

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة سعد دحلب - البليدة 1

Université de SAAD DAHLAB - BLIDA 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Laboratoire de Biotechnologies, Environnement et Santé

Département de Biologie et Physiologie Cellulaire

Filière : Hydrobiologie Marine et Continentale

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

Option : Ecosystèmes Aquatiques

Thème

**Etude comparative de la qualité physicochimique et
bactériologique des eaux de deux barrages Boukourdane et Kef
Eddir (Wilaya de Tipaza)**

Soutenu par:

MENAI Nabila & NOUI Meriem

Devant le jury composé de : le : 01/07/ 2018

M^{me} EL MAHDI I

MAA (UB01)

Présidente

M^{me} MOHAMED MAHMOUD F

MCB (UB01)

Examinatrice

M^{me} RADI N

MAA (UB01)

Promotrice

Année universitaire : 2017-2018

Dédicace :

Au nom d'allah, tout Miséricordieux

Tout d'abord je tiens à remercier le tout puissant de m'avoir donné le courage et la patience pour arriver à ce stade afin de réaliser ce travail que je dédie :

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

Que Dieu les grande et les protégé pour nous

A mes chers grands parents Alia, Alarbi, Oumalkhir, Abdelkader

A mes chers oncles Abdenour, Djamel, Hakim, Abdelkader, Mourad Mohamed

A Mes chers tantes Amina, Fatiha, Malika, Zohra, Houria, Khira, nouria ,Zola ,zouzou

A Mon chers frère Mohamed

A ma très chère amie et binôme Meriem

A mes chers cousins : Hasina, Karima, Djamia, Maram, Iyad, Sami

A toute la famille Menai grands et petits

A Tout mes amis : Djamila, Siham, Amir, Meriem, zahia

Toute la promo Ecosystème aquatique et mes enseignants

Toute personne qui a contribué à la réalisation de ce manuscrit de près ou de loin

Résumé

Notre étude vise à évaluer la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de surface de l'écosystème aquatique à savoir deux barrages « Boukourdane et Kef Eddir situés dans la wilaya de Tipaza.

Les paramètres physicochimiques qui ont été analysés, il s'agit du pH, la turbidité, la conductivité électrique, l'oxygène dissous, la DBO₅, NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, PO₄⁻³, matière organique, SO₄⁻², HCO₃⁻, Cl⁻, Fe₂⁺, Ca⁺², Mg⁺². Quant aux paramètres bactériologiques, une recherche et un dénombrement des coliformes fécaux, des streptocoques fécaux ainsi que des clostridium sulfite réducteurs ont été effectués.

Les résultats de l'analyse physicochimique révèlent une bonne à excellente qualité des eaux étudiées à l'exception de deux paramètres à savoir la conductivité et les nitrites qui ont une qualité passable selon les normes algériennes des eaux de surface **JORADP (2011)**.

Concernant les analyses bactériologiques, les valeurs obtenues montrent une faible présence des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux. Cependant, la présence des clostridium sulfite réducteurs a été constatée.

Mots clés : Eau, barrage Boukourdane, Kef Eddir, qualité physico-chimique, qualité bactériologique.

Liste des figures :

FigureN°01 : courbe de schématique d'un barrage	03
FigureN°02 : image satellite du lac du barrage kef eddir et boukourdane.....	08
Figure N°03 : précipitation mensuelles moyennes.....	09
FifureN°04 : variation des moyennes mensuelle de température.....	09
FigureN°05 : diagramme ombrothermique de Tipaza.....	09
FigureN°06 : localisation de la station d'étude sur le climagramme pluviothermique d'emberger.....	10
FigureN°07 : localisation géographique des stations de prélèvement dans le barrage le barrage de kef eddir et boukourdane.....	13
FigureN°08 : variation spatiotemporelle du pH des eaux de surface des barrages de kef eddir et boukourdane.....	28
FigureN°09 : variation spatiotemporelle de la conductivité électrique des eaux de surface des barrages de kef eddir et boukourdane.....	29
FigureN°10 : variation spatiotemporelle de la turbidité des eaux de surface des barrages de kef eddir et boukourdane.....	30
FigureN°11 : Variation spatiotemporelle des nitrites dans des eaux de surface des barrages de kef eddir et boukourdane.....	30
FigureN°12 : Variation spatiotemporelle des nitrates dans des eaux de surface des barrages de kef eddir et boukourdane.....	31
FigureN°13 : Variation spatiotemporelle des chlorures dans des eaux de surface des barrages de kef eddir et boukourdane.....	32
FigureN°14 : Variation spatiotemporelle des bicarbonates dans des eaux de surface des barrages de kef eddir et boukourdane.....	34
FigureN°15 : Variation spatiotemporelle du TAC dans des eaux de surface des barrages de kef eddir et boukourdane.....	35
FigureN°16 : Variation spatiotemporelle du Calcium dans des eaux de surface des barrages de kef eddir et boukourdane.....	36
FigureN°17 : Variation spatiotemporelle du Magnésium dans des eaux de surface des barrages de kef eddir et boukourdane.....	37
FigureN°18 : Variation spatiotemporelle du titre hydrométrique dans des eaux de surface des barrages de kef eddir et boukourdane.....	38
FigureN°19 : Variation spatiotemporelle de la DBO5 dans des eaux de surface des barrages de kef eddir et boukourdane.....	38
FigureN°20 : Variation spatiotemporelle de la DBO5 dans des eaux de surface des barrages de kef eddir et boukourdane.....	38
FigureN°21 : Variation spatiotemporelle de la matière organique dans des eaux de surface des barrages de kef eddir et boukourdane.....	39
FigureN°22 : Variation spatiotemporelle du sulfate dans des eaux de surface des barrages de kef eddir et boukourdane.....	40
FigureN°23 : Variation spatiotemporelle de la charge en coliformes fécaux des eaux de surface des barrages de kef eddir et boukourdane.....	45
FigureN°24 : Variation spatiotemporelle de la charge en streptocoque fécaux des eaux de surface des barrages de kef eddir et boukourdane.....	46
FigureN°25 : Variation spatiotemporelle de la charge en clostridium sulfitoréducteur des eaux de surface des barrages de kef eddir et boukourdane.....	47

Liste des tableaux

Tableau N°I : Principales caractéristiques des barrages de Boukourdane et de Kef Eddir.....	P08
Tableau N° II : Total des prélèvements en fonction des stations et des mois.....	P12
Tableau N° III: Caractéristiques des stations de prélèvement.....	p13
Tableau N° IV: Teneurs en ammonium.....	P33
Tableau N°V : Teneurs en Ortho phosphates	p33
Tableau N°VI: Estimation temporelle de la qualité chimique des eaux des deux barrages Boukourdane (B) & Kef Eddir (K) en fonction de la grille de la qualité des eaux de surface de l'ANRH(2015).....	p42
Tableau N° VII : Estimation spatiale de la qualité chimique des eaux des deux barrages Boukourdane& Kef eddir en fonction de la grille de la qualité des eaux de surface de l'ANRH(2015).....	p43
TableauN°VIII : Estimation globale moyenne de la qualité chimique des eaux des deux barrages Boukourdane& Kef eddir en fonction de la grille de la qualité des eaux de surface de l'ANRH (2015).....	p44

Sommaire

Introduction générale.....	01
Chapitre I: synthèse bibliographique	
I.1.Généralité sur l'eau.....	02
I.1.1. Eaux douces.....	02
I.2. Paramètre de la qualité des eaux de surface.....	03
I.2.1. Paramètre physico-chimiques.....	03
I.2.2. Paramètre bactériologique.....	05
I.3. Problèmes d'eau en Algérie.....	06
I.4. Présentation de la zone d'étude.....	07
I.4.1.Situation géographiques.....	07
I.4.2. Caractéristiques des barrages.....	08
I.4.3. Synthèse climatique.....	08
I.4.4. Faune et flore de la zone d'étude.....	11
Chapitre II : Matériel et Méthode	
II.1. Matériel.....	12
II.2.Méthodes.....	12
II.2.1.Echantillonnage et mode de prélèvement.....	12
II.2.2.Conservation.....	13
II.2.3.Choix des sites.....	13
II.2.4.Méthode d'analyse physico-chimique.....	14
II.2.5.Analyse bactériologique.....	24
Chapitre III: Résultats et Interprétation	
III. Paramètres physicochimiques mesurés au laboratoire.....	28
III.1. Estimation de la qualité chimique des eaux du barrage kef eddir et boukourdane en fonction de la grille de la qualité des eaux de surface de l'ANRH (2015).....	40
III.2. Paramètres bactériologiques.....	45
Conclusion	

L'eau est un élément indispensable pour toute forme de vie sur terre et une ressource si vitale pour la survie et le développement de l'homme. Elle est aussi, un élément fondamental constituant l'environnement de notre planète. En effet, la terre est majoritairement composée d'eau.

L'accès durable aux ressources en eau est une préoccupation majeure qui concerne tous les pays du bassin méditerranéen. Le changement climatique et la croissance urbaine démographique attendus dans la région risquent d'aggraver la situation de stress hydrique.

(Hamida.M.2017)

En Algérie, la demande en eau connaît un accroissement important pour répondre à une demande cumulée de trois secteurs souvent concurrentiels ; la ville, l'industrie, et le périmètre d'irrigation. Outre, la rareté de l'eau, les sécheresses s'étant accrues, la mobilisation des eaux superficielles par la construction de barrages et des retenues collinaires devient indispensable **(Habiba, 2002)**.

De plus, cette ressource vitale est menacée dans sa qualité et dans sa quantité ; c'est pourquoi la qualité des eaux reste toujours une préoccupation majeure de l'opinion publique.

Dans cette optique nous nous sommes proposés de réaliser une estimation et une étude comparative de la qualité physicochimique et bactériologique de eaux de deux barrages situés dans le bassin hydrographique Algérois-Hodna-Soummam à savoir le barrage Boukourdane (Sidi Amar) et le barrage de kefEddir(Damous).

Etant localisé dans la même zone et sous des conditions presque similaires, nous avons choisi un ancien barrage (Boukourdane) déjà mis en service depuis plusieurs années et un nouveau barrage non encore mis en service (Kef Eddir).

Notre étude sera structurée en trois chapitres, commençant par un rappel bibliographique relatif à la qualité des eaux superficielles et la description de la zone d'étude, puis une présentation du matériel d'étude et les méthodes de prélèvement et d'analyses mises en œuvre. A la fin les résultats et leurs interprétations constitueront le dernier chapitre.

Notre travail porte sur l'appréciation de la qualité des eaux du barrage de Boukourdane et barrage Kef Eddir en se basant sur l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques. Nous avons travaillé, durant la période allant du mois de février jusqu'au mois de mai de l'an 2018.

- ✚ Les analyses physicochimiques ont été réalisées au niveau du laboratoire de la station de traitement SEAAL de Sidi Amer ;
- ✚ Les analyses bactériologiques ont été effectuées au sein du laboratoire d'hygiène de la wilaya de Tipaza

II.1. Matériel

Le matériel qui nous a servi pour réaliser notre travail est principalement l'eau brute des barrages de Boukourdane et Kef Eddir, la verrerie, les appareils, les réactifs et les milieux de culture.

II.2. Méthodes

II.2.1. Echantillonnage et mode de prélèvement : le prélèvement des échantillons est une opération qui consiste à prendre un certain volume représentatif du milieu à étudier (AMINOT et KEROUEL, 2004)

Les prélèvements ont été effectués au niveau de l'eau de surface des deux barrages à environ 10 cm de profondeur à raison d'un prélèvement par mois et ce au cours des mois de février, mars, avril et mai de l'année en cours.

Le prélèvement doit faire l'objet d'une attention particulière qui s'adapte avec les types d'analyse à effectuer :

- ❖ **Pour les analyses physico-chimiques :** Il est nécessaire de rincer les flacons 3 fois avec l'eau à analyser puis les remplir jusqu'au bord. Le bouchon sera placé de telle façon qu'il n'y ait aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport.
- ❖ **Pour les analyses bactériologiques :** l'ouverture et la fermeture des flacons en verre s'effectuent au-dessous de l'eau pour éviter toute contamination.

Nous avons effectué dans l'ensemble 12 campagnes de prélèvements au sein de chacun des deux barrages, à raison d'une campagne par mois et de trois stations par barrage (**Tableau III**).

Tableau III : Total des prélèvements en fonction des stations et des mois

Barrages	Stations	Périodes	Total
Barrage de Kef Eddir	SK1- SK2- SK3	Février - Mars- Avril - Mai	12

Barrage de Boukourdane	SB1- SB2- SB3	Février - Mars- Avril - Mai	12
-------------------------------	---------------	-----------------------------	----

II.2.2. Conservation : les échantillons ont été transportés dans des glacières et immédiatement déposés au réfrigérateur dès l'arrivée au laboratoire pour entamer les analyses. En effet, les analyses doivent être effectuées le plus rapidement possible pour éviter la modification de la composition initiale de l'eau.

II.2.3.Choix des sites : nous avons choisi 3 sites de prélèvement pour chacun des deux barrages(**figure.7**) dont les caractéristiques sont motionnées dansle **tableauVI**.

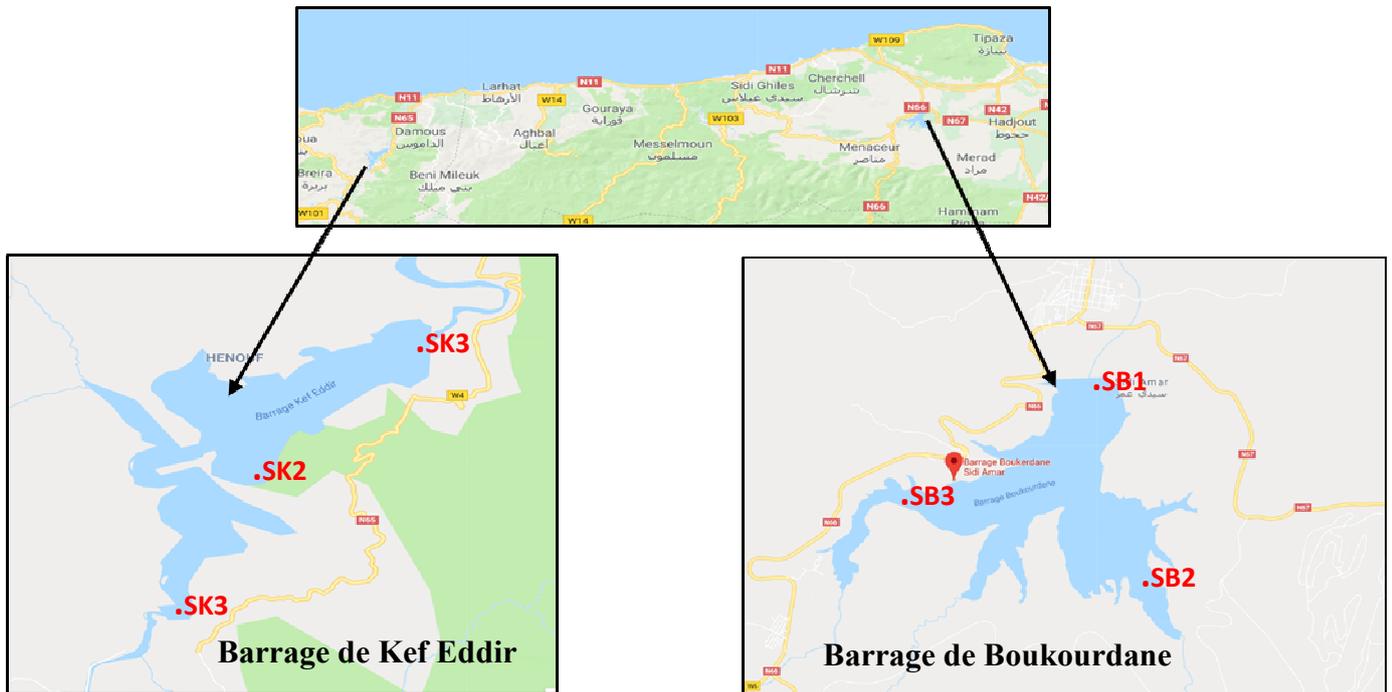


Figure.7 : Localisation géographique des stations de prélèvement dans le barrage de Kef Eddir (SK1, SK2, SK3) et le barrage de Boukourdane (SB1, SB2, SB3)

Tableau VI : Caractéristiques des stations de prélèvement.

Barrage	Stations	Caractéristiques
Kef Eddir	SK1	En amant droit, près de l'embouchure d'oued hamelil.
	SK2	En amant, près de la rive gauche du barrage.
	SK3	En amantdu barrage, près de la digue
Boukourdane	SB1	En amont gauche du barrage près de l'embouchure d'oued Menaceur
	SB2	En amant droit près de l'embouchure d'oued Fedjana
	SB3	En aval du barrage près de la digue

II.2.4. Méthodes d'analyses physicochimiques (Protocoles SEAAL)

Les analyses ont été effectuées au laboratoire et comprennent principalement les paramètres physicochimiques ainsi que les paramètres indicateurs d'une pollution organique et minérale (ammonium, fer, nitrite, nitrate et autres).

II.2.4.1. Détermination du pH (norme ISO 10523)

❖ Principe

La détermination de la valeur du pH est basée sur la mesure de la différence du potentiel d'une cellule électrochimique à l'aide du pH-mètre relié à une électrode.

❖ Mode opératoire

- Transvaser environ 100 ml d'échantillon à analyser dans un bécher.
- Immerger l'électrode dans le bécher qui contient l'échantillon et attendre la stabilité de la valeur du pH.

❖ Expression des résultats

La valeur du pH s'affiche sur l'écran, ainsi que celle de la température (°C) de l'échantillon.

II.2.4.2. Détermination de la conductivité électrique (norme ISO 7888)

❖ Principe

La conductivité électrique découle de la mesure du courant conduit par les ions présents dans l'eau et dépend de la concentration, de la nature, de la température et la viscosité de la solution aqueuse.

❖ Mode opératoire

- ✓ Allumer le conductimètre.
- ✓ Rincer plusieurs fois la sonde de conductivité avec de l'eau distillée.
- ✓ Prolonger la sonde dans un bécher qui contient l'eau à analyser et attendre la stabilité de la valeur de la conductivité.

❖ Expression des résultats

La valeur de la conductivité s'affichée sur l'écran et elle est exprimée en ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

II.2.4.3. Détermination de la turbidité (norme ISO 7072)

❖ Principe

Son principe consiste en la mesure de la turbidité par néphélométrie en utilisant un turbidimètre optique sur une plage de mesure allant de 0 à 4000NTU. Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise permet la détection de matières non dissoutes.

❖ Mode opératoire

- ✓ Rincer la cellule de mesure avec l'échantillon à analyser (avant mesure).
- ✓ Remplir la cuve sans faire de bulle, visser le bouchon et sécher.
- ✓ Insérer la cuve dans le puits de mesure en plaçant la flèche de la cuve face au repère.
- ✓ Fermer le capot de l'appareil et effectuer la lecture.

❖ Expression des résultats

La valeur de la turbidité est affichée sur l'écran et elle est exprimée en NTU.

II.2.4.4. Détermination l'oxygène dissous

❖ Principe

Consiste en l'immersion d'une sonde, constituée d'une cellule fermée par une membrane sélective perméable à l'oxygène et contenant l'électrolyte et deux électrodes métalliques dans l'eau analyser.

❖ Mode opératoire

La mesure doit être effectuée comme suit :

- ✓ Placer l'électrode dans l'échantillon. La sonde de la température doit être émergée.
- ✓ Agiter correctement l'échantillon ou remuer l'électrode dans l'échantillon afin de retirer toute bulle d'air de la membrane.
- ✓ Le résultat de mesure s'affiche lorsque la valeur de mesure est stabilisée ; noter la valeur ou l'enregistrer.
- ✓ Le résultat est donné en concentration de milligramme d'oxygène par litre d'eau.

