

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المعهد الوطني لعلوم البحر و تهئية الساحل

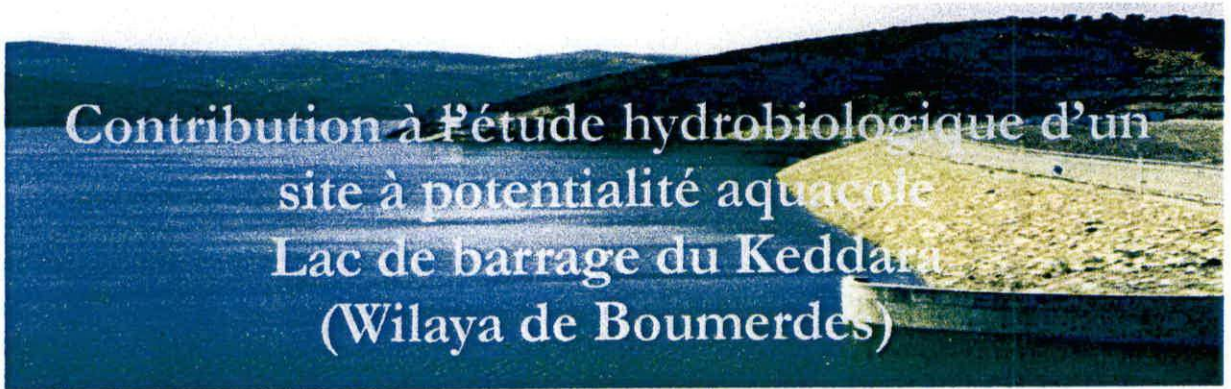
**Institut National des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du
Littoral**



**Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme
D'Ingénieur d'état en Science de la Mer**

Option : Aquaculture

Thème



Présenté par :

Mme DELLA LYNDA & Mlle SAHNOUNE HADJIRA

Soutenu le 17/07/2007 devant le jury :

Mr. SEFIANE. O (Président de jury)

Mr. LOURGUIOUI .H.....(Examineur)

Mme .AMROUCHE .L.....(Examineur)

M me. MESLEM .N.....(Rapporteur)

2006/2007

Remerciements

Nos remerciements vont à **Monsieur SEFIANE Omar président du jury** pour avoir accepté de présider ce jury avec plaisir et intérêt, ce qui est pour nous un grand honneur.

Nous voudrions également remercier les membres du jury :

Madame AMROUCHE Linda, Monsieur LOURGUIOUI Hichem pour avoir accepté de faire partie de ce jury et pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre manuscrit et de l'avoir ainsi examiné

Madame MESLEM Nabila pour avoir encadré ce travail avec détermination, rigueur scientifique et dévouement pour tous ces conseils et ses orientations.

Monsieur ZOUAKH D pour son soutien moral, ses encouragements et sa générosité.

A tous les enseignants de **L'ISMAL** pour nous avoir transmis leur savoir durant ses cinq années de formation.

A l'équipe du laboratoire de **l'ISMAL DJAMEL, NABILA et FARISA** pour leur précieuse aide et leurs dévouements.

Au personnel de la bibliothèque qui veille à nous offrir un cadre idéal de travail en mettant à notre disposition les outils pédagogiques nécessaire tout particulièrement

Monsieur MEKKI.

Au directeur de **SEAL** pour nous avoir permis utiliser le laborafoire en se familiarisant avec des appareils des techniques de pointe .

Au personnel du laboratoire de **SEAL** pour nous avoir précieusement aidé et assisté.

Madame BENABOU Bahia responsable du laboratoire bactériologique pour son amabilité, pour avoir supervisé notre travail au laboratoire avec une très grande attention.

A la direction du barrage de Keddara **Monsieur ZITOUNI directeur, Monsieur MOUSSAOUI, Monsieur NEMRI, TABOUKOUYOUT** pour nous avoir permis d'accéder au barrage et aider à faire notre travail sur le site sans être inquiète.

Au personnel administratif de **l'ISMAL** tout particulièrement a **KAMEL** pour sa disponibilité.

Au directeur de la scolarité **monsieur REFES Wahid** pour son soutien moral et matériel.

A **Monsieur BAKOURE** le directeur de **l'ISMAL** qui a autorisé la réalisation de cette étude. Qu'ils nous permettent d'exprimer nos meilleurs sentiments de gratitude et de profond respect.

Dédicaces

Madame Della Lynda

Je dédie ce mémoire à :
Mon mari Ahmed foued, mes filles, Farah, Yasmin, Rym et Ferial.
Mon Père et ma Mère, Mustapha et Fatma
Mes sœurs, Salima et Amina.
Mes frères, Mohamed et Abdelhak.
Tous mes amis.

Mademoiselle Sahnoune Hadjira

Je dédie ce mémoire à :
Mon Père, ma Mère
Mes sœurs, mes frères
Tous mes amis.

Proverb Inuit:

“The man thinks, the dog thinks, the cow thinks;
The fish doesn't think, the fish is mute, emotionless;
The fish doesn't think because the fish knows everything“

SOMMAIRE

Introduction	1
---------------------------	---

Chapitre I : Description du milieu d'étude

1. La situation géographique.....	2
2. Les caractéristiques hydrographiques.....	2
3. Les caractéristiques morphométriques.....	2
4. La couverture végétale du bassin versa.....	5
5. La situation géologique.....	6
6. La climatologie.....	6
7. L'ichtyofaune du lac.....	9
8. La situation économique.....	11

Chapitre II : Matériels et méthodes

1. Stratégie de prélèvement	12
2. Matériels et méthodes	14
2.1. Matériels utilisés.....	14
2.2. Méthodes utilisées.....	16
2.2.1. Principe de filtration des MES (Rodier, 1996).....	16
2.2.2. Dosage de la Chlorophylle <u>a</u>	16
2.2.3. Dosage de l'Ammonium (NH ₄ ⁺).....	17
2.2.4. Dosage des phosphates (PO ₄ ⁻³)	18
2.2.5. Dosage des nitrates (NO ₃ ⁻) et nitrites (NO ₂ ⁻).....	18
2.2.6. Recherche Bactériologique.....	18
2.2.7. Analyse statistique.....	22
2.3. Les paramètres abiotiques.....	22
2.3.1. La Température (T °C).....	23
2.3.2. Le Potentiel d'hydrogène (pH)	23
2.3.3. La Conductivité électrique	23
2.3.4. Les Matières en suspension (MES).....	24

2.3.5. Les sels nutritifs.....	25
▪ Les Nitrates (NO ₃ ⁻)	25
▪ Les Nitrites (NO ₂ ⁻)	25
▪ L'Ammonium (NH ₄ ⁺).....	26
▪ Les Phosphates (PO ₄ ³⁻).....	26
2.4. Les paramètres biotiques.....	27
2.4.1. L'Oxygène dissous (O ₂).....	27
2.4.2. Dosage de la chlorophylle <u>a</u>	27
2.4.3. Analyse bactériologique	27

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Les paramètres abiotiques.....	29
1.1 La température	30
1.2. Le Potentiel hydrogène (pH).....	31
1.3. La Conductivité électrique.....	31
1.4. Les Matières en suspension (MES)	32
1.5. Les Nitrates (NO ₃ ⁻)	34
1.6. Nitrites (NO ₂ ⁻)	35
1.7. Ammonium (NH ₄ ⁺)	36
1.8. Les phosphates (PO ₄ ³⁻)	37
2. Les paramètres biotiques	38
2.1. L'oxygène dissous (O ₂)	38
2.2. La chlorophylle <u>a</u>	40
2.3. Analyse bactériologique	41
3. Analyse statistique.....	42
4. Etude comparative avec d'autres barrages.....	43

Conclusion générale

Bibliographie

Annexes

Introduction

L'eau est non seulement un élément fondamental mais également un milieu de vie, étroitement lié à son environnement. L'homme s'en sert pour répondre d'une part à ses besoins d'irrigation et d'alimentation en eau potable, et d'autre part, et d'autre part, il lui sert comme milieu de culture (aquaculture, pisciculture), de transport de la plus part des éléments (déchets urbains, industriels, particules, ... etc.) et pour ses diverses activités (pêche, navigation, baignade.....etc.).

L'Algérie est un pays en pleine expansion et développement économique. Un programme de réalisation de 110 barrages a été mis en place pour l'année 2010 (Ministre des Ressources en Eau), afin de satisfaire les exigences en eau potable.

Par ailleurs, la valorisation des plans d'eau naturelle et artificielle est l'un des axes du Plan National de Développement de l'Aquaculture. En effet, un programme de peuplement et de repeuplement des lacs de barrage a été mis en place et de gros moyens financiers, législatifs et techniques ont été déployés afin de promouvoir la pisciculture continentale.

Cependant, il est important de signaler qu'avant toute opération d'introduction, il est nécessaire de réaliser une étude hydrobiologique du milieu afin de situer ce dernier par rapport aux exigences des espèces que l'on souhaite introduire.

Dans cet ordre d'idée, nous nous sommes intéressées à étudier le lac de barrage du Keddara qui pourrait faire l'objet d'une éventuelle exploitation piscicole. Faute de moyens, nous nous sommes limitées aux paramètres les plus importants.

Notre travail comprendra trois chapitres :

- Dans un premier chapitre, nous présentons le site que nous avons choisi d'étudier ;
- La méthodologie d'étude ainsi que le matériel utilisé sont présentés dans un second chapitre ;
- Un troisième chapitre est consacré aux résultats et à la discussion ;
- Et enfin nous terminons ce modeste travail par une conclusion générale.

CHAPITRE I

DESCRIPTION DU SITE

1. La situation géographique

Le barrage de Keddara est situé dans une localité de la wilaya de Boumerdès à 8 km au sud de Boudouaou, à 35 km à l'Est d'Alger, Il se trouve dans une chaîne littorale de l'Atlas tellien au pied Nord de l'extrémité Est de l'Atlas Mitidjien (fig.01).

Le barrage est défini par les coordonnées suivantes :

- 36,65° de latitude Nord
- 3,43° de longitude Est

2. Les caractéristiques hydrographiques

Le barrage de Keddara est destiné à alimenter en eau potable la région d'Alger. Les travaux de réalisation ont été entamés en Janvier 1985. Sa mise en eau a été effectuée le 19 Décembre 1986.

Il est alimenté par les apports des oueds Keddara et El Haad d'une part et des oueds Boudouaou et Isser d'autre part. (Fig. 02).

Les eaux excédentaires du barrage du Hamiz sont acheminées vers celui du Keddara à travers une galerie de 32 km avec un débit moyen de $15.10^6 \text{ m}^3/\text{an}$.

Les transferts d'eau provenant de la retenue de Béni-Amrane arrivent par une conduite de 30 km grâce à une station de refoulement d'une capacité de $0,61. 10^6 \text{ m}^3/\text{jour}$, avec un volume moyen annuel d'eau de $110. 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$.

3. Les caractéristiques morphométriques

Les données des caractéristiques morphométriques représentées par le tableau (01) ont été communiquées par l'agence des barrages et de Transfert de Kouba (ANBT, 2006).

Figure 01 : La situation géographique du lac de Barrage du Keddara



Barrage de Keddara

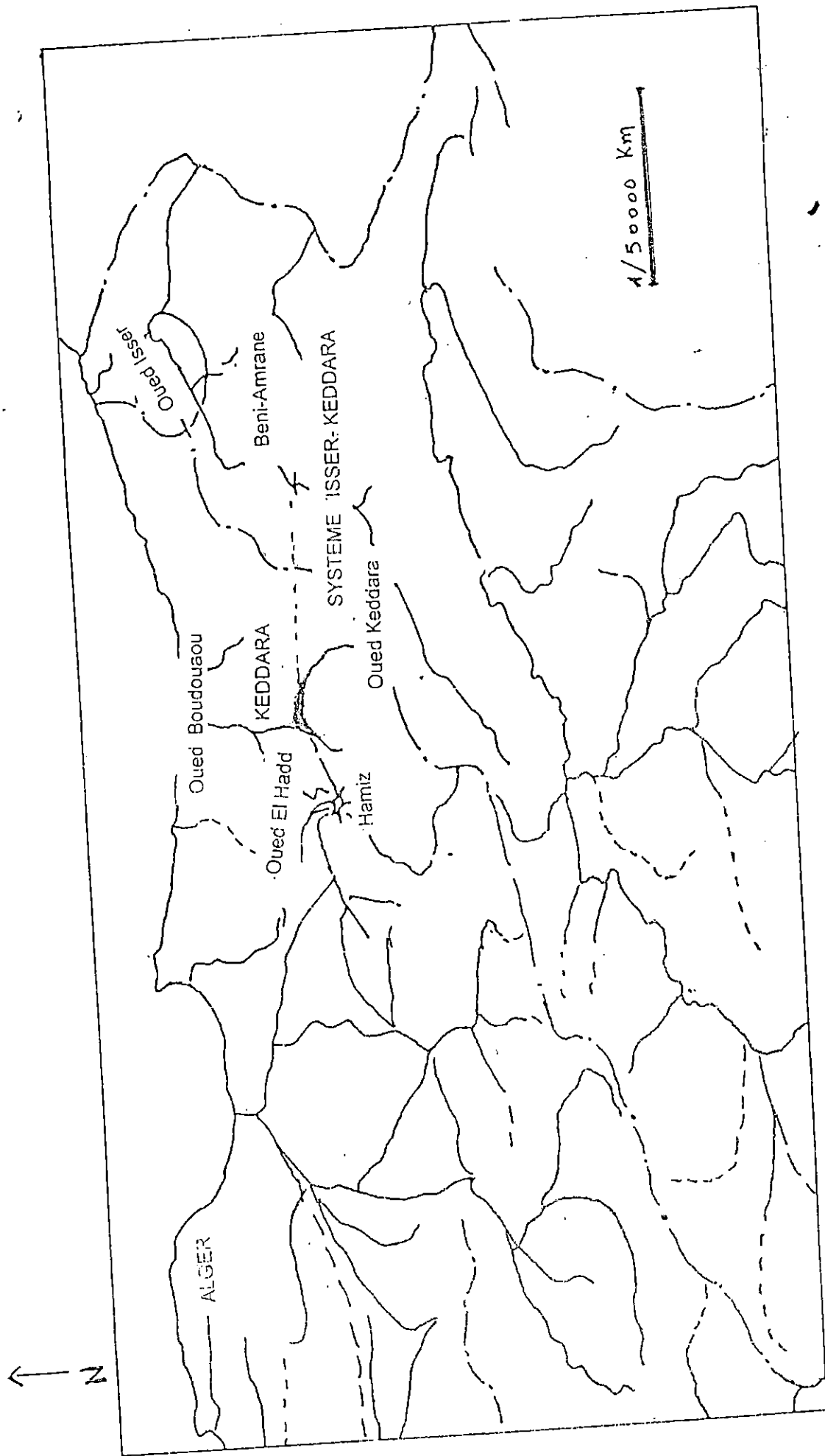


Figure 02 : la situation géographique du lac de barrage du Keddara.

Tableau (01) : Les caractéristiques morphométriques du bassin versant de Keddara (ANBT, 2006).

Surface du bassin versant	93 km ²
Surface de la retenue	3.76 km ²
Surface du lac à la retenue normale	5.2 km ²
Niveau de la retenue	145 m
Profondeur moyenne	28 m
Profondeur maximale	106 m
Le fond du lit est à la cote	57.7 m
La côte minimale d'utilisation	87 m
Altitude maximale (Djebel Boulégua)	1047 m
Altitude moyenne	466 m
Altitude minimale	60 m
Longitude maximale	468 m
Largeur maximale	12 m
volume	145.6 hm ³ /an

4. La couverture végétale du bassin versant

La végétation du bassin versant du barrage particulière au climat méditerranéen, est constituée essentiellement de forêt de chêne vert (*Quercus ilex*), de quelques arbres fruitiers tels que l'olivier (*Olea europaea*), le figuier (*figus carica*), le grenadier (*Punica granatum*), les lentisques (*Pistacia lentiscus*) et les eucalyptus.

Constituée également de maquis qui jouent un rôle protecteur contre l'érosion et empêche le réchauffement de l'eau par exposition en été au rayonnement solaire.

La végétation aquatique dont la principale composante est faite de bryophytes, macrophytes et d'algues filamenteuses. C'est aussi une excellente source de la matière organique indispensable aux organismes aquatiques herbivores et omnivores.

5. La situation géologique

Du point de vue lithologique, le site est formé de roches correspondant à des schistes, quartzitiques, chlorotiques composés de chlorite, quartz et feldspath. Le quartz est un minéral qui constitue une bonne assise de fondation, au dessus de laquelle reposent des micaschistes argentés composés de mica et de kaolinite.

Les micaschistes laminés et feuilletés sont dominants au dessus desquelles repose le mica schistes. Ces derniers affleurant, constituent les berges.

La digue est constituée par un noyau central argileux sur lequel sont déposées les couches filtrantes à fortes épaisseurs et à granulométrie adaptée.

6. La climatologie

Le climat est le principal facteur de contrôle de la répartition et de la dynamique des écosystèmes. Il se manifeste par les échanges d'énergie et les échanges d'eau avec le milieu lacustre (Lévêque, 2001).

Bien que l'hiver ait été tardif cette année, sur l'Est et le centre du pays, les pluies sont généreusement tombées durant la période de nos prélèvements. En mars 2007, la pluviométrie a atteint près de 210 mm (selon le Ministère des Ressources en Eau, 2007).

