

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد بوقرة بومرداس
Université M'Hamed Bougara de Bumerdes



كلية العلوم
Faculté des Sciences
قسم البيولوجيا
Département de biologie
En vue de l'obtention du Diplôme de Master II
Option : Nutrition et sciences alimentaires
Thème

**QUALITE PHYSICO-CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES
DES EAUX DU BARRAGE KADDARA.**

Présenté par :

M. YAZLI Salim

Devant le jury :

M. HAOURI Khemissi.

MCB

Promoteur

Mme YAHYAOUI karima

MCA

Co-promotrice

M. LEFKIR Samia

MCB

President

M. Aidoud aziouz

MCA

Examineur

Promotion 2019/2020

Dédicace

A mon chère père

**ce travail est dédié à la mémoire de mon père
disparu trop tôt, qui m'a toujours poussé et
motivé dans mes études ,j'espère que du monde
qui est sein maintenant il apprécie cet humble
geste comme preuve de reconnaissance de la
part d'un fils qui a toujours prié pour le salut
de son âme ,puisse dieu ,le tout puissant l'avoir
en sa sainte miséricorde !**

Remerciements

Après avoir rendu grâce à Dieu Tout Puissant de m'avoir donné la patience et le courage pour réaliser ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à Mr HOUARI Khemissi pour la qualité de son encadrement exceptionnelle, sa patience, sa gentillesse, sa disponibilité quotidienne durant ma préparation de ce mémoire.

Je tien à remercie Mme YAHYAOUI pour leur soutien normalement et d'avoir proposé ce thème.

J'adresse mes sincères remerciements aux membres de jury qui ont accepté d'évaluer ce modeste travail.

Je remercie également et infiniment tous les enseignants du Département de Biologie pour la qualité de l'enseignement qu'ils m'ont prodigués et leur grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles

Introduction.	
Liste des tableaux	
Liste des figures	

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

I-1-Présentation générale du lac de barrage de Keddara	05
1-1-1-Situation géographique et description.....	05
1-1-2-Géologie et géomorphologie	05
1-1-3- Bassins versants du barrage.....	07
1-1-4- Morphométrie et Hydrologie	08
1-2-Etude climatologique	10
1-2-1-Climat de l'Algérie	11
1-2-2-Climat régional	11
1-2-3-Climat local	11
1-2-4-Températures et précipitations	12
1-2-4-1-Indice xérothermique de Gaussen	13
1-2-4-2-Détermination des étages bioclimatiques.....	14
1-2-5-Autre paramètres climatologiques	16
1-3-Le barrage et son contexte socio-économique.....	16
1-3-1-Activités agricoles et pâturage.....	16
1-3-2-Activités industrielles.....	16
1-4-Flore et Faune	17

CHAPITRE II

METHODOLOGIE DES ANALYSES

Introduction	...27
II.1 - Matériels et méthodes	...28
II.1.1 - Le prélèvement	...28
II.1.2 - Matériels	...28
II.1.3 - Méthode des analyses	...29
1 - Conductivité	...29
2 - Turbidité	...29

3 - Minéralisation globale	...29
4 - Dureté totale	...30
5 - Dosage du calcium	...31
6 - Détermination du Magnésium	...31
7 - Dosage des chlorures	...32
8 - Dosage des sulfates	...32
9 - Dosages des bicarbonates	...33
10 - Dosage des nitrates	...33
11 - Mesure de la concentration du Sodium	...34
12 - Mesure de la concentration du Potassium	...35
13 - Dosage des résidus secs	...35
II.2 - Résultats et discussion	...36
II.3 - Conclusion	...41

Liste des figures

Figure 01 : Figure 1 : Situation géographique de Barrage de Keddara	Page 01
Figure 02 : Vue du barrage de Keddara	Page 02
Figure 03 : Sous bassin versant du barrage Keddara.....	Page 03
Figure 04 : Diagramme Ombrothermique de la région de Keddara	Page 07
Figure 05 : Etages Bioclimatiques de l'Algérie	Page 09
Figure 06 : Etages Bioclimatiques de l'Algérie et localisation des stations Keddara et Der-El- Beida dans le Climagramme d'Emberger (1995-2012).....	Page 09
Figure 07 Carrière de Keddara (Anonyme a, 2009, modifiée).....	Page 13
Figure 08 : Végétation au niveau du barrage Keddara	Page 14
Figure 09 : Lieu de prélèvement centre de traitement de Boudouaou (Boumerdes)....	Page 16
Figure 10 : Recherche et dénombrement des microorganismes revivifiables à 37 °C..	Page 28
Figure 11 : Recherche de Salmonella	Page 30
Figure 12 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux dans l'eau ..	Page 32
Figure 13 : Recherche de Staphylocoques à coagulase positive	Page 37
Figure 14 : variation de la Température	Page 39
Figure 15 : Variation du pH	Page 40
Figure 16 : Variation de la turbidité	Page 40
Figure 17 : Variation de la conductivité électrique	Page 41
Figure 18 :. Variation de nitrate.....	Page 41
Figure 19 : Variation de Ortho-phosphate	Page 42
Figure 20 : Variation de chlore libre	Page 42
Figure 21 : Variation de Ammonium (NH ₄).	Page 42
Figure 22 : Variation de l' <u>Aluminium</u>	Page 43
Figure 23 : Variation de DCO	Page 44
Figure 24 : Variation de chlorure.....	Page 45

Figure 25 : Variation de nitrite.....	Page 45
Figure 26 : Variation de magnésium.....	Page 46
Figure 27 : Variation de calcium.....	Page46
Figure 30 : Variation de DBO5.....	Page47
Figure 31 : Variation des germes totaux à 37°C.....	Page48
Figure 32 Variation des coliformes thermo-tolérants.....	Page 49
Figure 33 :Variation des coliformes thermo-tolérants	Page 49
Figure 34 : Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.....	Page 50
Figure 35 :Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteur.....	Page 51

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1 : Répartition mensuelle de l'évaporation.....	05
Tableau 2 : Vitesses moyennes mensuelles du vent (m/s).....	05
Tableau 3 : Résultats du quotient pluviométrique Q ₂ d'Emberger des deux stations de Dar- El-Beida et Keddara (1995-2012).....	08
Tableau 4 : Méthode de dénombrement des germes de contamination fécale et d'efficacité de traitement.....	35
Tableau 5 : Les caractères biochimiques pour les différentes espèces de Staphylocoques.....	38
Tableau 6 : Résultats de l'analyses physico-chimiques de l'eau de barrage KEDDARA	annexe
Tableau 7 : Résultats de l'analyses bactériologiques de l'eau de barrage Keddara	annexe
Tableau 8 : Tableau: norme Algérienne de potabilité des eaux de consommation (JORA, 2011)	annexe
Tableau 9 : Norme Algérienne de potabilité des eaux de consommation [Journal officiel N° 18 du 23Mars 2011]	annexe
Tableau 10 : normes de l'OMS	annexe

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'eau étant une ressource naturelle essentielle à la vie, les utilisateurs doivent être redevables quant à son utilisation ou à sa détérioration. L'eau prend une importance croissante dans notre vie. Apprendre à la gérer, c'est apprendre à maîtriser sa rareté mais aussi ses excès, à assurer l'alimentation en eau potable, agricole et industrielle, à l'utiliser pour créer de l'énergie et à maintenir la qualité de notre environnement.

L'Algérie a fourni, depuis les années soixante, d'importants efforts de mobilisation de son potentiel hydraulique pour faire face à l'accroissement démographique et assurer son développement socio-économique. Cependant, le potentiel hydraulique limité nécessite d'adopter une stratégie de gestion de la demande en eau afin de satisfaire les besoins en eau et d'assurer les conditions d'une utilisation bénéfique de ces ressources hydriques, d'améliorer les performances des infrastructures (barrages, ouvrages de transfert d'eau, forages).

L'approvisionnement de l'eau potable en Algérie se fait essentiellement à partir des ressources superficielles, notamment du barrages (PONT, 2008). Donc, une évaluation permanente spatio-temporelle de la qualité de l'eau d'un barrage mérite une grande importance afin de les préserver et de les protéger de tous les contaminants qui peuvent les affecter, pour protéger la santé des consommateurs.

La qualité de l'eau est influencée par un large éventail de phénomènes naturels et anthropiques (le taux de précipitation, l'érosion, transport de sédiments, tandis que les activités anthropiques comprennent le développement urbain, l'expansion industrielle et les pratiques d'agriculture). Différents processus naturels (hydrologiques, physiques, chimiques et biologiques) peuvent nuire aux caractéristiques des éléments et des composés chimiques de l'eau douce (CHAPMAN & ORGANIZATION 1996).

Par conséquent, une gestion efficace à long terme des eaux de barrages nécessite une compréhension fondamentale de caractéristiques chimiques et biologiques. Cependant, en raison de la temporalité variations de la qualité de l'eau (qui sont souvent difficiles à interpréter), un programme de surveillance fournissant un représentant fiable de la qualité des eaux de surface, nécessaire (SHRESTHA & KAZAMA 2007).

Notre travail a pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimiques et bactériologiques des eaux de barrage Keddara qui alimente la capitale et ses environs.

Notre travail, s'articule en trois chapitres :

- Chapitre I : la partie bibliographique, est un rappelle sur présentation de la région d'étude.
- Chapitre II : la partie expérimentale, représente la démarche pour les analyses physico-chimiques et bactériologiques des différents échantillons d'eau.
- Chapitre III : représente les résultats des différentes analyses. Et en fin nous terminons notre travail par une conclusion générale.

CHAPITRE I
PRESENTATION DE LA
REGION D'ETUDE

PRESENTATION DE REGION D'ETUDE

I. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET DESCRIPTION

Le barrage Keddara est situé dans la Wilaya de Boumerdes dans la région Nord de l'Algérie. Il est situé dans la chaîne littorale de l'Atlas Tellien, à 8 km au Sud de Boudouaou et à 35 km à l'Est d'Alger. Il forme la vallée de l'oued Boudouaou à 300 m à l'aval de la confluence des oueds Keddara et El Had (figure 1 et 2).

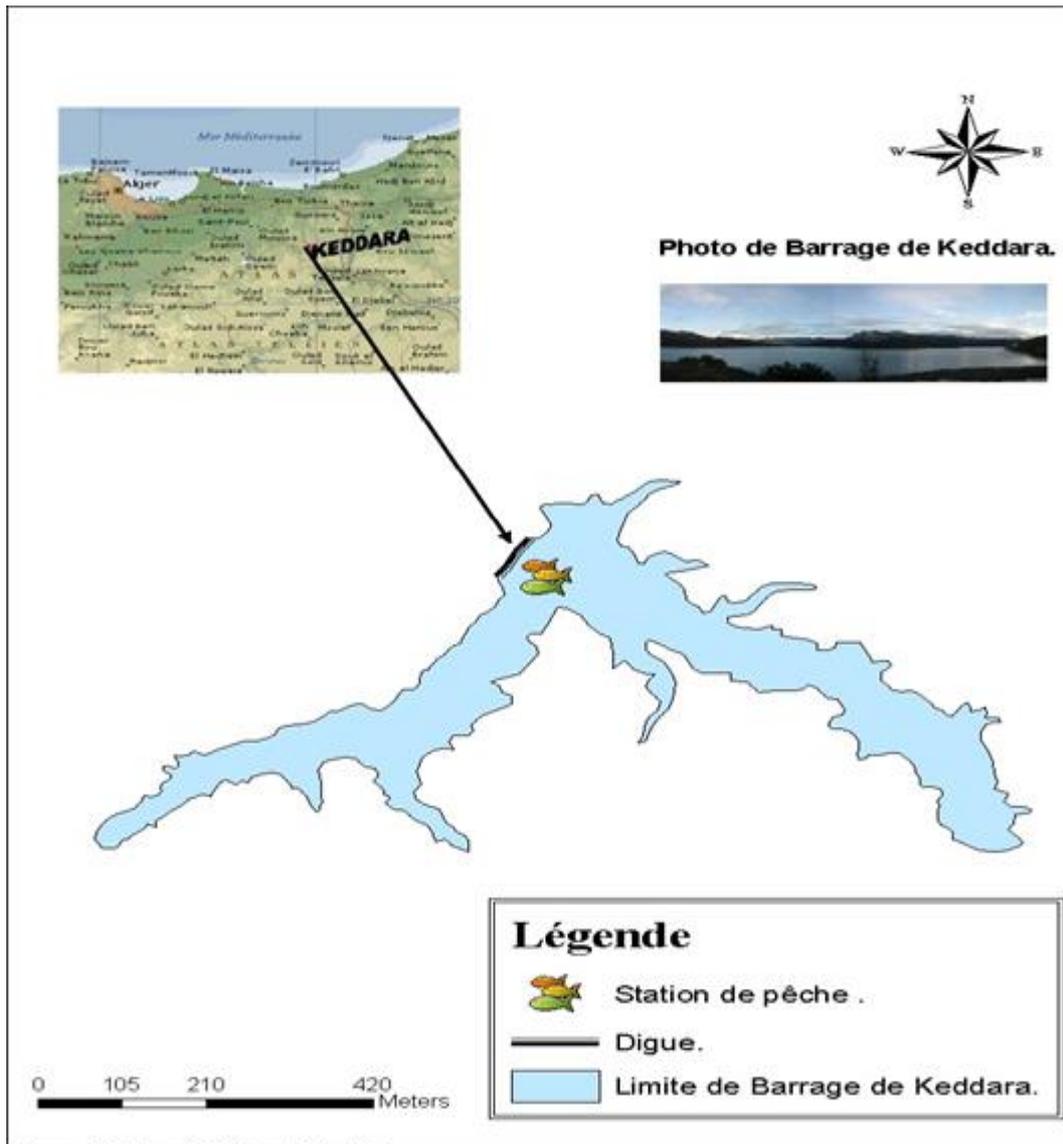


Figure 1 : Situation géographique de Barrage de Keddara.



Figure 2 : Vue du barrage de Keddara.

Les principales caractéristiques du barrage sont les suivantes :

⊕ Côte du niveau normale de la retenue	145 m.
⊕ Cote du niveau de plus hautes eaux	147 m.
⊕ Capacité de la retenue	145.6Mm ³ .
⊕ Superficie du bassin versant	93 km ² .
⊕ Surface du lac à la retenue normale	5.2 Km ² .
⊕ La profondeur moyenne	25.5 m.
⊕ La profondeur maximale au niveau du barrage	150 m.

La région Keddara est située à une altitude de 1047 m, à 36,65° de latitude Nord et 3.43° de longitude Est (A.N.B, 1981). Il est situé au pied Nord de l'extrémité Est de la grande plaine de la Mitidja. Le barrage de Keddara a un volume de 145.6 hm³ d'eau pour une superficie de 5.2 km² à sa côte maximale. Sa profondeur moyenne est de 28.5 m, la profondeur maximale au niveau du barrage est de 150 m, la mise en eau du barrage a été lancée en 1985.

Le barrage de Keddara a été spécialement construit pour assurer l'approvisionnement en eau potable de la ville d'Alger et ses environs. Ces dernières années, il a été intégré dans les activités

ouvertes à l'investissement relatif à la pêche continentale (ATTOU et ARAB, 2010 in ATTOU, 2014).

La superficie du sous bassin versant de l'oued Boudouaou à l'emplacement du site du barrage de Keddara est de 93 km² ayant une forme presque arrondie (Figure 3).

Les versants du bassin sont très raides. Dans une répartition de la superficie selon les catégories de pente, l'inclinaison pour plus de deux tiers dépasse % et pour environ un tiers elle est même plus forte que 40%. (ANBT, 1987).



Source : ANRH, 2005

Figure 3 : Sous bassin versant du barrage Keddara.

II. ETUDE CLIMATOLOGIQUE

Le climat est défini comme une combinaison des états de l'atmosphère dans un lieu donné et sur une période définie. Le climat est l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère en un point de la surface terrestre (PEDELABORDE, 1991 in ATTOU, 2014).

La nature du climat joue un rôle essentiel pour ajuster les caractéristiques écologiques des écosystèmes continentaux. Le comportement des espèces et de leur adaptation impliquent la

nécessité de caractériser le climat (RAMADE, 2005 in ATTOU, 2014). Il représente le facteur déterminant fondamental de la distribution des organismes dont l'influence s'exerce et peut être perçu à toutes les échelles d'observation de la biosphère (LACOSTE et SALANON, 2001 in ATTOU, 2014).

II.1. CLIMAT DE L'ALGERIE

En Algérie, les régions climatiques rencontrées sont celles des étages et des variétés de climat définit par Emberger (1955). Le climat de l'Algérie relève du régime méditerranéen à deux saisons bien distinctes, celle des pluies et celle de la sécheresse (KADIK, 1987).

D'une manière générale le climat de l'Algérie est caractérisé par la fréquence des pluies durant la période froide de l'année, il y a coïncidence de la saison sèche et de la saison chaude (KADIK, 1987).

II.1.1. Climat régional

Il est défini à l'aide des données fournies par les différentes stations météorologiques. La région de Boumerdes est soumise à l'influence du climat méditerranéen caractérisé par des précipitations irrégulières, et une longue période de sécheresse estivale. Le climat de Boumerdes est de type sub-humide à hiver tempéré, caractérisé par deux périodes distinctes : une période sèche et chaude en été et une période humide et froide en hiver.