II.2.4.5. Dosage des nitrites : méthode par spectrophotométrie d'absorption moléculaire (norme ISO 6777)

❖ Principe

Le dosage repose sur la réaction des ions nitrites présents dans une prise d'essai, à pH 1,9 avec le réactif amino-4 benzène sulfonamide en présence d'acide ortho phosphorique pour former un sel diazoïque qui forme un complexe de coloration rose avec le dichlor-hydrate de N-(naphtyl-1) diamino-1,2éthane (ajouter avec le réactif amino-4 benzène sulfonamide).

❖ Mode opératoire

- ✓ Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- ✓ Ajouter 1ml du réactif coloré à l'aide d'une pipette.
- ✓ Laisse reposer au moins 20 minutes.
- ✓ Si aucune couleur n'est apparue, cela indique une absence de nitrites et le résultat serait de 0,02mg/l.

- ✓ Si une coloration rose est apparue, effectuer la mesure au spectrophotomètre d'absorption moléculaire à la longueur d'onde de 540 nm.

❖ Expression des résultats

La concentration en ammonium est affichée sur l'écran et elle exprimée en mg de nitrites par litre d'eau analysée.

II.2.4.6. Dosage spectrométrique des nitrates par la méthode au salicylate de sodium

❖ Principe

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

❖ Mode opératoire

- ✓ Introduire 10 ml d'échantillon à analyser dans une capsule de 60ml ; auquel sont rajoutés :

* 2 à 3 gouttes d'hydroxyde de Sodium à 30%.

* 1ml de salicylate de sodium.

- ✓ Evaporer à l'étuve à (75-88)°C. (Ne pas surchauffer ni chauffer trop longtemps) laisser refroidir.
- ✓ Reprendre le résidu dans 2 ml de solution de l'acide sulfurique
- ✓ Attendre 10 minutes, et ajouter 15ml d'eau distillée puis 15ml de solution de tartrate double de sodium et de potassium. Une couleur jaune apparait ;
- ✓ Passer au spectrophotomètre d'absorption moléculaire à la longueur d'onde 415nm.

❖ Expressions des résultats

La concentration en ammonium est affichée sur l'écran et elle exprimée en mg de nitrates par litre d'eau analysée.

II.2.4.7. Dosage de l'ammonium par spectrophotométrie d'absorption moléculaire (norme ISO 7150/1)

❖ Principe

Le dosage repose sur un mesurage du composé formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

Les ions hypochlorites sont générés in situ par hydrolyse alcaline du sel de sodium du dichloro-isocyanurate de sodium. La réaction de la chloramine avec le salicylate de sodium se situe à pH 12,6 en présence de nitroprussiate de sodium, les chloramines présentes dans l'échantillon sont en conséquence déterminées quantitativement et le citrate de sodium est incorporé aux réactifs pour masquer l'inférence des cations, notamment le calcium et magnésium.

❖ Mode opératoire

- ✓ Prélever 40 ml de l'échantillon à analyser puis ajouter successivement :

*4ml du réactif coloré.

*4ml du réactif de dichloro-isocyanurate de sodium.

- ✓ On laisse reposer au moins 60minutes.
- ✓ Si aucune couleur n'est apparue, cela indique une absence d'ammonium et le résultat serait de 0,03mg/l.
- ✓ Si une coloration verte est apparue, on effectue la mesure au spectrophotomètre d'absorption moléculaire à la longueur d'onde de 655nm

❖ Expression des résultats

La concentration en ammonium est affichée sur l'écran et elle est exprimée en mg/l.

Les résultats sont exprimés en mg d'oxygène par l'eau.

II.2.4.8. Dosage par spectrophotomètre des orthophosphates : méthode au molybdate d'ammonium (norme ISO 6878)

❖ Principe

Les ions ortho phosphates réagissent avec une solution acide contenant des ions de molybdate et d'antimoine pour former un complexe d'antimonyl-phosphomolybdate. Le complexe est réduit par l'acide ascorbique pour former un nouveau complexe de molybdène (fortement coloré en bleu).

❖ Mode opératoire

- ✓ Prélever 40ml de l'eau à analyser dans un bécher de 200ml ; auquel on ajoute :

*1ml d'acide ascorbique à 100 g/l.

*2ml de réactif mixte

- ✓ Agiter quelques secondes après un temps compris entre 10 et 30 minutes.
- ✓ Si aucune couleur n'est apparue, cela indique une absence de phosphates (PO_4^{-3}) et le résultat serait de 0,09mg/l.
- ✓ Si une coloration bleue est apparue, on effectue la mesure au spectrophotomètre d'absorption moléculaire à la longueur d'onde de 880nm.

❖ Expression des résultats

La concentration en ortho phosphate est affichée sur l'écran et elle est exprimée en mg/l.

II.2.4.9. Détermination de la demande biochimique en oxygène de cinq jours DBO5 (Norme ISO5815)

- ❖ **Principe** : repose sur le traitement de l'échantillon d'eau à analyser avec différentes quantités d'eau de dilution enrichie en oxygène dissous, et contenant un ensemencement de micro-organismes aérobies, avec suppression de la nitrification.
- ❖ **Mode opératoire**
 - ✓ Porter l'échantillon à une température de 20°C.
 - ✓ Agiter afin d'éliminer une éventuelle saturation en oxygène.
 - ✓ Verser un volume connu de l'échantillon dans un flacon.
 - ✓ Programmer le DBOmètre SKALAR SP 50 et appuyer sur START.
 - ✓ L'appareil effectue le rinçage de tuyaux et de la sonde automatiquement.
 - ✓ Ajouter 2ml d'ATU (allythiourée), pour inhiber la nitrification, dans chaque flacon et compléter avec l'eau de dilution en laissant déborder légèrement.
 - ✓ Agiter contenu des flacons afin d'éliminer les bulles d'air adhérentes aux parois.
 - ✓ Mesurer la concentration en oxygène dissous dans chacun des flacons au temps zéro.
 - ✓ Boucher les flacons en prenant soin de ne pas piéger des bulles d'air.
 - ✓ Placer les flacons dans l'incubateur à 20°C et laisser à l'obscurité pendant 5 jours 4 heures.
 - ✓ Après incubation, mesurer la concentration en oxygène dissous dans chacun des flacons à l'aide de la sonde de l'oxymètre.
 - ✓ En parallèle effectuer d'une part un essai à blanc en utilisant l'eau de dilution ensemencée et 2mg de solution d'ATU. D'autre part, effectuer un contrôle d'acide glutamique-glucose dans le flacon de dilution en ajoutant 2 ml de la solution d'ATU et en complétant à 1000 ml avec l'eau de dilution ensemencée.
- ❖ **Calcul et expression des résultats** :

La DBO₅ est calculée pour les solutions d'essai lorsque la condition suivante est satisfaite :

$$\frac{P1}{3} \leq (P1 - P2) \leq \frac{2P1}{3}$$

Où :

P1 est la concentration d'oxygène dissous dans une des solutions d'essai zéro, en mg/l.

P2 est la concentration d'oxygène dissous de cette même solution d'essai après n jours en mg/l.

Le calcul de la demande biochimique en oxygène exprimée en mg/l s'effectue après n jours en utilisant l'équation :

$$DBO_5 = [(P^1 - P^2) - \frac{Vt - V2}{Vt} * (P3 - P4)] * \frac{V1}{Vech}$$

Où:

P¹ est la concentration d'oxygène dissous dans une des solutions d'essai zéro, en mg/l.

P² est la concentration d'oxygène dissous de cette même solution d'essai après n jours, en mg/l.

P₃ : est la concentration en oxygène dissous de la solution du blanc au temps zéro, en mg/l.

P₄ : est la concentration en oxygène dissous de la solution du blanc après n jours, en mg/l

V_{ech} : est le volume total de cette solution d'essai, en ml.

II.2.4.10. Dosage des chlorures par titrage au nitrate d'argent avec du chromate de potassium comme indicateur (méthode de Mohr) ; (norme ISO9297)

❖ Principe

Le dosage repose sur la réaction des chlorures avec des ions argent pour former des chlorures d'argent insolubles qui précipitent. Ce précipité réagit avec l'indicateur de chromate de potassium pour former du chromate d'argent, l'apparition de la coloration brun-rouge (le virage marque la fin du titrage).

❖ Mode opératoire

- Préparation du témoin

- ✓ Mettre 100ml d'eau distillée dans un Erlenmeyer de 250ml, auquel on rajoute 1ml de l'indicateur de chromate de potassium.
- ✓ Titrer par addition au goutte à goutte de nitrate d'argent avec une agitation magnétique lente jusqu'au virage de la couleur à un brun-rougeâtre.
- ✓ Noter à la fin le volume « VB » en ml de nitrate d'argent.

- Préparation de l'eau à analyser

- ✓ Mettre 100ml d'eau à analyser dans un Erlenmeyer de 250ml.
- ✓ Ajouter 1ml d'indicateur de chromate de potassium.
- ✓ Titrer par addition au goutte à goutte de nitrate d'argent avec une agitation lente jusqu'au virage de la couleur à un brun-rougeâtre.
- ✓ Noter à la fin le volume « VA » en ml du nitrate d'argent.

❖ Calcul et expression des résultats

La concentration en chlorure (Cl⁻) exprimée en mg /l est donnée par la formule suivante :

$$[Cl] = C_{AgNO_3} * F * (VA - VB) / V$$

- V : volume d'eau analysée (100ml)

- VA : volume d'AgNO₃ titrant pour l'eau analysée
- VB : volume d'AgNO₃ titrant pour l'eau distillée
- C_{AgNO₃} : concentration d'AgNO₃ (0,02mol/l)
- F = 35453(masse molaire du Cl*1000, exprimé en mg/l)

II.2.4.11. Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC) et des bicarbonates (HCO₃⁻) par la méthode titrimétrique à l'acide chlorhydrique (norme française T90-036)

❖ Principe

Consiste en une détermination des concentrations en ions bicarbonates et carbonates par mesure de l'acide chlorhydrique nécessaire pour amener le pH de l'eau analysée à 8,3 et 4,5 ;

Détermination pH=4,5 sert à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC).

❖ Mode opératoire

- ✓ Prendre 100ml de l'échantillon à analyser et mesurer son pH
- Si le pH est supérieur à 8,3 on verse lentement de l'acide chlorhydrique 0,01N, sous une agitation magnétique lente pour obtenir un pH de 8,3.
- ✓ Noter le volume « V₁ » en (ml) d'acide chlorhydrique (HCl) lu sur la burette graduée
- ✓ Continuer à verser doucement de l'acide chlorhydrique (HCl) jusque à obtenir un pH égal à 4,5. A ce moment noter le volume « V₂ » en ml d'acide chlorhydrique (HCl) lu sur la burette graduée
- Si le pH est inférieur à 8, 3 verser lentement de l'acide chlorhydrique à 0,01N sous une agitation lente jusqu'à obtention d'un pH de 4,5. A ce moment noter le volume « V₂ » d'acide chlorhydrique lu sur burette graduée.

❖ Calcul et expression des résultats

La concentration bicarbonates (HCO₃⁻) est exprimée en mg/l alors que le titre alcalimétrique complet (TAC) sont exprimés en degré français (°F) et sont donnés respectivement par les formules suivantes:

$$[\text{HCO}_3^-] = (V_2 * N * 1000) * M_2 / V_0 \dots \text{mg/l}$$

$$\text{TAC} = V_2 * 5 \dots \text{(°F)}$$

- M_2 : est la masse molaire des bicarbonates (61g/mol)
- V_0 : est le volume en ml de la prise d'essai (100ml)
- V_2 : est le volume d'acide chlorhydrique lu sur la burette graduée pour amener le PH=4,5
- N : est la normalité de la solution acide (0,01N)

II.2.4.12. Dosage du calcium par la méthode titrimétrique à EDTA (norme ISO 6058)

❖ Principe

Consiste à un titrage des ions calcium avec une solution aqueuse de sel disodique d'acide éthylène diamine tétra acétique(EDTA) à un pH compris entre 12 et 13. Le Murexide, qui forme un complexe rose avec le calcium est utilisé comme un indicateur et le magnésium est précipité sous forme d'hydroxyde et n'interfère pas lors du dosage. Lors du titrage à l'EDTA réagit d'abord avec les ions calciums libres, ensuite avec les ions calcium combinés avec l'indicateur qui vire de la couleur rose vers le violet.

❖ Mode opératoire

- Préparation de l'échantillon

- ✓ Prendre 5 ml d'eau à analyser et ajuster à 50 ml avec l'eau distillée, et noter le facteur de dilution « F »
- ✓ Ajouter 2ml de la solution d'hydroxyde 2N et une pincée de l'indicateur de murexide, bien mélanger pour obtenir une coloration rose.

- Titration de l'échantillon

- ✓ Titrer immédiatement en versant la solution d'EDTA au goutte à goutte avec une agitation magnétique lente jusqu'au virage au violet. A ce moment noter le volume d'EDTA « V_1 » en ml.

❖ Expressions des résultats

La concentration totale en ions calcium Ca^{+2} , exprimée au mg/l, est donnée par la formule :

$$[Ca^{+2}] = (C_1 * V_1 * A) / V_0 * 1000 * F \quad \dots \text{ (Mg/L)}$$

Avec :

- $[Ca^{+2}]$: La teneur en calcium exprimé en mg/l ;
- C_1 : concentration de la solution EDTA (0.01 mol/L) ;
- V_0 : volume, en millilitres, de la prise d'essai (50 ml) ;
- V_1 : volume, en millilitres de la solution d'EDTA utilisé pour le dosage ;

- A : la masse molaire du calcium (40.08 g/mol) ;
- F : facteur de dilution.

II.2.4.13. Dosage de la somme du calcium et magnésium par la méthode titrimétrique à EDTA (norme ISO6059)

❖ Principe

Consiste à un Titrage par complexométrie du calcium et magnésium avec une solution aqueuse de sel disodique d'acide éthylène diamine tétra acétique à un pH de 10, Le noireriochrome, qui forme un complexe rouge brun avec le calcium et le magnésium est utilisé comme un indicateur, lors du titrage à l'EDTA réagit d'abord avec les ions calcium et magnésium libres, puis au point d'équivalence, avec les ions qui vire de la couleur rouge brune vers le bleu.

❖ Mode opératoire

- Préparation de l'échantillon

- ✓ Prendre 5 ml d'eau à analyser et ajuster à 50 ml avec l'eau distillée et noter le facteur de dilution « F »
- ✓ Ajouter 4 ml de solution tampon à pH 10 et une pincée de l'indicateur, bien mélanger jusqu'à ce que la prise d'essai se colore en rouge brun.

- Titration de l'échantillon

- ✓ Titrer immédiatement à l'aide de la solution EDTA, en versant lentement tout en agitant constamment jusqu'au virage au bleu. À ce moment noter le volume V_2 de l'acide EDTA

❖ Expression des résultats

La dureté totale de l'eau ou Titre Hydrométrique (TH) est exprimée en °F, est donné par la formule :

$$\text{TH} = V_2 * 2 * F \dots\dots (\text{°F})$$

La concentration totale en ions magnésium, exprimée en mg/l, est donnée par la formule :

$$[\text{Mg}^{+2}] = (C_1 * (V_2 - V_1) * A) / V_0 * 1000 * F \dots\dots (\text{mg/L})$$

Avec :

- ❖ TH : dureté totale exprimé en °F ;
- ❖ Mg^{+2} : teneur en magnésium exprimé en mg/l ;
- ❖ V_2 : volume de l'EDTA (en ml), après dosage de l'échantillon pour la détermination du TH ;

- ❖ V_1 : volume de l'EDTA (en ml), après dosage de l'échantillon pour la détermination du calcium.
- ❖ F : facteur de dilution ;
- ❖ A : masse molaire du magnésium (24.31 g/mol) ;
- ❖ V_0 : volume, en millilitres, de la prise d'essai (50 ml) ;
- ❖ C_1 : concentration de la solution EDTA (0.01 mol/l).

II.2.4.14. Dosage du fer par la méthode spectrométrique à laphénanthroline

❖ Principe

La solution de phénanthroline-1,10 est additionnée à une prise d'essai puis une mesure photométrique du complexe rouge-orange à une longueur d'onde de 510 nm est effectuée.

❖ Mode opératoire :

- ✓ mettre 100ml d'eau distillée dans un erlenmeyer de 200ml, auquel on rajoute :

*1 ml d'acide chlorhydrique à 10%.

*5 ml de peroxodisulfate de potassium 40mg/l.

- ✓ Placer l'échantillon à analyser sur la plaque chauffante à douce ébullition durant environs 40minutes en s'assurant que le volume ne descende pas en dessous de 20ml.
- ✓ Laisser refroidir puis on ajouter :

* 1ml de la solution chlorhydrate hydroxylamine.

*1ml de la solution tampon acétate pour obtenir un pH de 4,5.

*2ml de la solution phénanthroline.

- ✓ Mélanger soigneusement et conserver le mélange pendant 15minutes à l'obscurité.
- ✓ Si aucune couleur n'est apparue, cela indique une absence de fer et le résultat serait de 0,02mg/l.
- ✓ Si une coloration verte est apparue, effectuer la mesure au spectrophotomètre d'absorption moléculaire à la longueur d'onde de 510 nm.

❖ Expression des résultats

La concentration en fer est affichée sur l'écran et elle exprimée en mg de fer par litre d'eau analysée.

II.2.4.15. Sulfates

Dosage des sulfates par spectrophotométrie d'absorption moléculaire

❖ Principe

Les ions sulfates sont précipités à l'état de sulfates de baryum en présence de chlorures de baryum.

**❖ Mode opératoire**

- ✓ Prendre 20 ml d'eau à analyser ; auquel on rajoute :
 - * 5ml de la solution stabilisante en agitant quelques secondes.
 - * 2ml de chlorure de baryum 0,01N.
- ✓ Compléter à 100ml d'eau distillée.
- ✓ Laisser pendant 1minute sous agitation mécanique rapide.
- ✓ Effectuer la lecture à la spectrophotométrie d'absorption moléculaire à la longueur d'onde 420nm.

❖ Expression des résultats

La concentration en sulfates est affichée sur l'écran et elle exprimée en mg de sulfates par litre d'eau analysée.

II.2.4.16. Matière organique**❖ Principe**

Repose sur le chauffage d'un échantillon en présence d'une quantité connue de permanganate de potassium et d'acide sulfurique pendant une période donnée (10mn). Une partie des permanganates sera réduite par les matières oxydable présentes dans l'échantillon.

❖ Mode opératoire

- ✓ Prendre 100 ml d'eau à analyser dans un bécher de 250 ml.
- ✓ Ajouter 20 ml d'acide sulfurique 2 mol/l et homogénéiser.
- ✓ Placer le bécher sur une plaque chauffante et porter à ébullition.
- ✓ Ajouter 20 ml de la solution étalon de permanganate de potassium à 2mmol/l.
- ✓ Après 10min, ajouter 20 ml de la solution étalon d'oxalate de sodium à 5mmol/l.
- ✓ Titrer après décoloration, alors que la solution est encore chaude, avec la solution de permanganate de potassium à 2mmol/l jusqu'à apparition d'une coloration rose.
- ✓ Effectuer parallèlement, un essai à blanc en utilisant le même mode opératoire, et noter le volume V0 de solution de permanganate consommé.

❖ Expression des résultats

IMn : indice de permanganate, exprimé en milligrammes d'oxygène par litre.

V0 : est le volume en ml de solution de permanganate consommé dans le dosage du blanc.

V1 : est le volume en ml de solution de permanganate consommé dans le dosage de la prise d'essai.

V2: est le volume en ml de solution de permanganate consommé lors de la vérification de la solution titrante.

II.2.5. Analyses bactériologiques

L'analyse bactériologique a pour but de rechercher et de dénombrer les germes des souches bactériennes dans l'eau.

La recherche et le dénombrement des Coliformes fécaux et des Streptocoques ont été effectués par la méthode de filtration sur membrane.

❖ Principe de la méthode de filtration sur membrane (Norme ISO 9308 –1)

La filtration sur membrane consiste à dénombrer les bactéries présentes dans un volume d'eau en le faisant passer à travers une membrane filtrantestérile, dont les pores(pore 0,45µm) du filtre ne laissent pas passer les bactéries.