Cette année le barrage de Keddara totalise à lui seul 93.3 millions de mètre cube, soit un taux de remplissage de 66 %, ce qui est considéré comme une bonne année.

Grâce aux données pluviométriques et thermiques relatives sur une période allant de 1995 à 2005, nous pouvons déterminer les paramètres suivants :

- **Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен.**

Il est défini par la relation suivante : $P < 2 T$. Où un mois est dit sec s'il présente un total de précipitation égal ou inférieur au double de celui des températures et inversement pour le mois humide

Pour notre région, le diagramme (fig.3) présente une période sèche s'étalant de Juin jusqu'à Septembre et une période humide qui s'étend durant le reste de l'année.

Tableau (02) : Données climatiques de la région de Keddara de la période de (1995-2005) établies par l'Office National de la Météo (O.N.M).

Mois paramètre	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jun.	Jui.	Aout.	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Moy.
T m (°C)	5.47	5.57	7.03	8.6	12.61	16.43	18.96	20.4 8	17.65	14.19	9.54	7.7	20.02
T M (°C)	17.18	17.82	20.06	21.77	24.72	28.86	31.44	32.7	30.61	26.46	20.9	18.31	24.23
P (mm)	92.2	74.5	45.2	64.1	46.3	7.3	2	16.5	24.7	43.3	93.1	87.4	49.71
(M+m)/2	11.32	11.69	13.54	15.18	18.66	22.64	25.2	26.59	24.13	20.32	15.22	13	16.87

M : moyenne des températures minimales du mois.

m : moyenne des températures maximales du mois.

p : moyenne des précipitations.

- **Le Quotient pluviométrique d'Emberger**

Emberger, (in Dajoz, 1985) établit le climagramme pluviométrique et définit le bioclimat d'une station par trois facteurs fondamentaux :

- La moyenne des précipitations annuelles **P** (mm).

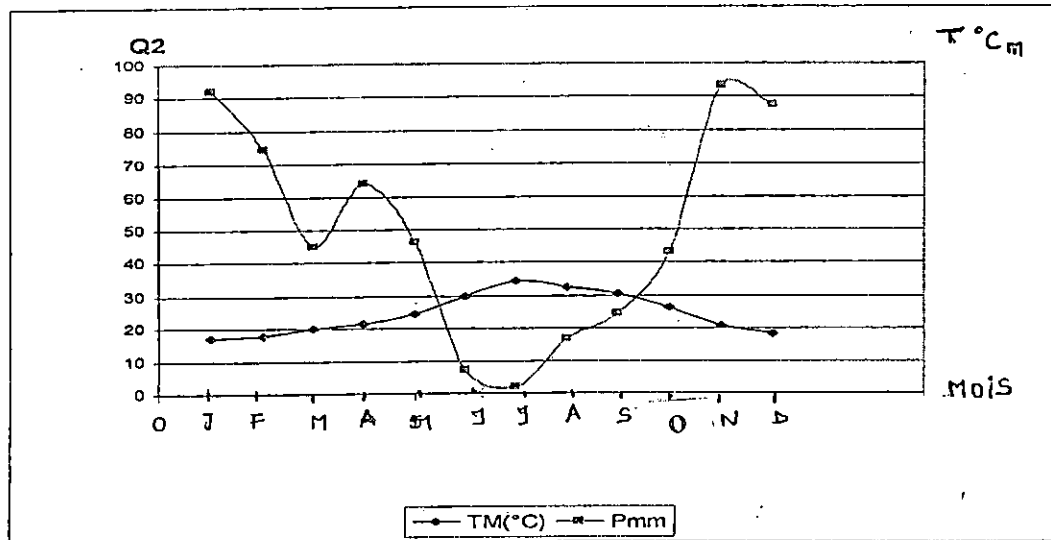


Figure 0'3 : diagramme ombrothermique de la station de

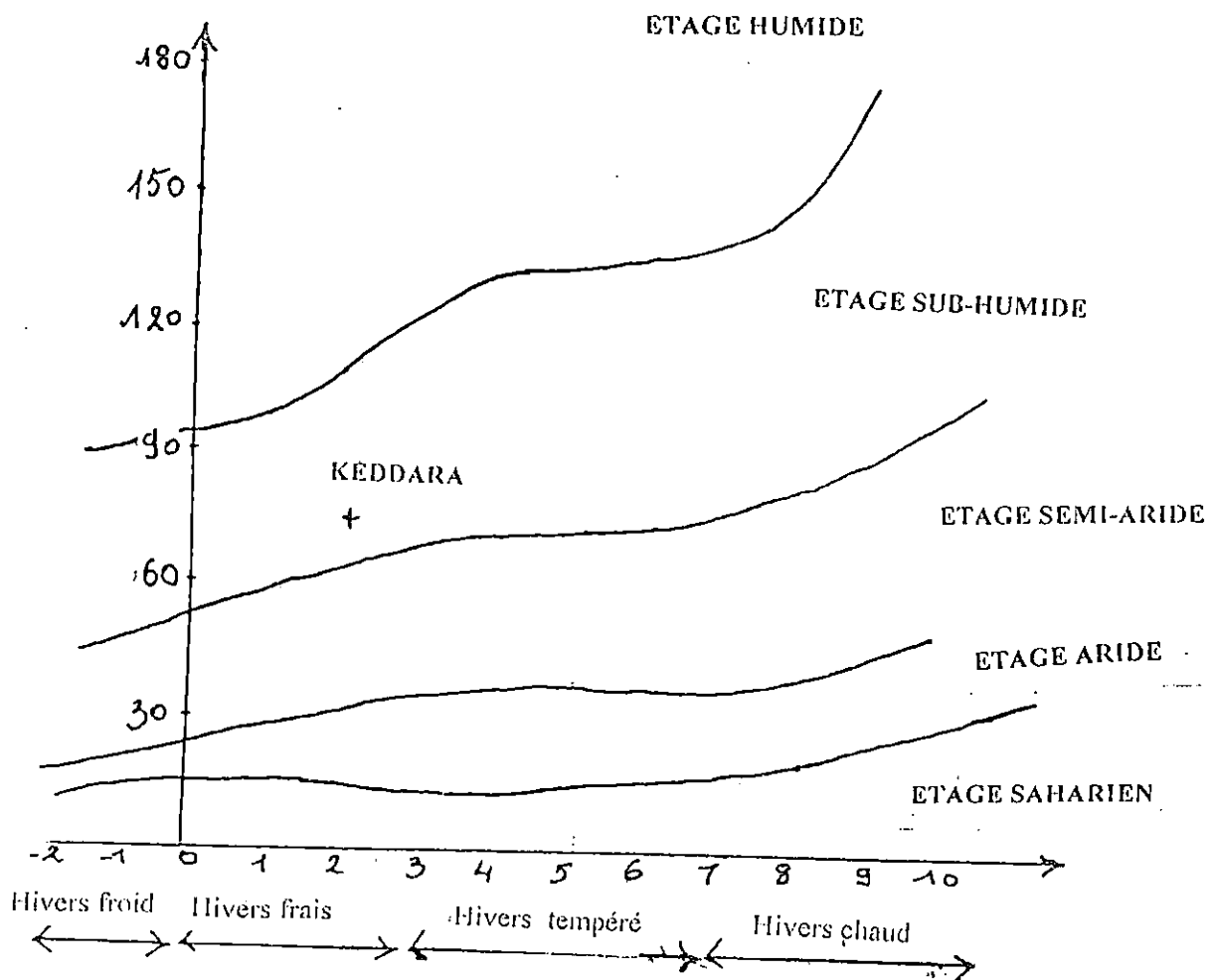


Figure 04 :le quotient pluviométrique d'Emberger de la station de Keddara.

- La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud M .
- La moyenne des températures minimales du mois le plus froid m .

Soit la relation :

$$Q_2 \text{ d'Emberger} = 2000 P / (M+m) (M-m)$$

Donc pour la région de Keddara :

- Le quotient d'Emberger : $Q_2 = 75$
- La moyenne des minima des mois les plus froids $m = 5,1 \text{ }^\circ\text{C}$

Il en résulte que le barrage de Keddara est situé dans un étage bioclimatique sub-humide à hiver frais (fig.04).

Le barrage présente un climat méditerranéen caractérisé par deux périodes distinctes, l'une sèche qui dure quatre mois de l'année et l'autre humide qui couvre le reste de l'année.

7. L'ichtyofaune du lac

D'après les informations collectées auprès des pêcheurs de la région, parmi les poissons pêchés dans le Barrage, le Barbeau, la Carpe, l'Anguille et l'Ablette (Fig.05).

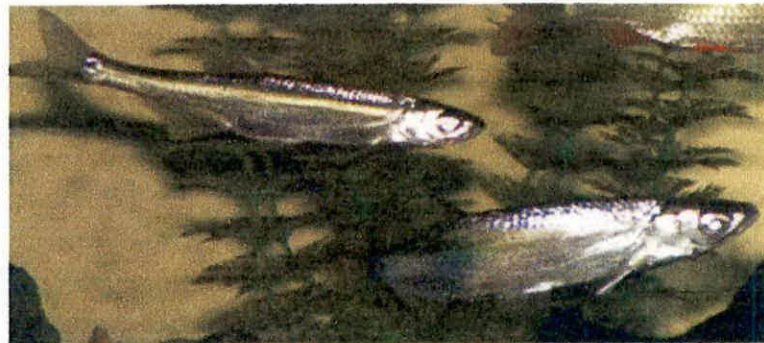
En effet, dans le cadre du développement de l'aquaculture continentale une opération d'empoisonnement a été réalisée en 2001 par le CNDPA où 300000 alevins de carpes royale, herbivore et argentée ont été introduits. Par ailleurs, une étude sur l'ichtyoparasitofaune du Barrage (Haoui, 1999), confirme la présence de *Barbus setivimensis* (Bouhaddad, 1993) et de *Cyprinus carpio*.



Le Barbeau



L'Anguille



L'Ablette



La Carpe commune

Figure 05 : Ichtyofaune du lac

8. La situation économique

La population locale située en aval du barrage dans les localités de Kharouba et de Boudouaou, est constituée de 9000 habitants ayant une situation économique précaire dont la principale activité est agricole.

L'agriculture est artisanale de type maraichère, avec des élevages d'animaux tels que les volailles, les bovins, ainsi que la production d'huile d'olive utilisant des huileries traditionnelles.

CHAPITRE II

MATERIELS ET METHODES

1. Stratégie de prélèvement

Les prélèvements représentent une phase primordiale dans l'acquisition des résultats or l'instabilité du milieu aquatique, du climat ainsi que le matériel rudimentaire sont rarement idéaux pour un prélèvement adéquat.

Le choix des stations est basé sur un certain nombre de conditions telles que :

- Les points de prélèvements doivent être identifiables sur la carte et accessibles sur le terrain.
- La stratégie de prélèvement doit être effectuée dans l'espace et dans le temps (en tenant compte des conditions de conservation).
- Le choix des points doit être représentatif et vue clairement sur le terrain.

Nous avons sélectionnés trois stations (fig.06), de l'amont vers l'aval du barrage en prenant en considération les critères suivants :

- les affluents qui se déversent au niveau du barrage, dans le cas de notre site, il s'agit des Oueds Keddara, El Hadd, Djelloula, Isser et Boudouaou. Aucun rejet urbain ni industriel n'est signalé.
- la profondeur : Nos prélèvements ont été effectués à 0 m et à 20 m de profondeur à raison d'une prise mensuelle pour une période allant du mois de mars au mois de mai (Fig 6).

Les sites de prélèvements sont représentés ainsi :

Station 1 (S1) : elle se situe en aval sur la rive gauche du barrage près de l'oued Djelloula.

Station 2 (S2) : elle se situe en aval à proximité de la digue.

Station 3 (S3) : elle se situe en amont sur la rive droite du barrage à proximité l'oued Keddara.



Station 1 : Oued DJELLOULA



Station 2 : la digue du barrage



Station 3 : oued KEDDARA

Figure 06 : les différentes stations de prélèvement.

2. Matériels et méthodes

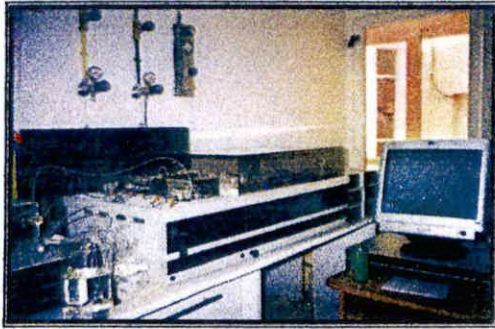
2.1. Matériels utilisés

Avant chaque sortie sur terrain, le matériel est préparé de manière rigoureuse. Le matériel utilisé sur le terrain est le suivant :

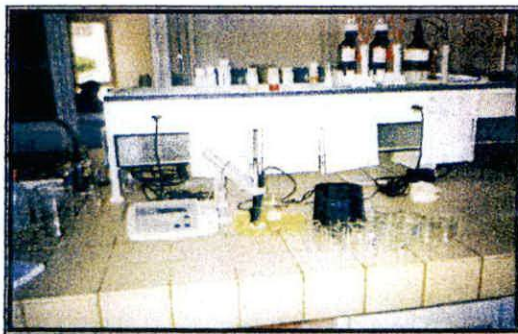
- une bouteille à renversement de 10 l de type Niskin.
- des bouteilles en plastiques d'une contenance de 250 ml pour le prélèvement des échantillons d'eau destinés à l'analyse chimique.
- des bouteilles en verre de 500 ml pour le prélèvement des échantillons d'eau destinés à l'analyse bactériologique
- des bouteilles en verre teinté de 250 ml pour l'analyse de la chlorophylle a
- une glacière.
- une valise multi paramètre du type W.T.W « 330i/set » pour les mesures in situ de la température, du pH, de l'oxygène et de la conductivité.

Les prélèvements en surface sont effectués manuellement et en profondeur grâce à la bouteille de prélèvement. Les échantillons sont conservés dans des glacières, puis stockés au réfrigérateur à 4°C en vu de leur traitement.

Les analyses sont effectuées au laboratoire de SEAAL (fig.07). Le matériel utilisé au laboratoire est mentionné en Annexe I, tableau 3.



Auto analyseur à flux continu du type SKALAR



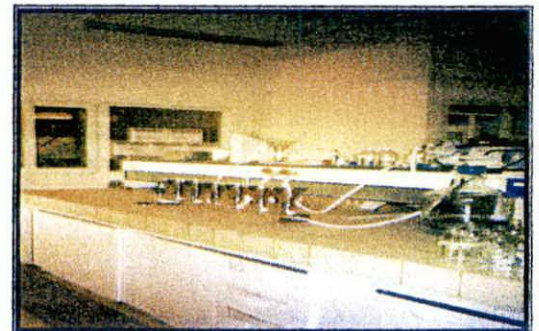
PH-mètre de palliáce



Oxymètre de palliáce



Etuves (Type Binden)



Rampe de filtration

Figure 7: Matériels de laboratoire utilisés

2.2. Méthodes utilisées

2.2.1. Principe de filtration des MES (Rodier, 1996)

Séchage de l'échantillon à une température de 70C° pendant 2heures, filtration de l'échantillon (240 ml), détermination des matières en suspension par pesée différentielle (Annexe III).

Expression des résultats :

La teneur de l'eau en MES (mg/l) est donné par l'expression suivante :

$$\text{MES} = \frac{M1 - M0}{V} \times 1000$$

M1 : masse de filtre après utilisation (mg/l).

M0 : masse de filtre avant utilisation (mg/l).

V : Volume de l'eau filtré

2.2.2. Dosage de la Chlorophylle a

Elle est dite trichromatique à extraction à l'acétone (90%) ,celle de JEFFREY et HUMPHREY (1975).

Principe

Nous avons filtré un volume de 200ml sur des filtres Wathman, puis placer les filtres dans du papier d'aluminium dans le congélateur pour les prélèvements du mois de Mars, pour l'extraction des pigments nous avons procédé comme suit :

Après avoir introduit les filtres dans des tubes à centrifugeuse ,en ajoutant 15ml d'acétone 90%, nous avons déchiqueté les filtres pour une meilleure extraction, puis les placés au réfrigérateur pendant 20 heures.

Ils sont passés à la centrifugeuse pendant 5 à 10mn à 3000-4000trs/mm puis le surnageant a été transféré dans une cuve et placé dans un spectromètre afin de mesurer les absorbances (Annexe III).

Expression des résultats :

La détermination de concentration de la chlorophylle a est fait a partir de l'équation suivante :

$$Chl \underline{a} \text{ (mg/m}^3\text{)} = \frac{(11,64 A_{663} - 2,16 A_{645} + 0,1 A_{630}) \times v}{V \times I}$$

V: volume d'eau filtrée (litre)

v : volume d'acétone a 90% (millimètre)

I: longueur du trajet optique de la cuve de mesure (centimètre)

$$A_{663} = (Ab_{663} - bc_{663}) - (Ab_{750} - bc_{750})$$

$$A_{645} = (Ab_{645} - bc_{645}) - (Ab_{750} - bc_{750})$$

$$A_{630} = (Ab_{630} - bc_{630}) - (Ab_{750} - bc_{750})$$

bc:blanc des cuves

2.2.3. Dosage de l'Ammonium (NH₄⁺) [Méthode ISO N° 7150 (AFNOR, 2001)]

Principe

Mesure spectrométrique à 655nm du composé vert formé par réaction de L'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.(Tableau 01, Annexe III).