I.1.2. Climat local

Plusieurs auteurs, comme SELTZER (1946), CHAUMONT & PAQUIN (1979), et LUCIDO (1972), ont noté l'existence d'une relation linéaire entre les précipitations et l'altitude. Plus l'altitude est élevée, plus les précipitations augmentent.

L'étude du climat local nécessite des données climatiques de la zone d'étude. L'emplacement de la station de référence (Dar-El-Beida, Alger) à une altitude de 25 m différente de la zone étude qui est de 499 m, ce qui nous a amené à faire des corrections de température et de pluviométrie afin de nous rapprocher le plus du climat local (Keddara). Les données climatiques ont été recueillies auprès des services météorologiques (ONM., 2013) pour une période de 18 ans allant de 1995- à 2012.

L'application de ces gradients nous a permis de calculer les coefficients de réduction ou d'augmentation probables des précipitations en altitude, et de fait corriger les données de la station de Keddara. Seltzer (1946), donne la valeur de 50 mm pour 100 m pour toute l'Algérie. Tout comme pour la pluviométrie, les températures sont en relation étroite avec l'altitude.

D'une façon générale, plus on monte en altitude, plus la température diminue. Seltzer en 1946, dans son étude sur le climat de l'Algérie, préconise les gradients suivants : 0,7 °C de diminution pour tous les 100 m d'altitude pour les maxima (M), et 0,4 °C pour tous les 100 m pour les minima (m).

I.1.3. Evaporation

L'étude hydrologique fait par la D.E.M.R.H (Direction d'Etude du Milieu et de Recherche Hydrique, ancien ANRH) sur la retenue de keddara, nous donne la répartition mensuelle de la norme annuelle moyenne de l'évaporation qui est portée dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Répartition mensuelle de l'évaporation

répartition mensuelle														Totale annuel
Evaporation	mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	
	mm	140	100	67	52	53	55	78	87	122	140	178	189	1261
	%	11.1	7.9	5.3	4.1	4.2	4.4	6.2	6.9	9.7	11.1	14.1	15	100 %

Source : ANRH

I.1.4. Le vent

La vitesse de vent varie en moyenne suivant les saisons entre 5 à 7m/s (tableau 2).

Tableau 2 : Vitesses moyennes mensuelles du vent (m/s).

Mois année	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	annuel
87/88	5.30	8.76	6.63	6.50	-	5.37	6.42	5.97	8.15	6.41	5.40	5.62	6.41
88/89	-	6.50	5.61	5.13	5.18	7.34	6.84	8.71	7.57	5.34	5.82	4.99	6.27
90/89	-	6.50	5.61	5.13	5.18	7.34	6.84	8.71	7.57	5.34	5.82	4.99	5.77
90/91	5.36	5.84	4.97	6.02	5.07	5.94	6.47	5.98	5.37	4.76	5.21	5.55	5.55
91/92	5.25	-	-	6.77	6.07	5.34	5.17	5.76	4.86	5.98	4.70	5.41	5.53
92/93	5.58	5.53	4.95	6.94	5.79	5.48	6.13	6.43	6.04	5.23	4.87	5.17	5.68

Source : ANRH

I.1.5. Températures et précipitations

Pour caractériser le climat d'une région, il revient à déterminer les variabilités de la température et la pluviosité. Si ces composantes climatiques changent, de nombreuses autres composantes abiotiques et biotiques vont changer également (LEVEQUE ET MOUNOLOU, 2001 in ATTOU, 2014). D'après l'analyse des données recueillies auprès du service météorologique de Dar-El-Beida, pour le climat régional, il y a environ 624.5 mm de pluie annuellement et une moyenne mensuelle de 52 mm, mais la distribution de cette tranche est irrégulière comme l'indique le tableau 4. Les maximums des pluies sont enregistrés pour les mois de février, novembre et décembre ; alors que les mois de juin, juillet et août ne reçoivent que de faibles quantités.

La station de Keddara reçoit environ 861.81 mm de pluie annuellement et une moyenne mensuelle de 71.82 mm. Les résultats des températures moyennes de la station référence de Dar-El-Beida et de la station de Keddara (après correction) sont portés dans (ATTOU, 2014)

I.1.5.1. Indice xérothermique de Gaussen

Bagnoul & Gaussen considèrent qu'un mois est sec quand le total des précipitations exprimé en mm est égal ou inférieur au double de la température exprimée en degrés Celsius (KADIK, 1987).

Cet indice permet de tracer le diagramme Ombrothermique (ou pluviométrique) qui exprime le régime pluviométrique et thermique moyen d'une station. Il donne une assez bonne idée de la durée et de l'intensité de la sécheresse estivale qui caractérise le climat méditerranéen. Donc, il a pour but la détermination des périodes sèches et humides d'une région donnée. Il consiste à figurer en ordonnée à gauche les températures moyennes mensuelles en °C à une échelle double de celle des précipitations ($P=2T$), en abscisse les mois de l'année et en ordonnée à droite les précipitations moyennes mensuelles en mm et de joindre les points ainsi obtenus. On obtient en fait deux diagrammes superposés (RAMADE ,2003 in ATTOU, 2014).

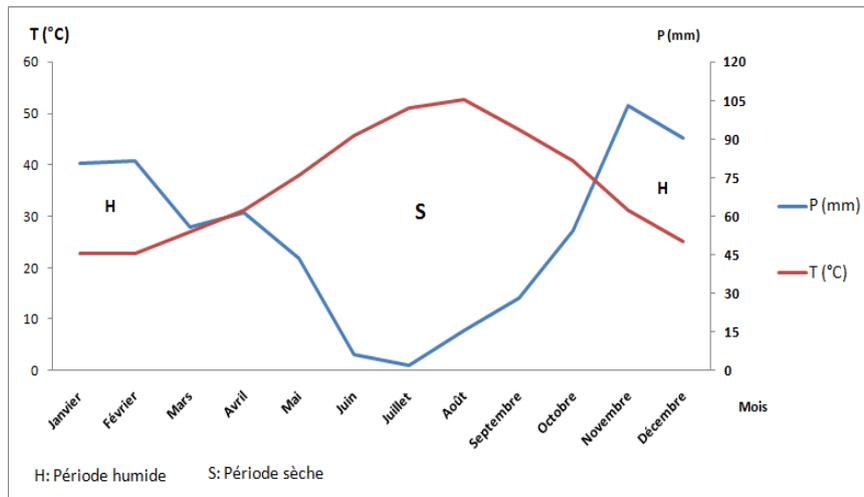


Figure 4 : Diagramme Ombrothermique de la région de Keddara.

Les résultats de la figure 4 indiquent que :

- La période sèche est caractérisée par deux maximum de température, l'un au mois de juillet et l'autre au mois d'août.
- La période humide est caractérisée par de fortes précipitations présentant deux maximum, l'un au mois de novembre et l'autre au mois de février.
- La période sèche de la station de Keddara s'étale du mois d'avril jusqu'à la fin du mois d'octobre soit cinq mois.

En général, on constate que les faibles valeurs de température sont pendant les mois de fortes pluviométries et de fortes valeurs pendant les mois de faibles pluviométries.

I.1.5.2. Détermination des étages bioclimatiques

Emberger en 1955 établit un quotient pluviométrique et un climagramme qui permet de séparer les différents étages bioclimatiques méditerranéens ainsi que les variantes de chaque étage (DAJOZ, 1985).

Le bioclimat d'une station est défini par trois facteurs fondamentaux : les précipitations annuelles, les températures minimales du mois le plus froid et la température maximale du mois le plus chaud. Pour déterminer l'étage bioclimatique d'une station, le calcul du quotient pluviométrique Q_2 d'Emberger (1955) est nécessaire, il est calculé par la formule suivant :

$$Q_2 = \frac{2000 \times P}{M^2 - m^2}$$

Q_2 : Quotient pluviométrique Q_2 d'Emberger ²

P : Pluviométrie annuelle en mm ;

M : Température maximale du mois le plus chaud en degrés kelvin ;

m : Température minimale du mois le plus froid en degrés kelvin.

La température absolue se compte en °K (degrés kelvin), à partir de - 273°C (PEDELABORDE, 1991).

Les résultats du quotient pluviométrique Q_2 d'Emberger sont représentés sur le tableau 3.

Les températures maximales les plus élevées pour les deux stations sont remarquées durant le mois d'août, ainsi que la saison estivale (juin, juillet et août) qui est représentée par des valeurs relativement élevées, ce qui donne une saison extrêmement sèche.

Tableau 3 : Résultats du quotient pluviométrique Q_2 d'Emberger des deux stations de Dar- El-Beida et Keddara (1995-2012).

Station	Q_2	M (mm)	m (mm)	P (mm)	Altitude (m)
Dar-El-Beida	78,05	32,7	5,3	624,5	25
Keddara	114,64	29,38	3,4	861,81	499

Les températures minimales les plus basses pour les deux stations apparaissent durant le mois de février, ainsi que la saison hivernale (décembre, janvier et février) qui est représentée par des valeurs relativement basses.

D'après les résultats obtenus, si l'on reporte les valeurs du Q_2 et m sur le climagramme d'Emberger nous pouvons déduire que les deux stations de Dar-El-Beida et de Keddara se trouvent dans l'étage sub-humide à hiver tempéré (figure 5 et 6).

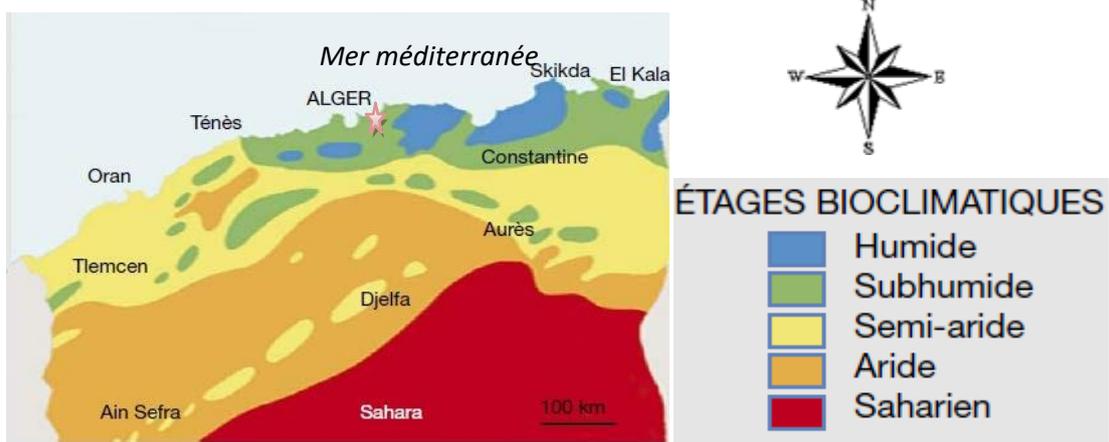


Figure 5 : Etages Bioclimatiques de l'Algérie.

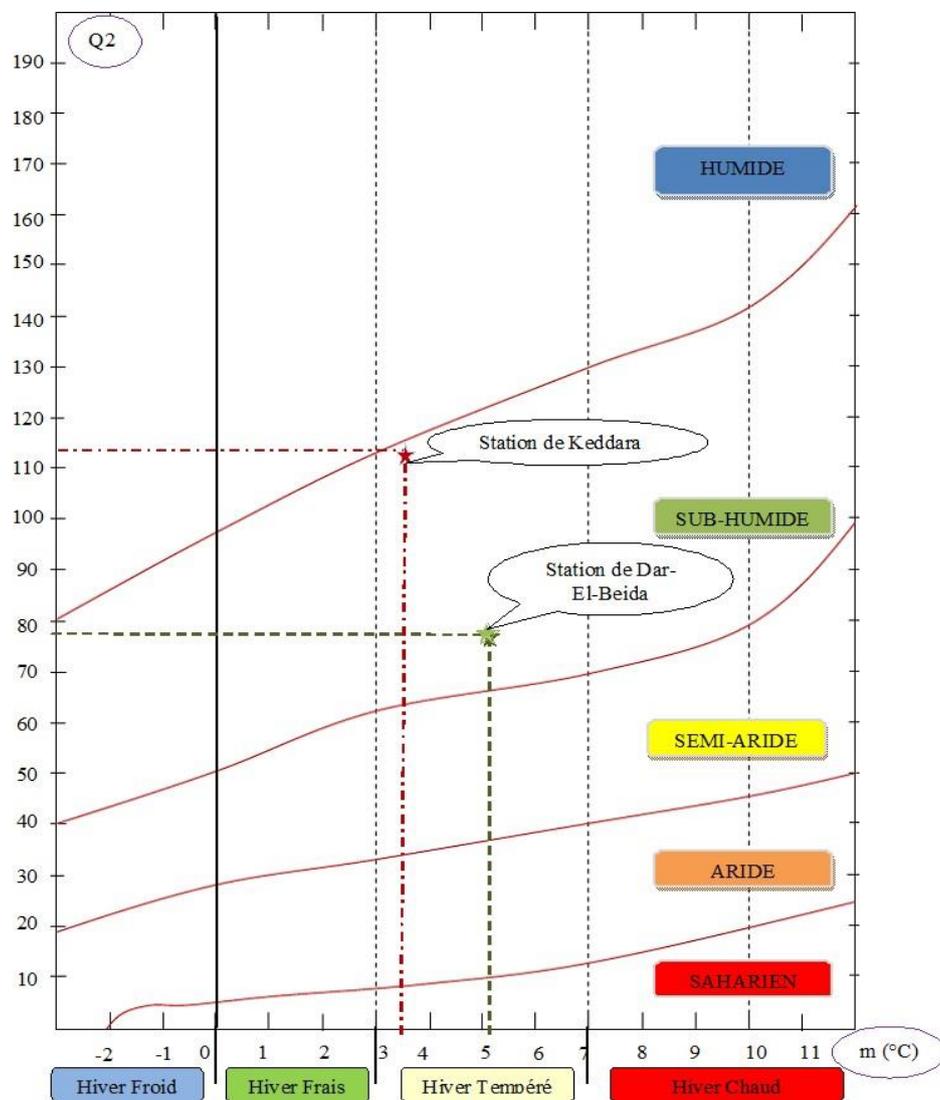


Figure 6 : Etages Bioclimatiques de l'Algérie et localisation des stations Keddara et Der-El- Beida dans le Climagramme d'Emberger (1995-2012)

III. APERÇU GEOLOGIQUE

III.1. Géologie régionale

La région de keddara se trouve dans la partie Nord de l'Atlas tellien, à l'extrémité ouest du massif métamorphique qui prolonge le massif kabyle.

Ce massif fait partie des plus anciennes structures géologiques de la région. Les roches métamorphiques (schistes quartzitiques-chloritiques, micaschistes et séricitoschistes) sont d'origine antédévonienne et sont présentés sur le site dans une structure de « Horst » orientée Nord-Est / Sud-Ouest.

III.2-Géologie du site du barrage

La géologie du site du barrage est caractérisée par une tectonique cassante très intense et une altération superficielle très variable, mais parfois assez profonde.

III.3-Géologie de la cuvette

La cuvette du barrage de keddara, intéresse les vallées des oueds keddara et EL-Had jusqu'au niveau de 145m NGA (nivellement géodésique algérienne).

Dans la vallée de l'oued keddara, la limite extrême de la cuvette, à sa cote maximale se trouve à 5km de l'axe de barrage le long de la route nationale 29, tandis que dans la vallée de l'oued EL-Had la limite extrême se trouve à 5km de la confluence avec l'oued keddara.

Le versant droit de la vallée de l'oued keddara appartient au massif du Djebel Ben Norah, tandis que le versant gauche et les versants de la vallée de l'oued EL-HAD appartiennent au massif du Bouzegza.

La région de la cuvette est occupée en grande partie par les roches métamorphiques du massif schisteux kabyle des Khachna, interrompues localement par des dépressions occupées de terrains sédimentaires tertiaires au Sud-Est.

Le bassin est bordé par une chaîne de calcaire lutétiens avec des affleurements jurassiques locaux dits de Bouzegza.

IV. Lithologie

On distingue dans le site principalement, 3 types de roches métamorphique :

IV. 1-les schistes Quartzitiques-chloritiques

Les roches se trouvent à la base de la série lithologique, elles sont généralement compactes et assez dures formant au site un «Horst » limité latéralement par des failles. Leur profondeur est inconnue, car aucun sondage n'a atteint leur limite inférieure.

IV. 2. Les micaschistes

Les micaschistes recouvrent les schistes quartzitiques-chloritiques, composés de mica et de kaolinite et parfois du chlorite, du quartz et du feldspath. Ils sont de couleur noirs, gris foncé ou argentée, presque toujours intensément tectonisées et occupent tout le flanc de la rive gauche.

IV. 3. Les schistes sericitiques :

Ils occupent la terrasse supérieure tout le long de la rive droite, sont lustrés, bleutés, argileux, tendres et composés de séricite, quartz, kaolinite, feldspath, vermicule, chlorite et très peu de charbon. Ils sont les plus altérables.

IV. 4. Sédiments récents**IV. 4.1. Les alluvions actuelles**

Qui occupent les lits des oueds et sont constituées de graviers plus au moins sableux et de bloc. Elles ont des profondeurs variant entre 12 à 30 m à l'aval du barrage et de 2m à 10m à l'amont.

IV. 4.2. Les alluvions récentes

Occupent les terrasses basses bordant les lits des oueds.

IV. 4.3. Eboulis de pente

Ce sont des terrains hétérogènes occupent les pentes de 2 rives. Ces éboulis de pente sont le siège de glissements de terrain sur les versants du site du barrage et dans la cuvette.