II.2.5.1. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux :

❖ Mode opératoire :

L'analyse est effectuée selon les étapes suivantes :

- ✓ Allumer le bec bunsen pour créer une zone de stérilisation.
- ✓ Flamber la surface supérieure de la rampe de filtration, la plaque poreuse, le fond et la surface intérieure de l'entonnoir.
- ✓ Filtrer sur membrane un volume d'eau examinée. V=100ml
- ✓ Placer les entonnoirs et les supports de filtres dans le stérilisateur pendant deux minutes.
- ✓ Mettre les supports sur la rampe de filtration.
- ✓ Prendre une membrane filtrante stérile par son rebord avec une pincette stérilisée à l'alcool et flambée au brûleur, et la déposer sur le support de filtre.
- ✓ Placer l'entonnoir sur le support et tourner le collier de serrage de l'entonnoir.
- ✓ Fermer les robinets de la rampe de filtration pour couper le vide.
- ✓ Agiter soigneusement le flacon renfermant l'eau à analyser.
- ✓ Verser les volumes d'échantillon de 50 ml et plus directement dans l'entonnoir. (Pour une filtration de 100 ml, verser 2 x 50 ml).
- ✓ Ouvrir les robinets de la rampe de filtration pour filtrer l'échantillon.
- ✓ Retirer l'entonnoir et déposer la membrane filtrante à l'aide de la pincette stérile dans une boîte de Pétri préalablement identifiée avec le numéro d'échantillon et le volume filtré, contenant 5 ml de gélose TTC TERGITOL préalablement préparées.

- ✓ Retourner les boîtes ainsi préparées et incubées dans des conditions distinctes à 44°C, pendant 24-48 heures pour la recherche et le dénombrement des coliformes fécaux. (NI. ISO 9308-1 :2000).

- ✓ **Lecture**

Après incubation, dénombrer les colonies typiques qui se présentent sous forme de petites colonies lisses, légèrement bombées à contours réguliers et pigmentées en jaune orangé ou en jaune «lactose positive».

- ✓ **Confirmation**

Il peut être souhaitable de vérifier que les coliformes fécaux mis en évidence à l'étape présomptive appartiennent à l'espèce *E. coli*.

- ❖ **Expression des résultats**

Le nombre de colonies dénombrées sera rapporté à 100ml d'eau à analyser.

On compte le nombre de colonies des coliformes totaux ou fécaux par volume d'eau analysée :

C : nombre de colonies caractéristiques dans la boîte gélose tergitol.

N : nombre de coliformes totaux ou fécaux dans 100 ml d'eau analysée.

II.2.5.2. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux :

- Allumer le bec Bunsen
- Flamber la surface supérieure de la rampe de filtration, la plaque poreuse, le fond et la surface intérieure de l'entonnoir.
- Prélever une membrane de son emballage à l'aide d'une pince stérile qui devrait être posée sur la plaque poreuse de la rampe de filtration.
- Agiter soigneusement le flacon renfermant l'eau à analyser.
- Verser stérilement 100ml d'eau à analyser.
- Mettre en marche la pompe à vide pour vider l'eau.
- Enlever l'entonnoir, Retirer le filtre et le disposer dans la boîte de Pétri contenant le milieu de culture « gélose Slanetz et Bartley » veillant à ce qu'aucune bulle d'air ne soit emprisonnée entre la membrane et le milieu.
- Incubation : à (37°C) pendant (48) heures.
- La lecture se fait en recherchant des colonies rouge-briques ou roses.

- ❖ **Confirmation des résultats**

- ✓ S'il y a apparition de colonies rouge-briques ou roses ; on transfère la membrane sur le milieu gélose de BEA préchauffé pendant une heure à 44°C.

- ✓ Incubation : se fait à 44°C pendant 2 heures et la lecture se fait en recherchant des colonies avec un halo noir.

❖ Calcul et Expression des résultats

On compte le nombre de colonies d'entérocoques par volume d'eau analysée.

$$N=C$$

C : nombre de colonies dans la boîte BEA.

N : nombre de streptocoques fécaux dans 100 ml d'eau analysée.

II.2.5.3. Recherche et dénombrement des clostridium sulfitoréducteurs

Ce protocole opératoire décrit la méthode par incorporation en gélose en tubes profonds selon la Norme NF T 90-415.

❖ Mode opératoire

- Transférer environ 25ml d'eau à analyser dans un tube stérile.
- Chauffer le tube ainsi rempli à 80 C° pendant 10 min.
- Refroidir, immédiatement, le tube en question sous l'eau de robinet.
- Repartir le contenu de ce tube à raison de 5ml par tube dans 4 tubes stériles.
- Ajouter environ 15ml de gélose viande foie, fondus puis refroidie à 46 C° additionnés d'une ampoule alun de fer et l'ampoule sulfite de sodium.
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant d'introduire des bulles d'air et de l'oxygène.
- Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 min environ, puis incuber à 36±1C° pendant 44±4 heures.

❖ Lecture

- Effectuer une première lecture après 16 heures car très souvent les spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices sont envahissantes.
- Effectuer une deuxième lecture après 24 heures et une troisième lecture après 48 heures.
- Dénombrer toute colonie noire de 0.5 mm de diamètre, ayant poussée en masse.

❖ Expression des résultats

Rapporter le nombre total des colonies dans les quatre tubes à 20ml d'eau à analyser.

III. Résultats et discussions

III.1. Paramètres physicochimiques

Les résultats obtenus lors de notre étude nous ont permis d'élaborer des graphiques permettant de mettre en évidence simultanément les variations spatiales au sein des différentes stations ainsi que les variations temporelles observées durant les quatre mois d'étude au sein des deux barrages.

III.1.1. Potentiel d'hydrogène (pH)

Les résultats de mesure du pH, regroupés dans la **figure 8**, montrent la variation du pH des eaux des deux barrages Kef Eddir et Boukourdane.

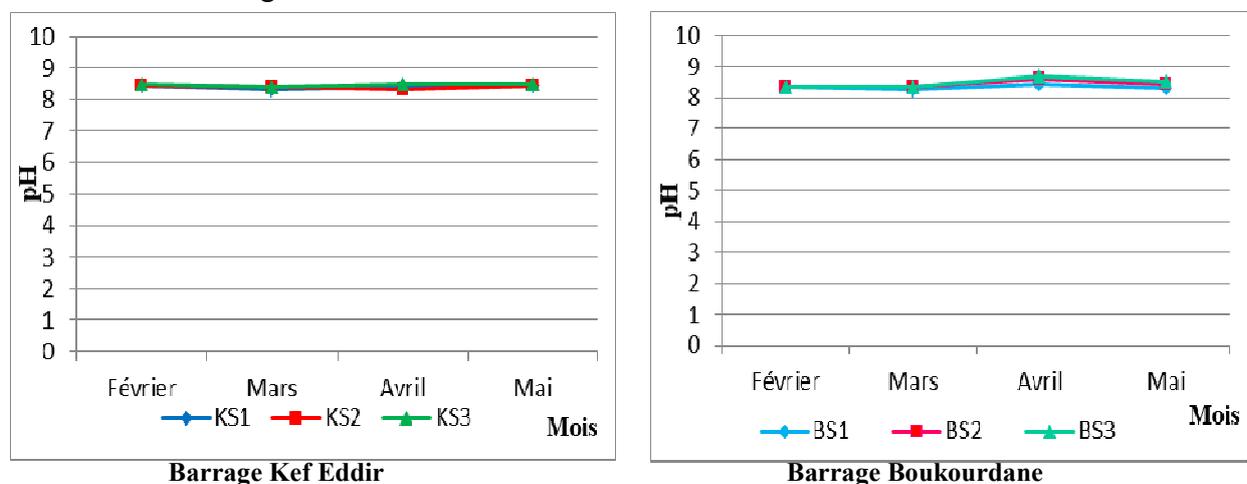


Figure.8 : Variation spatiotemporelle du pH des eaux de surface des barrages de Kef Eddir et Boukourdane.

Les valeurs du pH au niveau de barrage Kef Eddir varient entre un minimum de 8,32 enregistré au niveau de la station 1 au mois de mars et un maximum de 8,5 relevé au sein de la station 3 durant le mois d'avril et mai. Au niveau du barrage de Boukourdane, Les valeurs de pH obtenues sont au voisinage de 8 et oscillent entre un minimum de 8,3 enregistré au niveau de la station 1 au mois de mai et un maximum de 8,69 au sein de la station 3 au mois d'avril.

Nous avons remarqué que les eaux des deux barrages sont légèrement alcalines et dépassent la valeur de 7. Toutefois, ces valeurs de pH montrent une conformité aux normes algériennes des eaux de surface (JORADP, 2011) incluses dans l'intervalle [6,5 - 9].

En effet, le pH des eaux naturelles est généralement lié à la nature des terrains traversés (RODIER, 1996).

III.1.2. Conductivité électrique

L'étude de l'évolution de la conductivité électrique montre que cette dernière varie légèrement en fonction des mois et des stations concernent les deux barrages (**Figure.9**).

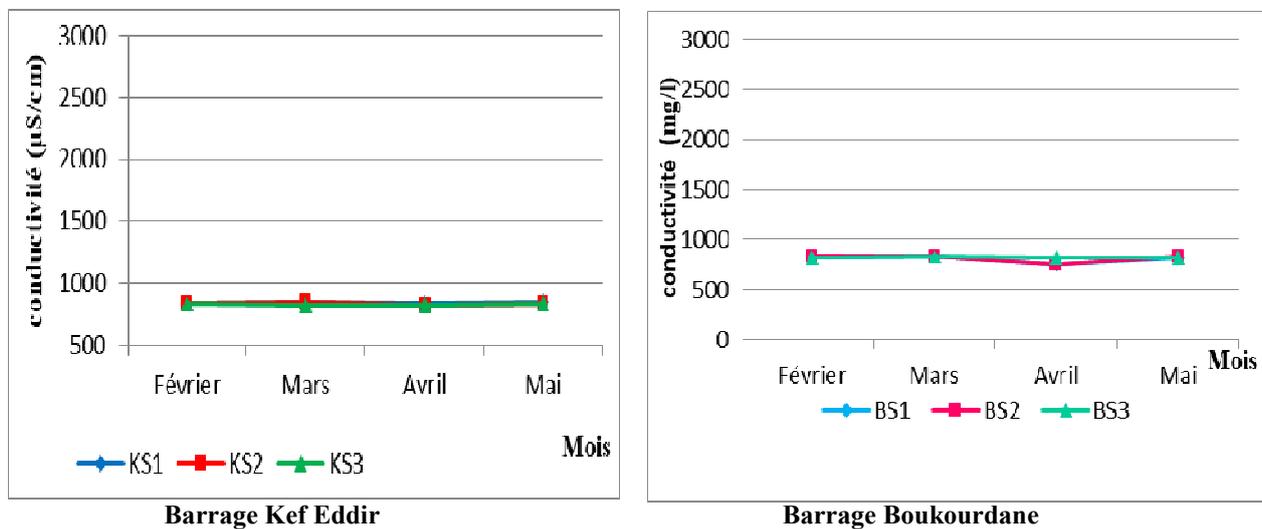


Figure.9 : Variation spatiotemporelle de la conductivité électrique des eaux de surface des barrages de Kef Eddir et Boukourdane.

On observe une valeur minimale de 820 $\mu\text{S}/\text{cm}$ enregistrée au mois de mars au sein de station 3 alors qu'une valeur maximale de 842 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a été enregistrée mois de mai au sein de la station 1 du barrage de Boukourdane. Alors que les valeurs de la conductivité des eaux du barrage de Kef Eddir varient entre une valeur minimale de 825 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au sein de la station 3 au mois de février, d'avril et mai et une valeur maximale de 838 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au niveau de la station 2 durant le mois de février. L'ensemble de ces valeurs obtenues demeurent largement inférieures aux normes tolérées par le **JORADP(2011)** qui recommandent une valeur ne dépassant pas 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Selon **RODIER et al 2009** la conductivité permet d'apprécier le degré de minéralisation de l'eau dans la mesure où la plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. D'après **RODIER et al (2009)** une conductivité supérieur à 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ implique une minéralisation importante des eaux, ce qui le cas de ces deux barrages étudiées.

III.1.3.Turbidité

Les graphes de la **figure 10** montre la variation des valeurs de la turbidité des eaux en fonctions du temps au sein des diverses stations étudiées dans les deux barrages Kef Eddir et Boukourdane.

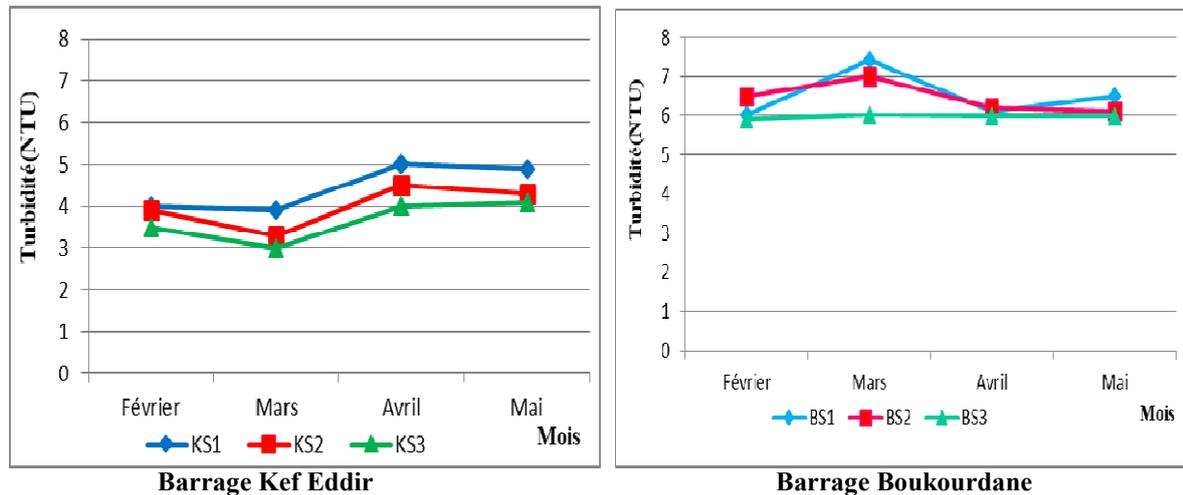


Figure.10 : Variation spatiotemporelle de la turbidité des eaux de surface des barrages de Kef Eddir et Boukourdane.

Les valeurs de turbidité des eaux du barrage Kef Eddir sont comprises entre 3 NTU au mois de mars au niveau de la station 3 et 4,9 NTU au mois de mai au niveau de la station 1.

Pour le barrage de Boukourdane, les valeurs sont comprises entre 5,9 NTU au mois de février au niveau de la station 3 et 7,42 au mois de mars au niveau de la station 1 et elle conforme à la norme recommandée par le **JORADP**.

La turbidité est causé par les particules en suspension dans l'eau comme les débris organiques, les argiles et les organismes microscopiques) (**BENDADA et BOULAKRADACHE,2011**) En général, les valeurs de turbidité augmentent fortement pendant et après une pluie.

A titre de comparaison, il s'avère une légère différence de turbidité entre les deux barrages avec des valeurs plus élevées au sein du barrage Boukourdane.

III.1.4. Oxygène dissous

Les résultats de la mesure de l'oxygène dissous sont regroupés dans la **figure 11**.

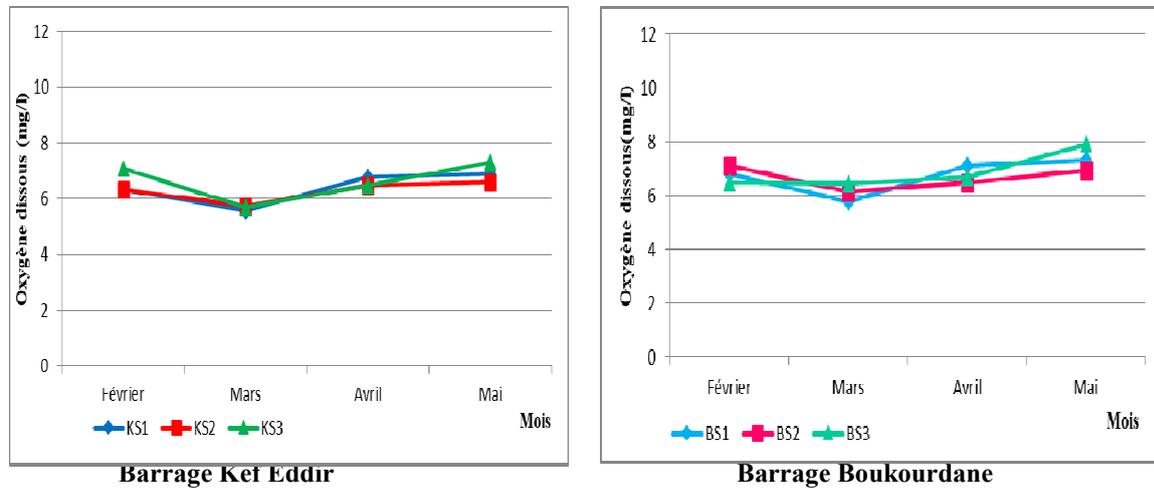


Figure.11 : Variation spatiotemporelle de l'oxygène dissous dans les eaux de surface des barrages de Kef Eddir et Boukourdane.

Les résultats de notre étude montrent une faible variation à travers les périodes de prélèvement au niveau du barrage de Kef Eddir. La valeur minimale étant de 5,6 enregistrée au mois de mars au niveau de la station 1 alors que la valeur maximale était de 7,3 observée au mois de mai au sein de la station 3. Cette faible variation peut être expliquée par l'accélération du débit ainsi que l'exposition au courant d'air et de brassage de l'eau qui entraînent un enrichissement en oxygène.

Les valeurs obtenues au niveau du barrage de Boukourdane oscillent entre une valeur minimale de 5,76 au mois mars au sein de la station 1 ; et une valeur maximale de 7,9 enregistrée au mois de mai au niveau de station 3.

D'après GAUJOU (1995) l'origine de l'oxygène dans les milieux aquatiques est liée à l'activité photosynthétique des végétaux aquatiques et sa dissolution à partir de l'oxygène atmosphérique.

Nous constatons que les teneurs en oxygène ne présentent pas une grande différence entre les deux barrages.

III.1.5. Nitrites

Les valeurs de nitrites enregistrées dans les deux barrages sont regroupées dans la **figure 12**.

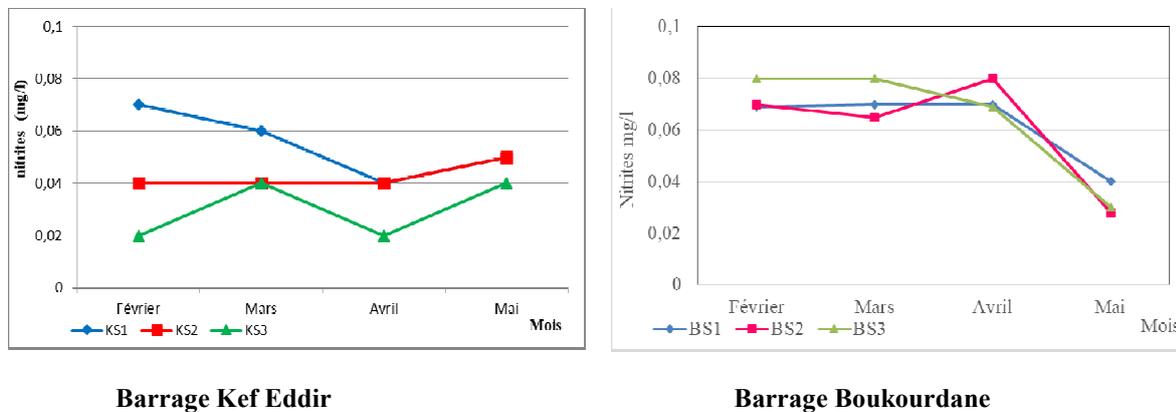


Figure.12 : Variation spatiotemporelle des nitrites dans les eaux de surface Des barrages de Kef Eddir et Boukourdane.

