étalons:

Solution fille de sodium (Na^+) à 10 mg/l de la solution mère de NaCl à 1000 mg/l dans 100 ml d'eau distillée :

(2,5 mg de NaCl 1000 cc d' H_2O distillée : solution mère de Na^+ à 1g/l) .

Solution fille de potassium (K^+) à 10 mg/l : 1 ml de la solution mère de KCl à 1 g/l dans 100 ml d'eau distillée :

(1,91 g de KCl 1000cc d'eau distillée : solution mère de K^+ à 1g/l .

Annexe 6 : Réactifs pour dosage des chlorures CL-

* Solution de nitrate d'argent à 0,01 N.

* Solution de chlorures à 71 mg/l.

* Indicateur coloré K_2CrO_4 à 10 %

Annexe 7 : Réactifs pour Dosage de l'alcalinité (HCO_3^-)

- *Solution d'acide Chlorhydrique à 1N:
- Solution d'HCl à 1N :
- \$ d'HCl à 1N100 ml.
- H_2O distilléeq.s. P1000 ml.

Annexe 8 : Réactifs pour dosage de l'alcalinité (HCO_3^-)

- -Tampon acétate.
- Acétate de Na anhydre 60g/l
- Ajuster à pH5 avec de l'acide acétique concentré.
- -TPTZ
- TPTZ 120mg
- Hcl concentré 1ml
- Eau distillée 1000ml
- Solution mère de fer à 100mg/l (0.7022g de sel de mohre +20ml $\text{H}_2\text{SO}_4/1000$.
- Solution fille à 0.005mg/ml (5ml de la 8 mère/1000)

Tableau « B » Concours définitifs

(En milliers de DA)

SECTEURS	MONTANTS OUVERTS	
	C.P.	A.P.
Soutien aux services productifs	6.500	6.500
Infrastructures économiques et administratives	367.000	367.000
TOTAL	373.500	373.500

Décret exécutif n° 11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine.

Le Premier ministre,

Sur le rapport du ministre des ressources en eau,

Vu la Constitution, notamment ses articles 85-3° et 125 (alinéa 2) ;

Vu la loi n° 85-05 du 16 février 1985, modifiée et complétée, relative à la protection et à la promotion de la santé ;

Vu la loi n° 05-12 du 28 Joumada Ethania 1426 correspondant au 4 août 2005, modifiée et complétée, relative à l'eau ;

Vu la loi n° 09-03 du 29 Safar 1430 correspondant au 25 février 2009 relative à la protection du consommateur et à la répression des fraudes ;

Vu le décret présidentiel n° 10-149 du 14 Joumada Ethania 1431 correspondant au 28 mai 2010 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 04-196 du 27 Joumada El Oula 1425 correspondant au 15 juillet 2004 relatif à l'exploitation et à la protection des eaux minérales naturelles et des eaux de source ;

Vu décret exécutif n° 08-148 du 15 Joumada El Oula 1429 correspondant au 21 mai 2008 fixant les modalités d'octroi de l'autorisation d'utilisation des ressources en eau ;

Après approbation du Président de la République ;

Décète :

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 112 de la loi n° 05-12 du 28 Joumada Ethania 1426 correspondant au 4 août 2005, modifiée et complétée, susvisée, le présent décret a pour objet de fixer les paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine ainsi que les modalités de contrôle de conformité.

Art. 2. — Les paramètres de qualité fixés par le présent décret sont applicables à l'eau de consommation humaine définie à l'article 111 de la loi n° 05-12 du 28 Joumada Ethania 1426 correspondant au 4 août 2005, susvisée, à l'exception des eaux minérales naturelles, des eaux de source, des eaux dites "eaux de table" et des eaux thermales.

Art. 3. — Au sens du présent décret, il est entendu par :

— **valeurs limites** : valeurs maximales fixées pour certains paramètres chimiques, radionucléides et microbiologiques et dont le dépassement constitue un danger potentiel pour la santé des personnes ;

— **valeurs indicatives** : valeurs de référence fixées pour certains paramètres organoleptiques et physico-chimiques à des fins de contrôle du fonctionnement des installations de production, de traitement et de distribution d'eau et d'évaluation des risques pour la santé des personnes.

Art. 4. — Les valeurs limites et les valeurs indicatives des paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine sont annexées au présent décret.

Art. 5. — La vérification de la conformité de l'eau de consommation humaine aux paramètres de qualité est effectuée au moyen d'analyses d'échantillons prélevés au niveau des points suivants :

— au compteur particulier pour les eaux fournies par un réseau public de distribution ;

— au point d'utilisation pour les eaux prélevées dans le domaine public hydraulique naturel en vue de la fabrication de boissons gazeuses et de glace ou de la préparation, du conditionnement et de la conservation de denrées alimentaires ;

— conformément à la réglementation en vigueur pour les eaux fournies à partir de citernes mobiles.

Art. 6. — La vérification de la conformité de l'eau de consommation humaine incombe, suivant le cas :

— à l'organisme exploitant tout ou partie du service public d'alimentation en eau potable ;

— au titulaire de l'autorisation ou de la concession d'utilisation des ressources en eau ;

— au titulaire de l'autorisation d'approvisionnement en eau destinée à la consommation humaine par citernes mobiles ;

— à toutes les institutions de contrôle habilitées par la législation et la réglementation en vigueur.

Art. 7. — Lorsqu'il est constaté que l'eau de consommation humaine a cessé d'être conforme aux valeurs limites et aux valeurs indicatives fixées par le présent décret, l'organisme exploitant ou le titulaire d'autorisation ou de concession, concernés au sens de l'article 6 ci-dessus, sont tenus de suspendre la distribution de l'eau.