IV. 5. Tectonique

L'étude tectonique du site est très compliquée en raison de l'extension très limitée des affleurements et de la densité relativement faible des soudages.

L'étude de ces affleurements nous donne une idée du style tectonique régnant dans ce secteur du massif kabyle où les indices d'une tectonique cassante dominent.

V- LE BARRAGE ET SON CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE**V.1. Activité agricoles et pâturage**

Selon Bouchard (2000), les activités agricoles peuvent être la cause de l'apparition des perturbations environnementales, cas de modification des caractéristiques naturelles, ce qui peut engendrer une pollution agricole.

Aujourd'hui, la pollution de l'eau par les activités agricoles présente quatre formes principales : les matières en suspension, les éléments nutritifs, les pesticides et les contaminations bactériennes.

Par ailleurs, l'agriculture entraîne par effet de ruissellement des modifications physiques du territoire qui sont susceptibles d'avoir un impact sur la faune et la flore du bassin versant (BOUDJEMA, 2007).

La nature de la culture pratiquée au niveau du barrage est la céréaliculture et le maraîchage qui nécessitent l'utilisation des pesticides, des engrais de types nitrates qui peuvent conduire à la contamination de la chair des poissons et à la bioaccumulation des contaminants dans les organismes et un risque pour la consommation humaine.

Nous avons aussi remarqué que les agricultures et les habitants du barrage pratiquent l'élevage des bovins et ovins. Cette activité influence sur la végétation des rives qui conduit à la destruction physique du barrage par érosion par conséquence sur les lieux de ponte des poissons et un risque de contamination fécale des eaux de barrage.

V.2. Activités industrielles

Il est très essentiel de noter que la commune de Kharrouba est une ancienne zone industrielle (unités agro-alimentaires, unités de décharge, unité de transformation d'aluminium et autre), ce qui présente une importante source économique mais aussi une source de pollution industrielle. De plus de grands risques industriel et technologique liés à l'explosion de l'oléoduc qui passe à travers le bassin versant de Keddara a conduit à des incendies et à la dissémination de produits toxiques et substances dangereuses à long terme dans l'environnement et notamment dans le barrage de Keddara.

D'autre part la région de Keddara est connue par sa carrière (figure 7). Le terrain de l'unité est limité au Nord et à l'Est par des terrains à vocation agricole, à l'Ouest par le barrage de Keddara et au Sud par l'oued de Keddara. L'impact de l'unité sur la société engendrée par l'exploitation des carrières d'agrégats se fait au détriment de la santé. Les habitants indiquent que les détonations provoquées par les fortes explosions de dynamites, utilisées pour l'extraction d'agrégats ont affecté sérieusement leurs habitations (ZERROUKY, 2006).

Les impacts écologiques sur le bassin versant et ses affluents sont marqués par le phénomène d'érosion, présences de matière en suspension et sédimentation, modification du régime hydrique (débit, substrat), perte et transformation d'habitats flore et faune, changement de l'orientation du bassin versant et pollution sonore causée par les explosifs.

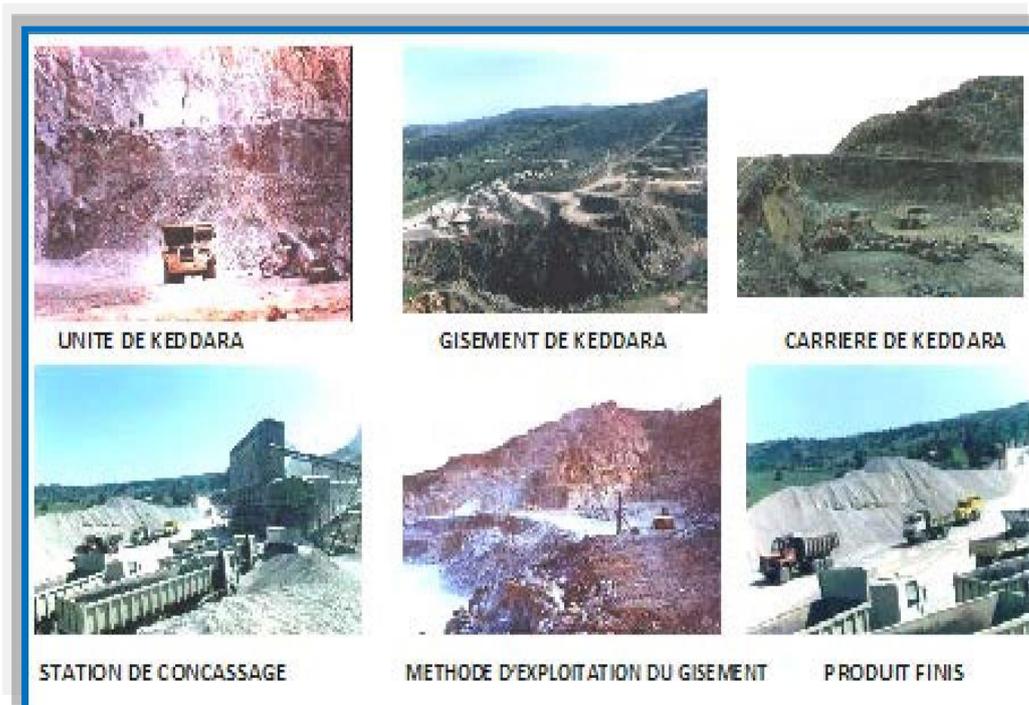


Figure 7 : Carrière de Keddara (Anonyme a, 2009, modifiée)

I.4.Flore et faune

Au sein de la biocénose, le compartiment végétal (phytocénose) présente un biomarqueur précieux, il joue un rôle important dans la délimitation des stations (LACOST et SALANON, 2001). La végétation du barrage Keddara appartient à la grande chaîne de l'Atlas Tellien. La région du barrage de keddara est couverte de lentisque, de palmiers nains, d'olivier sauvage, de quelques arbres d'eucalyptus et de toutes sortes de broussailles. Sur les rives du barrage se trouvent une faible couverture végétale et des pelouses (figure 8).



Figure 8 : Végétation au niveau du barrage Keddara.

Le barrage est caractérisé par une importante avifaune, tels que les canards souchets, corbeau noir, héron et la présence des reptiles représentés par les serpents et les tortues.

II-MATERIELS ET METHODES

II.1-MATERIELS

II.1.1-LE MATERIEL NON BIOLOGIQUE

Le matériel non biologique (appareillages, solutions et milieux de cultures)

- Fioles et Erlenmeyers.
- Glacière.
- Béchers et Pipette.
- Eprouvettes.
- Etuve.
- Jauge.
- pH-mètre.
- Turbidimètre.
- Portable multiparamètres.
- Etuve.
- Conductimètres.
- L'appareil à reflux.
- Dosimètre.
- Photomètre.
- Spectrophotomètre.
- Robot SP50 SKALAR.
- L'auto analyseur à flux continu.

II.1.2-LE MATERIEL BIOLOGIQUE

Le matériel biologique sur lequel nous avons effectué les analyses.

- Rampe de filtration.
- Pompe à vide.
- Un flacon aspirateur.
- Pincés stériles.
- Membranes filtrantes (0.45 μ m, 0.22 μ m).
- Compteur des colonies.
- Bain d'eau thermostaté.
- Incubateur, capable de maintenir une température de 36 \pm 2°C.
- Incubateur, capable de maintenir une température de 44 \pm 0.4°C
- Agitateur.
- Pipettes graduées de 1 ml.
- Bec bunsen.
- Les boites de pétri.

- Réfrigérateur.
- Flacons en verre de 250 ml stériles.
- Portoirs.
- Anse de platine.

II.2-METHODE

II.2.1. L'objectif

L'objectif de notre travail consiste à évaluer la qualité physico-chimique et bactériologie de l'eau du barrage Keddara wilaya de Boumerdes.

Selon CHAMBET (2015), les analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire de l'unité SEAAL (Société des Eaux et d'Assainissement d'Alger), pendant une durée estimée de trois mois (CHAMBET, 2015).

II.2.2. Echantillonnage

Selon CHAMBET (2015), tous les échantillons ont été prélevés à partir de robinet au niveau du centre de traitement de Boudouaou (Cité du 20 Aout, Route de Ouled-Moussa Wilaya Boumerdes (Figure 9).



Source : CHAMBET, 2015.

Figure 9 : Lieu de prélèvement centre de traitement de Boudouaou (Boumerdes).

II.2.3. Transport des échantillons

Selon CHAMBET (2015), les analyses bactériologiques doivent être commencées moins de 6 heures après le prélèvement. Si le transport dépasse 6 heures, ainsi si la température extérieure est supérieure à 10°C ; le transport doit se faire obligatoirement en glacière à une température inférieure à 4°C. Enfin, les prélèvements sont placés aux froids dès leurs arrivés au laboratoire avant de commencer les analyses (NA 762, 1990).

II.3. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

II. 3.1. METHODES DES ANALYSES

II.3.1.1- Conductivité

Mode opératoire

- On rince plusieurs fois la cellule de mesure avec de l'eau distillée.
- On la plonge dans le récipient de l'échantillon en prenant soins que les électrodes de platine et de mesure soient complètement immergées.
- On note la valeur donnée par l'appareil qui est la conductivité électrique de l'eau examinée.

Avec le même appareil on peut mesurer les paramètres suivants : La température, le pH et la salinité (BOUSSAIDI et MOKRANI, 2006).

II.3.1.2- Turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace (RODIER, 2009).

Mode opératoire

- Prélever 30 ml de l'eau à analyser après avoir rendu le prélèvement homogène ;
- Effectuer la lecture 4 nm après l'introduction dans le turbidimètre. (RODIER, 1996).

II.3.1.3- Température

La température de l'eau influe sur beaucoup d'autres paramètres. C'est en premier lieu le cas pour l'oxygène dissous indispensable à la vie aquatique : Plus la température de l'eau s'élève, plus la quantité d'oxygène dissous diminue. Une température trop élevée des eaux peut donc aboutir à des situations dramatiques de manque d'oxygène dissoute pouvant entraîner : la disparition de certaines espèces, la réduction de l'auto épuration, l'accumulation de dépôts nauséabonds (odeurs), la croissance accélérée des végétaux (dont les algues). On utilise souvent dans ce but un thermomètre portable, la lecture est faite après une immersion de quelques minutes.

II.3.1.4- Le pH

Consiste à déterminer l'acidité ionique, par le dosage des ions de H⁺ présents dans l'eau. Il est déterminé à l'aide d'un pH mètre in situ. La mesure se fait par les étapes suivant :

- Etalonner l'appareil à l'aide de 2 solutions tampons de pH connus (4 et 10) ;
- Mesurer le pH par immersion du bout de l'électrode dans le bécher contenant 500 ml du l'eau analysé ;
- Lire la valeur qui s'affiche immédiatement sur l'écran du pH mètre.

I.3.1.5- Minéralisation globale

Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité. Toutefois, la minéralisation déterminée par pesée de l'extrait sec n'est pas rigoureusement identique à celle calculée à partir de la conductivité, étant donné les erreurs inhérentes à la détermination de chacune de ces deux mesures. En effet, l'évaporation peut entraîner des transformations de la structure de certains sels : hydrogénocarbonates dissociés et donnant des carbonates, cristallisation des sulfates avec un certain nombre de molécules d'eau, si bien que le poids de l'extrait sec ne représente pas avec exactitude celui des sels dissous. D'autre part la mesure de la conductivité est influencée par le pH de la solution, la valence des ions et le degré d'ionisation. En fait, le calcul de la minéralisation à partir de la conductivité ne permet pas d'avoir une valeur exacte. Les différences entre les résidus secs et la minéralisation obtenue par cette méthode sont très fréquentes. La possibilité ainsi offerte a surtout un intérêt dans le cas de vérifications de concordance ou dans l'étude de l'évolution d'une perturbation (RODIER, 2009). Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité. Le calcul de la minéralisation à partir de la conductivité :

- Si la conductivité compris entre 333 et 833 $\mu\text{s}/\text{cm}$:
 $\text{Mmg/l} = 0,715920 \times \text{conductivité } (\mu\text{s}/\text{cm}) \text{ à } 20 \text{ }^\circ\text{C}.$
- Si la conductivité compris entre 833 et 10000 $\mu\text{s}/\text{cm}$:
 $\text{Mmg/l} = 0,758544 \times \text{conductivité } (\mu\text{s}/\text{cm}) \text{ à } 20 \text{ }^\circ\text{C}.$ Avec le facteur de correction $F = 0,902$ (REJSK, 2002 in BOUSSAIDI et MOKRANI, 2006).

II.3.1.6- Dureté totale

Principe La norme réalise ce dosage à pH de 10 en présence de NET, l'EDTA va complexer d'abord les ions calcium du fait que le complexonate de calcium est plus stable que le complexonate de magnésium. Cette complexation de calcium n'entraîne pas de virage de l'indicateur car il ne se lie pas aux ions calcium mais uniquement aux ions magnésium. Quand tout le calcium est complexé, l'EDTA complexe le magnésium en libérant enfin de dosage l'indicateur sous forme libre. (REJSK, 2002) Réactifs

- Solution de NET à 0,5 % ;
- Solution tampon pH 10 ;
- Solution EDTA.

➤ Mode opératoire

- Introduire 50ml d'eau à analyser dans une fiole conique de 250ml.
- Ajouter 4ml de solution tampon et 3 gouttes de solution de noir ériochrome T
- La solution prend la couleur rouge foncé ou violet, le pH doit être de 10.
- En maintenant une agitation, verser la solution d'EDTA rapidement au début puis, goutte à goutte lorsque la solution commence à virer au bleu.
- Vérifier que la coloration ne change plus par l'addition d'une goutte supplémentaire d'EDTA.

➤ Expression des résultats

$$TH_{m\acute{e}q/l} = \frac{(C.V)_{EDTA}}{V_{ech}} \times 1000$$

II.3.1.7- Détermination du Calcium et magnésium par la méthode titrimétrique à l'EDTA (Norme ISO 6059 NA 752).

➤ Principe

Titration molaire des ions calcium et magnésium avec une solution de sel disodique de l'acide éthylène-diamine tétraacétique $C_{10}H_{14}N_2O_2Na_2 \cdot 2H_2O$ (EDTA) à pH 10. Le noir érichrome T, qui donne une couleur rouge foncé ou violette en présence des ions calcium et magnésium, est utilisé comme indicateur.

➤ Mode opératoire

(V1) Ca^{2+} :

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de NaOH à 2 N
- Ajouter du Murexide.
- Et titrer avec l'EDTA jusqu'au virage (violet).

(V2) Ca^{2+} 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).

➤ Expression des résultats

La détermination du mg/l de Calcium est donnée par la formule suivante :

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

D'où :

V_1 : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

C_{EDTA} : Concentration molaire d'EDTA (0.01 M/l)

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

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

F : Facteur.

$$[\text{Ca}^{+2}] \text{ (mg/l)} = \frac{V_1 \times 0.01 \times F \times 40.08}{50} \times 1000$$

Donc : $[\text{Ca}^{+2}] \text{ (mg/l)} = V_1 \times F \times 8.016$

La détermination du mg/l de Magnésium est donnée par la formule suivante :

$$[\text{Mg}^{+2}] \text{ (mg/l)} = \frac{(V_2 - V_1) \times C_{\text{EDTA}} \times F \times M_{\text{mg}}^{2+}}{\text{P.E}} \times 1000$$

D'où :

V1 : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

V2 : Volume total d'EDTA.

CEDTA : Concentration molaire d'EDTA (0.01 M/l)

MMg²⁺ : Masse molaire du magnésium en g (24.3)

E.P : Prise d'essai (volume de l'échantillon égale 50ml).

F : Facteur

Donc :

$$[\text{Mg}^{+2}] \text{ (mg/l)} = (V_2 - V_1) \times F \times 4.86$$

I.3.1.8- Dosage des chlorures

La méthode réalisable au laboratoire est celle de Mohr.

Principe

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée l'apparition de teinte rouge caractéristique du chromate d'argent. (Rodier et *al*, 1996).

Réactifs

- Solution de chromate de potassium.
- Solution de nitrate d'argent.

Mode opératoire

- On introduit 25 ml d'eau à analyser dans une fiole conique de 250 ml.
- On ajoute 5 gouttes de solution chromate de potassium.
- On verse à l'aide d'une burette la solution nitrate d'argent jusqu'à l'apparition d'une teinte rougeâtre, qui doit persister 1 à 3 mn.

Expression des résultats

$$N_{\text{chlorure}} = (N \cdot V)_{\text{AgNO}_3} / V_{\text{ech}}$$

II.3.1.9- Dosage des sulfates**Principe**

Les ions sont dosés volumétriquement par un sel de baryum en présence d'un support de précipitation avec enregistrement de la courbe de la conductivité en fonction de volume du réactif et détermination du point d'équivalent. Réactifs SO_4^{2-} .

- Solution de sulfate de baryum ($BaSO_4$).
- Solution de chlorure de baryum ($BaCl_2$) $N = 4,8$.

Mode opératoire

- On verse dans un bêcher 25 ml d'eau à analyser complété avec l'eau distillée jusqu'à 100 ml, puis on ajoute (3) gouttes de $BaSO_4$ et on le titre avec le $BaCl_2$.
- A l'aide d'un conductimètre on enregistre les valeurs de la conductivité et on détermine le point d'équivalent.
-

Expression des résultats

Les résultats pour les $N-NO_2^-$ sont calculés à partir des valeurs affichées dans le logiciel. Ils sont exprimés au mg/l près.