Le dosage de nitrites dans les eaux des deux barrages a permis d'enregistrer de faibles valeurs. Au niveau du barrage de Kef Eddir, les valeurs oscillent entre un minimum de 0,02 mg/l au cours du mois février et avril au sein de la station 3 et un maximum de 0,07 mg/l au cours du même mois au sein de la station 1. Pour le barrage de Boukourdane la valeur minimale est de 0,028 mg/l a été enregistrée dans la station 2 au mois de mai. En effet, les nitrites s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniac et nitrates.

D'après **RODIER et al, 2009**, les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante ; sont aussi susceptibles de se former sous l'action des bactéries et à des températures élevées à partir des chloramines créées au cours de la désinfection par réaction sur l'ammoniaque.

LA présence des nitrites en quantité importante témoigne d'une contamination récente résultant de l'infiltration des eaux usées et d'un déficit du milieu en oxygène (**EI Hammoumi et al, 2012**).

III.1.6. Nitrates

Les valeurs des nitrates obtenues sont regroupées dans la **figure 13**.

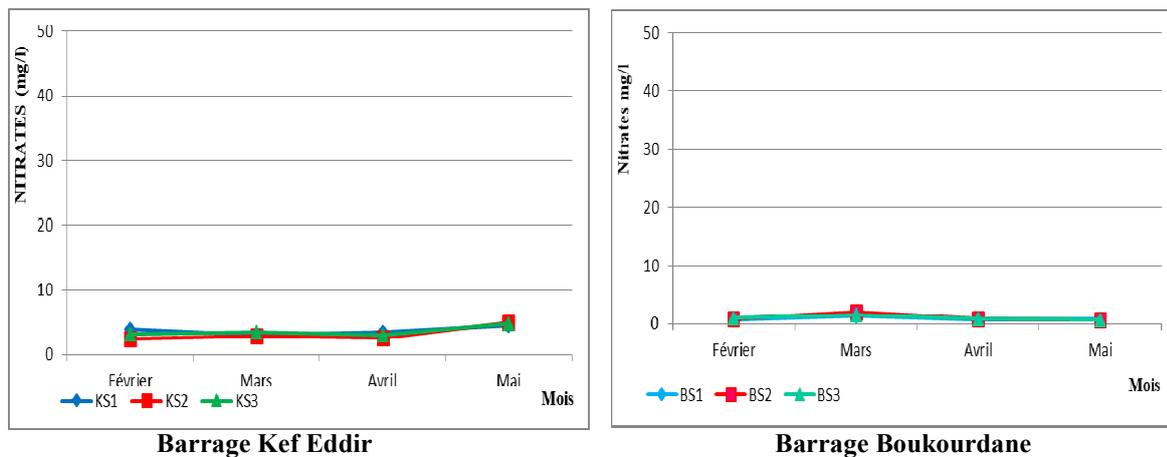


Figure.13 : Variation spatiotemporelle des nitrates dans les eaux de surface des barrages de Kef Eddir et Boukourdane.

L'étude de la variation des concentrations des nitrates montre une différence dans les concentrations de nitrates dans les eaux du barrage de Kef Eddir, ces dernières varient entre une valeur minimale de 2,5mg/l au sein de la station 2 durant le mois de mars et une valeur maximale de 5 mg/l enregistrée au niveau de station 2 au mois de mai. Contrairement au barrage de Boukourdane, où des concentrations très faibles variant entre 0,64 mg /l et 1,96 mg/l ont été enregistrées.

Dans l'ensemble, toutes les valeurs enregistrées de nitrates au cours de tous les mois d'étude et au sein de toutes les stations sont largement inférieures à la norme du **JORADP(2011)** fixée à 50mg/l.

L'origine des quantités importantes de nitrates provient principalement de l'application des engrais chimiques lors de la filtration. En cas de pluie, les ions nitrates non assimilés par les plantes sont entraînés par lessivage vers les barrages. Alors que les faibles concentrations sont probablement dues à leur utilisation par les végétaux aquatiques au cours de la photosynthèse (YON, 2004 ; POLAN et al, 1998).

III.1.7. Azote ammoniacal

Les valeurs d'Azote ammoniacal sont regroupées dans le **tableau V**.

Tableau V : Teneurs en ammonium

	Barrage de Kef Eddir			Barrage de Boukourdane		
	KS1	KS2	KS3	BS1	BS2	BS3
Février	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Mars	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Avril	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Mai	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03

Les valeurs obtenues de l'azote ammoniacal des eaux des deux barrages sont pratiquement nulles (inférieures à 0.03mg/l) et par conséquent inférieures aux normes algériennes des eaux de surface (**JORADP,2011**) qui exige une valeur inférieure à 4 mg/l.

Ces valeurs très faibles peuvent être expliquées par l'absence des rejets des eaux usées déversées dans ces barrages. Selon **PAINCHAUD (1997)**, la source de l'azote ammoniacal provient des eaux usées qui peuvent contenir des quantités importantes d'azote ammoniacal. De plus, l'oxydation par le chlore permet d'éliminer l'azote ammoniacal dans l'eau (**RODIER et al, 2009**).

III.1.8. Ortho phosphates

Les teneurs en Ortho phosphates sont regroupées dans le **tableau VI**.

Tableau VI : Teneurs en Ortho phosphates

	Barrage de Kef Eddir			Barrage de Boukourdane		
	KS1	KS2	KS3	BS1	BS2	BS3
Février	0,37	0,32	0,36	<0,09	<0,09	<0,09
Mars	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
Avril	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
Mai	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09

Le **tableau VI** met en évidence des teneurs très faibles en orthophosphates dans les eaux des deux barrages Kef Eddir et Boukourdane. Les valeurs enregistrées ne dépassent pas 0.09mg/l dans la majorité des stations étudiées durant la période d'étude à l'exception du mois de février au sein du barrage de Kef Eddir avec des valeurs légèrement élevées. Ces faibles teneurs sont dues essentiellement, d'après **SIMONEA(2004)**, à l'assimilation du phosphore par les végétaux aquatiques.

En effet, la présence naturelle de phosphore dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. Des teneurs supérieures à 0.5 mg/l doivent constituer un indice de pollution (**RODIER et al, 2009**).

III.1.9. Chlorures

Les teneurs en chlorures enregistrées sont représentées sur la **figure 14**.

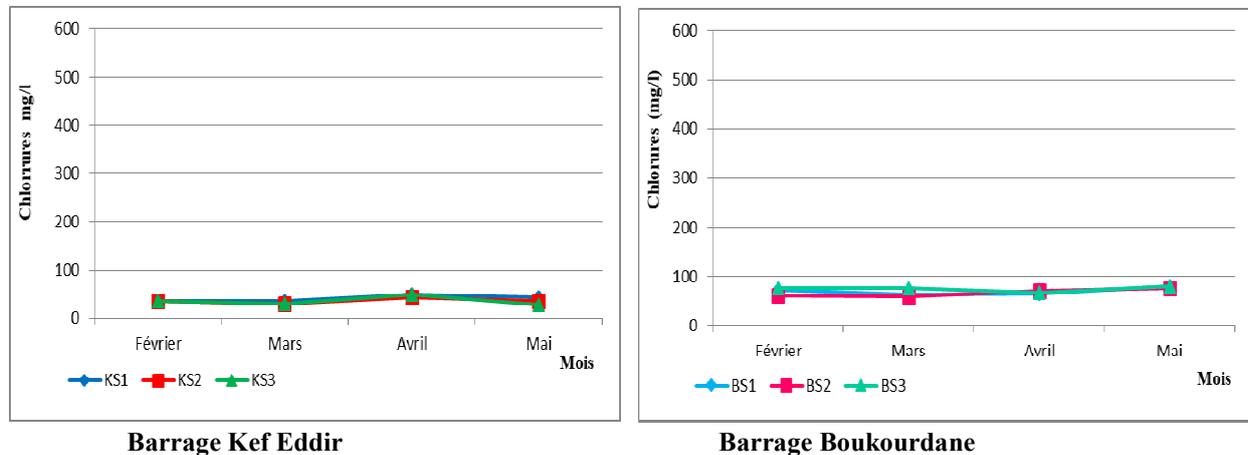


Figure.14 : Variation spatiotemporelle des chlorures dans les eaux de surface Des barrages de Kef Eddir et Boukourdane.

Les résultats des chlorures montrent une différence dans les teneurs concernant les deux barrages. Pour barrage Kef Eddir, les valeurs varient entre une valeur minimale de 59 mg/l et une valeur maximale de 80 mg/l. Par contre, pour le barrage de Boukourdane, les résultats montrent une légère augmentation des teneurs en chlorures dans le temps pendant les quatre mois d'étude ; avec une valeur minimale de 59mg/l au mois de mars au niveau de la station 2 et une valeur maximale de 80mg/l enregistrée au mois de mai au sein de la station 3.

L'ensemble des résultats obtenus pour les deux barrages dans toutes les stations et durant toute la période d'étude demeurent en-deçà du seuil toléré par le **JORADP (2011)** qui est de 600mg/l.

En effet, Les teneurs en chlorures sont extrêmement liée d'une part ; a la nature des bassins versant et d'autre part aux eaux usées urbaines et industrielles (**HOUMEL, 2001**).

III.1.10. Bicarbonates (HCO_3^-) et titre alcalimétrique complet (TAC)

III.1.10.1. Bicarbonates

Nous remarquons que les valeurs moyennes des bicarbonates enregistrées durant toutes les campagnes de prélèvement varient entre 176,9 mg/l notés au mois de février au niveau de la station 3 et 213,5mg/l notés au mois de Mai au niveau de la station 1 pour le barrage de Kef

Eddir et entre 195 mg/l notés au mois d'avril au niveau de station 1 et 275 mg/l notée au mois de mars au niveau de station 3 pour le barrage de Boukourdane (**Figure.15**).

En effet, les valeurs enregistrées pour les eaux du barrage de Boukourdane sont légèrement élevées par rapport à celles du barrage Kef Eddir.

La présence des bicarbonates est due à la dissolution des formations carbonatées (roches calcaires) par les effluents chargés en gaz carboniques et sa teneur varie dans l'eau en fonction des terrains traversés (**RODIER,2005**).

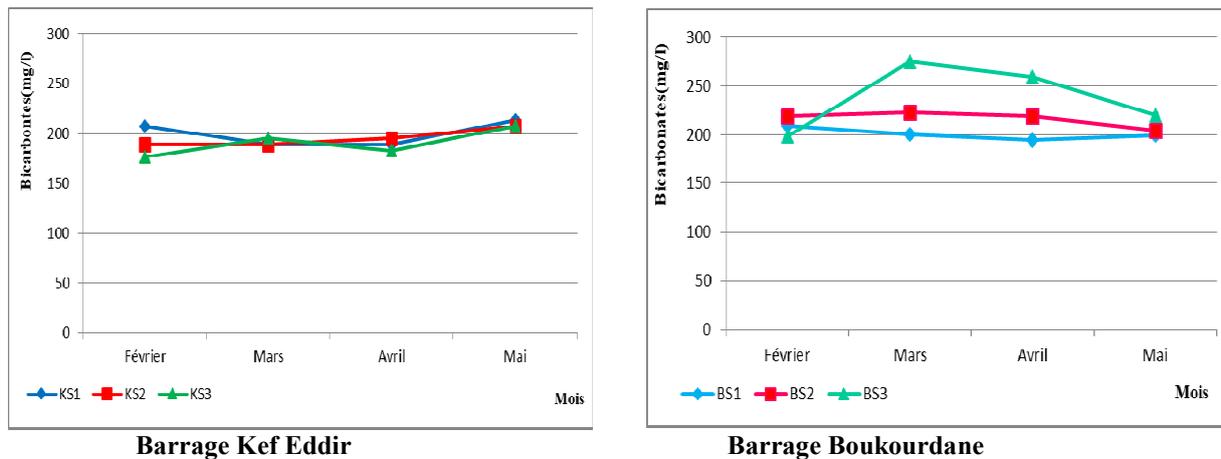
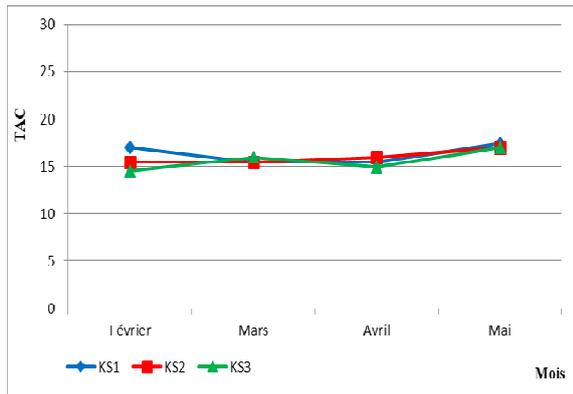


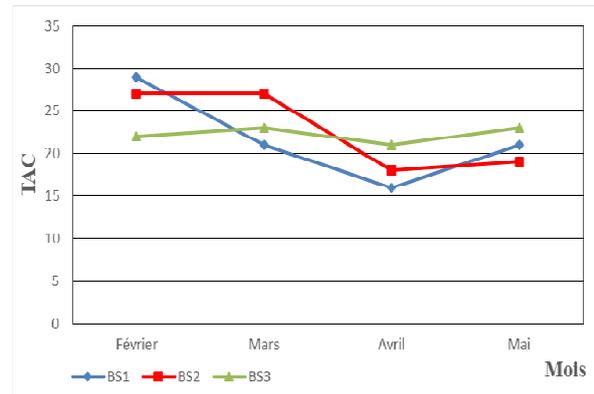
Figure.15 : Variation spatiotemporelle des bicarbonates dans les eaux de surface des barrages de Kef Eddir et Boukourdane.

III.1.10.2. Titre alcalimétrique complet (TAC)

Dans les eaux du barrage Kef Eddir, le titre alcalimétrique complet n'a pas subi de modifications importantes au cours de la période d'étude, leur concentration est comprise entre une valeur minimale de 14,5 au mois de février au niveau de la station 3, et une valeur maximal de 17,5 en mai au sein de la station 1. Pour les eaux du barrage de Boukourdane, l'alcalinité totale varie d'un mois à un autre et le maximum est de 29 °F enregistré au niveau de la station 1 au mois de février et le minimum est de 16 °F au sein de la station 1 au mois d'avril (**figure 16**).



Barrage Kef Eddir



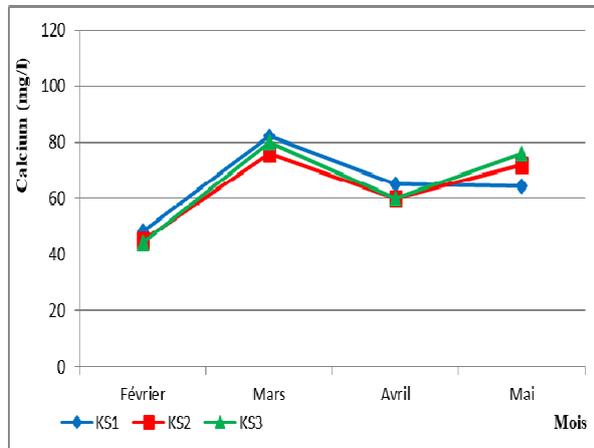
Barrage Boukourdane

Figure.16 : Variation spatiotemporelle du TAC dans les eaux de surface des barrages de Kef Eddir et Boukourdane.

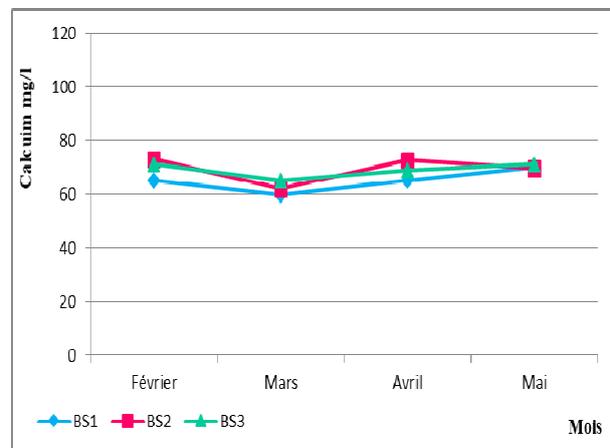
Le titre alcalimétrique complet (TAC) dans l'ensemble de notre échantillons d'eau est dû essentiellement à la présence des bicarbonates, sa variation suit la variation de bicarbonates.

III.1.11. Calcium

L'ensemble des valeurs obtenues pour le calcium sont regroupées dans la figure 17.



Barrage Kef Eddir



Barrage Boukourdane

Figure.17 : Variation spatiotemporelle du calcium dans les eaux de surface des barrages de Kef Eddir et Boukourdane.

Les résultats obtenus pour le dosage de calcium oscillent entre un minimum de 44,29 mg/l au mois de février au niveau de la station 3 et un maximum de 82,17mg/l au mois de mars au niveau de la station 1 pour barrage Kef Eddir.

Au niveau du barrage Boukourdane, la teneur en calcium varient entre une valeur minimale de 60 mg /l au mois mars au sein de la station 1 et une valeur maximal de 72,5mg/l au mois d'avril au niveau de la station 2.

Nous remarquons que les concentrations en calcium ne représentent pas une grande différence entre les deux barrages étudiés.

D'après **RODIER et al ,(2009)** le calcium est un métal alcalinoterreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Composant majeur de la dureté de l'eau, est généralement l'élément dominant des eaux potables, sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés.

En dehors de certaines manifestations gustatives, les eaux qui dépassent 200 mg/L de calcium présentent de sérieux inconvénients pour les usages domestiques et pour l'alimentation des chaudières.

III.1.12. Magnésium

L'ensemble des résultats obtenus pour le magnésium sont représentés sur la **figure 18**.

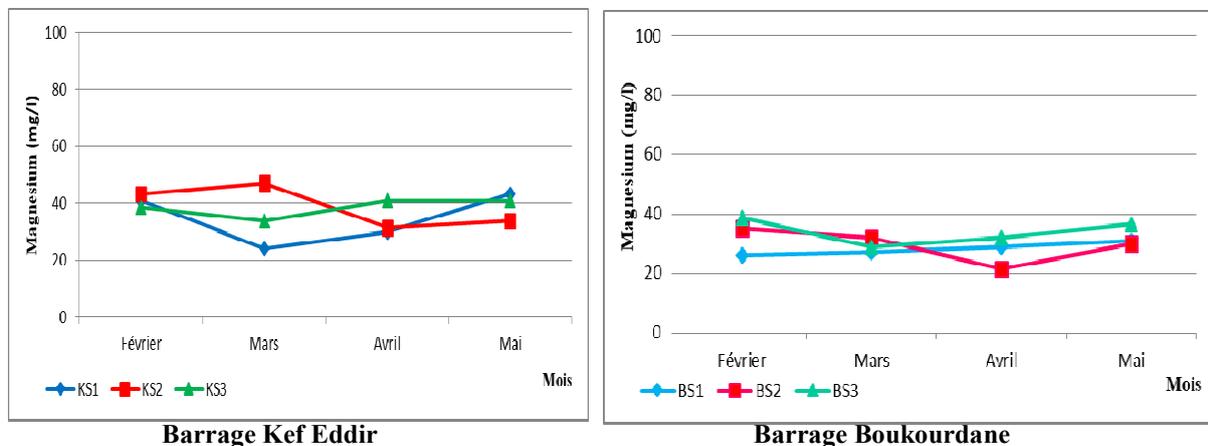


Figure.18: Variation spatiotemporelle du magnésium dans les eaux de surface Des barrages de Kef Eddir et Boukourdane.

Les concentration moyennes mensuelles du magnésium présentent une certaine hétérogénéité des valeurs dans les deux barrages, ces concentration varient entre 24mg /l(mars au niveau de station 1) et 50.4mg/l (mai au niveau de station 2) pour le barrage de Kef Eddir et entre 21.6mg/l(avril au niveau de station 2) et 38.5mg/l(février au niveau de station 3)pour le barrage de Boukourdane.