Aucun rétablissement de la distribution de l'eau ne peut être effectué sans qu'une enquête ne détermine les causes de non-conformité et sans la prise de mesures correctives nécessaires en vue de rétablir la qualité de l'eau.

Art. 8. — L'organisme exploitant du service public d'alimentation en eau potable est tenu d'informer les usagers, par tous moyens appropriés, de toute suspension de la distribution et/ou des mesures correctives décidées au titre de l'article 7 ci-dessus.

Art. 9. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011.

Ahmed OUYAHIA.

ANNEXE

PARAMETRES DE QUALITE DE L'EAU DE CONSOMMATION HUMAINE

Tableau 1 : PARAMETRES AVEC VALEURS LIMITES

GRUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES
Paramètres chimiques	Aluminium	mg/l	0,2
	Ammonium	mg/l	0,5
	Baryum	mg/l	0,7
	Bore	mg/l	1
	Fer total	mg/l	0,3
	Fluorures	mg/l	1,5
	Manganèse	µg/l	50
	Nitrates	mg/l	50
	Nitrites	mg/l	0,2
	Oxydabilité	mg/l O ₂	5
	Phosphore	mg/l	5
	Acrylamide	µg/l	0,5
	Antimoine	µg/l	20
	Argent	µg/l	100
	Arsenic	µg/l	10
	Cadmium	µg/l	3
	Chrome total	µg/l	50
	Cuivre	mg/l	2
	Cyanure	µg/l	70
	Mercure	µg/l	6
Nickel	µg/l	70	
Plomb	µg/l	10	
Sélénium	µg/l	10	
Zinc	mg/l	5	

ANNEXE (suite)

GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES
Paramètres chimiques	Hydrocarbures polycycliques aromatiques (H.P.A) totaux	µg/l	0,2
	fluoranthène, benzo (3,4) fluoranthène, benzo (1,12) fluoranthène, benzo (3,4) pyrène, benzo (1,12) pérylène, indéno (1 ,2,3-cd) pyrène.		
	benzo (3,4) pyrène	µg/l	0,01
	Hydrocarbures dissous ou émulsionnés extraits au CCl ₄	µg/l	10
	Phénols	µg/l	0,5
	Benzène	µg/l	10
	Toluène	µg/l	700
	Ethylbenzène	µg/l	300
	Xylènes	µg/l	500
	Styrène	µg/l	100
	Agents de surface réagissant au bleu de méthylène	mg/l	0,2
	Epychlorehydrine	µg/l	0,4
	Microcystine LR	µg/l	0,1
	Pesticides par substance individualisée - Insecticides organochlorés persistants, organophosphorés et carbamates, les herbicides, les fongicides, les P.C.B. et PC.T	µg/l	0,1
	à l'exception de aldrine et dieldrine		0,03
	Pesticides (Totaux)	µg/l	0,5
	Bromates	µg/l	10
	Chlore	mg/l	5
	Chlorite	mg/l	0,07
Trihalométhanes (THM) (Total)			
Chloroforme, Bromoforme, Dibromochlorométhane, Bromodichlorométhane	µg/l	100	

ANNEXE (suite)

GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES
Paramètres chimiques (suite)	Chlorure de vinyle	µg/l	0,3
	1,2 - Dichloroéthane	µg/l	30
	1,2 - Dichlorobenzène	µg/l	1000
	1,4 - Dichlorobenzène	µg/l	300
	Trichloroéthylène	µg/l	20
	Tetrachloroéthylène	µg/l	40
Radionucléides	Particules alpha	Picocurie/l	15
	Particules bêta	Millirems/an	4
	Tritium	Bequerel/l	100
	Uranium	µg/l	15
	Dose totale indicative (DTI)	(mSv/an)	0,1
Paramètres microbiologiques	Escherichia Coli	n/100ml	0
	Entérocoques	n/100ml	0
	Bactéries sulfitoréductrices y compris les spores	n/20ml	0

Tableau 2 : PARAMETRES AVEC VALEURS INDICATIVES

GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS INDICATIVES
Paramètres organoleptiques	Couleur	mg/l Platine	15
	Turbidité	NTU	5
	Odeur à 12°C	Taux dilution	4
	Saveur à 25°C	Taux dilution	4
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Alcalinité	mg/l en CaCO ₃	500
	Calcium	mg/l en CaCO ₃	200
	Chlorures	mg/l	500
	Concentration en ions hydrogène	Unité pH	≥ 6,5 et ≤ 9
	Conductivité à 20°C	µS/cm	2800
	Dureté	mg/l en CaCO ₃	200
	Potassium	mg/l	12
	Résidu sec	mg/l	1500
	Sodium	mg/l	200
	Sulfates	mg/l	400
Température	°C	25	

™ Gélose lactosée au tergitol 7 et au TTC

Extrait de viande	5,0 g
Peptone	10,0 g
Extrait de levure	6,0 g
Lactose.....	20,0 g
Tergitol 7.....	10 mg
TTC (triphenyl tetrazolium chloride).....	25,0 mg
Bleu de bromothymol	50,0 mg
Agar	13,0 g
pH= 7, 2	

Gélose VF

Viande de bœuf parée, dégraissée, hachée	3600g
Foie de bœuf paré et haché.....	1000g
HCL pur.....	150g
Pepsine (titre 500).....	10 g
Eau ordinaire	18 litres
Ph final 7,4 – 7,6	

Milieu slanetz

Tryptose.....	20g
Extrait de levure.....	5g
Glucose.....	2g
Azide de sodium.....	0,4
Agar	10g
Chlorure de tetrazolium(TTC).....	0,1g
Phosphate di sodique.....	4g
Gélose.....	14g
PH final 7,2	