Les résultats pour les $N-NO_3^-$ sont exprimés à deux chiffres significatifs au plus pour des concentrations inférieures à 10 mg/l en nitrates, et au mg/l près pour des concentrations supérieures ou égales à 10mg/l.

$$[SO_4^{-2}]_{\text{még/l}} = (4,8 \cdot d \cdot 1000) / V_{\text{ech}}$$

Avec :

d : facteur de dilution.

II.3.1.10- Dosage des bicarbonates

Principe

Le dosage des bicarbonates est effectué en utilisant l'indicateur de méthyle orange quand le pH < 8, et le phénol phtaléine qu'au pH > 8 (RODIER et al, 1996).

Mode opératoire

- On prend 100 ml d'échantillon.
- On ajoute quelques gouttes de méthyle orange.
- On titre avec l'acide sulfurique.

Expression des résultats

$$[HCO_3^-]_{\text{még/l}} = \left[\frac{(V \cdot N)_{H_2SO_4}}{V_{\text{ech}}} \right] \cdot 1000$$

II.3.1.11 -Dosage des nitrates

Principe

Les nitrates forment avec l'acide sulfosalicylique (formé par addition de salicylate de sodium et d'acide sulfurique) un dérivé qui en milieu alcalin, donne coloration jaune et susceptible d'un dosage spectrophotométrique.

Réactifs

- Acide acétique.
- Acide sulfurique concentré.
- Nitrure de sodium.
- Soude à 20 %.

Mode opératoire

- Introduire dans le bécher 10 ml d'eau à analyser. Ajouter 4 gouttes d'acide acétique puis 8 gouttes de nitrure de sodium.
- Attendre 5 minutes. Ajouter ½ jauges de salicylate de sodium. Agiter pour dissoudre et amener à sec par chauffage.
- Laisser refroidir. Ajouter 16 gouttes d'acide sulfurique et laisser en contact 15 mn jusqu'à dissolution du précipité formé.
- Ajouter environ 10 ml de soude. Bien ajouter. Verser la solution dans l'une des cuvettes graduées et compléter jusqu'au trait B avec de la soude.
- Transvaser dans le bécher puis à nouveau dans la cuvette afin de bien mélanger.
- Placer cette cuvette dans le spectrophotomètre.

II.3.1.12- Mesure de la concentration du sodium

Principe

Lorsque les atomes d'un élément sont excités par une flamme, ils émettent des radiations de longueur d'onde précise et qui peut être mesuré par spectrométrie, la concentration initiale du cation à doser est déduite de la valeur absolue de l'intensité de l'émission spectrale mesurée. (RODIER et *al*, 1996).

Mode opératoire

- On introduit successivement les solutions tampons des radiations et l'échantillon dans une série de 8 tubes à essai.
- On agite rigoureusement avant d'effectuer les lectures au spectrophotomètre de flamme à longueur d'onde de 589 nm pour le sodium après avoir réglé le maximum de transmittance de l'appareil sur les tubes.
- On trace la courbe d'étalonnage et on déduit la concentration de l'élément en question.

II.3.1.13- Mesure de la concentration du potassium

Le dosage de potassium est effectué selon le même mode opératoire que le Na⁺ tout en utilisant les solutions tampons de potassium et les lectures au spectrophotomètre de flamme s'effectuée à la longueur d'onde de 766,5 nm (RODIER et *al*, 1996).

II.3.1.14- Résidus secs**Principe**

Une certaine quantité d'eau est évaporée dans une capsule tarée, le résidu desséché est ensuite pesé.

Mode opératoire

- On pèse une capsule vide (E1).
- On ajoute un volume de 25 ml de l'eau à analyser, après évaporation à 105 °C, On le pèse une deuxième fois (E2).

Expression des résultats

$$RS_{meq/l} = (E_2 - E_1) \cdot 1000 / V_{ech}$$

II.3.1.15- Détermination des Ortho-phosphates

- **Mode opératoire**
- **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en mg/l

II.3.1.16 - Dosage de l'Aluminium par spectrophotométrie (Méthode interne SEAAL)**❖ Mode opératoire**

- Verser 25 ml d'échantillon à analyser dans une fiole de 50 ml
- Ajouter à chaque les réactifs dans l'ordre suivant :
- 0,5 ml de thiosulfate de sodium 0.028 N et agiter.
- 1 ml d'acide ascorbique concentration 10g/l
- 1 ml d'acide sulfurique 0.04 N
- 10 ml de la solution tampon pH = 6.2
- 5 ml de la solution fille d'eriochromecyanine.
- Compléter chaque fiole à 50 ml avec de l'eau distillée, et homogénéiser.
- Laisser reposer 10 min avant mesure au spectromètre à la longueur d'onde de 535 nm :
- Allumer l'appareil.
- Appuyer sur « programme utilisé ».
- Introduire le numéro du programme Al^{3+} .
- Insérer la cuve avec le blanc (eau distillée), et appuyer sur « zéro ».
- Remplir la cuve avec l'échantillon à analyser et appuyer sur « lire ».
- La concentration en Al^{3+} est affichée sur l'écran en mg/l.

Expression des résultats

La concentration en ions aluminium est exprimée en milligramme par litre.

II.4. ANALYSES BACTERIOLOGIQUES

L'analyse bactériologique a pour but de mettre en évidence la présence des germes, basés sur la recherche et la numération de celles-ci dans les échantillons à analyser. L'analyse n'est pas seulement qualitative mais aussi quantitative. (LEYRAL et al., 2002).

Il faut signaler qu'un examen bactériologique ne peut être interpréter que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé dans un récipient stérile, selon un mode opératoire précis évitant toutes les contaminations accidentelles, correctement transporté au laboratoire et analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes. Une analyse complète de l'eau brute et traitée a été effectuée en se basant sur les paramètres suivants :

- Recherche et dénombrement des microorganismes revivifiables ;
- Dénombrement des Coliformes totaux et des Coliformes fécaux ;
- Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux ;
- Recherche et dénombrement des *Clostridium sulfito-réducteurs* ;
- Recherche et dénombrement des Staphylocoques ;
- Recherche et dénombrement des Salmonelles.

II.4.1. Recherche et dénombrement des germes totaux

Définition des coliformes

Sous le terme de « coliformes » est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des Enterobacteriaceae. Le terme « coliforme » correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogènes, Gram-négatifs, oxydase négatifs, facultativement anaérobies, capables de croître en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaires, et capables de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heures, à des températures de 35 à 37°C. Les coliformes comprennent les genres : *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia*, *Serratia* [08]. Leur résistance aux agents antiseptiques, et notamment au chlore et à ses dérivés, est voisine de la résistance des bactéries pathogènes vis-à-vis desquelles ce type de traitement est instauré ; ils constituent donc des indicateurs d'efficacité de traitement. Donc, le dénombrement des coliformes totaux est un examen capital pour la vérification de l'efficacité d'un traitement désinfectant, et d'intérêt plus nuancé pour déceler une contamination d'origine fécale (MECHAI, 2005).

Dénombrement

Retirer les boîtes des étuves et compter les colonies présentes dans chaque boîte. Calculer le nombre estimé d'unités formant colonies (petites boules blanchâtres) (figure 10). Les résultats sont exprimés sous forme du nombre d'unités formant les colonies par millilitre (UFC / ml).

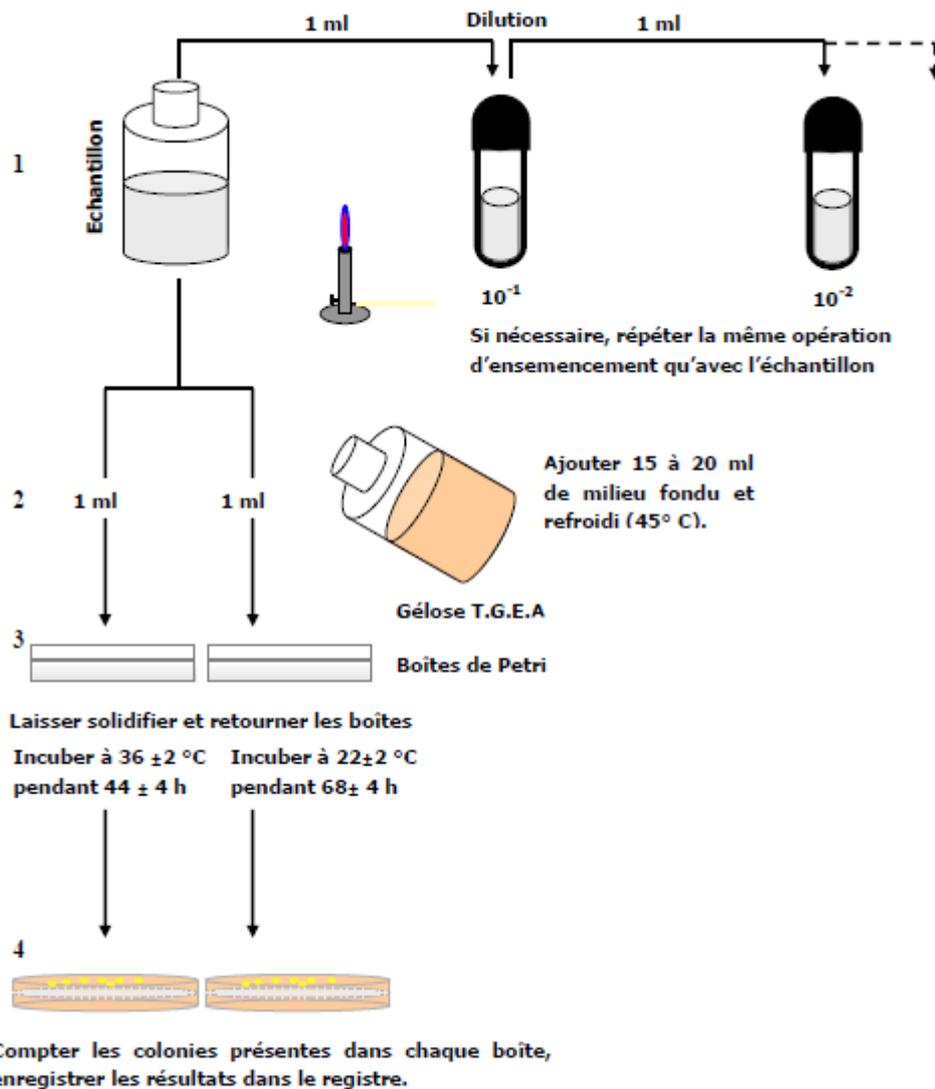


Figure 10 : Recherche et dénombrement des microorganismes revivifiables à 37 °C.

II.4.2. Recherche et dénombrement des Salmonelles (Norme NF ISO 63 40)

Définition

L'espèce *Salmonella* est composée de bâtonnets Gram - qui sont semblables :

- A la définition de la famille des Entérobacteriacées. Ce sont des germes de lactose et oxydase négatif, catalase positif. La plupart des souches sont mobiles (LEBRES et *al.*, 2002).
- se multiplient à la température de $36 \pm 2^\circ\text{C}$ en 24 à 48 h, sur milieu Hektoen, formant de petites colonies, lisses à contours réguliers, pigmentées en vert ou en bleu vert à centre noir.
- Les Salmonelles se divisent en deux grands groupes : les typhoidiques (Hautement pathogènes) et les non typhoidiques.

Principe :

La recherche des salmonella comporte plusieurs étapes dont la première et même, exceptionnellement, la deuxième, peuvent être supprimées : un pré-enrichissement, un enrichissement, un isolement et identification (LEBRES et *al.*, 2002).

Mode opératoire (figure 11):

- L'enrichissement : Ensemencement d'un milieu liquide sélectif (milieu au sélénite SFB) à partir de l'échantillon à analyser puis incubé à 37°C pendant 24 heures.
- **L'isolement:** A partir du bouillon d'enrichissement, effectuer des isolements sur 2 milieux différents. Deux séries d'isolement au moins doivent être pratiquées : l'une après 18-24 heures d'incubation, l'autre après 48 heures. Les géloses d'isolement sont incubées à 37°C pendant 24 à 48 heures. Au bout de 24 heures il est souvent possible de différencier les colonies à lactose positif et au bout de 36 à 48 heures, toutes les colonies ont généralement leurs aspects caractéristiques. Selon le milieu d'isolement choisi, ces aspects sont les suivants :
 - Sur gélose Salmonella- Shigella :
 - Des colonies incolores à centre noir : Salmonella à H₂S+
- **L'identification :**

Des colonies présumées *Salmonella* ou suspectées, se fait à l'aide de : tests biochimiques, test antigéniques

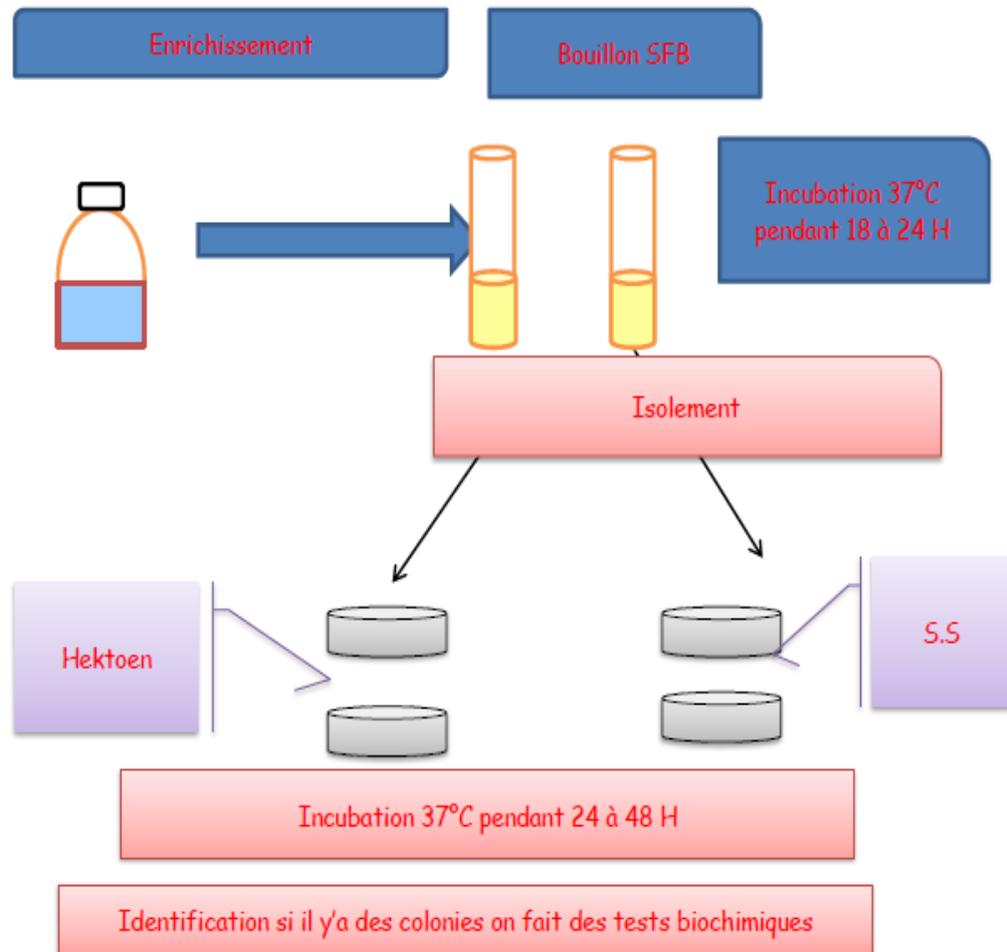


Figure 11: Recherche de *Salmonella*

II.4.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux (figure 12)

Définitions : Les coliformes totaux : sont à des bacilles Gram négatif, non sporulé, oxydase négatif, aérobie et anaérobie facultatifs, capables de se multiplier en présence de sels biliaries et de fermenter le lactose avec production de d'acide et de gaz en 48h à une température de 35-37°C. Ils se divisent en deux catégories :

- Les germes d'origine fécale stricte : *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *serratia*
- Les germes provenant d'autre sources environnementales (aquatique et tellurique) : *Enterobacter intermedium* et *Amnigenus*, *Klebsiella terrigena*.

Les coliformes fécaux ou thermo tolérants : présentent les mêmes propriétés mais qu'ils S'accroissent à 44°C dont l'origine fécale est plus nette.

Escherichia coli présumé : correspond à des coliformes thermo tolérants qui produisent de l'indole à partir du tryptophane à 44°C. cet indicateur est le plus spécifique d'une contamination fécale.

Intérêt :

Dans l'eau, ils lèsent leur viabilité plus lentement que la majorité des bactéries pathogènes et intestinales et forment donc un bon marqueur de contamination fécale de l'eau de premier ordre. De plus, leur résistance aux agents désinfectants, et notamment au chlore, est voisine de la résistance des bactéries pathogènes ; ils vont donc constituer de bons indicateurs d'efficacité de traitement.

Examen est intéressant pour juger de l'efficacité de la désinfection d'une eau est d'un intérêt moindre pour prouver une contamination fécale sure

La recherche et le dénombrement des coliformes thermotolérants ou fécaux à 44°C : la présence de coliformes thermotolérants signe l'existence quasi certaine de la contamination fécale.