2.2.4. Dosage des phosphates (PO_4^{3-}) [Méthode ISO N° 7150 (AFNOR, 2001)]**Principe**

Formation en milieu acide d'un complexe avec molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium.

Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui représente deux valeurs maximales d'absorption (λ 700nm, λ 880nm) (Tableau 01, Annexe III).

2.2.5. Dosage des nitrates et des nitrites [Méthode ISO N° 5667(AFNOR, 2001)]

Pour déterminer les nitrates et les nitrites nous avons utilisé un procédé de réduction des nitrates en nitrites d'un auto analyseur à flux continu de type (SKALAR, 2003).

Les nitrites réagissent avec la sulfanilamide en milieu acide pour donner un composé diazoïque celui-ci forme avec le naphthyle éthylène diamine un complexe de couleur rose violacée et de longueur d'onde (λ) de 540nm. (Tableau 02 et 03, Annexe III).

2.2.6. Recherche Bactériologique [Méthode ISO N° ISO7899-2(AFNOR, 2001)]

- **Les Coliformes Totaux (CT)**

Principe

Après filtration de l'échantillon sur membrane, celle-ci est déposée sur un milieu sélectif dit « présumptif » en prenant soin de ne pas piéger l'air. Puis laisser incuber à 37°C et faire la lecture après 24 heures.

Les colonies suspectes sont de couleur rouge (lactose positif) sont comptées puis repiquées sur le milieu TSI ou BCPL pour confirmer « test confirmatif ».

L'utilisation du lactose et le dégagement de gaz caractéristique principale des coliformes.

On a utilisé le milieu BCPL pour le test confirmatif en inoculant la colonie isolée des le milieu à l'aide d'une pipette pasteur incubé à 37°C. Après 24 h les tubes présentent :

Un virage au jaune plus un dégagement de gaz (le test est donc positif c'est à dire il ya présence de coliformes) (fig 08) .

- **Les Streptocoques Fécaux (SF)**

Principe

Technique par filtration sur membrane consiste à :

- Filtrer 100 ml d'échantillon sur une membrane 0,45 µm, en diluant si nécessaires avec de l'eau peptonée saline.
- Assécher la membrane par manipulation successive du robinet de la rampe de filtration,
- Déposer la membrane sur le milieu de culture (la gelose m-endo), en évitant qu'une bulle d'air s'interpose entre le milieu de culture et la membrane.
- Celle-ci permet, par osmose, le passage des éléments nutritifs vers les bactéries éventuellement présentes.

Incuber à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 44 ± 4 h. puis lecture, confirmation et expression des résultats (fig 09).

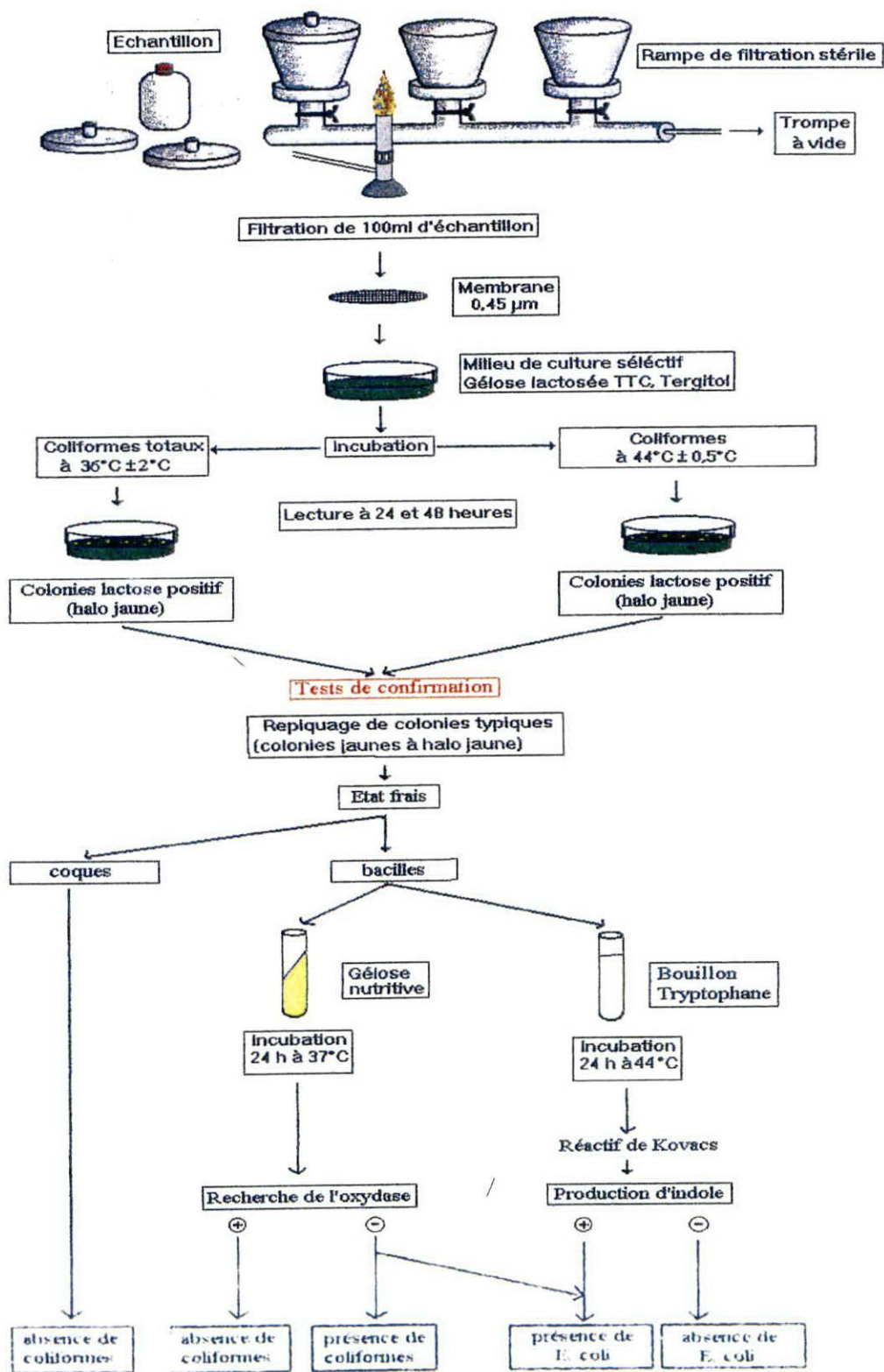


Figure (8) : Recherche des coliformes totaux et E.coli.

DENOMBREMENT DES ENTEROCOQUES

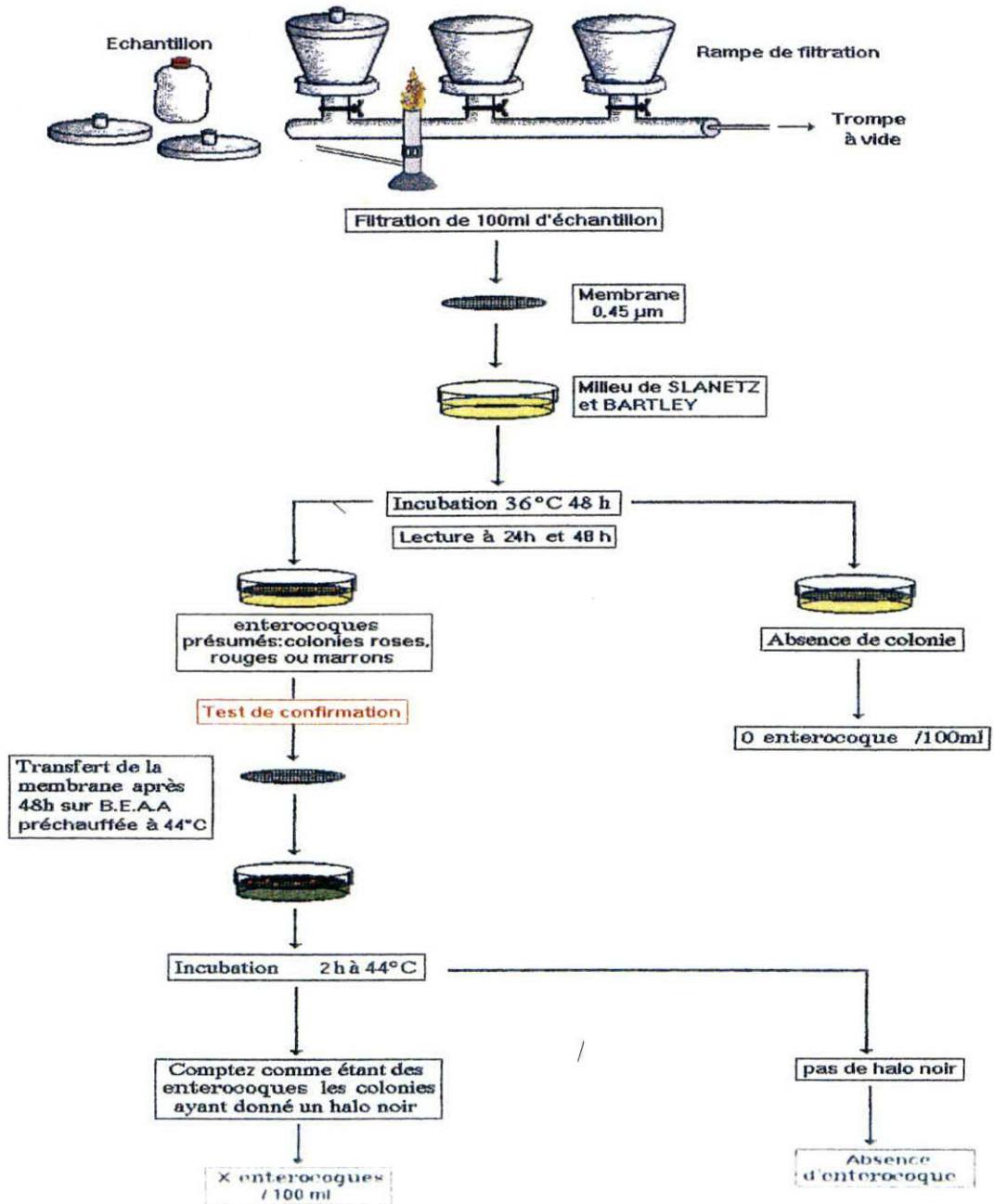


Figure (9) : Recherche des Streptocoques fécaux.

2.2.7. Analyse statistique

Analyse des composantes principales (ACP) : Nous avons utilisée l'A.C.P version française.

Définition

L'Analyse en Composante Principale (ACP) est une méthode d'ordination classique. A partir d'un ensemble n d'objets dans un espace de p descripteurs, il faut trouver une représentation dans un espace réduit de k dimensions ($k \ll p$) qui conserve "le meilleur résumé " (au sens du maximum de la variance projetée).

Réalisation de l'analyse en composantes principales :

Le but : trouver des axes orthogonaux (indépendants) qui ont la propriété d'extraire le maximum de la variance projetée (ou inertie projetée) des individus ou objets.

- Calcul de la matrice des données centrées-réduites.
- Calcul de la matrice des corrélations variables/variables.
- Calcul de la matrice des vecteurs propres et du vecteur des valeurs propres.

Pour cette analyse statistique nous avons eu recours au logiciel **statistica 2006**.

2.3. Les paramètres abiotiques

Les organismes aquatiques dépendent de la qualité de leur milieu ambiant. Celle-ci est non seulement conditionnée par des paramètres abiotiques (pH, salinité, teneur en oxygène, métaux, substances toxiques, nutriments, ...etc.) mais également par des paramètres biotiques (substrat, environnement naturel, autres organismes, courants.... etc.).

2.3.1. La Température (T °C)

La Température est un paramètre important, elle influence la composition de l'eau en déplaçant les équilibres chimiques. Elle contrôle en partie la solubilité des gaz dissous, la densité, la viscosité et la disposition spatiale des espèces. Elle influence surtout la vie piscicole par son incidence sur la production primaire, la reproduction, la croissance et la vitesse de développement des individus.

Chaque espèce ne peut vivre que dans un certain intervalle de température hors duquel elle est amenée à disparaître. Son *perferendum* thermique correspond à une zone de température, là où l'espèce se maintient le plus facilement.

Donc les variations de la température peuvent tuer certaines espèces aquacoles, mais également favoriser le développement d'autres espèces, ce qui entraîne un déséquilibre écologique (Arrignon, 1991). La température a été mesurée in situ et exprimée en degré celsius (° C).

2.3.2. Le Potentiel d'hydrogène (pH)

C'est le cologarithme de la concentration des ions hydrogène dans l'eau (Arrignon, 1998). C'est une mesure de degré du caractère acide ou basique d'une solution aqueuse (Serge et Denis, in Daimellah N. et Zerrouki N., 2006).

En effet, un pH trop élevé favorise le développement des parasites chez les poissons (Afri, 1991). Il est mesuré in situ par un pH-mètre de terrain.

2.3.3 La Conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est la conductivité d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et de trajectoire de 1 cm (Rodier et al, 1996).

La conductivité électrique détermine le degré de minéralisation de l'eau, elle augmente avec la teneur en sels électrolytables dissous, donc avec la température (Arrignon, 1998).

Les sels dissous dans l'eau exercent une pression osmotique sur les organismes qui y vivent. La plupart des espèces aquatiques peuvent supporter facilement des variations relatives de la teneur en sels dissous à condition que la minéralisation totale ne subisse pas de très grandes variations. Cependant une pression osmotique élevée peut provoquer au niveau des branchies, des phénomènes de diffusion à travers les parois cellulaires et entraîner la mort des cellules correspondantes (Arrignon, 1998). Elle est mesurée in situ et exprimée en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

2.3.4. Les Matières en suspension (MES)

Ce facteur peut être considéré comme limitant à la fois de l'installation du développement de la faune benthique et du peuplement ichthyologique. (Savary, in Daimellah N. et Zerrouki N., 2006), a défini les MES comme étant des particules solides très fines qui se classent en :

- Matières décantables qui se séparent naturellement sans apport des réactifs, quand l'eau est au repos.
- Matières colloïdales trop fines pour décanter par gravité, mais éliminées par coagulation.

Les MES peuvent réduire la luminosité et par conséquent baisser la productivité primaire. Ceci s'accompagne par une chute du taux d'oxygène dissous, due à la diminution de l'activité photosynthétique (Bremond et Vuichard, 1973).

Les MES interviennent dans le milieu aquatique :

- soit par action directe sur les poissons en provoquant un épaissement des cellules épithéliales des branchies, surtout au moment des vidanges périodiques des barrages.
- soit par action nuisible sur les œufs,

- soit par modification des mouvements des poissons,
- soit encore par réduction de la biomasse ordinairement produite par le milieu (Arrignon, 1991).

2. 3.5. Les sels nutritifs

- **Les Nitrates (NO_3^-)**

D'après la définition faite par Arrignon (1998), les ions nitrates sont la forme la plus oxygénée de l'azote. La teneur de ce dernier est variable suivant la saison et selon l'origine des eaux.

Les nitrates ne peuvent être considérés comme facteur limitant (Lamotte et Bourlière, 1983 in Ali B.A. et Boudighaghen F. 1995).

Les nitrates jouent un rôle particulièrement important dans le métabolisme général des eaux et représentent une forme directement assimilable par les végétaux. En revanche, ils sont toxiques quand leur taux dépasse 50 mg/l, peuvent entraîner une diminution de la croissance des poissons et perturber leur reproduction et leur vitalité.

- **Les Nitrites (NO_2^-)**

L'azote nitreux est la plus toxique des formes minérales de l'azote. (Lacaze, 1996). L'ion nitrite est dans la plupart des cas, en dehors de situation de pollution extrême, rapidement oxydé dans le milieu naturel de sorte qu'il est rarement rencontré.

A des teneurs élevées, les nitrites sont toxiques pour les animaux poïkilothermes (poissons, mollusques, crustacés et insectes aquatiques).

L'effet toxique le mieux connu et le plus évident est la destruction (par oxydation) de l'hémoglobine, empêchant la fixation de l'oxygène et son transport

vers les organes. On parle alors de la méthémoglobinémie, le poisson se trouvant très rapidement en état de détresse respiratoire (Arrignon, 1998).

- **L'Ammonium (NH_4^+)**

L'ammonium est la forme prédominante de l'azote ammoniacal, (Aminot et Chaussepied, 1983). IL se trouve dans les eaux sous forme ionisée (NH_4^+), peu néfaste vis-à-vis de la faune aquatique, ou sous forme hydratée (NH_3) qui, en revanche, peut entraîner de graves conséquences sur les milieux récepteurs du fait de sa toxicité.

L'ammoniaque provoque, même à de faibles concentrations, des lésions branchiales qui limitent les échanges entre le sang et le milieu extérieur (Nisbet et Verneaux, 1970).

- **Les Phosphates (PO_4^{3-})**

Le phosphore est un facteur limitant de la production de la biomasse végétale (Levéque, 1996). En eau douce le phosphore est généralement responsable de l'accélération des phénomènes d'eutrophisation (Lacaze, 1996).

Les orthophosphates présentent rarement une toxicité vis-à-vis du poisson et sont d'ailleurs utilisés en pisciculture pour augmenter la biomasse planctonique. Cependant, à des teneurs élevées, les algues forment un épais tapis en surface des plans d'eau et se décomposent, entraînant ainsi un abaissement du taux d'oxygène dissous, ce qui peut être dangereux pour les poissons.