L'ensemble des valeurs enregistrées demeurent inférieures au seuil toléré (<150mg/l) par le **JORADP(2011)**.

En effet, les valeurs enregistrées au sein du barrage de Kef Eddir sont légèrement élevées par rapport celles du de barrage Boukourdane. Ces teneurs peuvent être expliquées soit par la dissolution des roches, ou par la présence du sulfate ce qui entraîne l'augmentation du magnésium. Par ailleurs les faibles teneurs peuvent être expliquées par l'activité photosynthétique et son utilisation par la faune aquatique.

III.1.13. Titre hydrotimétrique (TH)

D'après les résultats enregistrés au cours de la période d'étude (**figure.19**), il s'avère que les valeurs du TH des eaux varient de 27à 40°F pour barrage de Kef Eddir et de 25 à 38°F pour le barrage de Boukourdane.

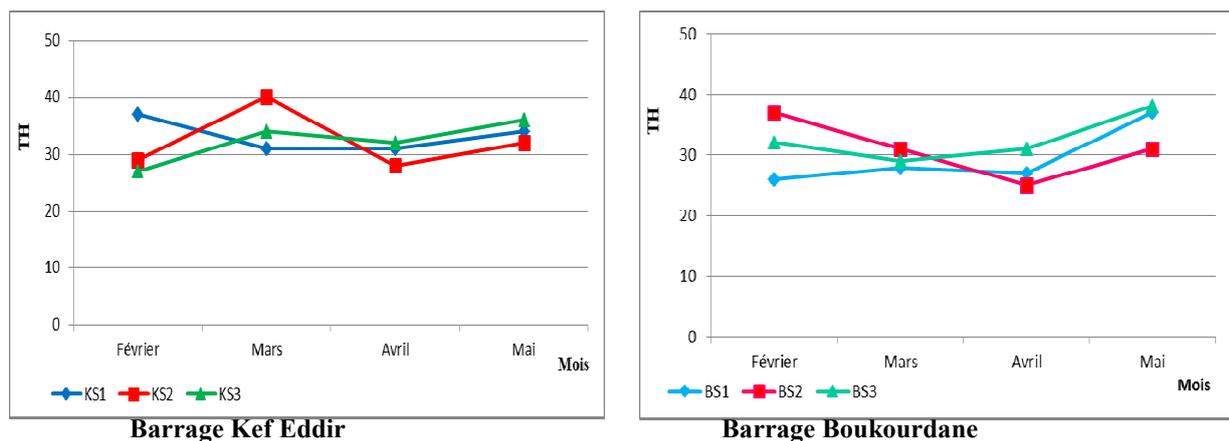


Figure. 19 : Variation spatiotemporelle du Titre hydrotimétrique dans les eaux de surface des barrages de Kef Eddir et Boukourdane.

III.1.14. fer

Il s'avère que nos échantillons sont dépourvus ou renferment une teneur infime en fer car au cours de l'analyse de cet élément durant notre étude, il n'y a pas eu un développement de couleur permettant le passage à la lecture au spectrophotomètre.

III.1.15. DBO5

Les valeurs de la DBO5 mesurées sont regroupées dans le graphique de la **figure 20**.

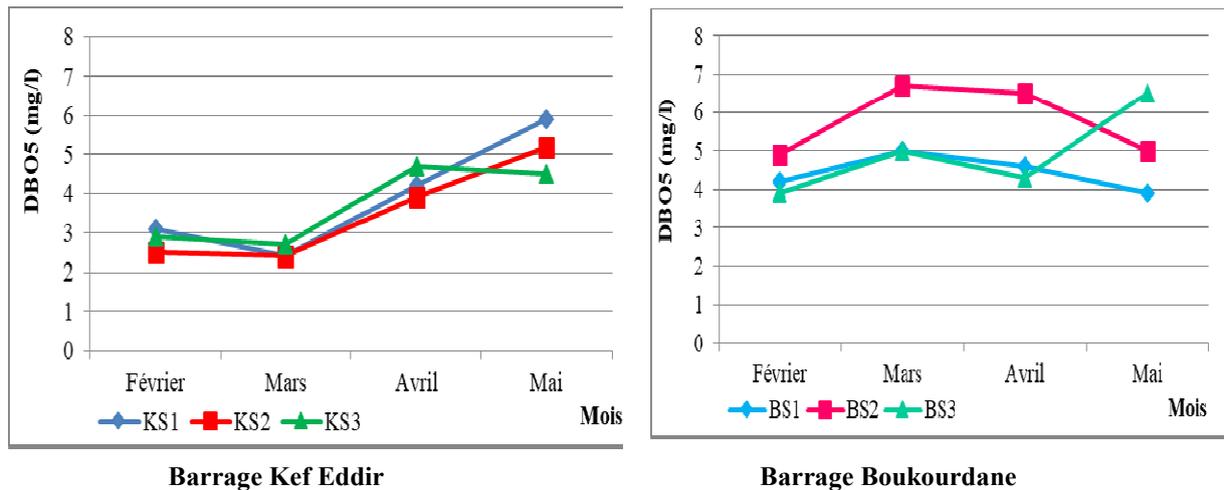


Figure. 20: Variation spatiotemporelle de la DBO₅ des eaux de surface des barrages de Kef Eddir et Boukourdane.

Pour Le barrage de Kef Eddir, la valeur maximale est de 5,9 mg/l au mois de mai au niveau de la station S1 et une valeur minimale de 2,4 mg/l au mois de mars au sein des stations 1 et 2.

Au niveau du barrage de Boukourdane , la valeur maximale de la DBO₅ a été enregistrée au mois de mars au niveau de la station S2 et la valeur minimale correspond à celle enregistrée durant les mois février et mai au sein des stations S1 et S3.

Dans l'ensemble, les valeurs enregistrées au cours de notre étude pour les deux barrages répondent à la norme du **JORADP(2011)** fixée 7 mg/l.

La DBO₅ exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation biologique de la matière organique d'une eau. Elle est sensiblement proportionnelle à la teneur de l'eau en matière organique biodégradable et donc à la quantité de micro-organismes et inversement proportionnelle à la teneur en oxygène dissous.

III.1.16. Matière organique

Les teneurs en matière organique enregistrées sont regroupées dans la **figure 21**.

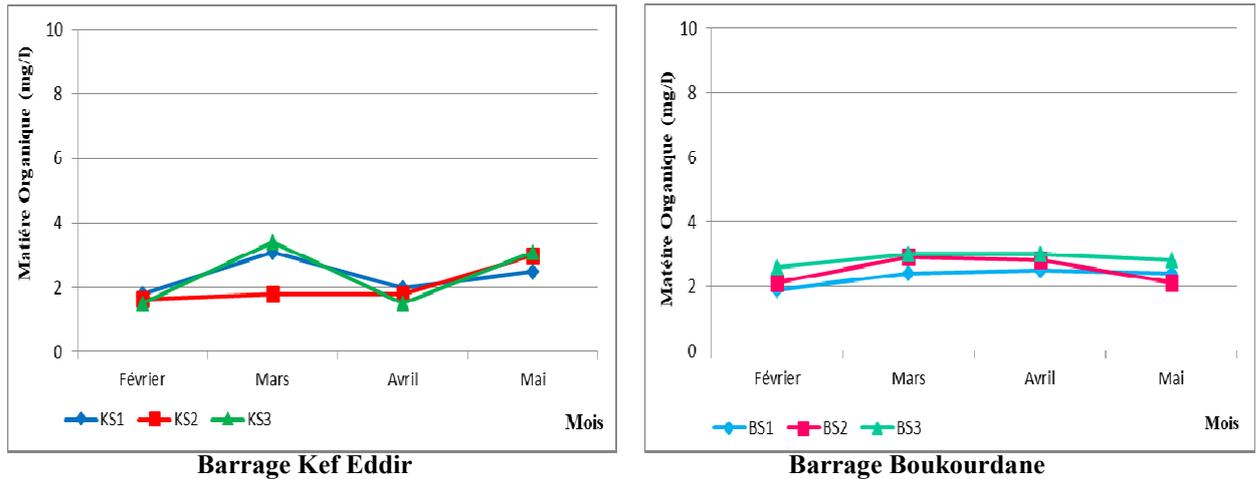


Figure. 21 : Variation spatiotemporelle de la matière organique dans les eaux de surface des barrages de Kef Eddir et Boukourdane.

L'analyse des teneurs en matière organique (MO) montre une valeur minimale de 1,5 mg/l notée au mois d'avril et une valeur maximale de 3,4 mg/l relevée durant le mois de mars pour le barrage Kef Eddir. Pour le barrage Boukourdane, les valeurs oscillent entre un minimum de 1,9 mg/l relevé durant le mois février et un maximum de 3mg/l noté au mois de mars et avril .

Cette matière organique pourrait être soit autochtone générée au cours de processus biologiques au sein du milieu, principalement, l'excrétion algale (MAURIN et al ; 1997) soit allochtone apportée par le lessivage des sols (MADIGOU,2005).

III.1.17. Sulfates

D'après la figure 22, nous avons observons des concentrations de sulfates dans l'eau du barrage de Kef Eddir fluctuant entre une valeur minimale de 90 mg/l et une valeur maximale 140 mg/l durant la période d'étude.

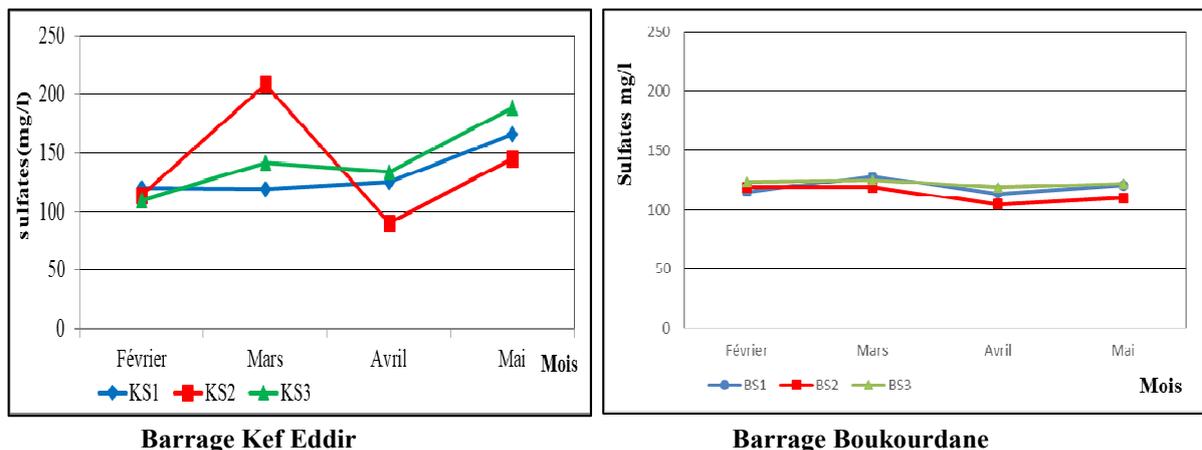


Figure. 22 : Variation spatiotemporelle de la matière organique dans les eaux de surface des barrages de Kef Eddir et Boukourdane.

La concentration des sulfates dans l'eau de Boukourdane varie entre 104,5 et 128 mg/l. L'étude de la variation des moyennes mensuelles des sulfates des eaux des barrages de Kef Eddir et Boukourdane ne révèle pas une différence.

Tout de même ces valeurs restent en deçà des normes tolérées par le **JORADP (2011)** fixant comme valeur seuil 400mg/l. ce qui indique le bon état de l'écosystème étudié par rapport à cet élément car les sulfates sont, d'après **RODIER(2009)** sont des éléments indispensables à la croissance des végétaux aquatiques, mais un excès peut limiter la production biologique.

En effet, des teneurs très élevées pourront être expliquées par deux origines : de la nature géologique du substrat ou bien des effluents urbains (**Tazerouti,1993**).

III.1.18. Estimation de la qualité chimique des eaux de surfaces du barrage Kef Eddir et boukourdane en fonction de la grille de la qualité des eaux de surfaces de l'ANRH(2015)

Nous avons effectué une estimation temporelle (**tableau VII**) et une estimation spatiale (**tableau VIII**) de la qualité chimique des eaux de surface des barrages de Kef Eddir et de Boukourdane en fonction des valeurs de la grille de la qualité des eaux de surfaces de l'ANRH(2015).

De la même manière, nous avons essayé d'évaluer la qualité globale moyenne (**tableau IX**) des eaux de surface des deux barrages via les valeurs moyennes calculées à partir des résultats obtenus durant toute notre période d'étude et au sein de toutes les stations.

III.1.18.1. Estimation temporelle de la qualité chimique des eaux du barrage Kef Eddir et Boukourdane en fonction de la grille de la qualité des eaux de surfaces de l'ANRH (2015)

La comparaison de nos valeurs obtenues lors de la présente étude nous ont permis de classer la qualité chimique des eaux de surface du barrage Kef Eddir et Boukourdane en fonction des mois de prélèvement. Il en ressort une qualité passable, bonne à excellente pour l'ensemble des mois et des paramètres.

L'analyse du **tableau VII** nous permet les constatations suivantes :

Le pH est caractérisé par des valeurs répondant aux normes **JORADP (2011)** durant tous les mois d'études (février, mars, avril, mai) d'où la qualité excellente de la majorité de nos échantillons d'après la grille de l'ANRH(2015).

La qualité de l'eau est passable dans les deux barrages pour la conductivité électrique et excellente pour les chlorures et les nitrites pour l'ensemble des stations.

Tableau(VII) : Estimation temporelle de la qualité chimique des eaux des deux barrages Boukourdane (B) & Kef Eddir (K) en fonction de la grille de la qualité des eaux de surface de l'ANRH(2015)

Paramètres	Excellente	Bonne	Passable	Médiocre	Pollution excessive
pH	(k) : Février mars avril mai (B) :février mars mai		(B) : Avril		
Conductivité			(K) : février mars avril mai (B) : février mars avril mai		
Oxygène dissous		(K) : Février mars avril mai (B) : février mars avril mai			
Chlorures	(K) :Février mars avril mai (B) :février mars avril mai				
NH ⁴⁺	K) : février mars avril mai (B) :février mars avril mai				
NO ₃ ⁻	(K) : février mars avril mai (B) :février mars avril mai				
NO ₂ ⁻			(K) : Février mars avril mai	(B) : février mars avril mai	
PO ₄ ⁻³	(K) : mars avril mai (B) :février mars avril mai	(K) : février			

III.1.18.2. Estimation spatiale de la qualité chimique des eaux des deux barrages Boukourdane & Kef Eddir en fonction de la grille de la qualité des eaux de surface de l'ANRH(2015)

L'estimation spatiale de la qualité des eaux de surface du deux barrages Kef Eddir et de Boukourdane (Tableau VII) montre clairement :

- un taux de nitrites relativement ressenti, qualifiant les eaux de l'ensemble des stations de passable.
- oxygène dissous dans les normes, qualifiant les eaux de l'ensemble des stations de bonne pour l'ensemble des stations étudiées.
- Des valeurs élevées de conductivité électrique pour l'ensemble des stations avec une mention passable mais demeurent conformes aux normes.
- pour le reste des paramètres étudiés, les eaux de l'ensemble de ces stations sont qualifiées d'excellentes.

Tableau VIII : Estimation spatiale de la qualité chimique des eaux des deux barrages Boukourdane & Kef eddir en fonction de la grille de la qualité des eaux de surface de l'ANRH(2015)

Paramètres	Excellente	Bonne	Passable	Médiocre	Pollution excessive
pH	BS1 BS2 BS3 KS1 KS2 KS3				
Conductivité			BS1 BS2 BS3 KS1 KS2 KS3		
Oxygène dissous		BS1 BS2 BS3 KS1 KS2 KS3			
Chlorure	BS1 BS2 BS3 KS1 KS2 KS3				
NH ⁴⁺	BS1 BS2 BS3 KS1 KS2 KS3				
NO ₃ ⁻	BS1 BS2 BS3 KS1 KS2 KS3				
NO ₂ ⁻			KS1 KS2 KS3 BS1 BS2 BS3		
PO ₄ ⁻³	BS1 BS2 BS3 KS1 KS2 KS3				

III.1.18.3. Estimation globale moyenne de la qualité chimique des eaux des deux barrages Boukourdane & Kef Eddir en fonction de la grille de la qualité des eaux de surface de l'ANRH (2015)

Quant à la qualité chimique moyenne globale des eaux de surface des deux barrages Kef Eddir et Boukourdane (**tableaux X**) selon les critères de l'ANRH (2015), il en ressort une qualité excellente pour l'ensemble des paramètres suivants : le pH, les nitrates, l'ammonium et le phosphore. Concernant l'oxygène, une qualité bonne a été constatée. En dernier, le paramètre conductivité électrique est classé comme passable ainsi que les nitrites.

Tableau X : Estimation globale moyenne de la qualité chimique des eaux des deux barrages Boukourdane & Kef eddir en fonction de la grille de la qualité des eaux de surface de l'ANRH (2015)

Paramètres	Qualité	Barrage Boukourdane	Barrage Kafeddir
pH	Excellente	8,40	8,41
Conductivité	Passable	818,66 μ S/cm	833,91 μ S/cm
Oxygène dissous	Bonne	6,76 mg/l	6,45 mg/l
Chlorures	Excellente	70,26 mg/l	37,24 mg/l
NH ⁴⁺	Excellente	<0,03 mg/l	<0,03 mg/l
NO ₃ ⁻	Excellente	1,08 mg/l	3,48 mg/l
NO ₂ ⁻	Passable	0,06 mg/l	0,03 mg/l
PO ₄ ⁻³	Excellente	<0,09 mg/l	<0,09 mg/l

III.2. Paramètres bactériologiques

Les analyses bactériologiques effectuées consistent une recherche des coliformes fécaux et les streptocoques fécaux ainsi que les germes anaérobies sulfite-réducteur (ASR).

III.2.1. Coliformes fécaux

L'ensemble des résultats obtenus sont représentés sur la **figure 23**.

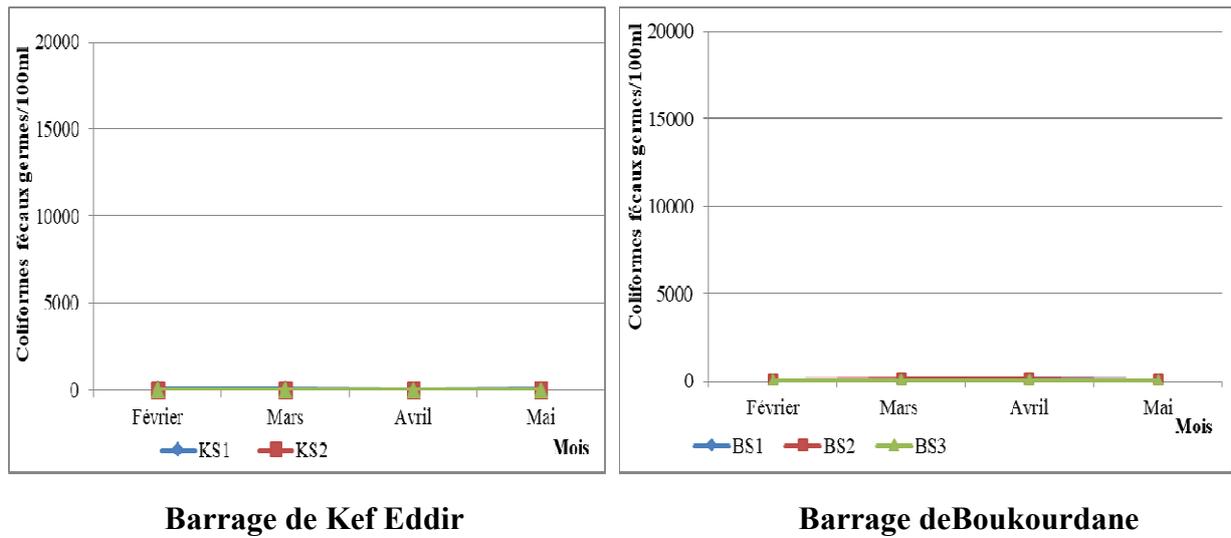


Figure.23 : Variation spatiotemporelle de la charge en coliformes fécaux des eaux de surface des barrages de Kef Eddir et Boukourdane.