La recherche et le dénombrement des seules Escherichia coli ou présumés : parmi les coliformes thermotolérants, Escherichia coli est l'espèce la plus représentée dans la flore intestinale de l'homme et des animaux.

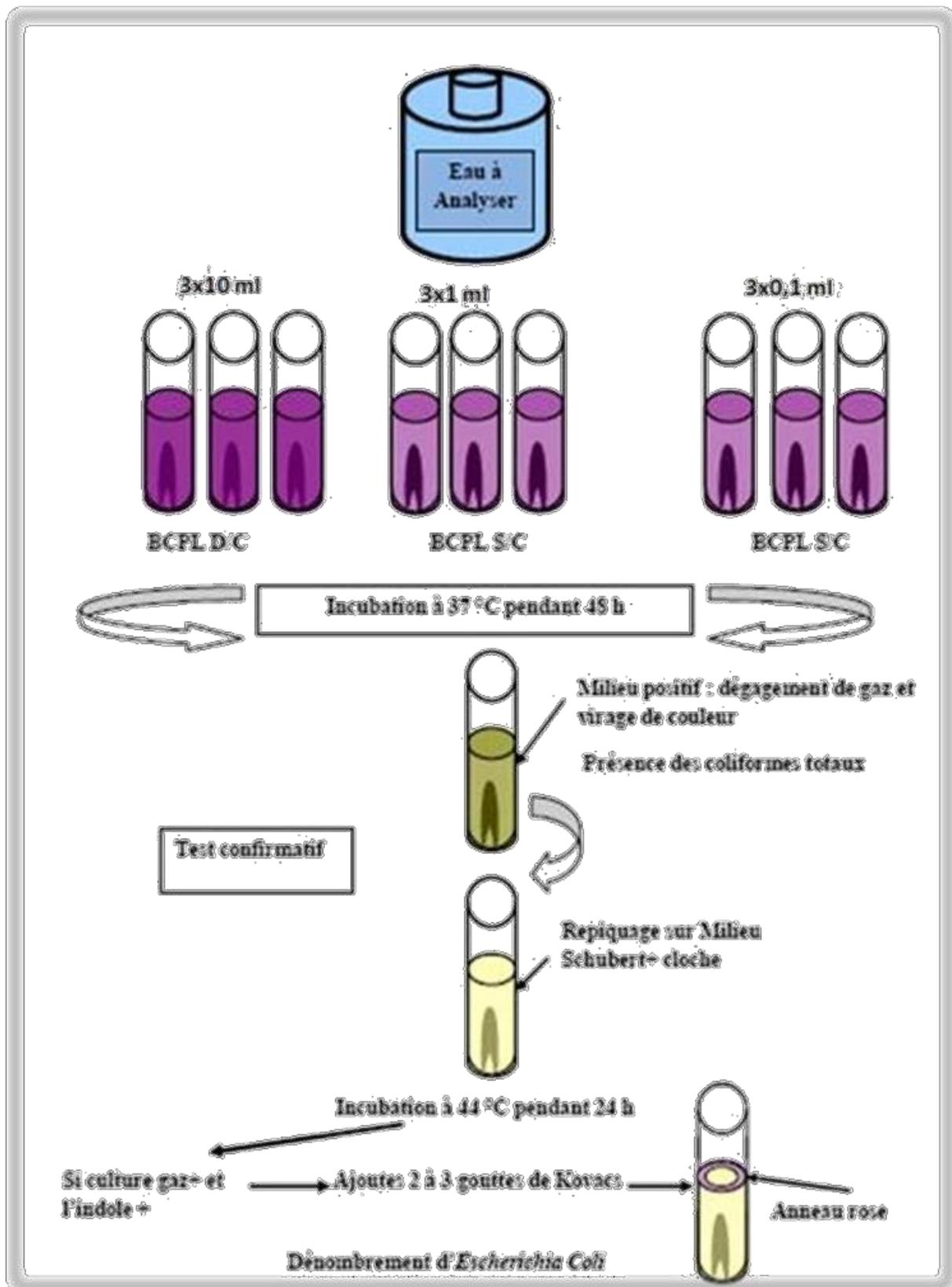


Figure 12 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux dans l'eau.

II.4.4. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux ou Entérocoques :

Définition : bactéries Gram positif, sphériques ou ovoïdes, formant des chainettes, non sporulées, catalase négative, possédant l'antigène D, croissant en anaérobiose à 44°C, et à pH 9.6, et capables d'hydrolyser l'esculine en présence de bile. Ils se divisent en deux genres *Streptococcus* et *Enterococcus*.

Intérêt

L'apport des entérocoques par rapport aux coliformes repose en leur plus grande résistance dans les eaux naturelles ; leur présence serait donc le signe d'une contamination fécale de l'eau plus ancienne.

La résistance des entérocoques aux agents désinfectant est également plus importante, apparemment du fait de leur mode groupement en chainettes, et est comparable à celle des entérovirus. Cette propriété pourrait permettre aux entérocoques de mieux représenter la contamination virale d'une eau.

Par contre une partie des espèces est peu spécifiques des contaminations fécales. On retrouve par exemple *Streptococcus faecalis* var. *liquefaciens* dans l'environnement, sur les végétaux ou sur des sols non contaminés.

A. Test de présomption

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 3 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe D/C(double concentration);
- 3 fois 1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe S/C (simple concentration),
- 3 fois 0.1ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe S/C (figure 8) :
 - Bien mélanger le milieu et l'inoculum.
 - L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

Lecture

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu pendant cette période est présumé contenir un streptocoque fécal.

- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP.

A. Test de confirmation

Le test de confirmation est basé sur l'affirmation des Streptocoque fécaux éventuellement présents dans le test de présomption. Les tubes de Rothe positifs, après l'agitation, prélevée de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur donc faire l'objet d'un repiquage dans un tube contenant le milieu Litsky Eva (Figure 9). Bien mélanger le milieu et l'inoculum et l'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

Lecture

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois : Un trouble microbien. Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes. La lecture finale se fait selon les règles de la table du NPP, le nombre de streptocoque fécaux sont par 100 ml de l'eau analysé.

II.4.5. Recherche et dénombrement des *Clostridium sulfito-réducteurs* (Norme NF T90-417).

Définitions : Spores de bactéries anaérobies sulfitoréductrices : formes de résistance de micro-organismes se multipliant en anaérobiose à 37°C ± 1 en 24h et ou 48h en gélose viande foie et donnant des colonies typiques réduisant le sulfite de sodium.

- **Spors de *Clostridium sulfitoréducteurs* :** même définition que la précédente pour des bacilles à Gram positif, ne possédant pas de catalase et ayant l'aspect morphologique des Clostridia.

Intérêt :

Les bactéries anaérobies sulfito-réductrices ou les clostridia sulfito-réducteur voire encore

Clostridium perfringens ne sont pas tous des indicateurs de contamination fécale. *Clostridium perfringens* bien que réellement présent dans les matières fécales, est un germe assez ubiquiste.

- L'intérêt de la recherche de tels indicateurs réside dans la propriété qu'ils sporuler, ce qui les rend particulièrement résistant aux traitements de désinfection.
- Ils sont actuellement considérés comme de bons indicateurs de l'efficacité des traitements vis-à-vis des parasites et en particulier de *Cryptosporidium*.

Tableau 4 : Méthode de dénombrement des germes de contamination fécale et d'efficacité de traitement.

Analyse	Technique	Volume de PE	Milieu utilisé	T° d'incubation	confirmation
Microorganismes revivifiables	Incorporation en milieu solide	1ml	Gélose à l'extrait de levure	37°C ET 20°C	-
Coliformes totaux	filtration	100ml	Gélose lactosée au TTC	37°C	Colonies typique OX-
Coliformes fécaux	filtration	100 ml	Gélose lactosée au TTC	44°C	Colonies typiques
Streptocoques fécaux	filtration	100 ml	Gélose Slanertz et Bartely	37°C	Colonies typiques +Litsky
Colstridium sulfitoréducteurs	Incorporation en milieu solide	20 ml	Gélose tryptone sulfite au cyclosérine	37°C	Colonies typiques

II.4.6. Recherche et dénombrement des Staphylocoques à coagulase positive (Norme NF T90 421) (figure 13)

On entend par Staphylocoques à coagulase (+):

- Cocci à Gram (+)
- Isolées ou en grappes de raisin,
- Catalase (+) et coagulase (+)
- se multiplier en 24 à 48 h à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ sur un milieu sélectif Chapman au mannitol. L'espèce type du genre est *Staphylococcus aureus*. Elle est pathogène et très appréhendée *Staphylococcus aureus* se présente sous forme de cocci, en grappe de raisin, Gram +, possédant une catalase et une coagulase.

Selon la disponibilité des milieux de culture, trois techniques différentes sont recommandées pour la recherche de *Staphylococcus aureus* à savoir :

- méthode de Baird Parker
- méthode d'enrichissement sur milieu de Giolliti Cantonii
- méthode d'enrichissement sur milieu de Chapman.

Dans le cas des poissons, la recherche de *Staphylococcus aureus* par la méthode d'enrichissement sur milieu de Giolliti Cantonii est recommandée.

Méthode d'enrichissement au milieu de Giolliti Cantonii.

Préparation du milieu d'enrichissement.

Au moment de l'emploi, ouvrir aseptiquement le flacon contenant le milieu de Giolliti Cantonii pour y ajouter 15 ml d'une solution de Tétrurite de Potassium. Mélanger soigneusement. Le milieu est alors prêt à l'emploi.

Ensemencement.

A partir des eaux, porter aseptiquement 1 ml par dans un tube à vis stérile. Ajouter par la suite environ 15 ml du milieu d'enrichissement Bien mélangé le milieu et l'inoculum.

Incubation.

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Lecture.

Seront présumés positifs, les tubes ayant virés au noir.

Pour se garantir qu'il s'agit bien d'une croissance de *Staphylococcus aureus*, ces tubes feront l'objet d'une approbation par isolement sur gélose Chapman préalablement fondue, coulée en boîtes de pétri et bien séchées.

Les boîtes de Chapman ainsi ensemencées seront incubées à leur tour à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Après ce délai, déterminer les colonies suspectes à savoir les colonies de taille moyenne, lisses, brillantes, pigmentées en jaune et pourvues d'une catalase et d'une coagulase.

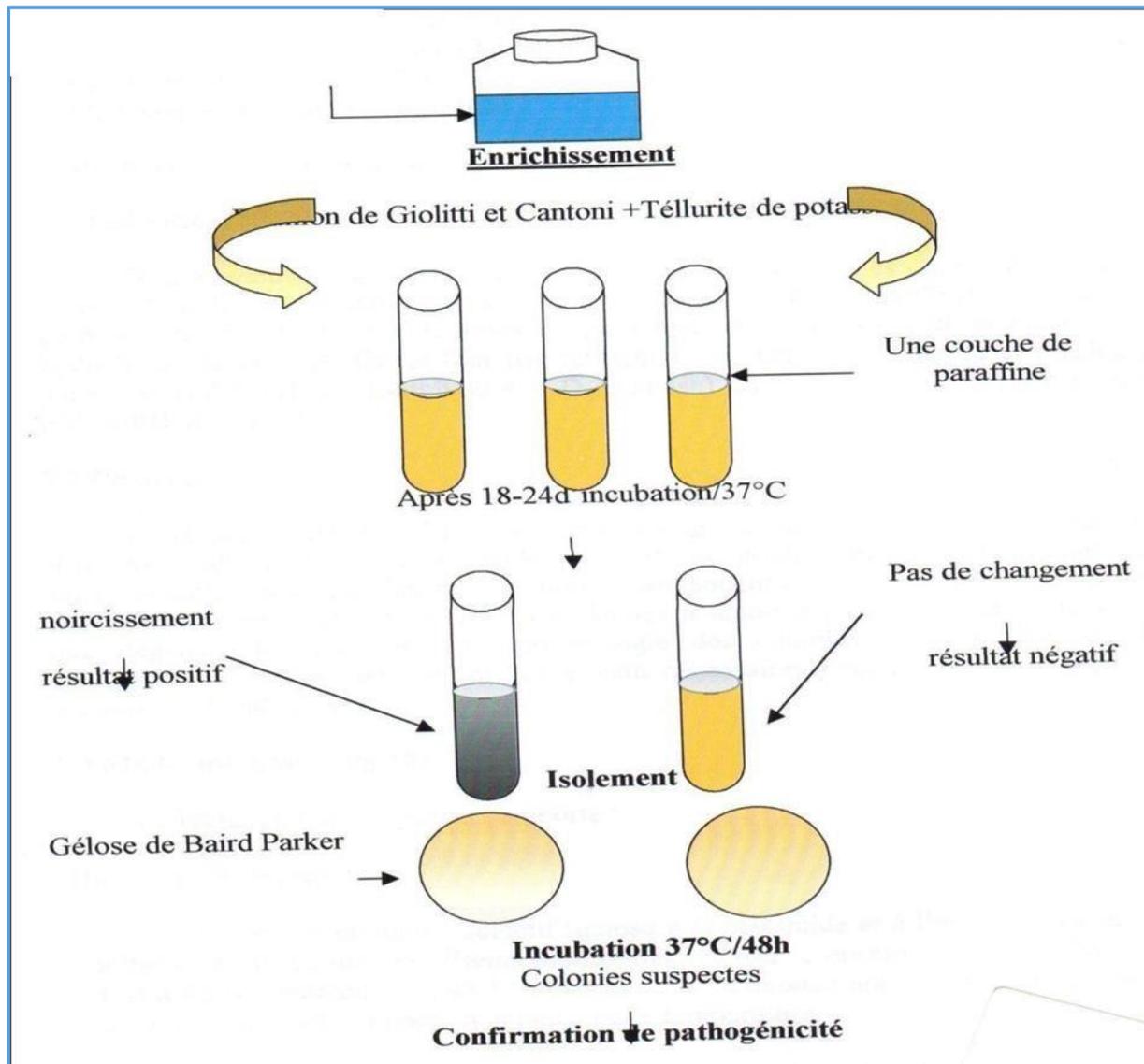


Figure13 : Recherche de Staphylocoques à coagulase positive

Expression des résultats.

- Si le tube a noirci au bout de 24 heures d'incubation, et à l'isolement sur Chapman, il ya pas de colonies caractéristiques ; ce tube est considéré comme positif

- Pour chaque boîte des tests biochimiques rapides à savoir :
- Une épreuve à la catalase (à l'aide de l'eau oxygénée),
- Une épreuve à la coagulase (à l'aide de plasma de lapin).

Quelques caractères biochimiques de différentes espèces de staphylocoques sont résumés dans le tableau ci - après (Lebres *et al.*, 2002).

Tableau 5: Les caractères biochimiques pour les différentes espèces de staphylocoques

Staphylocoque	<i>aureus</i>	<i>intermedius</i>	<i>Saprophyticus</i>	<i>pidermitis</i>
Catalase	+	+	+	+
Coagulase	+	+	-	-
Mannitol en anaérobie	+	-	-	-
Résistance à la Novobiocine (5 µg)	S	S	R	S

CHAPITRE II

MATERIELLES ET METHODES

Chapitre III

RESULTATS ET

DISCUSSION

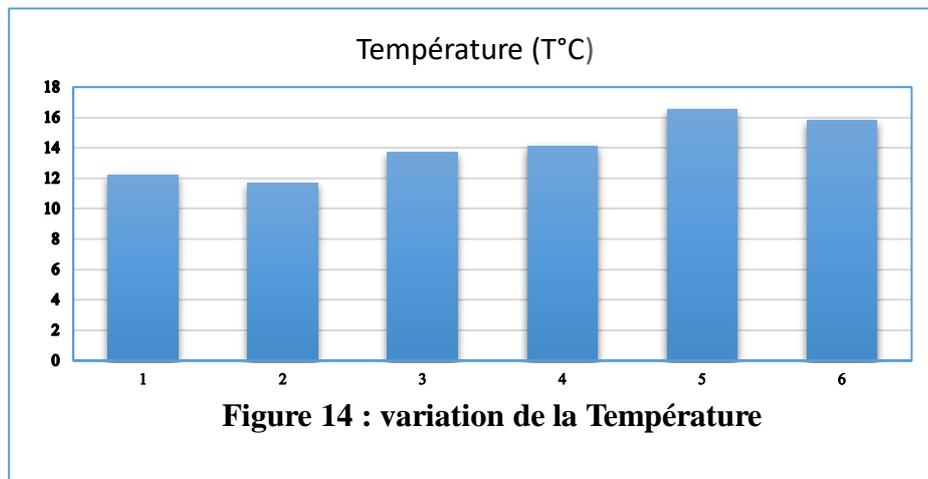
III. RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

III.1. 1.Paramètres physiques

III.1.1. 1.Température

Les températures mesurées sur les eaux du barrage Keddara présentent des valeurs moyennement basses, vu la période d'échantillonnage (février, mars et avril). Elles varient entre 11,7°C et 16.5°C. D'après ces données, on voit que les valeurs de température sont dans les normes Algérienne et de l'OMS (annexe) pour l'eau de boisson (figure 14).