2.4. Les paramètres biotiques

2.4.1. L'Oxygène dissous (O₂)

L'oxygène est un paramètre important du milieu, il contrôle la majorité des processus biologiques des écosystèmes aquatiques (Aminot et Chaussepied, 1983). Le taux de l'oxygène dissous dans une eau détermine directement la nature de l'écosystème aquatique (Bontoux, 1993).

Il peut jouer un rôle de facteur limitant dans un milieu aquatique (Dajoz, in Akli S. et Kherfella N., 1993.). Il est mesuré in situ par un oxymètre de terrain et exprimé en mg par litre.

2.4.2. Dosage de la chlorophylle a

Le dosage de la Chlorophylle a, est souvent considéré par les auteurs comme une estimation de la biomasse phototrophe. Celle-ci est la seule molécule susceptible d'assurer la photosynthèse (Lamotte et Bourlière, in Ali B.A . et Boudighaghen F. 1995).

2.4.3. Analyse bactériologique

L'analyse bactériologique de l'eau a pour but de mettre en évidence la présence des germes responsables de maladies à transmission hydriques telles que : gastro-entérite – hépatite – dermatoses – choléra - typhoïde - dysenterie.

Les germes de contamination fécale s'accompagnent de la présence de germes pathogènes qui augmentent le risque sanitaire et contaminent l'eau. Ces germes, indicateurs de pollution fécale, sont représentés par :

- **Les coliformes totaux (CT)**

Sous cette appellation sont regroupés les bactéries de la famille des Entérobactéries. Ce sont des organismes en forme de bâtonnet, non sporogènes à gram-négatif, oxydase négative, et sont aérobies à anaérobies facultatifs. Ils croient sur milieu lactosé à 37°C.

- **Escherichia coli (Coliformes Fécaux : CF)**

Ce sont des bactéries gram négatif qui appartiennent aux coliformes fécaux thermotolérants. Elles constituent un sous groupe des coliformes totaux. Ils fermentent le lactose et produisent de l'indole à partir du tryptophane en moins de 24 h à $44 \pm 0.5^\circ\text{C}$ (AFNOR, 2000).

- **Les streptocoques fécaux (SF)**

Les streptocoques fécaux sont des hôtes de l'intestin des animaux à sang chaud appelés aussi : entérocoques intestinaux.

Ce sont des bactéries qui se développent sur un milieu sélectif à l'azoture de sodium (Slanetz Barthey,) réduisant le chlorure de 2, 3,5-triphenyl-tetrazolium (T.T.C) en formosan donnant des colonies de couleur rose-rouge et hydrolysant l'esculine à 44°C pendant 24h.

L'analyse des paramètres microbiologiques porte essentiellement sur l'étude qualitative selon le protocole cité en Annexe III.

CHAPITRE III
RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats relatifs aux paramètres abiotiques et biotiques sont consignés dans le tableau 01 de l'Annexe I.

1. Les paramètres abiotiques

1.1. La température

L'analyse graphique de l'évolution mensuelle de la température dénote une augmentation graduelle du mois de Mars au mois de Mai (fig.10).

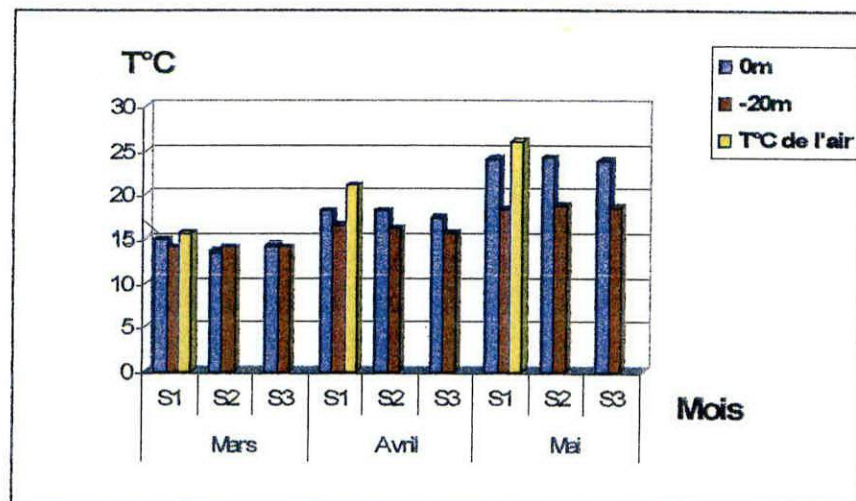


Figure 10 : Variations mensuelles de la température par niveau.

La température atteint son minimum (13,4°C) en Mars, son maximum (24,2°C) en Mai à la station 2 en surface.

Nous constatons clairement que les eaux de surface sont plus chaudes que celles du fond, sauf pour le premier prélèvement dont la température est légèrement plus élevée (14 °C) au niveau de la station 2.

En Mars la température est homogène pour les deux niveaux, avec une moyenne de 14,13°C.

Lorsque nous entamons le mois d'Avril, un écart thermique de 2°C se dessine entre les deux niveaux et atteint les 5°C au mois de Mai, traduisant une mise en place d'une stratification thermique.

La température de l'eau suit une évolution saisonnière, elle est influencée directement par la température de l'air. En effet, la température de l'air est de 15,6 °C au mois de Mars, 21,1°C en Avril et de 26°C en Mai.

Nous remarquons que les valeurs enregistrées tout au long de notre étude répondent parfaitement aux exigences thermiques de nombreuses espèces piscicoles et notamment cyprinicoles (tableau 06, Annexe II).

1.2. Le Potentiel hydrogène (pH)

Le Potentiel hydrogène enregistré au cours des prélèvements indique des valeurs qui oscillent entre un minimum de 7.7 enregistré en Mars à la station S2 à 20m de profondeur, et un maximum de 8.2 enregistré au mois d'Avril en S1 en surface.

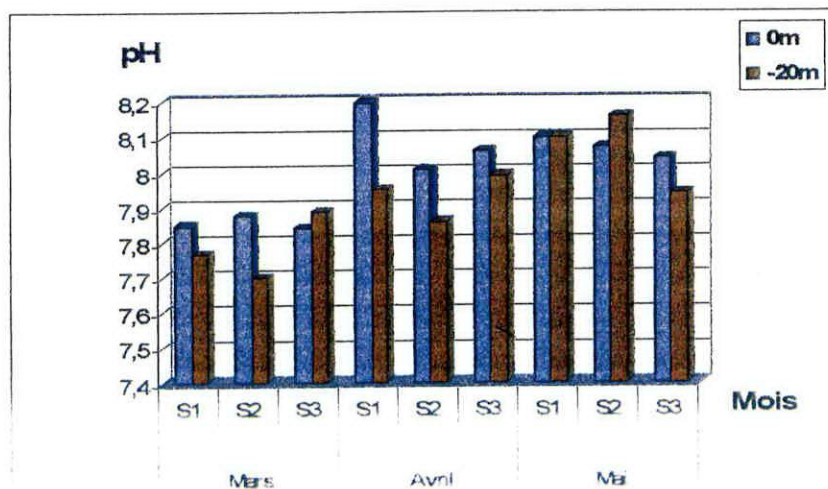


Figure 11 : Variations mensuelles de pH par niveau.

Les valeurs les plus faibles sont observées au mois de Mars contrairement au mois d'Avril et Mai les variations de pH sont légèrement élevées.

Ces variations peuvent être dues à l'activité photosynthétique des végétaux aquatiques qui entraîne la fixation du CO₂, donc le pH s'accroît lorsque le CO₂ diminue (Yell et al in Berrachdi et Si-Abderrahman, 2006).

Les poissons tolèrent un pH compris entre 6 et 9. Les valeurs du pH inférieure à 5 sont généralement peu favorables à la vie aquatique, en particulier à la vie piscicole en revanche, en dehors des pollutions chimiques des eaux très alcalins peuvent présenter des peuplements riches et diversifiés (Nisbet et Verneaux, 1970).

Les variations de pH enregistrées indiquent que c'est un milieu moyennement alcalin d'après les normes présentées dans le tableau 06, Annexe II.

Celles ci concordent parfaitement avec les exigences écologiques de la plupart des espèces de poisson d'eau douce (Schlumberger, 1997).

1.3. La Conductivité électrique

Les valeurs mensuelles de la conductivité électrique sont presque homogènes pour les mois de Mars et Avril (fig. 12).

Celles-ci varient entre un minimum de 1216 $\mu\text{s}/\text{cm}$ enregistré à la station S₃ en surface au mois d'Avril et un maximum de 1286 $\mu\text{s}/\text{cm}$ en S₂ à 20 m au mois de Mai. Nous constatons une légère augmentation de la conductivité électrique qui s'observe durant ce dernier mois.

Nous pensons que celle-ci est due à l'augmentation de la température d'une part et éventuellement aux apports chargés en sels provenant de Oued Djelloula et Oued Keddara .

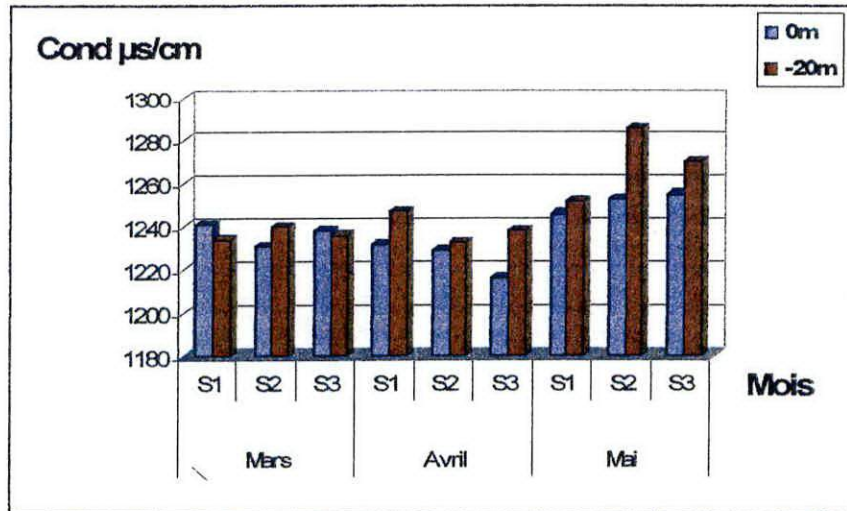


Figure 12 : Variations mensuelles de la Conductivité par niveau.

Les eaux du barrage présentent une très forte à excessive minéralisation et selon les normes proposées par Nisbet et Verneaux (1976), le lac appartient à la classe (8) (tableau 07, Annexe II.). De même, si nous nous référons aux normes de qualité des eaux proposées par Schlumberger (1997), notre milieu présente une conductivité supérieure à la norme par rapport aux exigences des poissons (Tableau 06, annexe II) .

1.4. Les Matières en suspension (MES)

D'après les résultats obtenus, la teneur des MES oscille dans l'ensemble entre 2 mg/l et 55 mg/l

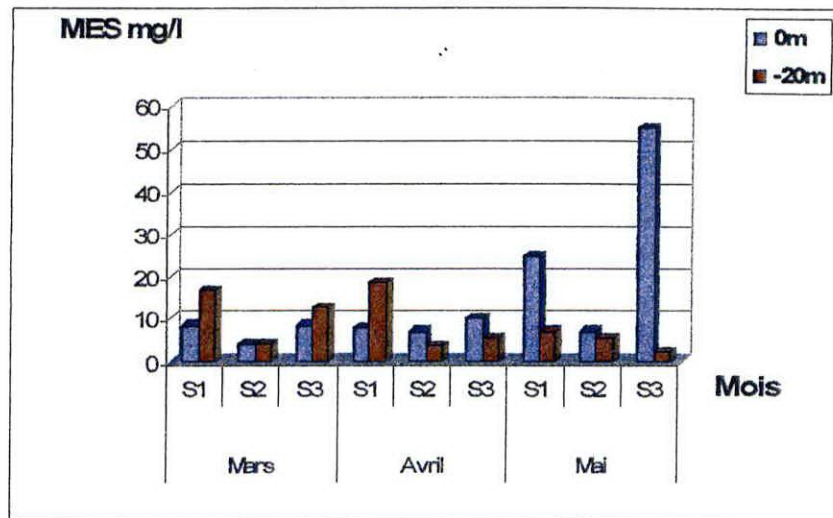


Figure 13 : Variations mensuelles des MES par niveau.

Nous remarquons que pour l'ensemble des stations, les valeurs des MES sont inférieures à 20 mg/l, à l'exception du mois de Mai où les eaux de surface enregistrent respectivement des valeurs de 25 mg/l et 55 mg/l en S1 et S3. Rappelons que celles-ci se situent aux niveaux des oueds Djelloula et Keddara.

Au mois de Mars, les MES varient de 4,16 mg/l (S₂) à 16,66 mg/l (S₁) en profondeur. Elles sont dues aux particules en suspension transportées par lessivage des sols (sachant que le mois de Mars était particulièrement pluvieux).

Au mois d'Avril, elles varient entre une valeur minimale de 10 mg/l à la station S₃ en surface et une valeur maximale de 18,5 mg/l à la station S₁ en profondeur.

L'augmentation des MES au mois de Mai est due au mélange des eaux de surface et du fond et à l'augmentation des produits de dégradation des végétaux et des animaux.

Donc à l'exception de la valeur notée au mois de Mai, nos eaux présentent une bonne situation puisque elles restent largement dans les normes (Arrignon, 1998;

Nisbet et Verneaux ,1970 ; Schlumberger, 1997), (tableaux 02,05 et 06, Annexe II).

1.5. Les Nitrates (NO_3^-)

Les concentrations en nitrates sont faibles en surface par apport à la profondeur (fig.14).

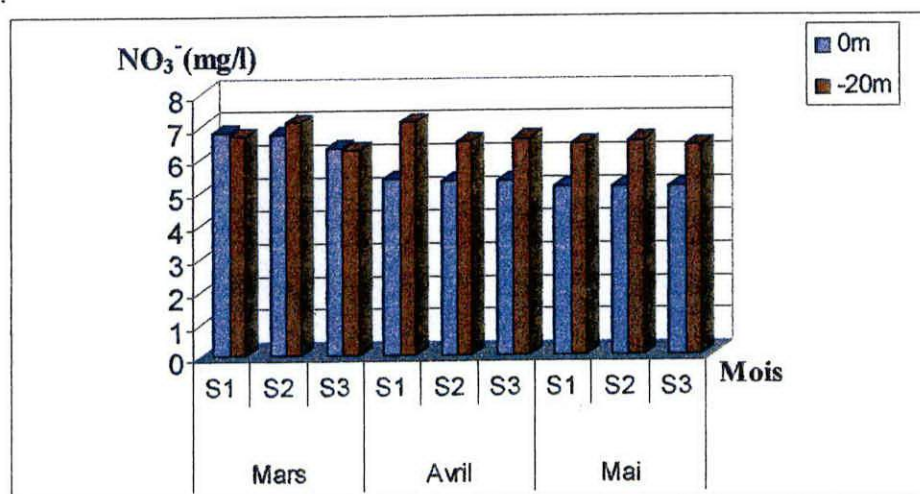


Figure 14 : Variations mensuelles de Nitrate par niveau

La teneur de notre site en nitrates varie de 5,11 mg/l à 6,80 mg/l en surface et de 6,23mg/l à 7,03mg/l en profondeur. Des teneurs élevées sont enregistrées en profondeur, au mois de Mars et avril.

En surface, les teneurs en nitrates sont plus faibles, notamment à partir du mois d'avril et mai. Ceci peut s'expliquer probablement par leur consommation par le phytoplancton.

Les variations des teneurs en nitrates sont liées au développement phytoplanctonique.

Les nitrates sont consommés par les algues, précipitent sous forme organique sur les sédiments du fond, ceci explique leur diminution dans le milieu (Olivier, in Daimellah N. et Zerrouki N., 2006).

En revanche, les valeurs élevées des nitrates sont dues à la transformation des nitrites en nitrates et à la dégradation de la matière organique par les bactéries.

Les teneurs enregistrées au mois de Mars s'expliquent par les faibles températures observées pendant ce mois qui sont défavorables à la nitrification et par la diminution de l'assimilation des algues mais aussi par la pluviométrie qui lessive le sol (Vilaginés, in Daimellah N. et Zerrouki N., 2006).

Cependant, une eau dont la teneur en nitrates est inférieure à 10 mg/l est propice aux développements des cyprinidés (Nisbèt et Verneaux, 1970).

1.6. Nitrites (NO₂⁻)

Les concentrations en nitrites sont extrêmement basses par rapport aux nitrates.

Tableau (3): les données mensuelles des nitrites (mg/l) par niveau.

Mois	MARS			Avril			Mai		
Station	S ₁	S ₂	S ₃	S ₁	S ₂	S ₃	S ₁	S ₂	S ₃
0m	0,001	0,001	0	0,090	0,100	0,090	0,094	<0,02	0,1
-20m	0,001	0,001	0	0,060	0,100	0,100	<0,02	<0,02	<0,02

Nous enregistrons une valeur minimale de 0.001mg/l au mois de Mars en S1 et S2, une valeur maximale de 0.1mg/l au mois d'Avril en S2 et S₃ à 20 m et au mois de Mai en S3 en surface, une valeur nulle en S₃ au mois de Mars.