Le nombre de coliforme fécaux retrouvés dans les eaux du barrage de Kef Eddir est compris entre 0 germes/100ml au mois de février au niveau de la station 3 et 50 germes/100ml au mois de février au de la station 1.

Pour les eaux du barrage de Boukourdane, il est compris entre 60 germes/100ml au mois de février au niveau de la station 1 et 160 germes/100ml au mois de février au niveau de la station 1. Ils demeurent de loin inférieurs au seuil toléré par le **JORDP** fixé à 20000 germes/100ml.

La présence de ces germes indique généralement la présence d'une pollution d'origine fécale. Parmi les coliformes fécaux *E.coli* qui est très présente dans la flore intestinale de l'homme et des animaux est considéré comme le meilleurs indice de contamination fécale (GAUJOUS, 1995).

III.2.2. Streptocoque fécaux

Les résultats de la recherche et du dénombrement des streptocoques dans les deux barrages étudiés sont regroupés dans la **figure 24**.

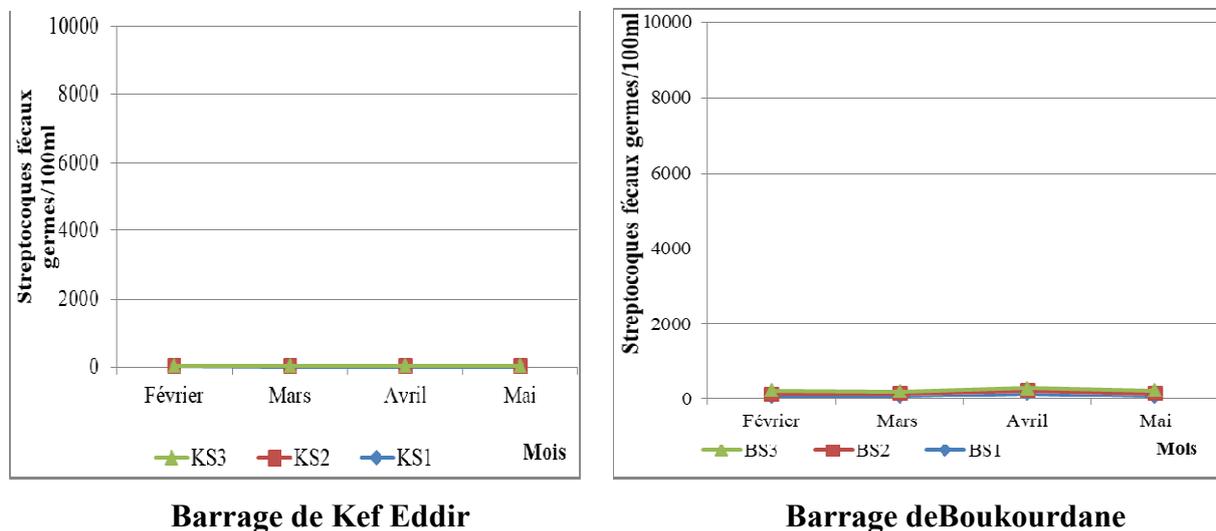


Figure.24 : Variation spatiotemporelle de la charge en streptocoques fécaux des eaux de surface des barrages de Kef Eddir et de Boukourdane.

Au niveau du barrage de Kef Eddir, la charge moyenne varie entre une valeur minimale de 0 germes/100ml en février au sein de la station 3 et une valeur maximale de 40 germes/100ml durant le même mois au niveau de la station 1. Cette variation peut être expliquée par les rejets de l'oued Hamlil raccordé au barrage se trouvant près de la station 1.

Pour le barrage de Boukourdane, leur nombre varie entre une valeur minimale de 60 germes/100ml en mai et une valeur maximale de 130 germes/100ml obtenue en avril.

Cependant, l'ensemble des résultats obtenus restent largement inférieurs aux normes tolérées par le **JORADP(2011)** fixant une charge ne dépassant pas 10000 germes/100ml.

En comparaison entre les deux barrages, le barrage Boukourdane représente une charge plus importante que celle du barrage de Kef Eddir. En effet, ces germes sont associés aux coliformes fécaux et sont considérés comme de bons indicateurs de pollution (**LEYRAL et al, 2002**).

III.2.3. Clostridium sulfitoréducteurs

Les résultats de la recherche et du dénombrement des spores anaérobiesulfitoréducteurs pour les eaux du barrage de Kef Eddir varient entre 0 et 8 spores/20ml et pour les eaux du barrage de Boukourdane entre 4 et 20 spores/20ml durant notre période d'étude(**figure.25**).

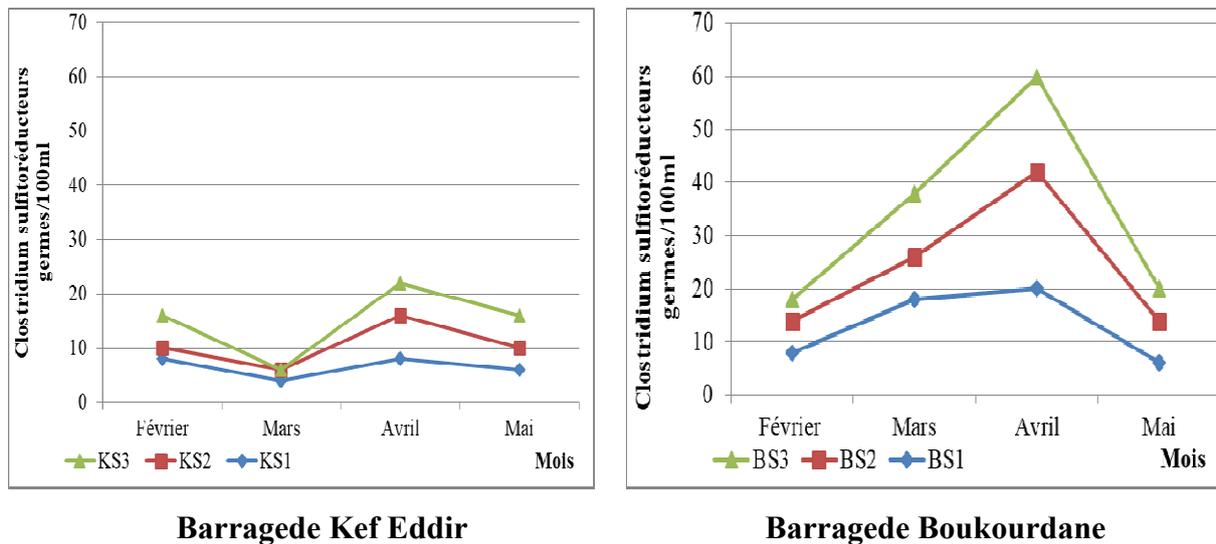


Figure.25 : Variation spatiotemporelle de la charge en ASR des eaux de surface des barrages de Kef Eddir et Boukourdane.

Ces valeurs enregistrées pour l'ensemble des stations et au cours de toute la période d'étude dépassent la norme fixée à 0 spores /20ml du **JORADP (2011)**. A l'exception des résultats obtenus pendant le mois de mars au niveau de la station 3 qui sont conformes à la norme.

Les spores anaérobies sulfito-réducteurs sont extrêmement persistantes dans l'environnement et résistants aux processus de désinfection de l'eau. Par conséquent, leur valeur comme indicateur de contamination fécale a été mise en doute car les spores pourraient se trouver naturellement dans l'environnement ou représenter une ancienne de contamination fécale (**PITKNEN, 2010**).

Abstract

Our study to evaluate the physico chemical and bacteriological quality of surface water of the aquatic ecosystem namely Tuodansboukourdane and Kefeddirhate are located in the city of Tipaza.

The physico-chemical parameters that have been analyzed are the PH, the turbidity, the electrical conductivity, dissolved oxygen, the DBO5, NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, PO₄⁻³, organic matter, SO₄⁻², HCO₃⁻, Cl⁻, Fe⁺², Ca⁺², Mg⁺². As for the bacteriological parameters, a research and enumeration of faecal coliforms, faecal streptococci as well as reducing sulfite clostridia were carried out.

The results of physicochemical analysis reveal a good to excellent quality of water studied with the exception of two parameters namely conductivity and nitrites which have passable quality according to Algerian JORDP standards of surface water 2011.

Concerning the bacteriological analysis, the obtained values show a weak presence of faecal coliforms and faecal streptococci. However, the presence of reducing sulfite clostridia has been observed.

Key words : water, dam, boukourdane, kefeddir, physicochemical quality, bacteriological quality.

Conclusion :

Notre travail a porté sur l'étude comparative de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de deux barrages kefeddir et boukourdane au niveau de 3 stations durant quatre mois de suivi de l'an en cours.

Pendant notre période d'étude qui s'étale du mois de février 2018 au mois d' avril 2018 nous avons recouru à différentes méthodes pour analyser plusieurs paramètres tel que les paramètres physique (températures ,PH ,turbidité, conductivité électrique) ,les paramètres de pollution (la matières organique, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^- , DBO), les paramètres de minéralisation (O_2 , Ca^{2+} et Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- ,) et les paramètres indésirables (Fe^{2+}) et ce au niveau du laboratoire de la station de traitement de Sidi Amar ainsi que les paramètres bactériologiques que nous avons effectué au niveau du laboratoire d'hygiène de Tipaza.

Les résultats des analyses physico-chimiques des eaux de deux barrages montrent que cette dernière est caractérisée par une température inférieure à 25°C , un pH légèrement alcalin entre 8 et 8.5 ; Les échantillons des deux barrages présentent une turbidité moyenne durant la période d'analyse, ces valeurs sont comprises entre 3 à 7,5 NTU. Une conductivité électrique $838\mu\text{S}/\text{cm}$ ce qui signifie qu'on est en présence d'une eau minéralisée avec une faible concentration en éléments indésirables et de pollution.

Quant aux analyses bactériologiques, elles ont révélé une charge plus au moins élevée en coliforme fécaux, et streptocoques fécaux dans le barrage boukourdane par rapport à kefeddir au niveau des trois stations étudiées durant toute la période d'étude.

Au total, les résultats des analyses étaient conformes aux normes algériennes pour les eaux de deux barrages.

La qualité chimique moyenne globale des eaux de surfaces concernant les deux barrages selon le critère (**l'ANRH 2015**) ils sont ressort une qualité excellente pour l'ensemble des paramètres à l'exception, une qualité bonne a été constaté pour l'oxygène dissous .En dernier, le paramètre conductivité électrique est classées comme passable ainsi que les nitrites.

Liste des abréviations

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydriques

CF : coliformes

STP : streptocoques fécaux

ASR : anaérobies sulfites-réducteurs

S : station

TA : titre alcalimétrique.

TAC : titre alcalimétrique complet.

OMS : organisation mondiale de la santé.

EDTA : Ethylène Diamine tétra-Acétique.

ADE : Algérienne des eaux.

O₂ : oxygène

P: précipitation.

P.S : période sèche

P.H :période humide

Références bibliographiques

AMINOT A et CHAUSSEPIED M. (1983). Manuel des analyses chimique en milieu marin, édition CNEXO France, 395P p13 17-23.27.

AMINOT.A. and kerouel .R, 2004. Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses .Ed. Ifremer, p 160.

ANBT. (2018) Agence Nationale des Barrages et des Transferts.

BARROIN G. (2003) .Gestion des risques. Sante et environnement : le cas des nitrates, phosphore, azote prolifération des végétaux aquatiques, paris le courrier de l'environnement de l'INRA, 48 :13-26.

BELHADJ M-Z. (2006).Etude de la pollution du barrage de zit-Emba commune de Bekkouche Lakhdar Wilaya de Skikda. Mémoire de magister Univ Batna .107 pp.

BEN ABDARREZZAK A. (2010). Caractéristiques physico-chimiques des eaux du lacs Témacine, Méggarine et Ayata et inventaire des espèces piscicoles de ces lacs. Mémoire d'ingénieur d'Etat. Université d'Ouargla.

BENDADA et BOULAKRADACHE. (2011).optimisation des conditions de dosage par spectroscopie d'absorption atomiques (SAAF) (SAAET) : application à la détermination de la pollution et de la bioaccumulation des métaux lourds .mémoire de master spécialité chimie.

BERNE F et CORDONNIER J. (1992) Traitement des eaux-épuration des eaux résiduaires de raffinage édition techno (p.306).

BOURGEOIS C-M et MESCLE J-F. (1996). Microbiologie alimentaire: aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Edition Lavoisier .P : 5- 6.

BERN.F, JEAN.C , 1991 :traitement des eaux, Edition TCHNIP, ,306p

CHAOUA M. (2017). Rapport professionnel sur la qualité des eaux superficielles et souterraines centrales d'ANRH ; 2013/2017.

CORNAZ S. (2004). Evaluation du statu trophique d'un canal de drainage sous l'impact des pollutions d'origines diffuses et ponctuelles, le cas du grand canal de plaine de Rhone, paris, France.10-19p.

DEGREMONT T. (2005). Mémento technique de l'eau. Dixième édition. Lavoisier SAS Lexique technique de l'eau, paris. 785 p

DEGREMONT. (2005). Mémento technique de l'eau, 10^e édition Tome 1.P 2503.

DURAND .M, (1999). Technique des petits barrages en Afrique sahélienne et équatorial, cemagref éditions- ISBN 2-85362-511-7.

ELHAMMOUMI N, SINAN M, LEKHLIF B et EL MAHJOUB L. 2012. Evaluation de la qualité des eaux souterraines pour l'utilisation dans l'eau potable et l'agriculture : plaine de Tadla, Maroc, Afrique Science 221P

EL MORHIT M, FEKHAOUI M et EL ABDI A. juin (2012). Influence des métaux lourds sur la qualité des sédiments de l'estuaire de l'oued kloukons (N-O du Maroc). Revue AFN Maroc N 6-8 P 19.

GANTZER et al. (1998). Indicateurs de contamination virale du milieu hydrique : my theau réalité virologie vol .2, n° 2 ,117-25.

GAUJOUS D.1995. La pollution du milieu aquatique : aide-mémoire. Edition technique et Documentation Lavoisier .Paris, 220p.

Habila S. 2002. Evaluation du risque de contamination des eaux du barrage Ben Haroun (wilaya de Mila) par les polluants organiques et Minéraux.240p.

Hamida

M .2017. impacte de la mise en eau de barrage kef eddir sur la nappe phréatique a l'aval (Tipaza).mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master univ khemis Miliana .p1.

HOUMEL A. 2011. Etude physico-chimique et dynamique du peuplement zooplanktonique, Etude du cycle nyctéméral.

JORDP Journal Officiel de République Algérienne Démocratique et Populaire n°34.

KEMMER F. 1984.Manuelle de l'eau Edition : Lavoisier technique et documentation.

LADJEL. 2005. Contrôle des paramètres physico-chimiques et bactériologiques d'une eau de consommation, centre de formation aux métiers de l'eau de Tizi-Ouzou (p.47).

Lakhdar .Z, 2010. Cas d'Eaux .Office des publications universitaires : 12-2010.édition :2.02.5169.Alger.110p.

LEFEVRE J-C. (1993). les zones humides : espaces en voie de disparition In Actes des colloques sur les zones humides du littoral aquitain, édition DRAE d'aquitaine, p27.

LEYRAL G, RONNEFOY C et GUILLET F. (2002). Microbiologie et qualité des industries agroalimentaires, paris, 245P.

MDDEP (2012).Ministère de développement durable, environnement et parc. 2012. Critère de qualité de l'eau de surfaces. Québec. CANADA.230P.

MERABET S. (2010). Évaluation de la qualité physico-chimique des eaux brutes et Distribuées du barrage réservoir de beni Haroun. Mémoire de magister chimie analytique. Université mentouri de Constantine. p 4, 5,9.

NALCO. (1983). Manuel de l'eau, Tec- Doc– Lavoisier, Paris.

O.M.S.(2011).Normes internationales applicables à l'eau de boisson, Genève.

PITKNEN T (2010). Studies on the detection methods of campylobacter and faccal indicator bacteria in drinking water. National Institute for Heath and welfare Finland. 118P

RAMADE F. (1998). Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Ed inscience international, Paris, 786p

REMINI B. (2010).la problématique de l'eau en Algérie du nord. Larhys journal n°08 pp.31-35.

RODIER J, (1984).L'analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux résiduares et Eaux de mer, 7ème édition. Ed. Dulod, Paris. 1383p.

RODIER.J,1996. l'analyse de l'eau, eaux naturelles, Eaux Résiduares, 8eme Edition Dunod, paris, p 1335.

RODIER J, BAZIN C, BROUTIN J, CHAMPSAUR H et RODI L, (2005). L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Eau de mer. 8ème Ed. Dunod. Paris, 1383 pp

RODIER J, LEGUBE B, MERLET N, et COLL (2009). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 9ème édition. Paris : DUNOD technique. Paris. 1526p.

SEGHIRIR S. (1996). Elimination des substances humique extraites de l'eau de la retenues de hammam ghrouz coagulation –floculation avec le fer ferrique et les sels d'ammonium Thèse de magister, université de Constantine, Algérie 102P.

TAZEROUTI F. (1993). Contribution à l'étude de la biologie de la reproduction d'un poisson téléostéen, Cyprinidé d'eau douce, *Barbuscallensis* (VALENCIENNES, 1842) thèse de Magister U.S.T.H.B/I.S.N :157p.

W.H.O. (1987). Global pollution and health results of related environmental monitoring. Global Environment Monitoring, WHO, UNFP.

I.1. Généralités sur l'eau

L'eau est une ressource indispensable à toute forme de vie et différents aux écosystèmes. L'eau de la planète est estimée à un volume de 1400 millions km³. L'essentiel (97,5%) de cette eau est de nature salée et le reste (2,5%) est une eau douce. Cette dernière est constituée de deux tiers de glaciers et de neige et le tiers restant est une eau courante dont une partie (43659km³) est annuellement renouvelée par les précipitations.

I.1.1 Eaux douces

L'eau douce renouvelable est une ressource indispensable à la vie. Elle mérite une attention toute particulière, vu qu'elle est très altérée et sérieusement menacée par les activités humaines (EL MORHIT et al., 2012). Les eaux douces peuvent être classées en :

I.1.1.1. Eaux souterraines

Les eaux souterraines constituent 22% des réserves d'eau douce, leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de sa porosité et de sa structure géologique.

Elles sont généralement limpides, incolores, peu minéralisées et ne contiennent pas de microorganismes dangereux. Elles varient selon la nature du sous-sol et la profondeur du puits (BEN ABDARREZZAK., 2010).

I.1.1.2. Eaux de surface

Les eaux de surface se répartissent en eaux véhiculées par les cours d'eau, contenues dans les lacs, ou maintenues au niveau des barrages et réservoirs. Elles ont pour origine, soit des nappes profondes soit des rassemblements des eaux de ruissellements. La composition chimique des eaux de surfaces dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Au cours de son cheminement, l'eau dissout les différents éléments constitutifs des terrains, elle est donc généralement riche en gaz dissous, en matières en suspension et en matières organiques, ainsi qu'en plancton. Les eaux de surface sont très sensibles à la pollution minérale et organique (MDDEP, 2012), on peut distinguer :

I.1.1.2.1. Eaux de ruissellement : issues des précipitations atmosphériques qui s'écoulent sur la surface et s'infiltrent dans le sol, rejoignent le réseau hydrique ou sont collectées.

I.1.1.2.2. Eaux de lac : un lac est considéré comme un bassin de décantation naturelle. La turbidité de ces eaux est faible et la contamination est peu importante. Les caractéristiques des eaux de lac varient très lentement au cours de l'année (DEGREMONT, 2005).