III.1.1.2. Le pH

Le pH des eaux de différentes nappes varie entre 6,50 et 8,30 (Figure 3). Il apparaît que et après l'analyse de ce graphique montre que les valeurs de pH enregistrées pour les deux sites et au cour des deux saisons conviennent parfaitement (comparées aux normes Algériennes et norme l'OMS) pour l'eau de boisson(figure 15)

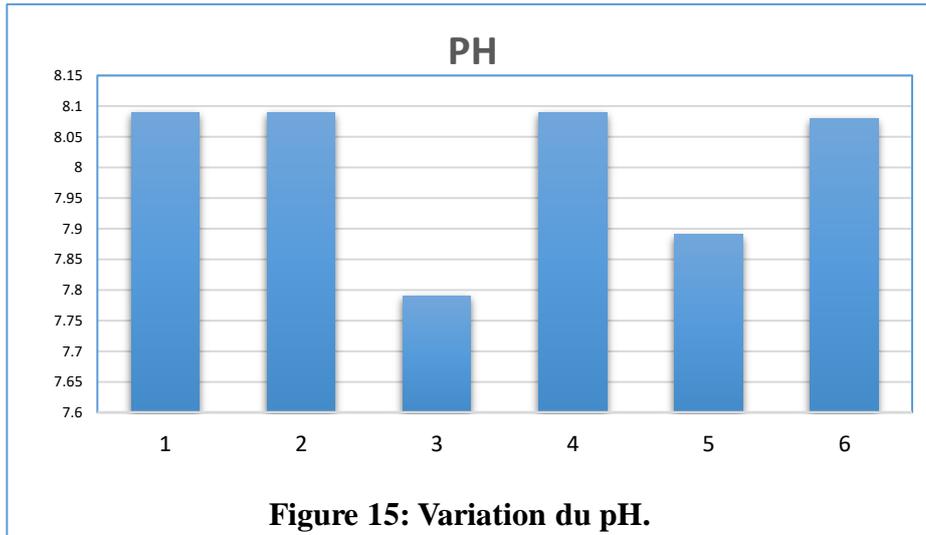


Figure 15: Variation du pH.

III.1.1.3. Turbidité

Nous remarquons que la turbidité des eaux du barrage fluctue entre 7,72 et 4,45. Cette forte turbidité elle est expliquée par le fait que l'eau du barrage Keddara est très chargée de matières en suspension qui sont causées par un taux élevé d'érosion hydrique du bassin versant de l'oued Keddara. Ces valeurs de turbidité dépassent les normes algériennes et norme l'OMS préconisées par le journal officiel de la république algérienne (2011). (Figure16)

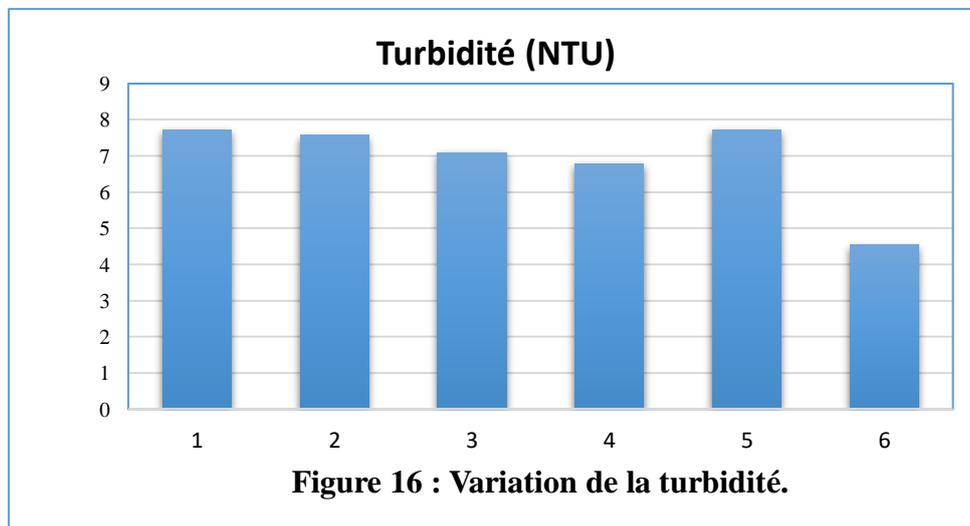
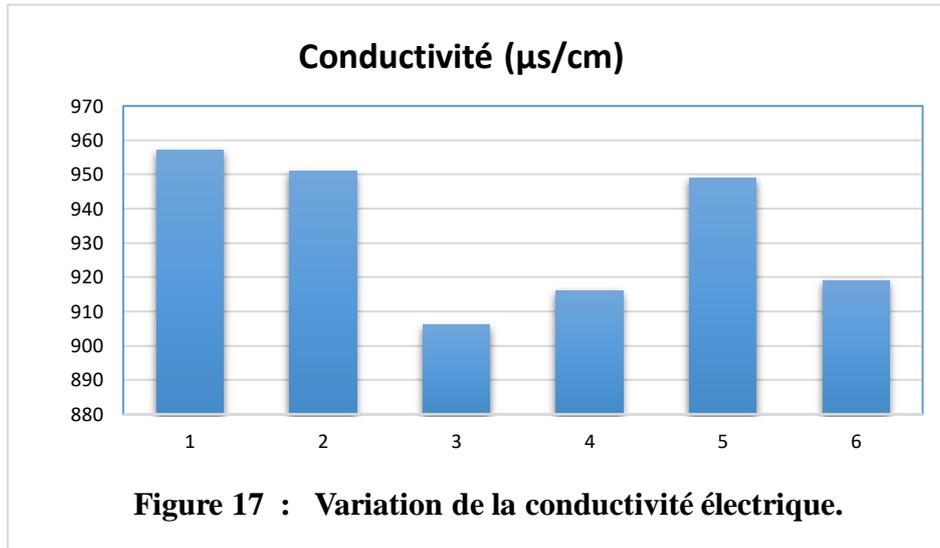


Figure 16 : Variation de la turbidité.

III.1.1.4. Conductivité

Une conductivité supérieure à 666 $\mu\text{s}/\text{cm}$ implique une minéralisation importante des eaux (figure17) Ce qui est le cas des eaux du barrage de Keddara. Mais ces valeurs de la

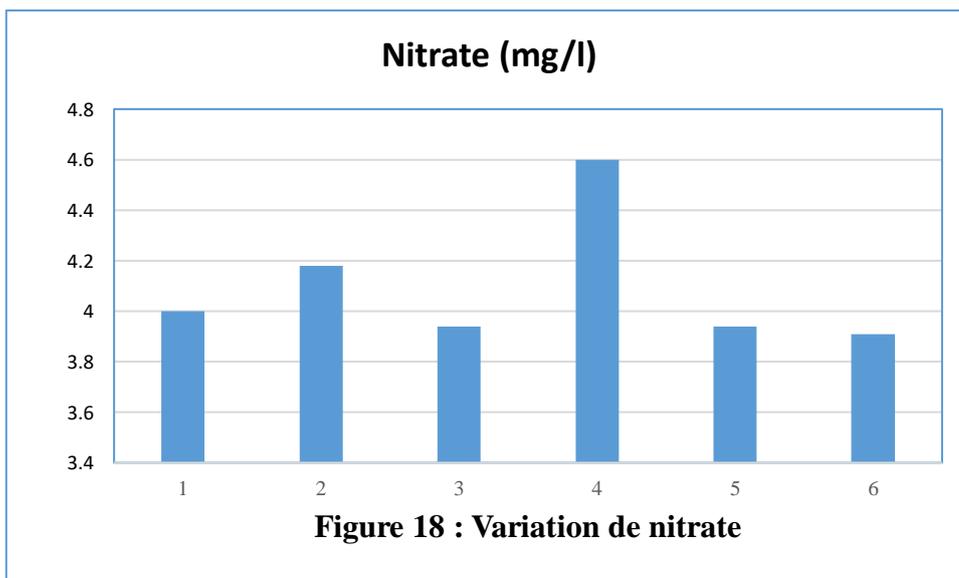
conductivité (906 et 957 $\mu\text{S}/\text{cm}$) enregistré ne dépassent pas les norme algérienne (2011) et les normes de l’OMS).



III.1.2. PARAMETRES CHIMIQUE

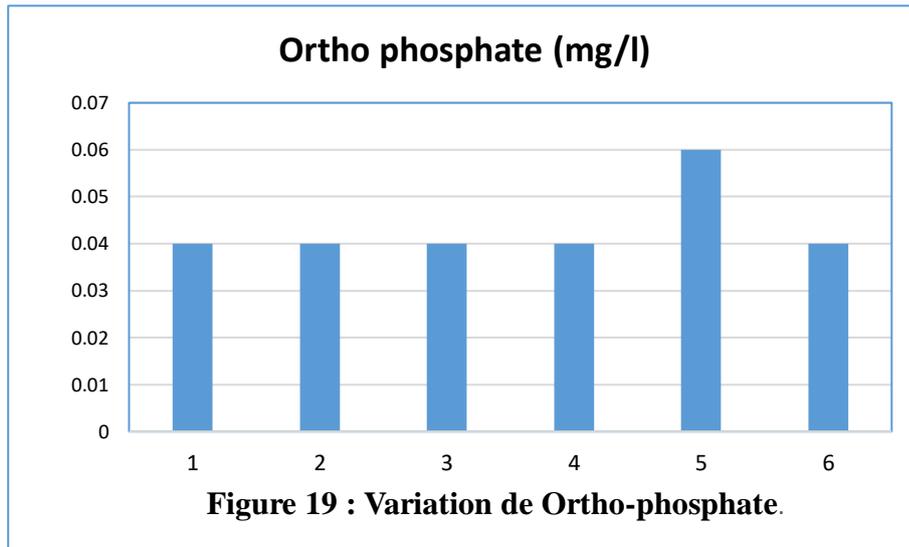
III.1.2.1. Nitrate

Ces résultats d’analyses montrent que toutes les teneurs en nitrates sont très inférieures aux normes Algériens en 2011 et les normes de l’OMS. Les concentrations de nitrates dans la figure 18 montrent que les valeurs des quatres échantillons sont variables dans le temps.



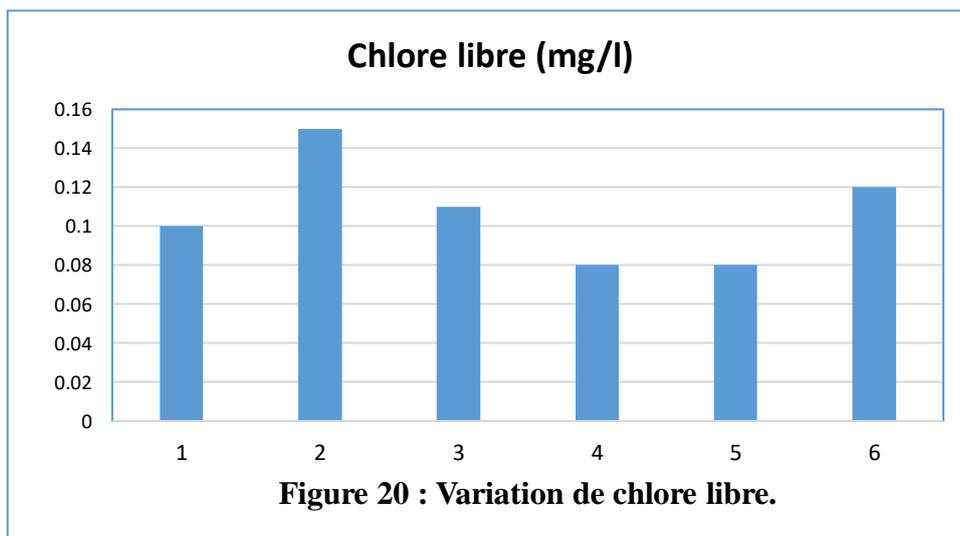
III.1.2.2. Ortho phosphate.

Nous remarquons que les teneurs en ortho-phosphates sont à l'état de trace ($\leq 0,06$ mg/l) pour les deux types d'eau. Ces valeurs comparées aux normes algériennes et l'OMS, sont largement inférieur à 10 mg/l préconisé pour les eaux de surface. Ces valeurs indiquent aussi que les eaux de barrage Keddara ne sont pas chargées, ce qui permet de limiter le phénomène d'eutrophisation. (Figure 19).



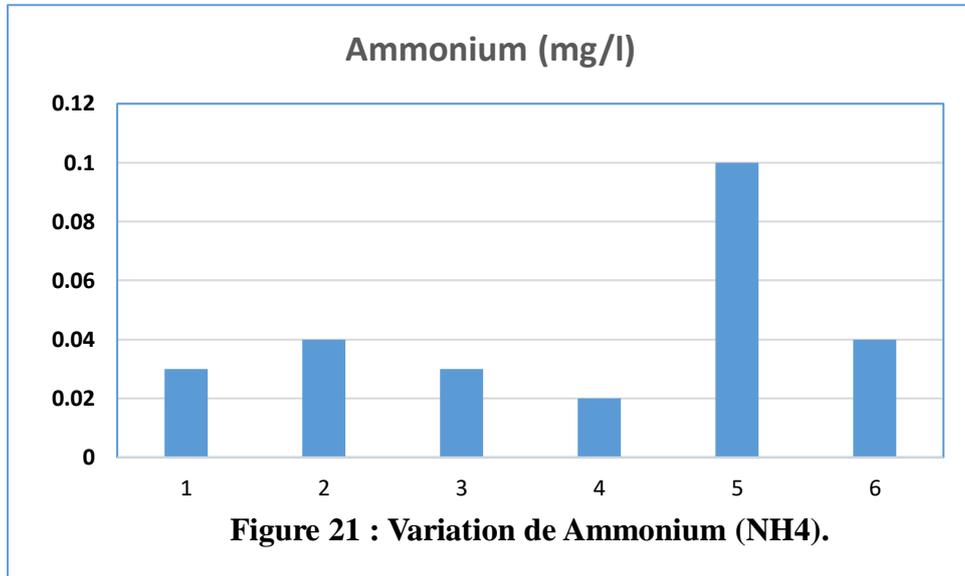
III.1.2.3. Chlore libre

Nous remarquons que les quantités de chlore enregistrées durant les trois mois (février, mars, avril) sont inférieur à 0.15 mg/l. Pour les eaux destinées à la consommation humaine, l'OMS recommande pour le chlore une valeur guide de 5mg/l (Figure 20).



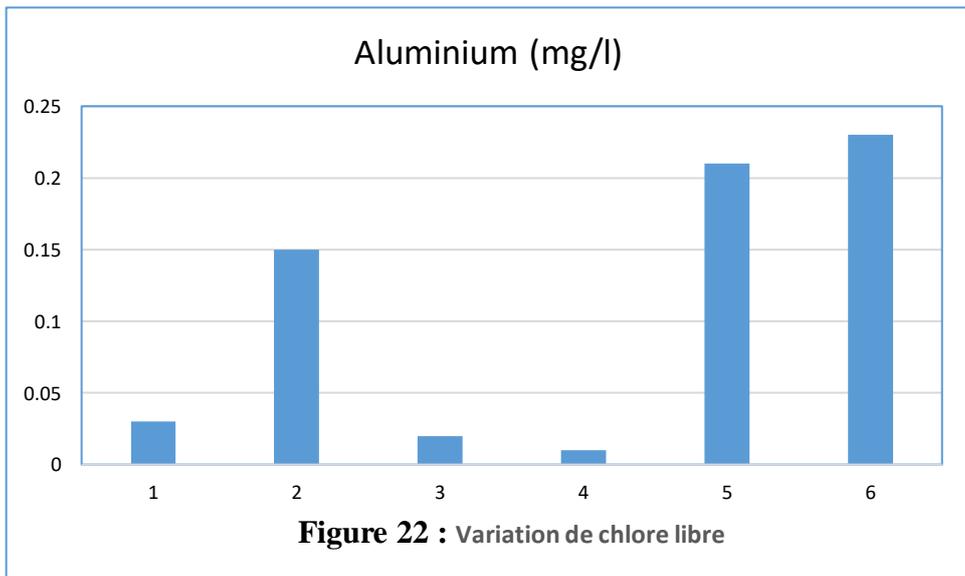
III.1.2.4. Ammonium (NH₄)

Lorsque les valeurs de NH₄ sont présentes dans l'eau avec des niveaux supérieurs à 0,2 mg/l, on peut soupçonner une éventuelle contamination des eaux. Donc, les eaux du barrage de Keddara ne sont pas contaminées (figure 21).



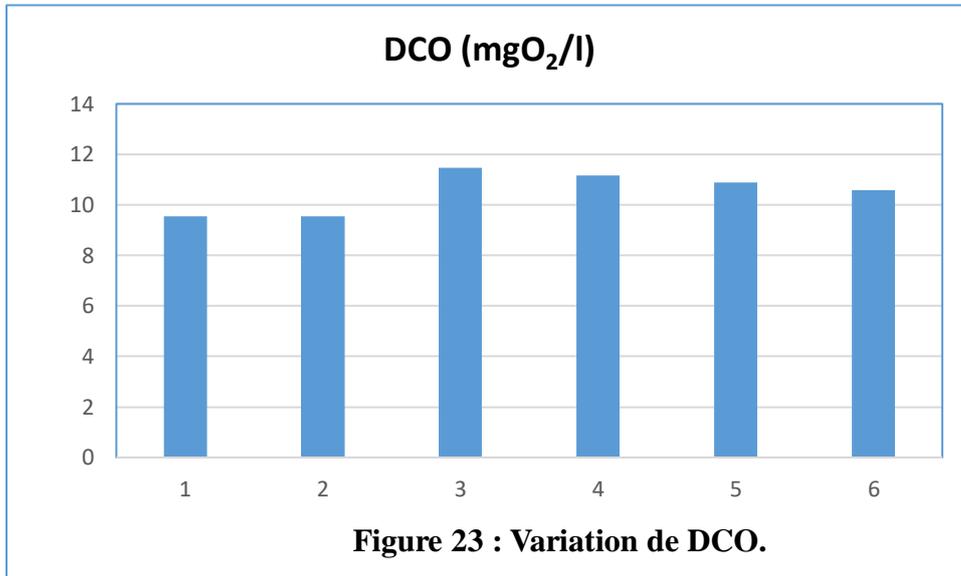
III.1.2.5. Aluminium

La concentration moyenne de l'aluminium pour les eaux du barrage de Keddara enregistré pendant les mois est supérieure à 0.4 mg/l. cette valeur enregistré dépasse les norme algérienne fixé par 0.2 mg/l et dépasse les normes de l'OMS fixé par 0.1g/l (figure 22).