Le maximum enregistré est dû au développement phytoplanctonique (Aminot et Chaussepied, 1983) et à un double processus soit de l'oxydation incomplète de l'ammoniac, soit de la réduction des nitrates (Rodier, 1996), ce qui explique la diminution des nitrates et l'ammoniac au cours de ces deux mois.

Selon la Norme de qualité des eaux pour les poissons, les teneurs en nitrites répondent à la norme (<0,2mg/l). Selon les tableaux 01 et 02 de l'Annexe II, les eaux de notre site d'étude peuvent être classées de bonne qualité (ANRH, 2005 ; Arrignon, 1998).

1.6 Ammonium (NH_4^+)

Les teneurs d'ammonium au niveau du barrage de Keddara restent faibles.

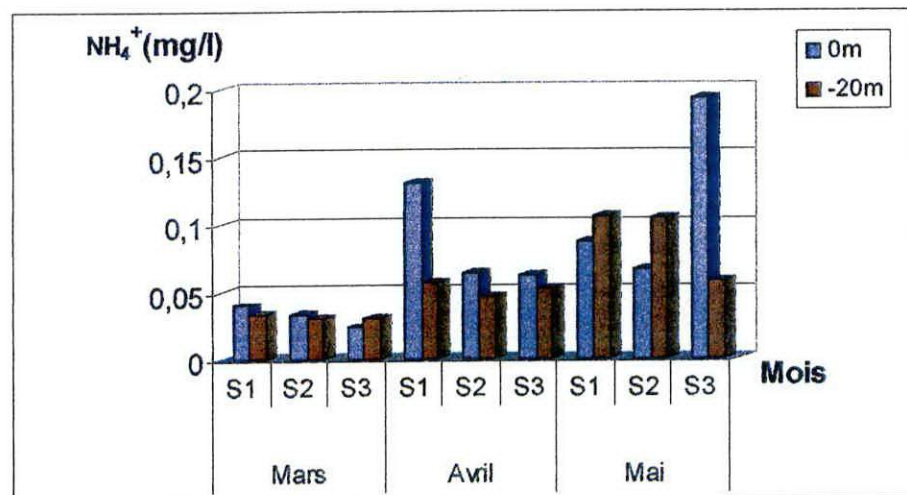


Figure 15 : Variations mensuelles de l'Ammonium par niveau

Le minimum est de 0,024mg/l au mois de Mars à la station S3 en surface et le maximum de 0,192mg/l au mois de Mai à la station S3.

Au mois de Mars les teneurs de l'ammonium restent en dessous de 0.04mg/l et augmentent en général pour les autres mois notamment en surface pour les stations 1 et 3.

Cela s'explique d'une part par la faible assimilation par les algues, et d'autre part par la pluviosité qui lessive les sols. Ainsi on constate qu'au mois de Mai, lorsque l'oxydation est suffisante et la température élevée, l'activité photosynthétique augmente ce qui entraîne une augmentation du pH et l'azote ammoniacal qui est moins fortement dissocié.

Les valeurs de l'ammonium enregistrées restent dans les normes des eaux pour la vie piscicole (tableau 06, Annexe II). Selon les normes Algériennes (ANRH, 2005), l'eau du barrage correspond à une situation moyenne.

1.9. Les phosphates (PO_4^{3-})

Les teneurs en phosphates sont très en deçà de 0,1mg/l dans l'ensemble, à l'exception de la station S3 qui atteint au mois d'Avril un maximum de 0,457 mg/l et au mois de Mai une valeur de 0,213 mg/l (fig.16).

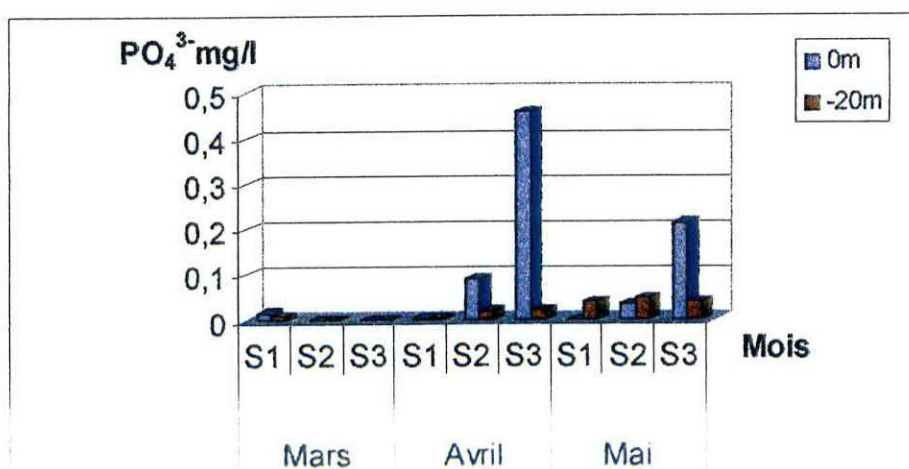


Figure16 : Variations mensuelles de Phosphate par niveau

Les faibles valeurs enregistrées peuvent être interprétées comme suit : le phosphore est rapidement recyclé et utilisé par les végétaux (Lévêque, 1996).

L'augmentation des concentrations de phosphates observée en avril et mai, est due aux apports externes (oued keddara) et relargage par les eaux du fond, le phosphore provenant de la dissolution des roches et par l'excrétion du zooplancton. (Arrignon, 1998).

Selon les normes proposées par Schlumberger (1997), les valeurs en phosphates de la plupart des stations restent en général, dans les normes et sont favorables aux exigences des poissons (tableau 06, annexe II).

2. Les paramètres biotiques :

2.1. L'oxygène dissous (O_2)

Les variations de l'oxygène sont peu marquantes, les valeurs restent au dessus du seuil à 8 mg/l. (fig. 17).

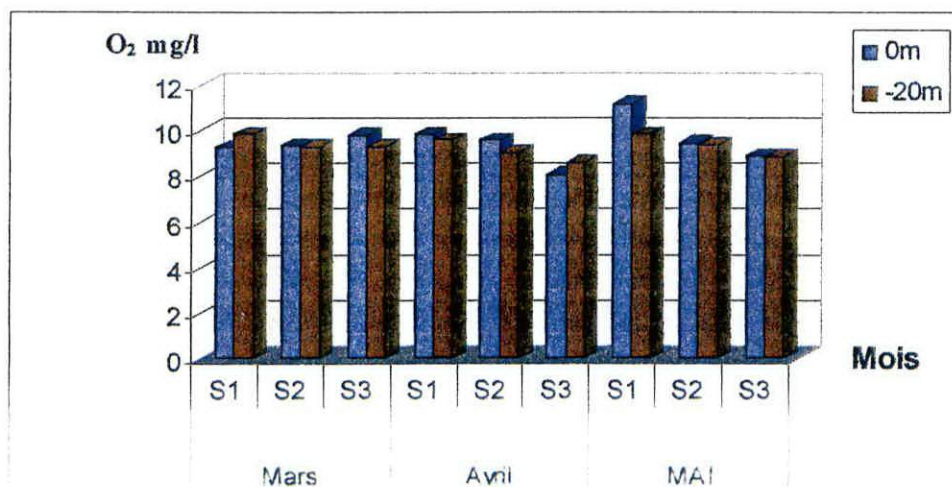


Figure 17 : Variations mensuelles de l'Oxygène par niveau.

Le minimum (8,09 mg/l) est enregistré en S3 en Avril, et le maximum est de 11,16 mg/l en S1 en surface au mois de Mai.

Au mois de Mars, les valeurs de l'oxygène, plus ou moins constantes, sont au dessus de 9 mg/l à l'exception de S1.

Au mois d'Avril, nous remarquons en général, une légère diminution de la teneur en oxygène en fonction de la profondeur.

Au mois de Mai, dans l'ensemble, une constance des valeurs en oxygène est observée, excepté en S1 en surface.

La valeur observée en S1 en Mars, peut s'expliquer par la dégradation de matières organiques et la consommation de l'oxygène par les bactéries.

Les variations verticales obtenues montrent une diminution des valeurs de l'oxygène avec la profondeur en raison de la diminution de l'activité photosynthétique dans les couches profondes en raison de l'atténuation de la lumière (Pourriot et Meybek in Berrachedi et Si-Abderrahmane, 2006).

En revanche les valeurs plus élevées en surface, s'expliquent par l'activité des organismes photosynthétiques qui produisent de l'oxygène dans la colonne d'eau supérieure.

Selon Arrignon (1998), ces valeurs montrent que l'eau du barrage est bien oxygénée et de qualités excellentes (Tableau 02, Annexe II), Par conséquent, elles correspondent aux valeurs idéales pour une vie piscicole et notamment cyprinicole (Tableau 06, Annexe II).

2.2. La chlorophylle a :

La distribution de la Chlorophylle a est hétérogène selon les stations et les mois.

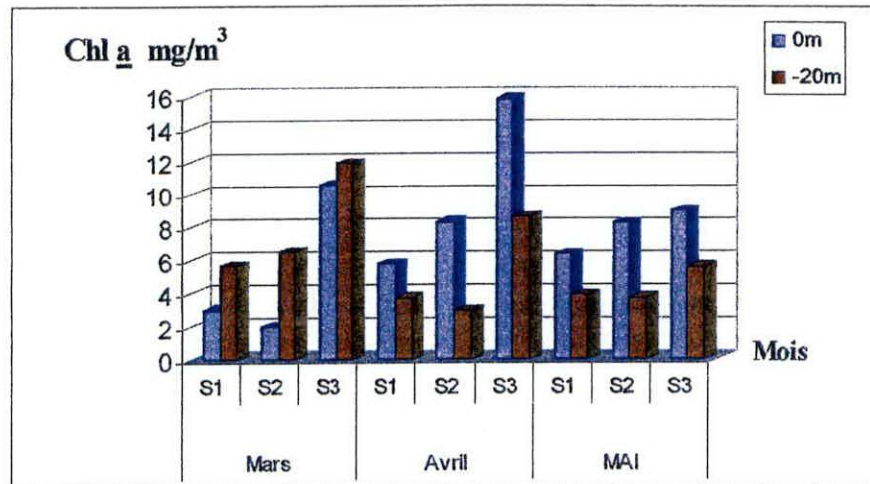


Figure 18 : Variations mensuelles de la *Chlorophylle a*

Au mois de Mars nous constatons en surface des teneurs relativement faibles en Chlorophylle a, pour les S1 (2,97 mg/m³) et S2 (1,95 mg/m³), par rapport aux autres mois où l'augmentation est remarquable notamment en Avril en surface et où l'on enregistre une valeur maximale de l'ordre de 15,85 mg/m³ à la S₃.

En dehors du mois de mars, la teneur des eaux en chlorophylle a diminue avec la profondeur. Cette baisse est due à la réduction de l'intensité lumineuse avec la profondeur d'une part et aux faibles teneurs en sels nutritifs d'autre part.

Quant aux teneurs élevées enregistrées à la station S3 au mois de Mars, elles pourraient être due à la sédimentation des peuplements phytoplanctonique (Barbe, in Essed et Sidi ben Ali, 1993).

Selon les normes proposées par Arrignon (1998), l'eau est classée comme excellente (tableau 02 ; Annexe II).

2.3. Analyse bactériologique

Par souci de commodité et d'efficacité, nous avons privilégié la méthode de filtration sur membrane (FM) qui est validée par le centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ).

L'analyse bactériologique révèle un très faible taux de bactéries marquée par une légère augmentation des coliformes totaux au mois de Mai, une absence totale des coliformes fécaux (CF) et une absence des streptocoques aux mois de Mars et Avril. Ces derniers apparaissent en Mai en nombre réduit de colonies (tableau 02, Annexe II).

Tableau (04) : Résultats de l'analyse bactériologique UFC/100ml

GERMES MOIS	Coliformes totaux	<i>Escherichia coli</i> (CF)	Streptocoques fécaux
Mars	21	0	0
Avril	35	0	0
Mai	75	0	16

Nous pouvons expliquer la valeur élevée des coliformes totaux par la variation saisonnière due à une élévation de température d'une part et d'autre part par l'apport organique dû probablement aux engrais et résidus d'origine animale, utilisés par les agriculteurs.

En effet une élévation de la température peut perturber fortement le milieu et être un facteur d'accroissement d'une population bactérienne par rapport à une autre (Gaujous in Aichiou et Echchatabi, 2006).

Néanmoins, les valeurs obtenues restent très en dessous des limites tolérées par 100 ml (annexe II, tableau 08).

L'absence des streptocoques et des coliformes fécaux indique que l'eau du barrage de Keddara est une eau de très bonne qualité bactériologique c'est pourquoi elle est destinée à la consommation comme eau potable.

Selon les Critères standard microbiologiques de l'eau pour l'aquaculture, l'eau de barrage est considérée dans ce cas comme acceptable (Annexe II).

3. Analyse statistique

La matrice utilisée met en corrélations 9 variables physico-chimiques et biologiques ce sont :

La température, le pH, l'oxygène, la conductivité, les MES, les nitrates, les phosphates, l'ammonium, la chlorophylle a.

Le tableau d'analyse est de dimension (18 x 9) et dans notre cas il ya eu 18 prélèvements mesurés. Le graphe des valeurs propres (figure : A) montre que les deux axes F1 et F2 détiennent l'essentiel de l'information et ont été choisis par rapport à leur inerties totales respectives : 59.45% et 40.55%.

Ils délimitent quatre groupes, dans notre cas on déterminera trois groupes :

- Le premier groupe (GI) est composé de l'oxygène, de la conductivité et des nitrates.
- Le deuxième groupe (GII) constitué de la température, des MES, de NH_4^+ , du pH qui est opposé aux phosphates et à la chlorophylle a.
- Le troisième groupe (G III) est constitué de la chlorophylle a et des phosphates (Figure : B).

Il existe une corrélation au sein de ces groupes entre les variables qui les constituent :

- Dans le groupe (GI) l'oxygène qui va permettre la nitrification augmente les sels dans le milieu aboutissant à une conductivité importante voire même excessive.

- Dans le groupe (GII), on remarque une influence nette de la température sur les MES, l'ammonium, la conductivité et l'oxygène qui est inversement proportionnelle à celle-ci.

Une augmentation de la température entraînera celle des MES qui par dégradation de la matière organique augmente l'ammonium qui à son tour agira sur le pH du milieu.

- Dans le groupe (G IV), la chlorophylle a est étroitement liée aux phosphates. Ces derniers sont assimilés par les algues afin d'augmenter l'activité photosynthétique qui implique la production de la chlorophylle. La corrélation qui existe entre les éléments du groupe est une relation positive ou négative.

Avec les autres groupes le spectre relationnel s'élargit, les corrélations sont plus importantes.

L'axe II : représente les nitrates qui confirme une proportionnalité avec l'oxygène surtout, ils sont opposés à la température, la relation qui existe entre ces deux variables est négative. Lorsque la température augmente, les nitrates diminuent (situation observée au mois de mars et mai) période où l'activité algale s'intensifie (figure : D).

Dans le groupe III, là encore nous retrouvons la température, le pH, les MES et l'ammonium, la concentration de ces deux derniers paramètres sont liées à celle du pH et la température qui entraînera par son élévation une augmentation des

concentrations de ces paramètres produisant un effet de boule de neige ainsi une eutrophisation qui asphyxie le milieu ayant des répercussions sur la vie aquatique.

Elle représente une présentation topologique des stations sur un plan factoriel.

Nous remarquons une distribution diffuse sur le plan avec une démarcation de la station 13 qui correspond à la station S1 en surface au mois de mai située au niveau de l'oued Djelloula. (Figure C).

Nous remarquons une concentration des stations au tour de l'axe II et l'isolement de deux stations qui correspondent à la station S3 au mois d'avril (représentée en GI sur le plan) et au mois de mai (GIII) qui se situe au niveau d'oued Keddara. (Figure E)

La première est caractérisée par une forte concentration en chlorophylle a et en phosphates.

La seconde présente une valeur maximale en MES.

Les nitrates constituent donc la composante principale ayant un rôle important dans le métabolisme du milieu, ce sont aussi un maillon incontournable dans la chaîne alimentaire.