I.1.1.2.3. Eaux de barrage : un barrage (**figure.1**)est une étendue d'eau plus ou moins profonde dont la rétention des eaux est due à l'existence d'une contre-pente qui peut se remplir par ruissellement(ou par des apports d'eaux de sources), et qui ne subit pas l'influence des mers et des océans. La composition des eaux tient à la nature géologique des terrains du bassin versant et à celle du fond de la retenue. Elle subit des variations grâce au régime de vents par agitation de l'eau ; aux pluies qui amènent surtout des matières en suspension et la température qui règle les cycles de circulation de la masse d'eau (**DEGREMONT, 2005**).

La surface des barrages est en contact avec l'atmosphère et possède une températuresensiblement identique. Les parties les plus profondes sont occupées par l'eau à une densité supérieure à celle de la surface.

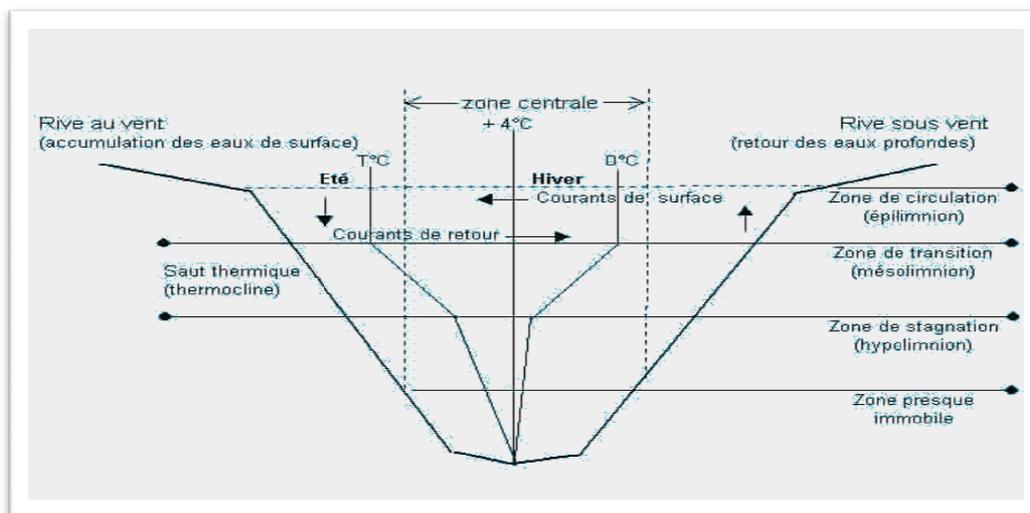


Figure 1 : Coupe schématique d'un barrage.

I.2. Les paramètres de la qualité des eaux de surface

I.2.1. Paramètre physico-chimiques

I.2.1.1. Température

La température de l'eau a une influence sur ses propriétés physiques et chimiques. Elle agit sur la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels dissous, de même que sur les réactions chimiques et biochimiques, le développement et la croissance des organismes vivant dans l'eau et particulièrement les microorganismes (**W.H.O, 1987**).

I.2.1.2. Potentiel d'Hydrogène pH :

Le pH mesurant l'acidité d'une solution, est défini par l'expression $pH = -\log/ H^+$ où (H^+) est l'activité de l'ion hydrogène H^+ dans la solution (**RAMADE, 1998**). Le pH de neutralité est 7 (**AMINOT et CHAUSSEPIEED, 1983**).

I.2.1.3. Conductivité électrique

La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique, donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions (**DURAND et al, 1999**).

I.2.1.4.Turbidité

La turbidité de l'eau est liée à sa transparence. Elle donne une idée sur la teneur en Matière en suspension. Les eaux troubles sont chargées de substances finement divisées (grains de silice, matière organique, limons...), elles forment parfois d'importants dépôts dans les tuyauteries et dans les réservoirs. (BERN.F, JEAN.C,1991)

I.2.1.5. Oxygène dissous

L'oxygène dissous dans les eaux de surface provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques.(**MERABET, 2010**).

I.2.1.6.Nitrites

Les nitrites présentent souvent de faibles teneurs dans les eaux naturelles. Ils proviennent d'une oxydation incomplète de l'ammonium (**CORNAZ, 2004**).

I.2.1.7. Nitrates

Les nitrates représentent la forme d'azote qui est souvent la plus présente dans les eaux naturelles. Ils constituent la composante principale de l'azote inorganique ou minérale, lui-même inclus majoritairement dans l'azote total avec un autre composant, l'azote organique (**RODIER et al, 2009**).

I.2.1.8.Ammonium

L'ammonium peut provenir d'une dénitrification biochimique due aux micro-organismes réducteurs. Si l'ammonium est trouvé dans une eau de surface ou dans une eau d'origine souterraine peu profonde son origine doit être recherchée dans les déjections animales (**LADJEL, 2005**).

I.2.1.9.Orthophosphates

Dans les eaux,le phosphore se trouve principalement se forme d'orthophosphate.Le phosphate est la forme sous laquelle le phosphore peut être assimilé par les êtres vivantes (**BARROIN,2003**).

I.2.1.10.Chlorures

L'eau contient toujours des chlorures en proportions très variables. Les chlorures donnent un goût désagréable et posent le problème de la corrosion dans les canalisations et les réservoirs à partir de 50 mg /l(**OMS,2011**)

I.2.1.11. Sulfates

Le sulfate qui se dissout dans l'eau provient de certains minéraux en particulier du gypse ou apparait à partir de l'oxydation des minéraux sulfureux. La limite supérieure admise dans l'eau potable est 250 mg/l (**KEMMER, 1984**).

I.2.1.12. Bicarbonates

La présence des bicarbonates dans l'eau est due à la dissolution des formations carbonatées par des eaux chargées en gaz carbonique (CO₂) (**BELHADJ, 2006**).

I.2.1.13. Demande biochimique en oxygène (DBO)

DBO est considérée parmi les mesures globales qui permettent de caractériser les eaux résiduaires et les eaux de surface .La demande biochimique en oxygène en 5 jours (DBO5), à 20°C et à l'obscurité. Le rejet des matières organiques fermentescibles par un émissaire d'égout. (Ramade., 2002.)

I.2.1.14. Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une Oxydation complète des matières organiques et minérales présentes dans l'eau (**RODIER et al, 2005**).

I.2.1.15. Magnésium

C'est l'un des éléments les plus répons dans la nature, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrées. (**RODIER et al, 2005**). A partir de certaines teneurs, le magnésium donne à l'eau un gout désagréable (**DEGREMENT, 2005**).

I.2.1.16. Calcium

Le Calcium est un élément de la dureté de l'eau il est généralement l'élément dominant des eaux potables. Les eaux chargées en calcium sont dures et celles qui sont faiblement chargées sont douces (**DEGREMENT, 2005**).

1.2.1.17. Dureté totale

La dureté ou titre hydrotimétrique (TH) est mesurée par la somme des concentrations en degrés français de Ca et Mg (**BERNE et CORDONNIER, 1992**)

I.2.1.18. Matière organique

Les matières organiques dissoutes dans l'eau proviennent souvent de l'attaque et de la décomposition par les bactéries ou des champignons, des cadavres d'animaux et de végétaux (**LEFEVRE, 1993**).

I.2.2. Paramètre bactériologique

I.2.2.1. Coliforme totaux

Selon l'organisation internationale de standardisation, il s'agit de bacilles gram

négatifs (BGN) non sporulés oxydase négative aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36°C et 37°C. Elles existent dans les matières fécales mais se développent également dans les milieux naturels

I.2.2.2. Coliformes fécaux

Il s'agit des coliformes possédant les mêmes caractéristiques que les coliformes mais à 44°C, ils remplacent dans la majorité des cas l'appellation : (coliformes fécaux) on cite là l'exemple de E. Coli qui produisent de l'indole à partir du tryptophane, fermentent le lactose ou le mannitol avec production d'acide et de gaz. Elle ne peut pas en général se reproduire dans les milieux aquatiques, leur présence dans l'eau indique une pollution fécale récente (RODIER, J, 1996)

I.2.2.3. Streptocoques fécaux

Sous la dénomination générale de « Streptocoques fécaux », il faut entendre l'ensemble des streptocoques possédant une substance antigénique caractéristique du groupe D de Lancefield (RODIER et al., 2005). Ils sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale. Ils sont des Gram positifs, groupés en chaînettes, anaérobies facultatifs, catalase négative et immobiles (BOURGEOIS et MESCLE, 1996).

I.3. Les problèmes d'eau en Algérie

L'Algérie enregistre actuellement un manque énorme en ressources au moment même où les besoins augmentent. En effet, le volume d'eau mobilisable est en diminution, ceci est dû aux différents problèmes naturels ou humains qui touchent les sites susceptibles de capter les eaux. Il s'agit principalement de :

❖ l'envasement des barrages

La répartition des barrages sur les cinq bassins hydrographiques indique clairement que les barrages de la région de Chellif –Zahrez sont les barrages les plus menacés par le phénomène de l'envasement. Ceci est dû à la forte érosion des bassins versants de la région, favorisée par la nature des sols et l'absence de boisement.

❖ l'évaporation des lacs de barrages

Le phénomène de l'évaporation des lacs de barrages en Algérie est considérable ; une perte de volume très élevée est enregistrée annuellement dans les barrages. En effet, la quantité évaporée atteint parfois presque la moitié du volume consommé par l'irrigation, l'alimentation en eau potable et l'industrie.

❖ la fuite dans les barrages

Le problème est beaucoup plus grave que l'on imagine, il ne s'agit plus de perte de l'eau, mais plutôt la déstabilisation de l'ouvrage. En réalité l'eau peut être récupérée et réutilisée pour l'agriculture et à la limite la laisser s'infiltrer pour réalimenter la nappe.

❖ **l'eutrophisation des retenues de barrage**

Ces dernières années les rejets des eaux usées d'origine urbaine et industrielle ont augmenté dans les oueds. Ceci constitue une menace pour la qualité des ressources en eau dans les barrages. L'eutrophisation est l'enrichissement d'une eau en sels minéraux (nitrates et phosphates notamment) entraînant des déséquilibres écologiques comme la prolifération de la végétation aquatique et l'appauvrissement en oxygène dissous.

❖ **l'intrusion des eaux marines dans les aquifères côtiers**

En Algérie, le phénomène a pris de l'ampleur ces vingt dernières années à cause de la sécheresse qui a frappé le nord algérien, associé aux pompages excessifs et anarchiques. Aujourd'hui, toutes les régions du littoral algérien sont menacées par ce phénomène; plusieurs lieux de contaminations des nappes ont été signalés le long du littoral. **(Remini, 2010)**

I.4. Présentation de la zone d'étude

I.4.1. Situation géographique

Les sites étudiés ayant fait l'objet de notre présente étude (**figure.2**) se trouvent dans même zone - wilaya de Tipaza - qui se situe à son tour au nord du tell central. Il s'agit de deux barrages, à savoir :

- ✓ **Barrage de Boukourdane** : situé dans la partie nord-ouest de la grande plaine de la Mitidja (wilaya de Tipaza) à environ 1,3 km du village de Sidi Amar et à 80 km de l'ouest d'Alger. Ce barrage est implanté dans une zone de collines distante de 11 km de la méditerranée, délimitée au sud par la montagne de Bou-Maad. Il est conçu pour l'irrigation de la Mitidja ouest et l'alimentation en eau potable (AEP) de la wilaya de Tipaza. Il est construit sur le lit de l'oued El Hachem au confluent des eaux des oueds : Menacer et Fedjana. Il a été mis en service depuis 1996.
- ✓ **Barrage de Damous « Kef-Eddir »** : situé dans la Daïra de Damous (wilaya de Tipaza) à environ huit (08) kilomètres Sud de la ville de Damous. Ses eaux sont destinées à l'alimentation en eau potable des localités des wilayas de Tipaza, Chlef et Ain Defla. L'irrigation des plaines de Damous et du littoral. Il est construit sur le lit de l'oued Damous au confluent des eaux des oueds : Hamlil et Kbir. Il n'est pas encore mis en service faute de station d'épuration non encore installée **(ANBT, 2018)**.



Figure2 : Images satellites du lac du barrage Kef Eddir etBoukerdane (googleearth)

I.4.2.Caractéristiques des barrages

Les principales caractéristiques des deux barrages étudiés sont portées sur le tableau I.

Tableau I : Principales caractéristiques des barrages de Boukourdane et de Kef Eddir (ANBT, 2018)

Caractéristiques	Boukourdane	KefEddir
Surface du bassin versant	177km ²	490km ²
Périmètre	85km	122km
Altitude moyenne	420km	350m
Type	Terrezonée	Terre zonée
Côté d'un niveau normal de la retenue	119,5m	119m
Côté d'un niveau des plus hautes eaux	123m	116m
Aire de la retenue au niveau normal	536ha	615 ha
Aire de la retenue à un niveau exceptionnel	600ha	680 ha
Capacité totale de la retenue	105 million m ³	125 million m ³
Apports moyens annuels	2million m ³	57million m ³

I.4.3. synthèse climatique

I.4.3.1.Précipitations

Les données des précipitations de la zone d'étude nous ont été fournies pour la période de dix ans (2006-2015) par l'agence nationale des barrages et des transferts.

L'histogramme des précipitations mensuelles révèle que le mois de février est le mois le plus arrosé, tandis que juillet est le mois le plus sec (figure.3).

I.4.3.2. Températures

La courbe des températures moyennes indique que le mois le plus froid est le mois de janvier par contre le mois d'août est le mois le plus chaud (Figure.4).

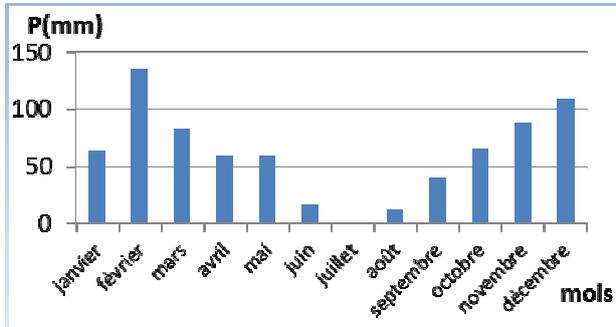


Figure.3: Précipitations mensuelles moyennes

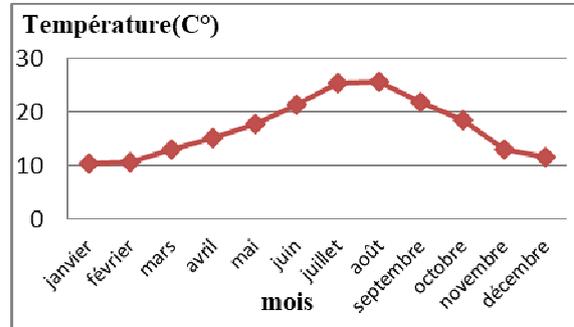


Figure.4 : Variations des moyennes mensuelles de température

I.4.3.3. Diagramme Ombrothermique

Il est nécessaire de caractériser la période sèche relative à la région, pour cela nous avons dressé le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (Figure.5).

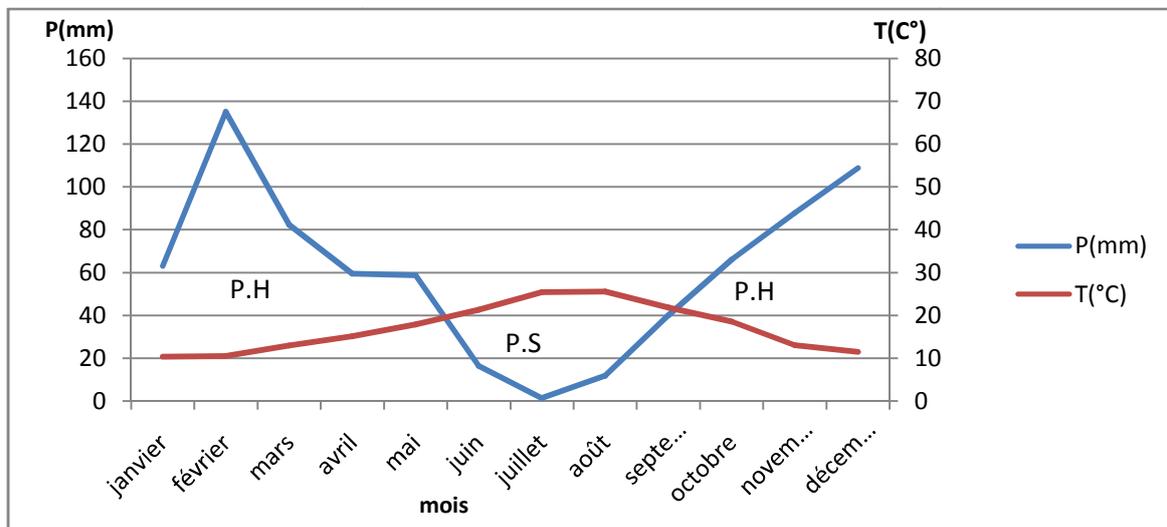


Figure 5 : Diagramme Ombrothermique de Tipaza.

Il s'avère que la période sèche (P.S) s'étale sur environ 4 mois, elle commence du début juin jusqu'à la fin septembre, la période humide (P.H) s'étale sur le reste des mois de l'année.

II.3.4 Etage bioclimatique

La détermination de l'étage bioclimatique est réalisée grâce au Climagramme d'Emberger (figure.6) et le quotient pluviométrique d'Emberger (Q₂) ainsi calculé :

$$Q_2 = \frac{2000 P}{(M-m)(M+m)}$$

Où :

P: précipitation annuelle en mm, P=572,7mm

M: température maximale du mois le plus chaud en (K°). M du mois de juillet M= 301,4 K

m: température minimale du mois le plus froid en (K°). m du mois de janvier m=283,8 K

Le quotient pluviométrique d'Emberger (Q_2)= 111,92.

La zone d'étude s'insère dans l'étage bioclimatique subhumide, à variante hiver chaud.

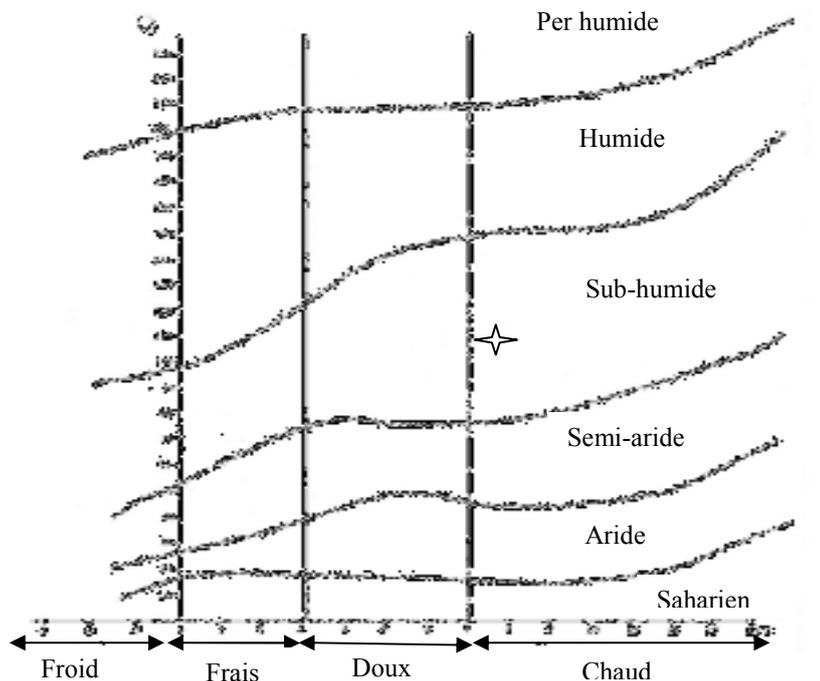


Figure 6 : Localisation de la station d'étude sur le climagramme pluviométrique d'Emberger

I.4.4. Faune et flore de la zone d'étude

I.2.4.1. Barrage de Boukourdane : la région du barrage de Boukourdane est recouverte de lentisque, de palmiers nains,

d'oliviers sauvages et de toutes sortes de broussailles. Sur les rives du barrage de

Boukourdane se trouve une faible couverture végétale, des pelouses et des terrains agricoles (des céréales et des cultures maraîchères).