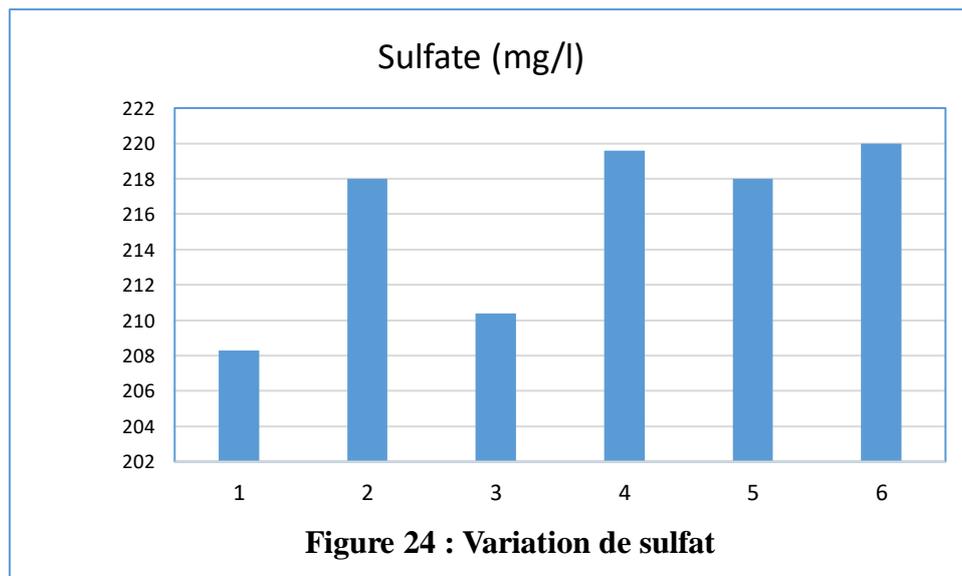
III.1.2.6. DCO

D’après la figure 23 ci-dessous, on remarque que toutes les valeurs de mesure de DCO sont variables dans le temps ainsi inférieures de 90 mg/l. Donc les eaux issues des quatres échantillons sont généralement conformes à la norme Algérien en 2011 et recommandée par l’organisation mondiale de la santé.



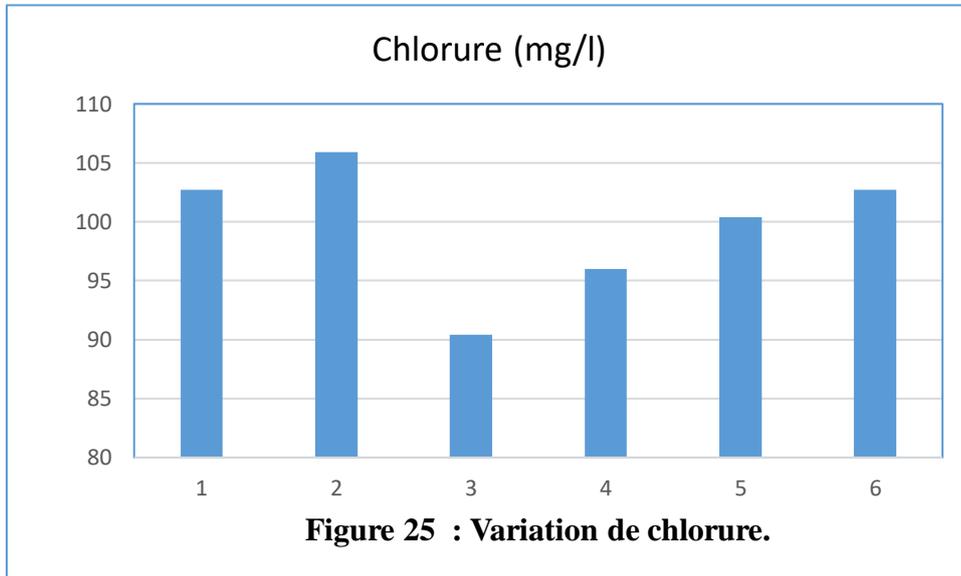
III.1.2.7. Sulfate.

Ces concentrations ne dépassent pas la norme de 400 mg/l recommandée par l’OMS. La concentration moyenne enregistree elle est de 215.71mg/l) .(figure 24)



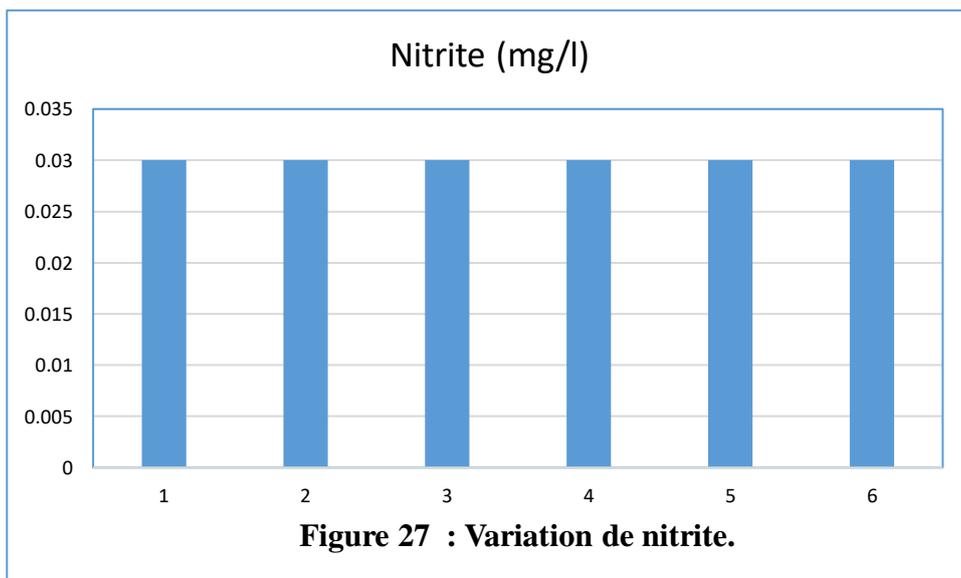
III.1.2.8. Chlorure

Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variés et liés principalement à la nature des terrains traversés. Ces concentrations sont conformes à la norme de 500 mg/l établie par les norme Algérienne et les normes de l’OMS (figure 25).



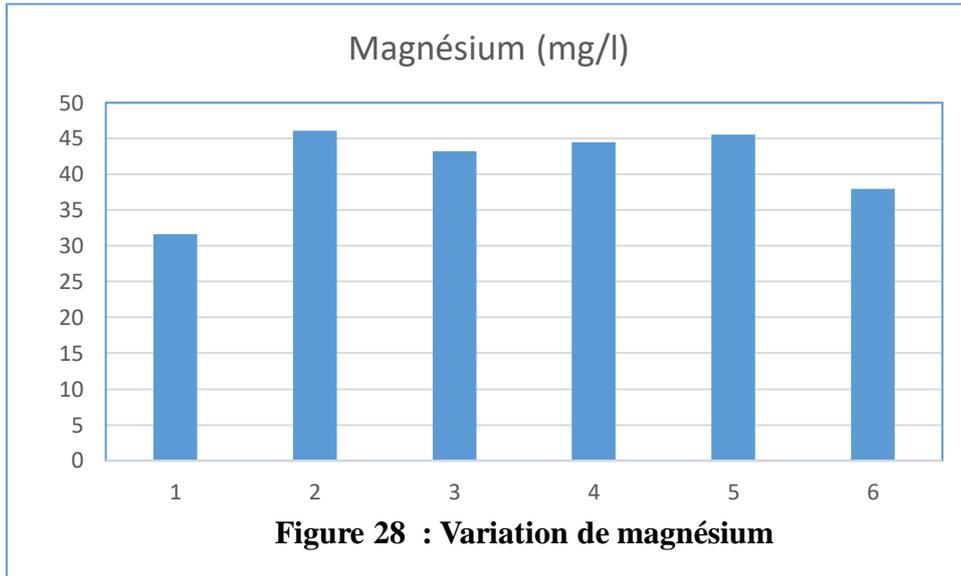
III.1.2.9. Nitrate

Les teneurs en nitrites observées sont très faibles, inférieur à 0,03 mg/l. pour les eaux du barrage par rapport à les norme Algérienne (figure 27).



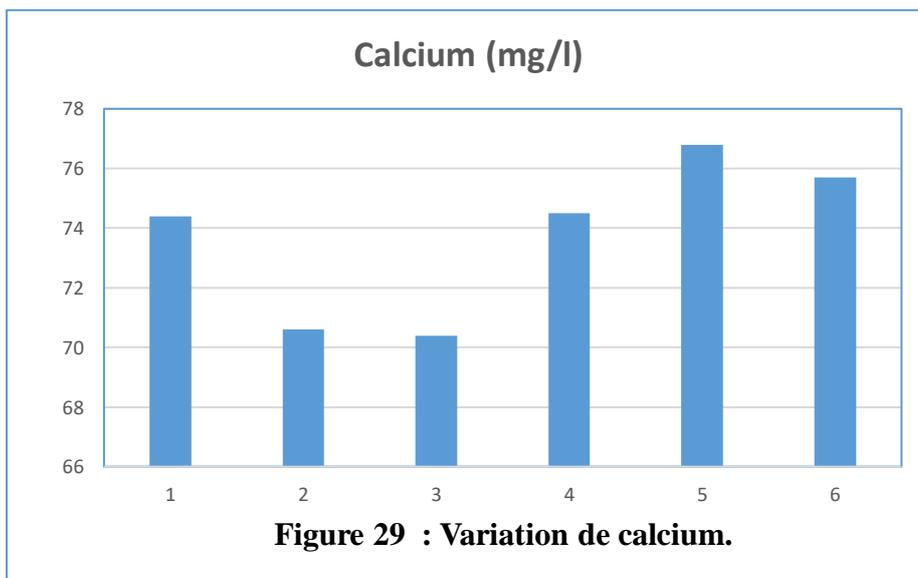
III.1.2.10. Magnésium

Ces concentrations sont largement inférieures à 150 mg/l, norme recommandée par les normes Algérienne. Selon RODIER et *al.*, (1996), à partir d’une concentration de 100 mg/l et pour des sujets sensibles, le magnésium donne un goût désagréable à l’eau potable (figure 28).



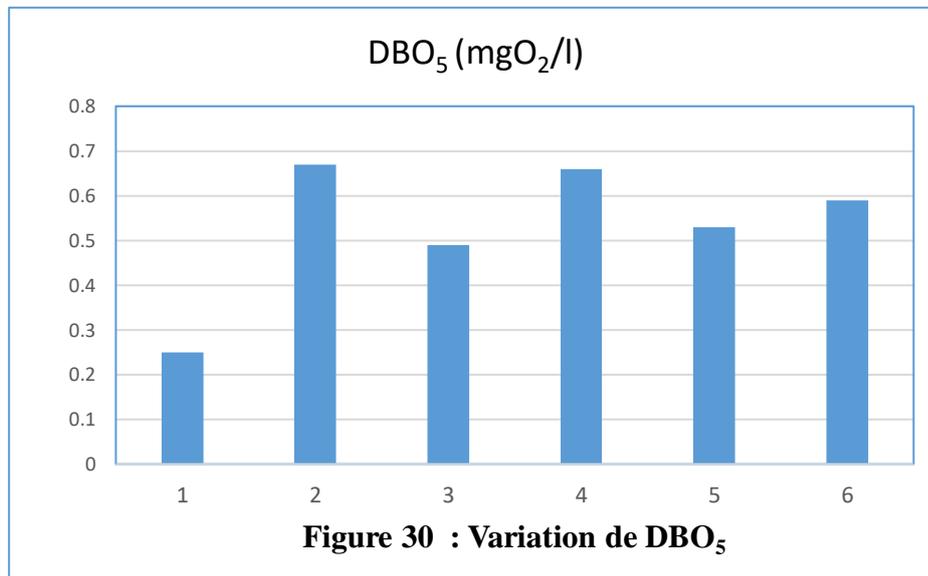
III.1.2.11. Calcium

Selon BOUZIANI (2000), les eaux dont le calcium dépasse 200mg/l, présente de sérieux inconvénients pour les usages domestiques. La moyenne de concentration de calcium enregistré est faible par rapport au norme Algérienne et l’OIMS (figure 29).



III.1.2.12. La demande biochimique en oxygène au bout de 5 jours

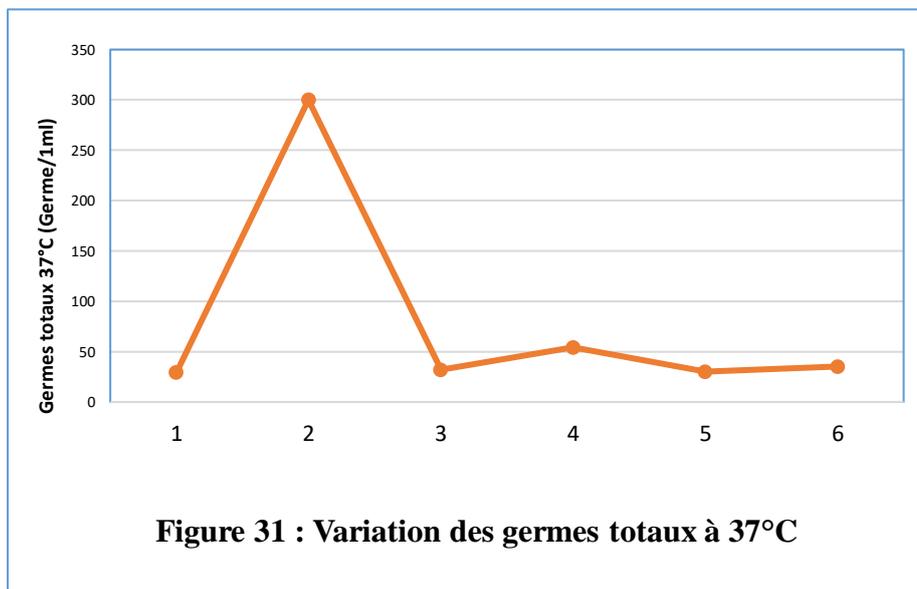
Les résultats des analyses de la DBO_5 montrent que la plupart des valeurs dans les trois stations sont variables et inférieures à la norme Algérien en 2011 et les normes fixées par l’OMS sur les trois années. (Figure 30)



III.2. Résultats de l'analyses bactériologiques.

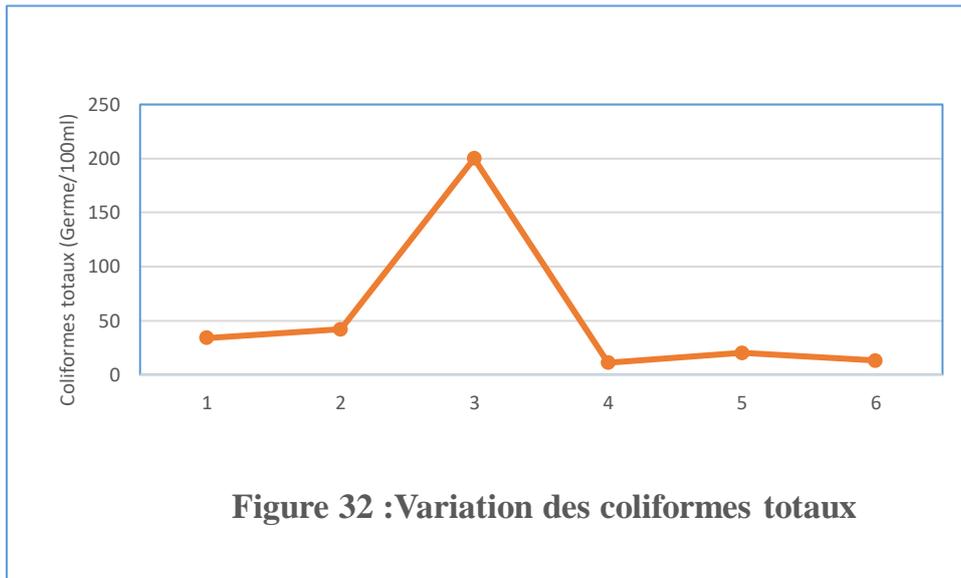
III.2.1. Dénombrement des flores aérobies mésophile totaux FAMT (Germe totaux) à 37°C.

Nous remarquons que l'eau des échantillons (1, 2, 3, 4, 5 et 6) présente des germes totaux dont les valeurs fluctuent entre 29 et 300 UFC/ml. (Figure 31). Les résultats des analyses des germes totaux montrent que des valeurs observées pour l'échantillon 2 dépasse les normes Algérien en 2011 et les normes fixées par l'OMS sur les trois années.