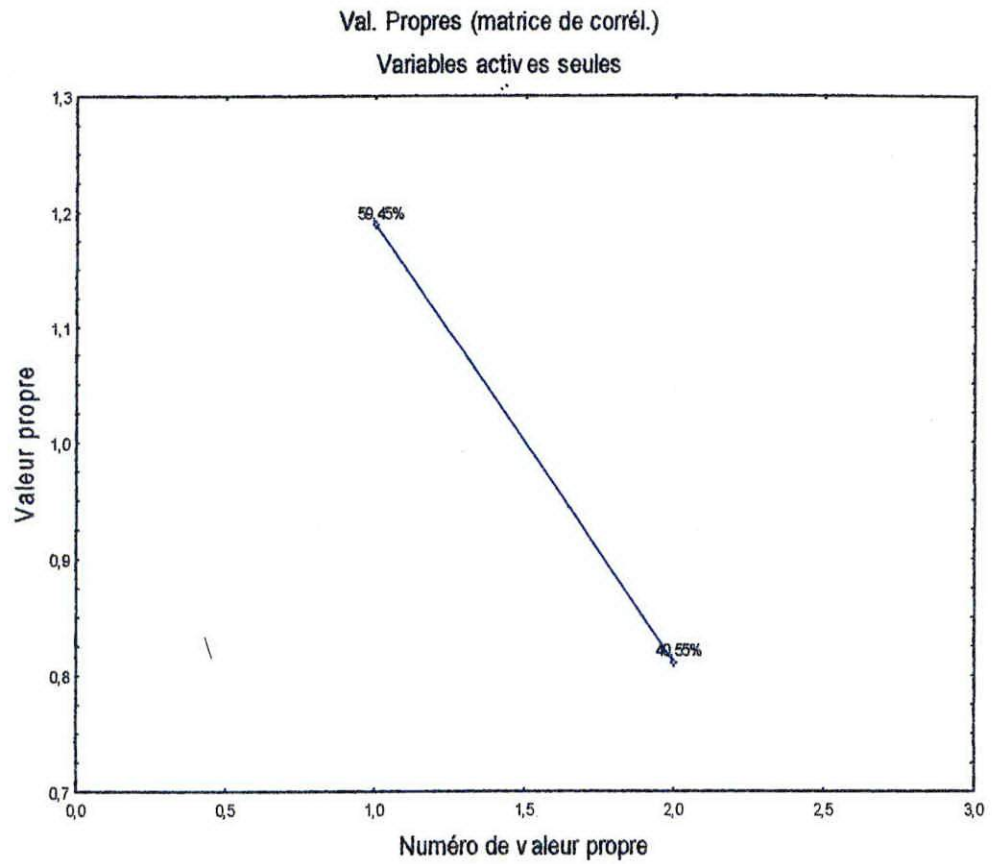


Figure A : Matrice des corrélations des valeurs propres.

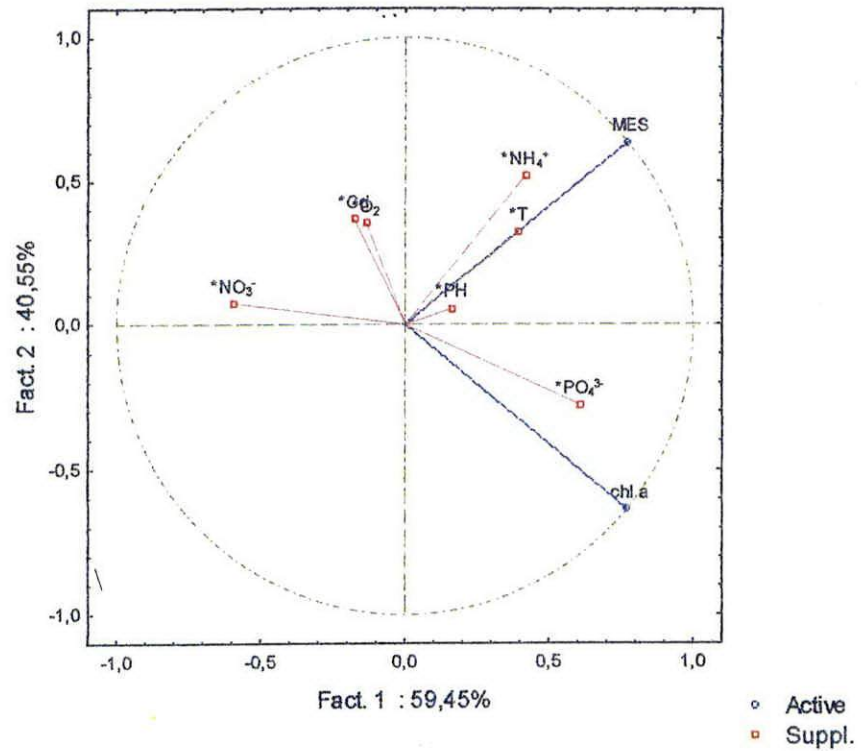


Figure B : Projection sur le plan factoriel (1x 2) des paramètres Physico-chimiques et biologique.

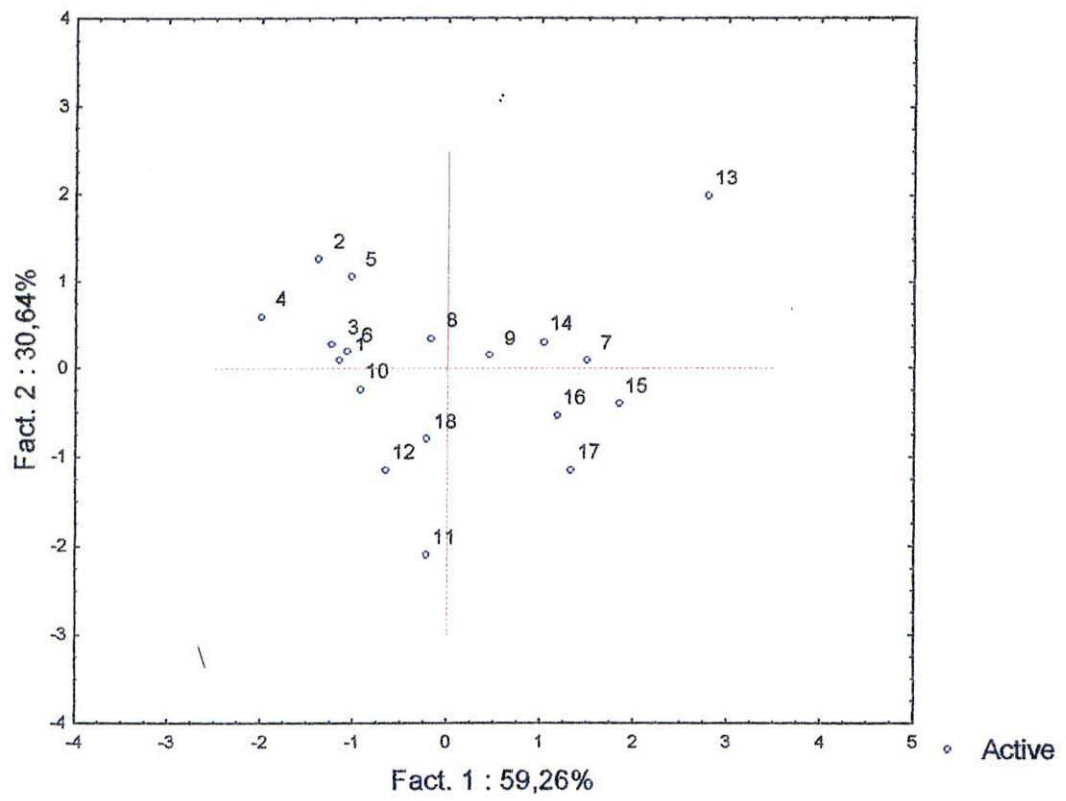


Figure C : Projection des stations sur un plan factoriel (1x2)

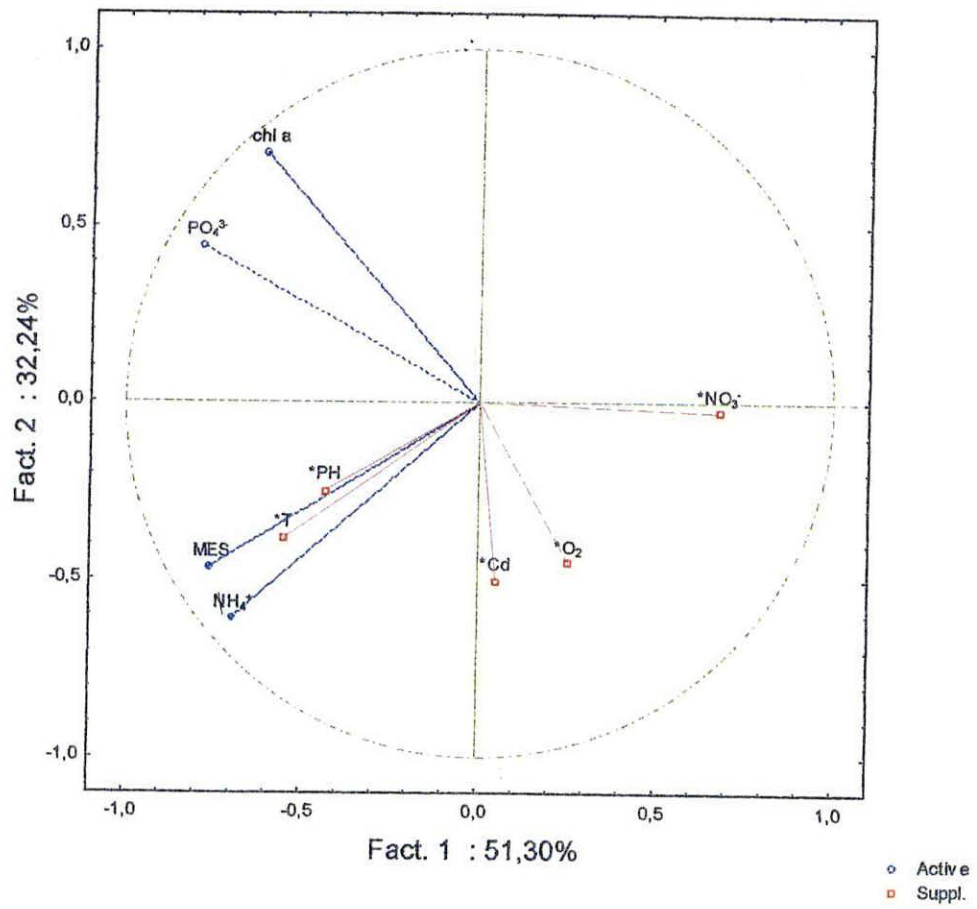


Figure D : Projection sur le plan factoriel (1x 2) des paramètres .

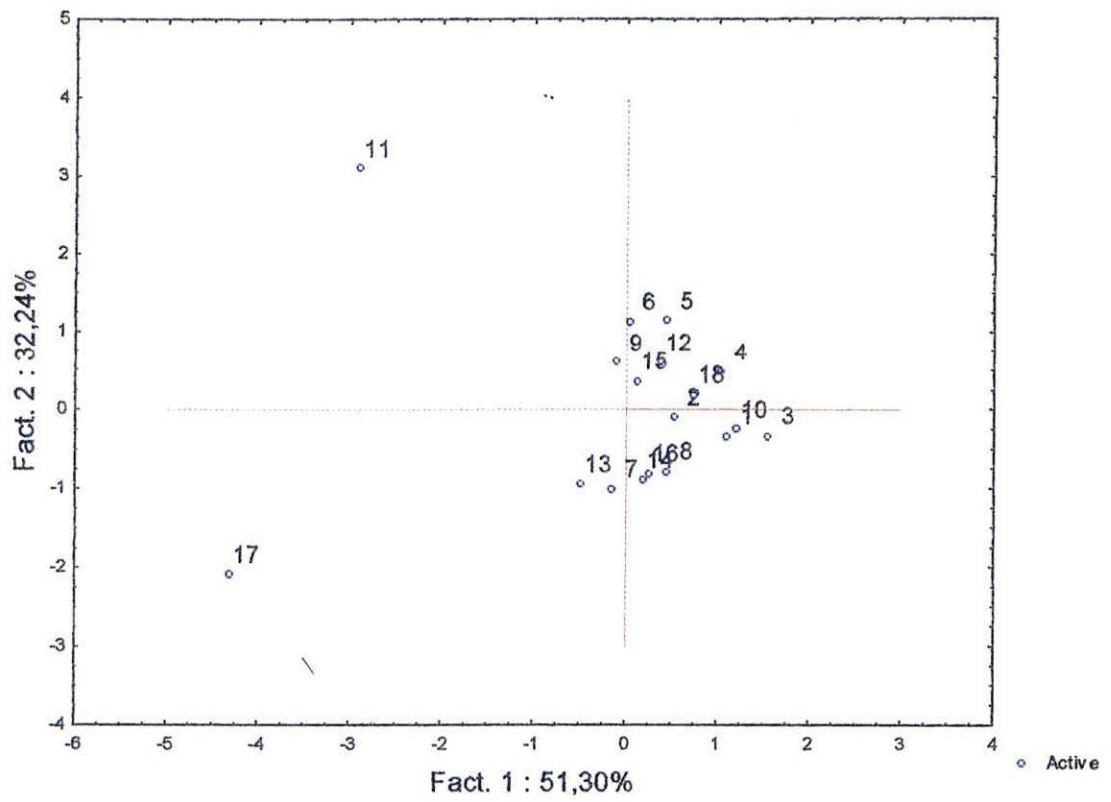


Figure E : Projection des stations sur plan factoriel (1x2).

4. Etude comparative avec d'autres barrages

Nous avons jugé intéressant de comparer nos résultats avec ceux réalisés sur d'autres sites. Les valeurs des moyennes des paramètres hydrobiologiques des eaux de surface de différents barrages, sont consignées dans le Tableau 04, Annexe I.

- La distribution mensuelle de la température et du pH des eaux de surface des différents barrages est homogène durant les trois mois d'étude (fig. 20 et 21).

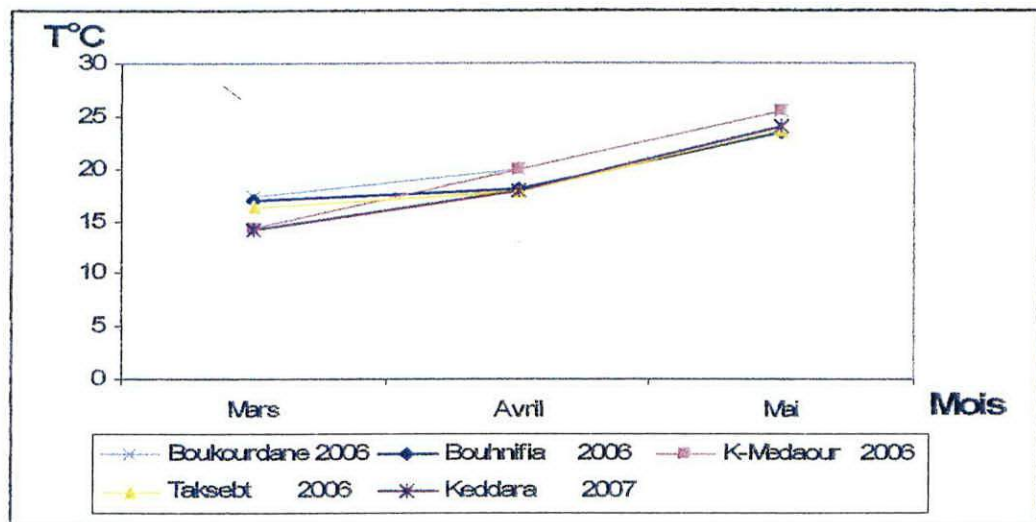


Figure n°20: Evolution des valeurs moyennes de la température des eaux de surface de différents barrages.

En général, la température est supérieure à 15°C pendant les trois mois d'étude, nous constatons une nette augmentation au mois de Mai pour tous les barrages.

Selon la norme des eaux pour les poissons (Schlumberger, 1997), les valeurs de température sont dans les normes pour l'élevage piscicole.

Quant au pH, il est constant et alcalin dans la majorité des barrages (fig. 21). Il présente des valeurs de 8,21 à 8,75 ce qui favorise les opérations d'introduction de poisson surtout lors d'empoisonnement de jeunes individus qui sont très sensibles aux brusques variations du pH.

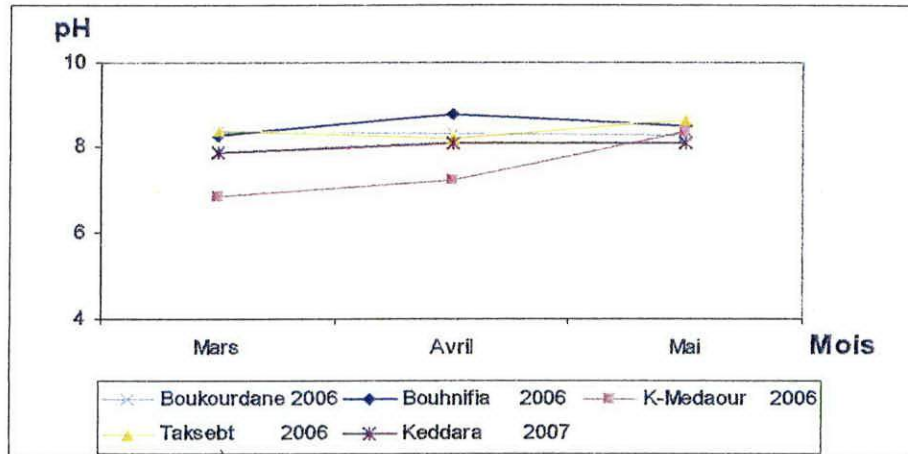


Figure n°21: Evolution des valeurs moyennes de pH des eaux de surface de différents barrages.

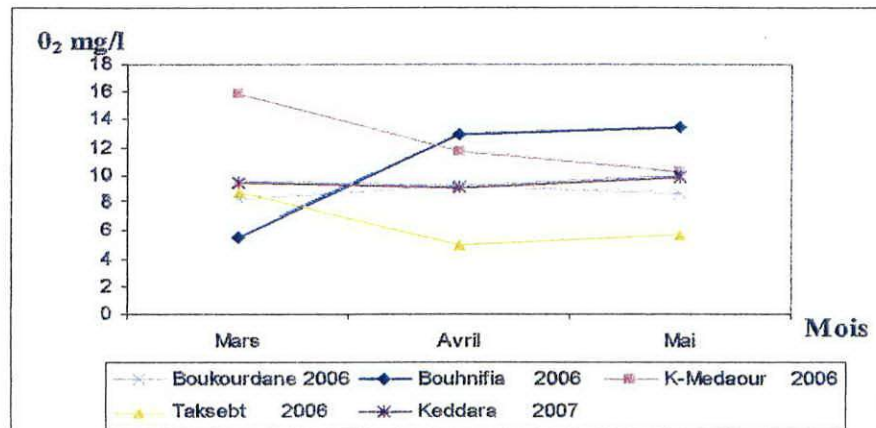


Figure n°22: Evolution des valeurs moyennes de l'oxygène dissous des eaux de surface de différents barrages.