Quant à la faune aquatique, le barrage est caractérisé par une faune ichthyologique importante dominée par le genre *Barbus*. C'est aussi un milieu d'accueil de plusieurs espèces d'oiseaux tels que le canard souchet et le corbeaunoir. (CHAOUA, 2017)

I.2.4.2. Barrage de Kef Eddir : le couvert végétal est constitué de forêts et de maquis d'épineux où le pin d'Alep est l'espèce dominante, accompagné de certaines essences forestières tel que le chêne, provenant d'anciennes formations ou de leur phase dégradée. Parmi les arbres cultivés, on retrouve surtout l'amandier, l'abricotier, le figuier, la vigne.

Quant à la faune, elle correspond à une faune de milieu montagneux. Cependant, il n'existe pas d'inventaire faunique de la région. Quelques études sur la région ont signalé la présence du lièvre, le lapin de garenne, le sanglier, le porc-épic, le chacal, le renard, l'ocelot et l'hyène rayée qui est une espèce rare, protégée.

Remerciement

*Nous remercions avant tout puissant, pour la volonte, la sante, et patience qu'il m'a donne
durant toutes ces années d'études, afin nous puissions en arrive la.*

*Nous remercions très chaleureusement M^{elle} RADI.N, notre promotrice pour son
encadrement, sa confiance, sa patience, sa compréhension et sa gentillesse durant la période à
réalisation de mon mémoire.*

*Nous remercions énormément M^{me} EL MEHDI I MAJ .qui nous a fait l'honneur de
présider ce jury.*

*Mes vifs remerciements vifs vont à M^{me} MOHAMED MAHMOUD F qui a accepté
d'examiner notre travail et qui a accordé du temps et de la patience pour lire et évaluer notre
travail.*

*Mes sincères remerciements à mes enseignants et tous les enseignants de la faculté de SNV
« BLIDA » pour leurs efforts dans ma formation tout au long du cursus universitaire.*

*Je tiens à remercier M^{me} DAOUAOUI G. Chef de laboratoire de traitement des eaux
« SEAAL » ainsi que toute son équipe (WARDA et RABIAA) pour leurs précieuses aides et
orientations toute au long de mes activité.*

*Nous remercions également doc Latfout.H, directeur de laboratoire d'hygiène« TIPAZA » de
m'avoir autorisé à réaliser notre travail au sein de son laboratoire*

*A la fin Nous remercions toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation
de ce modeste travail.*



Chapitre II
Matériel et méthodes

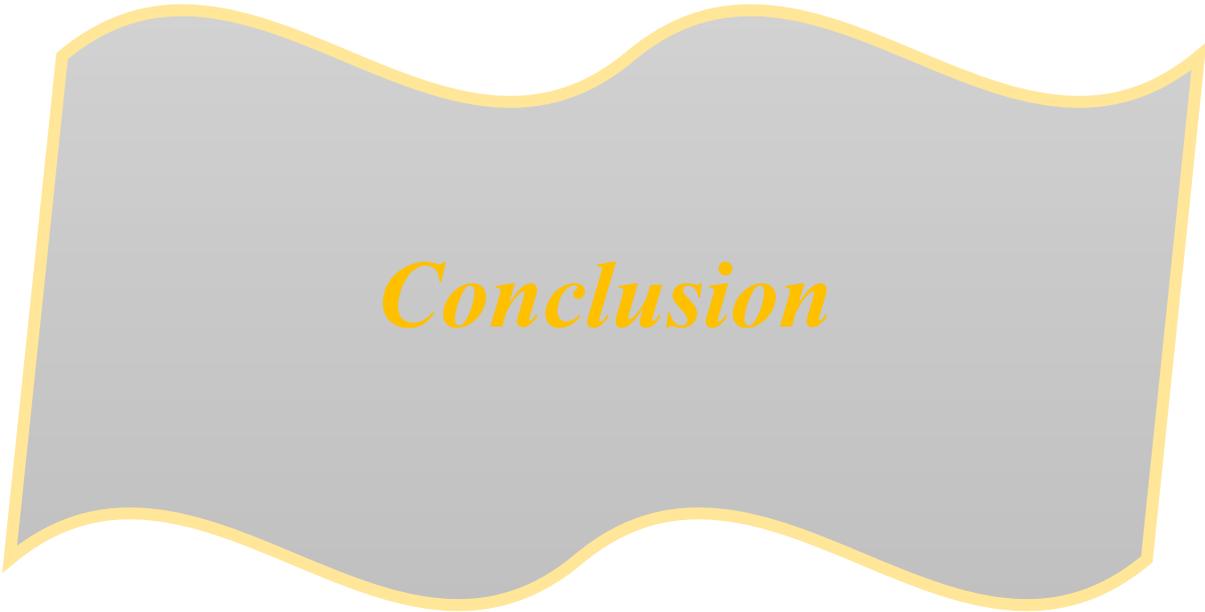


Chapitre III

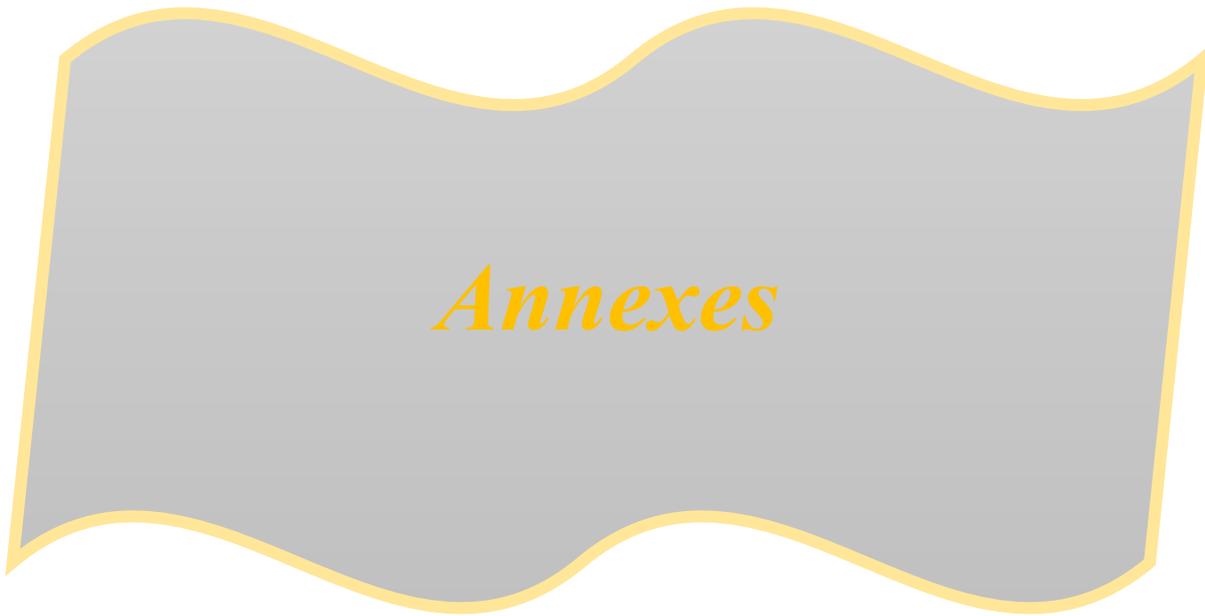
Résultats et discussions



*Références
bibliographiques*



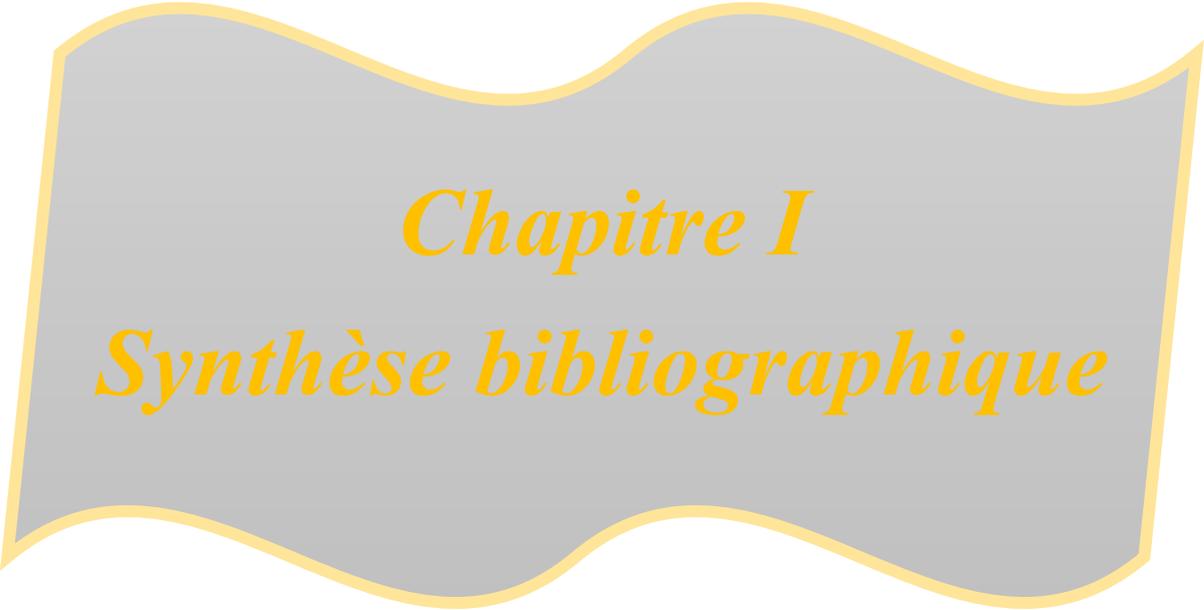
Conclusion



Annexes



Introduction



Chapitre I
Synthèse bibliographique

« Annexe I »

Matériel pour les analyses physicochimiques

Les appareillages



PH mètre



conductimètre



Plaque chauffante



Turbidimètre+ cuvette

Annexe



Spectrophotomètre d'absorption moléculaire



Agitateur

Les verreries et d'autres matériels utilisés



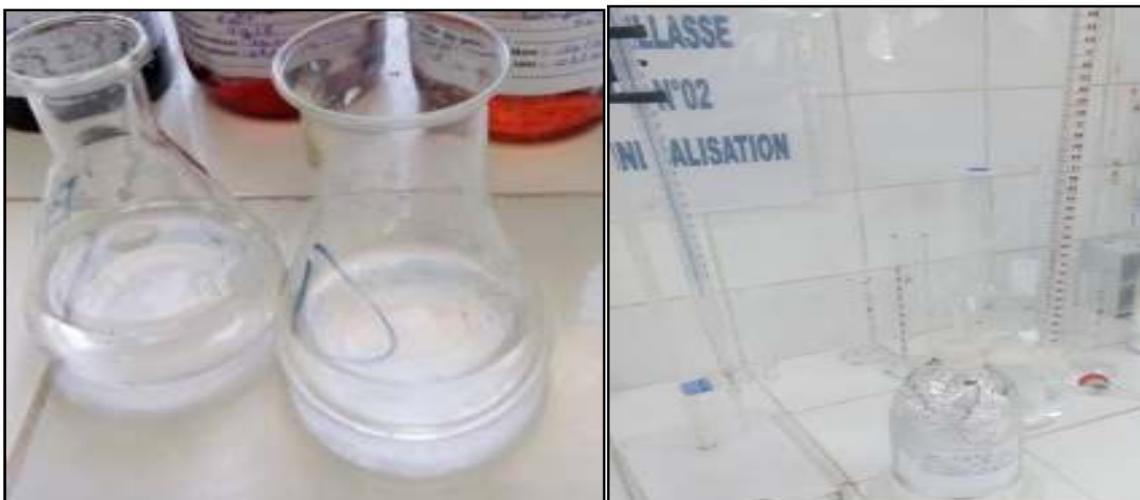
Capsule Bécher



Pipettes+ propipette



Eprouvette



Erlenmeyers

Burette

Préparation des réactifs pour les analyses chimiques

*Ortho phosphate

❖ Acide ascorbique, solution à 100g/l

- Dissoudre 10g d'acide ascorbique dans 100ml d'eau distillée

❖ Réactif mixte

A. Dissoudre 13g d'héptamolybdate d'ammonium tétrahydraté dans 100ml d'eau distillé. B.

Dissoudre 0,35g de tartrate de potassium et d'antimoine hémihydraté dans 100ml d'eau distillé

C. Ajouté à ce mélange (A+B) 300ml de la solution d'acide sulfurique à 4,5mol/l

*Ammonium

❖ Réactif coloré

- Dissoudre 130g de salicylate de sodium et 130g de citrate trisodique di-hydraté dans 1000ml d'eau distillé ;
- Ajouter 0.97g de nitroprussiate de sodium.

❖ Solution de dichloro-isocyanurate de sodium

- Dissoudre 32g d'hydroxyde de sodium dans environ 500ml d'eau purifiée et laisser refroidir à température ambiante.
- Ajouter 2g de dichloro-isocyanurate di-hydraté et compléter à 1000ml avec de l'eau purifiée

*Nitrite

❖ Réactif coloré

- Dissoudre 40g d'4-amino-2-nitrobenzène sulfonamide dans un mélange formé de 100 ml d'acide orthophosphorique et de 500 ml d'eau distillé

Annexe

- Ajouter 2g de dichlorhydrate de N-(naphtyl-1)diamino-1,2 éthane, compléter le volume à 1000ml avec de l'eau distillé

*Nitrate

- ❖ **Hydroxyde de sodium à 30%**
 - Dissoudre 30 g d'hydroxyde de sodium dans 100ml d'eau distillé
- ❖ **Solution de salicylate de sodium**
 - Dissoudre 0,5 g de salicylate de sodium dans 100 ml d'eau distillé
- ❖ **Solution d'acide sulfurique**
 - Acide sulfurique concentré 96% de pureté (commerciale)
- ❖ **Solution de tartrate double de sodium et de potassium**
 - Dissoudre 400 g d'hydroxyde de sodium dans 100 ml d'eau distillé
 - Ajouté 60g de tartrate double de sodium et potassium

*Sulfate

- ❖ **Solution stabilisante**
 - Dans une fiole jaugée de 1000 ml, mettre 100ml d'eau distillée, ajouter 60ml d'acide chlorhydrique pur (densité 1,9) puis 200ml d'éthanol ,150g de chlorure de sodium et 100ml de glycérol ; compléter à 1000ml avec de l'eau distillée
- ❖ **Solution de chlorure de baryum 0,01N**
 - Peser 150g de chlorure de baryum verser dans une fiole de 1000ml et rajouter 5ml d'acide chlorhydrique ; compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jaugé

*Fer

- ❖ **Acide chlorhydrique de concentration 10%**
 - Dissoudre 10 ml d'acide chlorhydrique dans 100ml d'eau distillée
- ❖ **Peroxodisulfate de potassium de concentration 40g/L**
 - Dissoudre 4g de Peroxodisulfate de potassium dans 100ml d'eau distillée
- ❖ **Chlorhydrate d'hydroxylamine de concentration 100g/l**
 - Dissoudre 10g de Chlorhydrate d'hydroxylamine dans 100ml d'eau distillée
- ❖ **Solution de phénanthroline -1,10 de concentration 5g/l**
 - Dissoudre 0,5 g de chlorure de phénanthroline -1,10 monohydrate dans dans une 100ml d'eau distillée

Annexe

❖ Solution Tampon acétate

- Dissoudre 40 g d'acétate d'ammonium et ajouter 5ml d'acide acétique cristallisable de masse volumique 1,06g/ml dans 100ml d'eau distillée

*Chlorure

❖ Solution de nitrate d'argent 0,02 mole/l

- Dissoudre dans de l'eau distillée 3,397 g de nitrate d'argent (AgNO_3), séchés au préalable à l'étuve à 105°C pendant 2 heures, et compléter (avec de l'eau distillée) à 1000 ml dans une fiole jaugée, elle reste stable pendant plusieurs mois.

❖ Chromate de potassium (indicateur) à 10%

- Dissoudre dans de l'eau distillée 10 g de Chromate de potassium et compléter à 100 ml.

*TAC et bicarbonate

❖ Acide chlorhydrique de concentration 0,1N

- Verser 10ml de l'acide chlorhydrique 1N dans une fiole de 100ml compléter avec de l'eau distillée

*Calcium

❖ Indicateur coloré

- Le murexide

❖ Hydroxyde de sodium 2N

- Dissoudre 8g d'hydroxyde de sodium dans 100 ml d'eau purifiée. Conserver dans une bouteille en polyéthylène.

EDTA, solution titrée 0.01 mol/l

- Sécher une portion d'EDTA à 80 °C pendant 2 heures (étuve), dissoudre ensuite 3.725 g du sel sec dans de l'eau purifiée et diluer à 1000 ml.

*Magnésium

❖ Solution tampon pH 10

- Dissoudre 67.5 g de chlorure d'ammonium (NH_4Cl) dans 570 ml de solution ammoniacale à 25 % et diluer à 1000 ml avec de l'eau purifiée.

Annexe

❖ Indicateur coloré

- Noir ériochrome T, poudre commerciale.

❖ EDTA, solution titrée 0.01 mol/l

- Sécher une portion d'EDTA à 80 °C pendant 2 heures (étuve), dissoudre ensuite 3.725 g du sel sec dans de l'eau purifiée et diluer à 1000 ml

Matériel pour les analyses bactériologiques

Les appareillages



Pompe à vide



Rampe de filtration



Bain marie



Etuve



Bec bensen

Les verreries et d'autres matériels utilisés



Boite pétri stérile +Membrane de filtration

(0,45 μ m)

pince stérile

Annexe

Préparation des milieux de cultures

***Préparation de la gélose Tergitol lactosée au TTC et au tergitol 7 (pour les coliforme)**

- ✓ Faire fondre de gélose lactosée au tergitol 7 contenu dans un flacon de 250 ml ;
- ✓ Le refroidir dans un bain marie à 45°C
- ✓ Puis ajouter 20 gouttes d'additif de TriphénylTétrazolium Chlorure (TTC)
- ✓ Le faire couler dans des boîtes de pétri et le laisser se solidifier sur pailleasse

***Préparation de la gélose Slanetz et Bartley(Pour les streptocoques fécaux)**

- ✓ Faire fondre la gélose slanetz et bartley (milieu de base)
- ✓ Laisser refroidir à la température 45°C.
- ✓ Rajouter l'additif (20gutttes de TriphénylTétrazolium Chlorure SLANETZ)
- ✓ Le faire couler dans des boites de pétri et le laisser se solidifier sur pailleasse

***Préparation de la gélose BEA (milieu de confirmation pour les streptocoques fécaux)**

- ✓ Préchauffer la boîte de gélose BEA à 44°C pendant 10à 15 mn
- ✓ Couler en boites de pétri stériles
- ✓ Laisser solidifier sur pailleasse

Annexe

« Annexe II »

Tableau: Classes de qualité des eaux de surfaces (A.N.R.H., 2015)

Paramètres	Unités	Excellente	Bonne	Passable	Médiocre	Pollution excessive
Température	°C	< 20	20 à 22	22 à 25	25 à 30	30
pH	-	6.5 à 8.5	-	6 à 6.5 ou 8.5 à 9	5.5 à 6 ou 9 à 9.5	< 5.5 ou >9.5
Conductivité	µS/cm	< 400	400 à 750	750 à 1500	1500 à 3000	3000
Oxygène dissous	mg/l	7	5 à 7	3 à 5	< 3	-
Chlorure	mg/l	< 100	100 à 200	200 à 400	400 à 1000	1000
N Total	mg/l	< 1	1 à 2	2 à 3	3	-
NH4	mg/l	< 0.1	0.1 à 0.5	0.5 à 2	2 à 8	8
NO3	mg/l	< 5	5 à 25	25 à 50	50 à 100	100
NO2	mg/l	-	0 à 0.01	0.01 à 0.1	0.1 à 3	3
PO4	mg/l	< 0.2	0.2 à 0.5	0.5 à 1	1 à 5	5