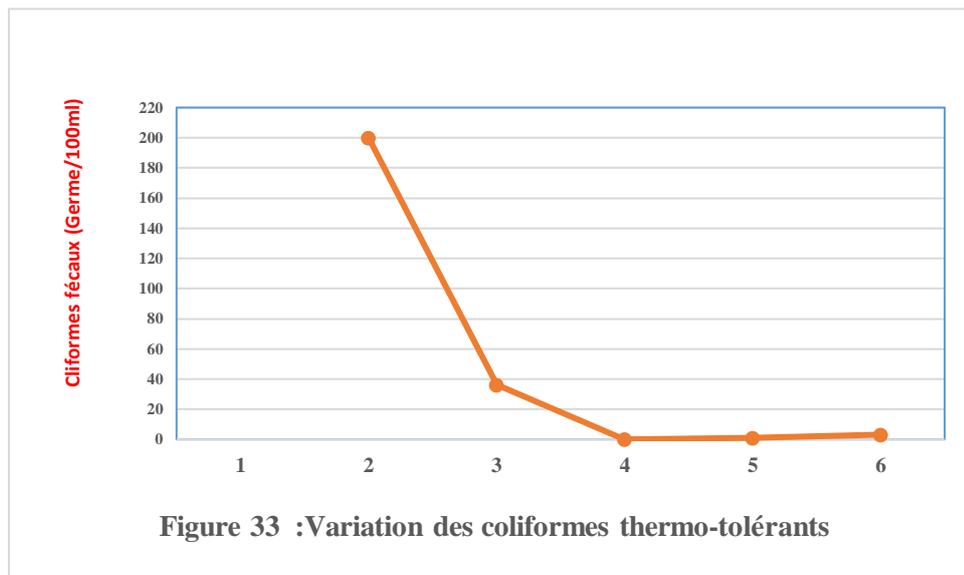


III.2.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux.

Nous remarquons que l'eau brute présente des germes totaux dont les valeurs oscillent entre 11 et 200 UFC/ml. Les résultats des analyses des germes totaux montrent que des valeurs observées pour l'échantillon 3 dépasse les normes Algérien en 2011 et les normes fixées par l'OMS sur les trois mois (Figure 32).

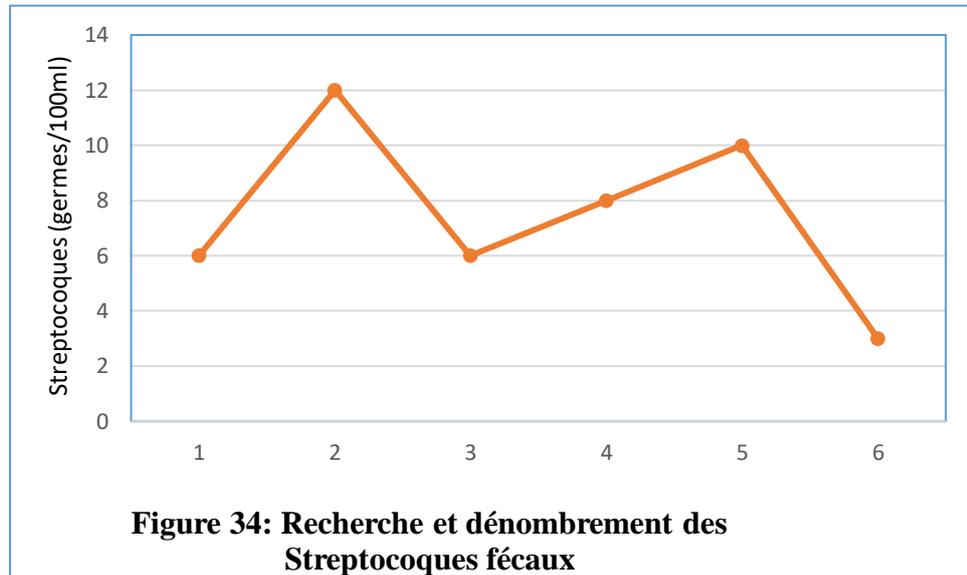


III.2.3. Recherche les coliformes thermo-tolérants.



Nous remarquons que le taux des coliformes thermo-tolérants presque stable et inférieure à 50 UFC/100ml, sauf pour le 1er et le 2ème prélèvement où nous avons remarqué une augmentation significative de taux de ces germes, ce résultat peut être causé par l’écoulement des oueds qui alimentent le barrage, et qui charrie au cours de leur trajet des nouvelles charges microbiennes.

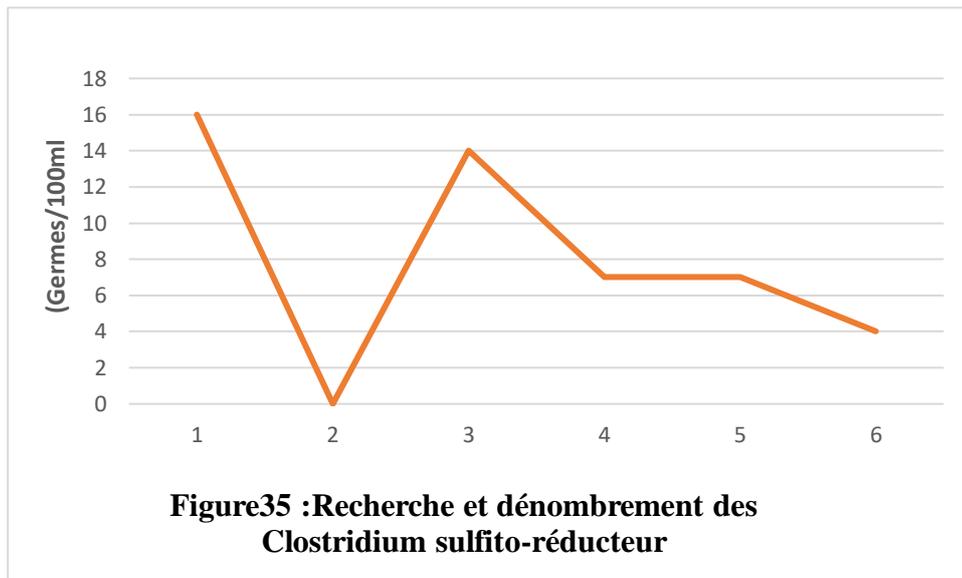
III.2.4. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.



Nous remarquons que l'eau brute présente des streptocoques fécaux dont les valeurs varient entre 3 et 12 UFC /100ml.

III.2.5. Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteur

L'existence des ASR dans l'eau brute indique la résistance de ces formes aux facteurs externes, c'est pour cela que pour ce paramètre particulier, ce ne sont pas les bactéries elle-même mais leurs spores qui sont recherchées, en l'absence de la phase de chloration (BOUDRAA, 2011) (Figure 35).



Nous remarquons présence des **Clostridium sulfito-réducteur** dans les cinq échantillons avec une moyenne de 8 UFC/100ml. Cette valeur enregistrée dépasse les normes Algérien en 2011 et les normes fixées par l’OMS.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Au cours de notre étude, bien que courte et non détaillée, nous avons pu déduire que les eaux du barrage de Keddara sont polluées. Au niveau du barrage de Keddara, nous avons dénombré des taux de présence des bactéries (microorganismes revivifiants, Coliformes totaux et des Coliformes fécaux, Streptocoques fécaux, Clostridium sulfite-réducteurs, Staphylocoques Salmonelles), qui témoignent des risques pour les personnes qui consomment ces eaux ; nous avons aussi isolé un bon nombre de bactéries capables de causer des maladies et de ce fait elles peuvent constituer un fléau de santé publique tel que les Salmonella, Aeromonas, Citrobacter, Yersinia, Staphylocoque et Enterococcus. De façon générale on a trouvé au cours de notre étude que les eaux du barrage de Keddara ne correspondent pas aux normes algériennes et l'OMS. Les résultats des analyses physicochimiques montrent que les eaux du barrage de Keddara ne sont pas conformes aux normes ; ces résultats confirment nos résultats bactériologiques. De ce fait, un contrôle rigoureux des eaux du barrage de Keddara qui doit être réalisé au cours de tout le cycle annuel et par des gens spécialisés, ce qui permettra une bonne biosurveillance de la qualité des eaux.

L'installation d'une station de traitement des eaux s'impose afin d'éviter tout risque de contagion et de pollution dont les conséquences sont souvent irréversibles.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANBT, 1981 : Agence nationale des barrages, 1987. Monographie barrage KEDDARA.
- ANRH, 2005 : Carte de réseaux hydroclimatologique et de la surveillance de la qualité des eaux.
- ATTOU F. & ARAB A., 2013 : Impact de l'introduction d'*Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1759) sur l'espèce autochtone *Barbus setivimensis* (Valenciennes, 1842) (poissons cyprinidés) dans le lac de barrage de Keddara (Algérie). Rev. Écol. (Terre Vie), Vol 68. 12p.
- ATTOU F. 2014 : Dynamique et Eco-biologie d'*Alburnus alburnus* (poisson Cyprinidae) dans le lac de barrage de Keddara (W. Boumerdes).Thèse de Doctorat 200p, USTHB Algérie.
- BOUSSAIDI Saliha et MOKRANI Sakina 2006 : Analyse physico-chimique des eaux d'un cours d'eau et la quantification de la salinité (cas de l'Oued TAFNA). Thèse d'Ingénieur d'Etat. Université de Laghout.
- CHAMBET-HEZERDJA Faiza 2015 : Etude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux du lac de barrage KEDDARA (W. BOUMERDES) avant et après traitement par la station de BOUDOUAOU. Thèse de magister 95p. université de Blida.
- CHAPMAN D. V. AND ORGANIZATION W. H. (1996). Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring.
- KADIK B., 1987 : Contribution à l'étude de Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) en Algérie, dendrométrie, morphologie, office de publication universitaire, Alger. 580p.
- LACOSTE A. & SALANON R., 2001 : Elément de biogéographie et d'écologie : Une compréhension de la biosphère par l'analyse de composantes majeures de l'écosystème. Paris. Mosson. 210p.
- LEBRES E.A., MOUFFOK F., (2008). Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson, Laboratoires bactériologiques alimentaires et des eaux, Institut Pasteur d'Algérie, Alger, 53 p.
- LEYGUE et al., 1970 : Lutte contre la pollution des eaux recherches actuelles, Collection de l'A.N.R.T (Association Naturelle de la Recherche Technique), éditeurs Eyrolles et Gauthier Villars, paris, p 151.
- MACHAI MANEL 2005. Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba.Université Badji-Mokhtar- Annaba. Thèse de Magister.

- PEDELABORDE P., 1991 : Introduction à l'étude scientifique du climat. SEDES. Paris. 9-18p
- RAMADE F., 2003 : Eléments d'écologie, Ecologie fondamentale. 3^{ème} Ed. Masson. Paris. 690p.
- RODIER J., LEGUBE B., MERLET N. (2009). L'analyse de l'eau, 9ème édition, Ed. Dunod, 1579p.
- PONT, J.-P.D., 2008 : Procédés de traitement des eaux potables, industrielles et urbaines É.n.d.g.d.l.e.e.d.l.e.d.S. (ENGEES), Editor.
- SHRESTHA S. AND KAZAMA F. (2007). Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin, Japan. Environmental Modelling & Software 22(4), 464-75.

ANNEXE

Tableau 6 : Résultats des analyses physico-chimiques.

N° Echantillon	1	2	3	4	5	6
Date	15/02/2015	01/03/2015	15/03/2015	29/03/2015	12/04/2015	26/04/2015
Heure	11:45	09:00	08:45	08:50	08:50	09:00
Température (°C)	12,2	11,7	13,7	14,1	16,5	15,8
pH (Unité pH)	8,09	8,09	7,79	8,09	7,89	8,08
Conductivité (µs/cm)	957	951	906	916	949	919
Turbidité (NTU)	7,71	7,57	7,08	6,78	7,72	4,54
Nitrate (mg/l)	4	4,18	3,94	4,6	3,94	3,91
Nitrite (mg/l)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Ortho phosphate (mg/l)	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,06	<0,04
Ammonium (mg/l)	0,03	0,15	0,02	0,01	0,21	0,23
Chlore libre (mg/l)	0,1	0,15	0,11	0,08	0,08	0,12
Aluminium (mg/l)	0,03	0,15	0,02	0,01	0,21	0,23
Calcium (mg/l)	74,4	70,6	70,4	74,5	76,8	75,7
Magnésium (mg/l)	31,6	46,1	43,2	44,5	45,6	38
Chlorure (mg/l)	102,7	105,9	90,4	96	100,4	102,7
Sulfate (mg/l)	208,3	218	210,4	219,6	218	220
DBO ₅ (mgO ₂ /l)	0,25	0,67	0,49	0,66	0,53	0,59
DCO(mgO ₂ /l)	9,56	9,54	11,47	11,16	10,88	10,59

Source : CHEMBET, 2015

Tableau 7 : Résultats des analyses bactériologiques.

	Date	G T (Germe/ 1ml)	CT (Germe /100ml)	CF (Germe/ 100ml)	SF (Germe/ 100ml)	ASR (Germe/ 100ml)	Staphylocoques (Germe/ 100ml)	Salmonella (Germe /100ml)
1	15/02/2015	29	34	200	6	16	Abs	Abs
2	01/03/2015	300	42	200	12	0	Abs	Abs
3	15/03/2015	32	200	36	6	14	Abs	Abs
4	29/03/2015	54	11	0	8	7	Abs	Abs
5	12/04/2015	30	20	1	10	7	Abs	Abs
6	26/04/2015	35	13	3	3	4	Abs	Abs
	Normes Algérienne	20000/100ml	50000/100ml	20000/100ml	10000/100ml	-	-	

**Tableau 9 : Norme Algérienne de potabilité des eaux de consommation
[Journal officiel N° 18 du 23Mars 2011].**

Groupes de paramètres	Paramètres	Unité	Valeur indicative
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
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
	Sélénium	µg/l	10
Zinc	mg/l	5	
Paramètres microbiologiques	Escherichia coli	n/100ml	0
	Entérocoques	n/100ml	0
	Bactéries <i>sulfito-réductrices</i>	n/20ml	0

Tableau 10 : Les normes de l'OMS

Paramètres	unités	Normes OMS
T	°C	25
pH	-	6,5 à 8,5
CE	µs/cm	1500
Ca ⁺⁺	mg/l	200
Mg ⁺⁺	mg/l	150
Na ⁺	mg/l	200
K ⁺	mg/l	12
Cl ⁻	mg/l	≤ 250
NO ₃ ⁻	mg/l	≤ 50
NO ₂ ⁻	mg/l	≤ 0,1
NH ₄ ⁺	mg/l	≤ 0,5
PO ₄ ³⁻	mg/l	≤ 0,5
DCO	mg O ₂ /l	30
O ₂ dis	mg O ₂ /l	5 ≤ O ₂ ≤ 8
Al	mg/l	0.1
Pb ⁺	mg/l	0,01
Cu ₂ ⁺	mg/l	2
Zn ₂ ⁺	mg/l	3
Dureté	mg/l	< 100

Résumé

Ce travail a pour objectif l'évaluation de la qualité physico-chimiques (température, pH, conductivité, turbidité, chlore libre, calcium, magnésium, chlorure, nitrate, nitrite, sulfate, ortho-phosphate, DBO₅, DCO, ammonium, aluminium) et bactériologiques (germes totaux, coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques fécaux, Clostridium sulfite-réducteur) des eaux de barrage Kaddara pour une période de trois mois (15/02/2015 au 26/04/2015), en se basant sur les normes de l'OMS et Algérienne. Les analyses et bactériologiques montre que les eaux brutes du barrage KEDDARA ne sont pas potables.

Mots clés : Qualité de l'eau de barrage, pollution, les paramètres physico-chimiques, Kaddara.

Summary

This work aims to evaluate the physicochemical quality (temperature, pH, conductivity, turbidity, free chlorine, calcium, magnesium, chloride, nitrate, nitrite, sulfate, ortho-phosphate, BOD₅, COD, ammonium, aluminum) and bacteriological (total germs, total coliforms, fecal coliforms, fecal streptococci, sulfite-reducing Clostridium) of the Kaddara dam water for a period of three months (02/15/2015 to 04/26/2015), based on WHO and Algerian standards. The analyzes and bacteriological shows that the raw water from the KEDDARA dam is not drinkable.

Keywords: Dam water quality, pollution, physico-chemical parameters, Kaddara.

ملخص

يهدف هذا العمل إلى تقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية (درجة الحرارة ، الأس الهيدروجيني ، الموصلية ، التعكر ، الكلور الحر ، الكالسيوم ، المغنيسيوم ، الكلوريد ، النترات ، النتريت ، الكبريتات ، أورثو فوسفات ، BOD₅ ، COD ، الأمونيوم ، الألومنيوم) والجراثيم (الجراثيم الكلية ، القولونيات الكلية ، القولونيات البرازية ، المكورات العقدية البرازية ، الكلوستريديوم المختزل للكبريتيت) لمياه سد قدارة لمدة ثلاثة أشهر (15/02/2015 إلى 26/04/2015) ، بناءً على منظمة الصحة العالمية والمعايير الجزائرية. تظهر التحليلات والبكتريولوجيا أن المياه الخام من سد قدارة غير صالحة للشرب.

الكلمات المفتاحية: جودة مياه السد، التلوث، المعايير الفيزيائية والكيميائية، قدارة.