- Quand à l'oxygène (fig. 22), la distribution est hétérogène pour la plupart des barrages, surtout au niveau du barrage de Bouhnifia où l'oxygène

varie de 5,5 mg/l au mois de Mars à 13,5 mg/l au mois de Mai. Par contre, le barrage de Boukourda ne présente des valeurs voisines par rapport à notre étude qui oscillent entre 8 mg/l et 9 mg/l. Nous remarquons que presque tous les barrages présentent une bonne oxygénation et répondent aux normes d'élevage piscicole.

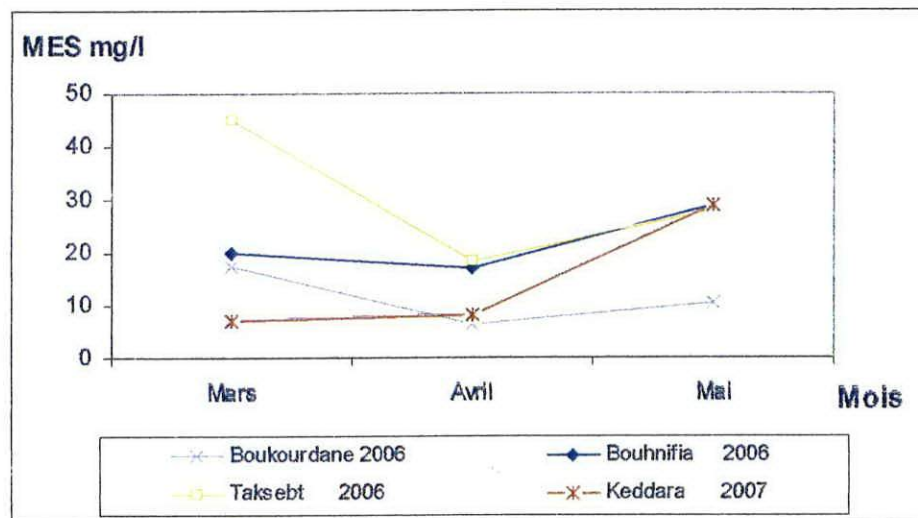


Figure n°23: Evolution des valeurs moyennes en matières en suspension des eaux de surface de différents barrages.

- Les teneurs en MES diffèrent d'un site à un autre (fig.23). Nous constatons une chute des valeurs au mois d'Avril et des teneurs plus élevées au mois de Mars dans tous les barrages à l'exception du barrage de keddara où l'on note un minimum de 6,94 mg/l alors que le maximum (45,33mg/l) est enregistré au niveau du barrage de Taksebt au même mois.

RE : Nous avons écarté les valeurs des MES pour le Barrage de K-Medaour vu l'écart qui existe entre celui-ci et les autres barrages

- Les valeurs en nitrates enregistrés dans notre étude dépassent largement les teneurs relevées aux niveaux des quatre barrages étudiés (figure n°24).

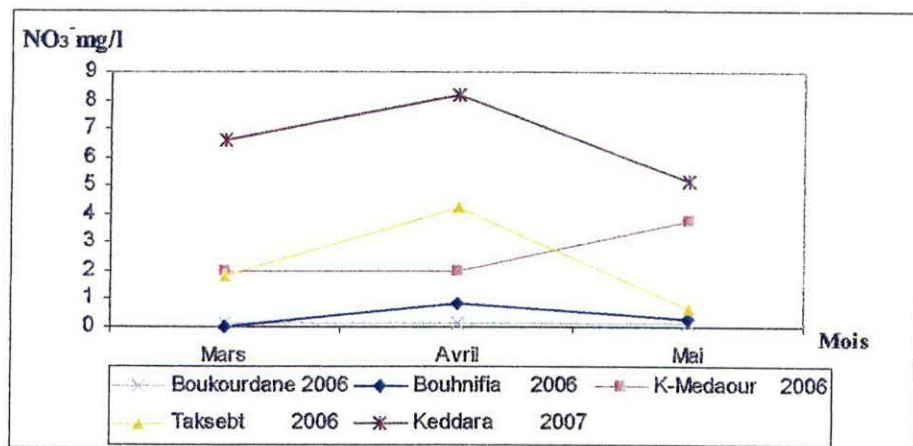


Figure n°24: Evolution des valeurs moyennes en nitrates des eaux de surface de différents barrages.

- Les teneurs des nitrites du barrage de Boukourdane (Wilaya de Tipaza) et du barrage de Bouhnifia (Wilaya de Maskara) sont élevées par rapport aux autres barrages au Moins de Mai. Nos valeurs de nitrites s’inscrivent dans les trois barrages suivants : Kodiat Medaour (Wilaya de Batna) et Taksebt (Wilaya de Tizi Ouzou) qui répondent aux norme de la qualité des eaux pour les poissons.

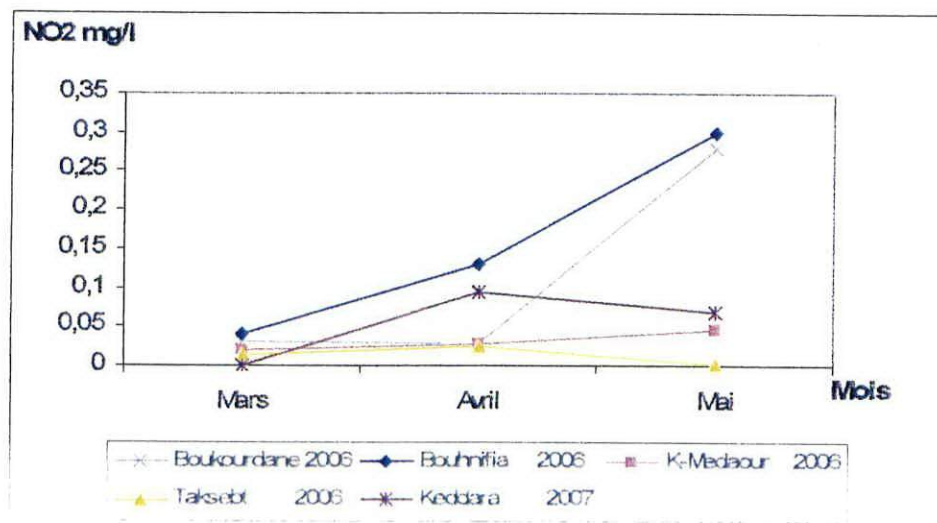


Figure n°25. Evolution des valeurs moyennes en nitrites des eaux de surface de différents barrages

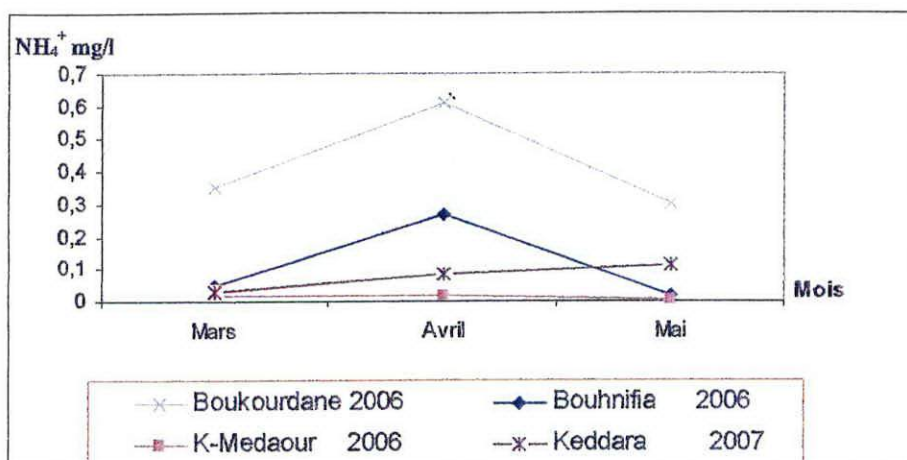


Figure n°26 : Evolution des valeurs moyennes de l'ammonium des eaux de surface de différents barrages

Le barrage de K-Medaour et le barrage de Keddara présentent des teneurs très faibles en ammonium par rapport à d'autres barrages où celles-ci ne dépassent pas la norme (<0,3mg/l).

RE : Nons avons pas de données pour l'Ammonium du Barrage de Taksebt

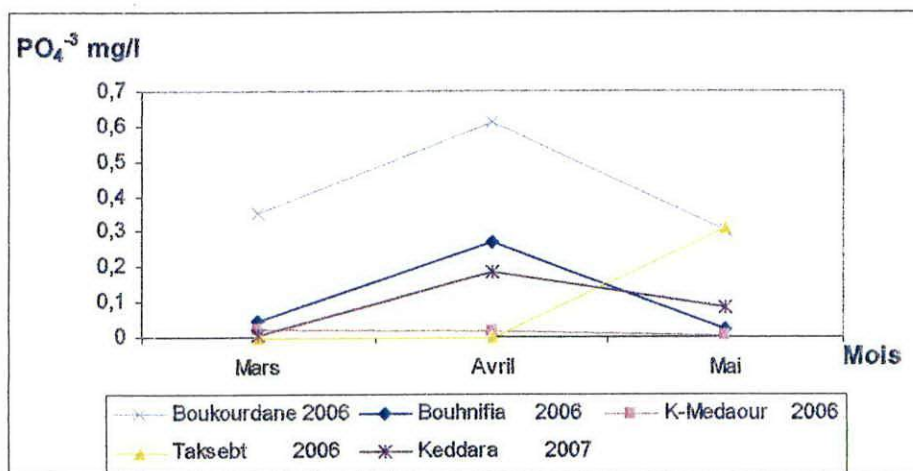


Figure n°27 : Evolution des valeurs moyennes en orthophosphates des eaux de surface de différents barrages.

Les valeurs des orthophosphates sont faibles (figure n°27) au niveau de tous les barrages et les teneurs correspondent aux normes (< à 0,3 mg/l) excepté pour le Barrage de Boukourdane.

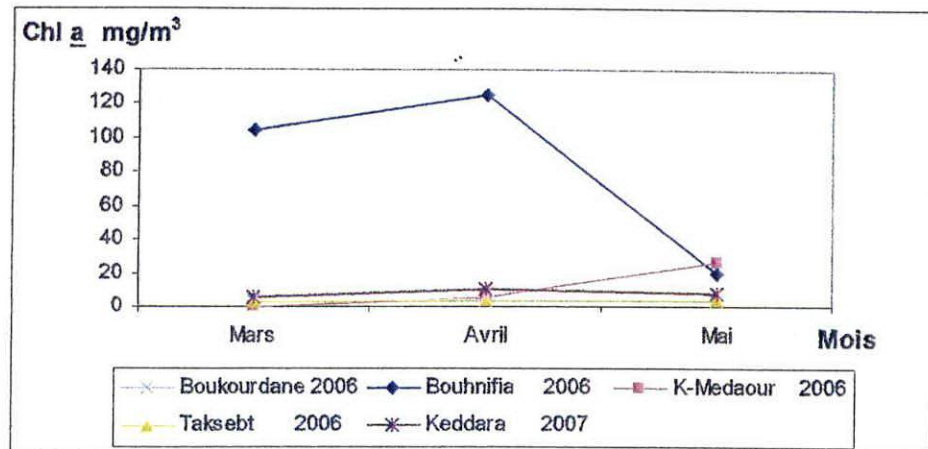


Figure n°28: Evolution des valeurs moyennes en *chlorophylle a* des eaux de surface de différents barrages .

Les valeurs moyennes de la biomasse phytoplanctonique, exprimées par la concentration en chlorophylle *a*, sont relativement stables dans les trois barrages suivants ; Taksebt, Boukourdane et Keddara, elles varient entre $5,18\text{mg/m}^3$ et $7,85\text{mg/m}^3$ contrairement au barrage de Bouhnifia qui présente une valeur élevée de l'ordre de 125 mg/m^3 au mois d'Avril et $19,5\text{ mg/m}^3$ au mois de Mai (fig. 28).

Au terme de cette étude comparative, nous pouvons conclure que les teneurs en sels nutritifs et en chlorophylle *a* sont spécifiques à chaque barrage et ils varient en fonction des saisons, de la qualité géographique et de l'environnement, qui influent progressivement sur les différentes fonctions de ces écosystèmes.

Nous remarquons que les paramètres physico-chimiques du barrage de keddara, sont constants dans l'ensemble, et répondent en général, favorablement aux normes d'élevage de certains poissons d'eau douce, ce qui présente un avantage considérable pour la pisciculture et encourage les opérations de repeuplements dans ce barrage après deux opérations d'empoissonnement qui ont été réalisées depuis sa mise en eau

Conclusion générale

Le devenir de l'humanité est lié à la connaissance qu'elle a de ses ressources naturelles. Les lacs et plus précisément les eaux continentales ont un grand rôle en la matière.

Les données recueillies lors de notre étude ont permis d'apprécier la qualité hydrobiologique d'un écosystème aquatique : Le lac de barrage du Keddara

Facilement accessible, le barrage se situe dans une région bien arrosée avec un apport en eau important provenant du barrage du Hamiz et de Béni-Arrane.

C'est un Barrage typique du climat méditerranéen appartenant à l'étage bioclimatique subhumide à hiver frais, avec une période sèche qui dure quatre mois de l'année. Le bassin versant présente une végétation typique du climat à dominance des maquis et broussailles.

L'analyse physico-chimique montre que la température de l'eau suit une évolution saisonnière, elle est influencée directement par la température de l'air et présente des limites valables pour les poissons d'élevage.

L'eau du barrage présente une bonne oxygénation, une alcalinité moyenne. En revanche, elle est fortement minéralisée mais déterminant une bonne situation du milieu.

Les teneurs en sels nutritifs observées montrent une situation bonne à moyenne qualité à cause de quelques valeurs élevées de nitrites et d'ammonium dans certaines stations, ceci est valable aussi pour les phosphates.

Des teneurs en chlorophylle a montrent une qualité excellente du milieu avec une importante activité photosynthétique.

La qualité bactériologique de l'eau est bonne pour la pisciculture sous contrôle régulier.

L'ACP nous a permis de mettre en évidence l'interrelation entre facteurs biotiques et abiotiques en confirmant les résultats obtenus durant cette étude.

L'étude comparative des barrages montre que ces derniers présentent une bonne situation du point de vue hydrobiologique, ce qui présente un avantage considérable pour la pisciculture, et encourage des opérations d'empoissonnement avec toutefois un contrôle rigoureux des espèces introduites.

D'une manière générale, nous pouvons conclure avec toutefois des réserves, que notre site d'étude est à vocation aquacole.

En perspectives il serait intéressant de :

- Suivre l'évolution des paramètres étudiés sur une plus longue période, au moins annuelle en prenant en compte un nombre plus important de stations.
- Multiplier les paramètres physicochimiques : SO_4 , Mg, Ag, Cd...
- Associer à cette étude, celle du phytoplancton et du zooplancton, nécessaire pour expliquer le fonctionnement de cet écosystème car ils occupent respectivement la place de consommateurs primaires et secondaires, et de prédateurs primaires dans la chaîne alimentaire du milieu aquatique.
- Réaliser une étude bioécologique de l'ichtyofaune du lac pour avoir une idée précise sur les ressources piscicoles du site.

Par ailleurs, l'implantation d'une station de surveillance est recommandée afin de relever les paramètres hydrologiques et climatologiques du barrage qui sont des données nécessaires, utilisés par les aquaculteurs.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- AICHIYOU L. et ECHCHATABI A., 2006.** Evolution de la qualité bactériologique des eaux de baignade de deux plages de la commune de Bab El Oued, R'MILA et KETTANI, *Mém. d'Ing. d'Etat en environnement, ISMAL.*
- AISAOUI R., BENNERABET A., et TAKILALT A., 2006.** Impacte du bassin versant Nord sur le barrage de Hamiz (Wilaya de Boumardes). *Mém. d'ing.d'Etat en aquaculture, U.S.T.H.B., 38p.*
- AKLI S. et KHERFELLAH N., 1993.** Approche physico-chimique comparative sur deux lacs de barrages : Beni Amrane et Keddara *Mém. d'ing.d'Etat en aquaculture, U.S.T.H.B., 69p.*
- ALI B. A. et BOUIDGHAGHEN F., 1995.** Données physico-chimiques et hydrobiologique sur le lac de barrage D'IGHILEMDA(Kherrata – W. de Bejaia). *Mém. d'ing.d'Etat en aqh limnologiuculture, ISMAL.*
- AMINOT A. et CHAUSSEPIED M., 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin.*Ed.CNEXO, 336 p.*
- AMIROUCHE C.M. et OULDALI A., 2002.** Etude des paramètres physique et chimiquede l'eau du lac du barrage de Boukourdane et de son peuplement zooplanctonique(crustacés,entmostracée) *Mém.d'ing .d'Etatenaquaculture,U.S.T.H.B ., 70p.*
- AMRANI M.S.A et LOUARIT A., (2004).** Etude du barrage de boukourdane application de la méthode de diagnose rapide estimation de la production. *Mém. d'Ing. D'Etat en aquaculture, ISMAL.62p.*
- ARFI R., 1991.** Etang de Bene, Qualité des eaux, Hydrologie, Matériel particulaire, Plancton, Rapport de convertion. 25p.
- ARRIGNON J., 1998.** Aménagement piscicole des eaux douces, 5^{ème} édit. Technique et documentation. Paris, 589p.
- ARRIGNON J., 1991.** Aménagement piscicole des eaux douces, 4^{ème} édit. Technique et documentation. Paris, 631p.
- BARNABE G., 1995.** La pollution des milieux aquatiques, aide mémoire. 2^{ème} édit. TEC. & DOC. 200p.
- BARROIN G., 1988.** Santé de non lacs , une agonie scientifique surveillance . Acts of fresch swedish limnologique : 25- 34p.

- BERRACHDI DJ. et SLABDERRAHMANE F., 2006.** Analyse physico-chimique et écologique du phytoplancton et du zooplancton du barrage de Bouhnifia (W.Mascara). *Mém. d'ing. d'Etat en aquaculture, U.S.T.H.B.*, 43p.
- BEN-AMARA A. A. et BOUIDGHAGHEN F., 1995.** Données préliminaires physico-chimiques et hydrologiques sur le lac de barrage d'Ighilemeda (Kherrata-W.Bejaia). *Mém. d'ing. d'Etat en aquaculture, U.S.T.H.B.*, 56 p.
- BENCHINE F. et BOUMARAF A. Z., 1993.** Etude physico-chimique et hydrobiologique approchée du Marais de Reghaia. *Mém. d'ing. d'Etat en aquaculture, I.S.M.A.L.*, 93p.
- BENHAMOUDA N. et NEKAA L., 2006.** Etude de l'eutrophisation du lac de barrage de Teksebt /la méthode de diagnose rapide. *Mém. d'ing. d'Etat en aquaculture, U.S.T.H.B.*, 45p.
- BERNE F. et CORDONNIER J., 1991.** Traitement des eaux, *Ed. TECHNIP*, 305p.
- BONTOUX J., 1993.** Introduction à l'étude des eaux douces. 2^{ème} édit. TEC & DOC, CEBEDOC, 131p.
- BOUCHENA Y., KACIOUI N. et AIT LOUNIS Y., 2006.** Contribution à l'étude d'un milieu d'élevage conchylicole : cas de Ain Tagorait (W.Tipaza). *Mém. d'ing. d'Etat en aquaculture, I.S.M.A.L.*
- BOUHADDAD R., 1993.** Distribution des espèces de *Barbus* en Algérie. Cahier d'éthologie 13 (2) 185-186
- BOUZIDI K. et CHELIL A., 2005.** Eutrophisation et suivi du lac de barrage Oued Fouda (W.Chelif). *Mém. d'ing. d'Etat en aquaculture, U.S.T.H.B.*, 43 p.
- BREMOND R. et VUICHARD R., 1973.** Paramètres de la qualité des eaux S.P.E.P.E. doc. Franç. Paris.
- CHAPELLIER D., 1987.** Diagraphies appliquées à l'hydrologie. édit. TEC & DOC, Lavoisier. 162p.
- DAIMELLAH N. et ZERROUKI N., 2006.** Etude physico-chimique et planctonique du lac de barrage de Keddara (W. Boumerdes). *Mém. d'ing. d'Etat en aquaculture, U.S.T.H.B.*, 46p.
- DESJARDIS R. 1990.** Le traitement des eaux. 2^{ème} édit. Ecole polytechnique de Montréal. 275p
- DELIH A. et DJOUHRI K., 1991.** Approche écologique du barrage de Oued Fedda (W.Chelef) pour empoissonnement et essai de fécondation artificielle chez un cyprinidé : *Carrassius auratus*. *Mém. d'ing. d'Etat en aquaculture, U.S.T.H.B.*, 116p

- ESSED Z. et SIDI BEN ALI Z., 1993.** Etude physicochimique et biologique d'un plan d'eau : Barrage de Boughzoul (W. de Médéa). *Mém. d'ing. d'Etat en aquaculture, ISN-USTHB : 143p.*
- HAOUIN., 1999.** Contribution à l'étude de la parasitofaune de *Barbus setivimensis* du lac de barrage du Keddara. Thèse de Magister en océanographie biologique (Option Aquaculture). ISMAL. 185 p
- LACAZE J., 1996.** L'eutrophisation des eaux marines et continentales, causes, manifestation, conséquences et moyenne de lutte. *Ed. Marketing SA, Paris, 191p.*
- LEBRES, 2006.** Manuel de travaux pratiques des eaux, *Ed ; I.P.A, 59p.*
- LEVEQUE C., 1996.** Ecosystèmes aquatiques. Les fondamentaux. édit. Hachette, 159p.
- LOURGUIOUI H., 2006.** Etude des potentialités aquacoles du barrage de Boukourdane (W. Tipaza). *thèse Magister I.S.M.A.L., 82p.*
- MOUHAMED DJ. M. et MOKRANIA., 2005.** Eutrophisation et suivi du lac de barrage Sidi M'hamed Ben Ouda (W. Relizane). *Mém. d'ing. d'Etat en aquaculture, U.S.T.H.B., 48p.*
- MOSTEFIA S. et ZIOCHE H., 2006.** Etude hydrobiologique : peuplement planctonique et qualité de l'eau du barrage de Koudiat Medaour (W. Batna). *Mém. d'ing. d'Etat en aquaculture, U.S.T.H.B., 45p.*
- NESSAR Z. et SAADI A., 2006.** Contribution à l'étude hydrobiologique de deux cours d'eau oueds : Hamla et Bouilaf du Nord- Ouest du parc national Belezma (W. Batna). *Mém. d'ing. d'Etat en Ecologie animale, U.S.T.H.B., 93p.*
- NISBET M. et VERNEAUX J., 1970.** Composantes chimiques des eaux courantes, discussion et proposition des classes en tant que base d'interprétation des analyses chimiques, *Anale de limnologie, 161-190p.*
- OUKHEMAMOU R et BOUHIREB N., (2006).** Contribution des ressources piscicoles du barrage d'Ain Zada (W. Bordj-Bou-Areridj) Etude bio-écologique *Barbus setivimensis. Mém. d'ing. d'Etat en aquaculture I.S.M.A.L.*
- RODIER J., BAZIN C., BROUTIN J-P., CHAMBON P., CHAMPSAUR H et RODI L., 1996.** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires et eau de mer. 8^{ème} Edit. DUNOD. Paris, 1383p.
- SEMROUD R., 1983.** Contribution à l'étude écologique de milieu saumâtre méditerranéen : le lac Mellah (El Kala, Algérie). *Thèse 3^e cycle Univ. Sci. Techn. Alger, 120 p.*
- SERGE F. et al, 2004.** Ecosystème, Structure, Fonctionnement, Evolution. 3^{ème} édit. Science Sup DUNOD., 530p.

SCHLUMBERGER O., 1997. Mémento de pisciculture d'étang. 3^{ème} édition, Cemagref, 238p.

ZOUREZ-OUDDA H. et FERHANI K., 2003. Etude physico-chimique et biologique d'un écosystème aquatique : barrage de Boukourdane (W. Tipazza) *Mém. d'Ing. D'Etat en aquaculture, ISMAL*, 104p.

ANNEXES

Annexes (I):

Tableau (03) : Les matériels et méthodes de mesure utilisés

paramètres	Méthodes de mesure utilisées	Appareils de mesure	Normes utilisées
Température	Mesure in situ	Multi paramètre	
pH	Mesure in situ	Multi paramètre	NF T 90-003
Oxygène	Mesure in situ	Multi paramètre	ISO5814 :1994
Conductivité	Mesure in situ	conductimètre	EN7888 :1994
Nitrites	Colorimétrique : réduction au sulfate d'hydrazine et diazotation à la sulfanilamide	Auto analyseur à flux continu	ISO 5667/AF2001
Nitrates	Colorimétrique : diazotation à la sulfanilamide	Auto analyseur à flux continu	T 906012/AF2001
Phosphates	Colorimétrique : au molybdate d'ammonium	Spectrophotomètre	ISO6878/AF2001
Ammonium	Colorimétrique de Koroleff au bleu d'indophénol	Spectrophotomètre	ISO7150/AF2001
MES	filtration	Rampe filtrante, balance	EN872 :1996
Chlorophylle a	trichromatique	Spectrophotomètre	
CT	Filtration Sur membrane	Rampe filtrante, gélose m-Endo	NF EN ISO 9308-1 MA-700Coll.0
SF	Filtration sur membrane	Rampe filtrante, Slanetz et Bartley	AFNOR NF EN ISO 7899-2

Tableau (01) : Données mensuelles des paramètres physico-chimiques et biologiques

Mois	stations	niveaux	Les paramètres physiques							Les paramètres chimiques et biologiques						
			T °C	pH	Cond. µs/cm	MES mg/l	NO ₃ mg/l	NO ₂ mg/l	PO ₄ ³⁻ mg/l	O ₂ ds mg/l	NH ₄ mg/l	Chl. a mg/m ³				
Mars	1	0m	14,9	7,85	1241	8,33	6,80	0,001	0,014	9,20	0,04	2,97				
		-20m	14,0	7,77	1234	16,66	6,69	0,001	0,007	9,86	0,034	5,83				
	2	0m	13,4	7,88	1231	4,16	6,71	0,001	0,00	9,34	0,033	1,95				
		-20m	14,0	7,70	1240	4,16	7,09	0,001	0,00	9,30	0,031	6,50				
	3	0m	14,1	7,84	1238	8,33	6,29	0,00	0,00	9,83	0,024	10,62				
		-20m	14,0	7,89	1236	12,5	6,23	0,00	0,00	9,31	0,031	11,91				
Avril	1	0m	18,2	8,2	1232	7,5	5,38	0,090	0,003	9,85	0,130	5,73				
		-20m	16,5	7,95	1247	18,5	7,08	0,060	0,004	9,59	0,056	3,70				
	2	0m	18,2	8,01	1229	7,0	5,33	0,100	0,090	9,59	0,064	8,29				
		-20m	16,2	7,86	1233	3,5	6,47	0,100	0,018	9,03	0,047	2,93				
	3	0m	17,4	8,06	1216	10	5,32	0,090	0,457	8,09	0,062	15,85				
		-20m	15,6	7,99	1238	5,5	6,58	0,100	0,022	8,59	0,052	8,56				
Mai	1	0m	24	8,10	1246	25	5,11	0,094	0,00	11,16	0,087	6,36				
		-20m	18,3	8,10	1252	7,0	6,44	<0,02	0,038	9,85	0,106	3,82				
	2	0m	24,2	8,07	1253	7,0	5,14	<0,02	0,035	9,47	0,067	8,27				
		-20m	18,8	8,16	1286	5,5	6,52	<0,02	0,046	9,37	0,104	3,70				
	3	0m	23,8	8,04	1255	55	5,13	0,1	0,213	8,90	0,192	8,91				
		-20m	18,5	7,94	1270	2,0	6,37	<0,02	0,037	8,83	0,058	5,59				

Tableau 05: Matrice des corrélations des paramètres physico-chimiques et biologiques

	T	pH	O2	Cond.	NO3-	PO43-	NH4+	MES	Chl. a
T	1								
pH	0,85361	1							
O2	0,99349	0,85212	1						
Cond.	-0,98824	-0,83957	-0,99773	1					
NO3-	0,99278	0,85479	0,99977	-0,99805	1				
PO43-	0,99320	0,85458	0,99974	-0,99813	0,99998	1			
NH4+	0,99322	0,85461	0,99979	-0,99805	0,99999	1	1		
MES	0,94694	0,76018	0,93250	-0,92782	0,93123	0,93213	0,93209	1	
Chl. a	0,98821	0,84477	0,99279	-0,99444	0,99356	0,99401	0,99378	0,93363	1
Moyennes	24,08189	19,32948	16,35622	1185,27357	48,61909	7,64168	7,58946	18,59146	13,89423
Ecartst	29,10817	35,28236	30,33765	252,83517	185,12457	33,07120	32,78677	33,00753	31,39443

Tableau n° (4) : Valeurs moyennes des paramètres Physico-chimiques des eaux de surface des différents barrages.

Mois paramètres	Mars					Avril					Mai				
	B1	B2	B3	B4	B5	B1	B2	B3	B4	B5	B1	B2	B3	B4	B5
T (°C)	17,36	17	14,33	16,37	14,13	19,93	18	19,46	17,9	17,93	25,56	23,25	21,1	23,6	24
O ₂ (mg/l)	8,28	5,5	15,86	8,89	9,46	9,19	13	11,69	5,01	9,18	8,67	13,5	10,24	5,75	9,84
pH	8,33	8,25	6,86	8,59	7,86	8,29	8,75	7,25	8,21	8,09	8,26	8,45	8,32	8,64	8,07
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,353	0,045	0,02	-	0,032	0,61	0,27	0,016	-	0,085	0,304	0,02	0,0035	-	0,115
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,03	0,04	0,02	0,016	6.10 ⁻⁴	0,028	0,13	0,028	0,025	0,42	0,28	0,3	0,046	0,002	0,078
NO ₃ ⁻ (mg/l)	0,152	0	2	1,862	6,6	0,14	0,8	2	4,28	8,17	0,15	0,3	3,80	0,71	5,13
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	0,031	0	0,09	0,002	0,005	0,035	0,14	0,06	0,002	0,183	0,017	0,19	0,016	0,314	0,083
MES (mg/l)	17,23	20	486,6	45,33	6,94	6,44	17	240	18,67	8,16	10,36	29	10	28	29
Chlorophylle a mg/l	2,99	105	0	3,80	5,18	3,16	125	6,27	4,30	9,96	2,93	19,5	26,03	4,80	7,85

B1: Barrage de Boukourdane (Wilaya de Tipaza), Lourguloui Hichem (2006)

B2 : Barrage de Bou-Hanifia (Wilaya de Mascara), Berrachdi et Si-Abderrahmane (2006)

B3 : Barrage de Koudiat Medaour (wilaya de Batna), Moustefai et Zioueche, (2006)

B4 : Barrage de Taksebt (wilaya de Tizi-Ouzou), Benhamouda et Nekkaa (2006)

B5 : Barrage de keddara (2007) (notre étude)

Annexe III

Tableau (01) : Classes proposées par L'ANRH (2005)

désignation	bonne	moyenne	mauvaise	Les mauvaises
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	8,5-9	>9 et <6,5
O ₂ dissous % ST	120-90	90-50	50-30	<30
NH ⁺ mg/l	0-0,01	0,01-0,1	0,1-3	>3
NO ₂ mg/l	0-0,01	0,01-0,1	0,1-3	>3
NO ₃ mg/l	0-10	10-20	20-40	>40
PO ₄ mg/l	0-0,01	0,01-0,1	0,1-3	>3
DBO ₅ mg/l	5	5-10	10-15	>15
DCO mg/l	20	20-40	40-50	>50
MO mg/l	5	5-10	10-15	>15
Salinité mg/l	300-1000	1000-2000	1200-1600	>1600

Tableau (02) : Classes proposées par Arrignon (1998)

Classe de qualité	IA	IB	2	3	HC
paramètre	Qualité excellente	Qualité bonne	Qualité moyenne	Qualité médiocre	Qualité hors classe
MBS mg/l			25	70	150
NH ⁺ mg/l	0,1	0,5	2	8	
NO ₂ mg/l	0,1	0,3	1	2	
NO ₃ mg/l			50	100	
SO ₄ mg/l			250		
Cl mg/l	100	200	400	1000	
O ₂ dissous mg/l	7	5	3	1	
O ₂ saturation %	90	70	50		
PO ₄ mg/l	0,2	0,5	1	5	
Chlorophylle a mg/m ³	10	60	120	300	

Tableau (03) : Classes proposées par Arrignon (1998)

pH<5	Limite inférieure pour la survie de la plupart des espèces aquicoles, exception fait de certaines accoutumances,
5<pH<6	Limites tolérables pour la plupart des espèces
6<pH<7,2	Zone optimale pour la production de la plupart des espèces
7,2<pH<8,5	Zone optimale pour la productivité de plancton
pH>8,5	Certaines algues sont détruites au-delà de cette valeur
pH>9	Seuil létal de nombreuses espèces (salmonidés notamment)

Tableau (04) Classes proposées pour le pH(Nisbet et Verneaux, 1970)

Composant	Classes	Situation
pH <5	1	Acidité forte, cours d'eau à substrat acide.
5<pH<6	2	Acidité moyenne, cours d'eau à substrat acide.
6<pH<7	3	Acidité faible.
7<pH<7,5	4	Neutralité approchée, majorité des eaux piscicoles régions calcaires.
7,5<pH<8	5	Faible alcalinité.
8<pH<9	6	Alcalinité moyenne, eau closes.
pH>9	7	Alcalinité forte, eaux peu piscicoles ou valeurs passagères.

Tableau (05) Classes proposées pour les MES (Nisbet et Verneaux, 1970)

MES mg/l	Classes	Productivité piscicole et situation
MES<10	1	Très bonne –situation normale
10≤MES<25	2	
25≤MES<50	3	bonne
50≤MES<75	4	
75≤MES<150	5	moyenne
150≤MES<300	6	médiocre
300≤MES<500	7	Faible à très faible- situation anormale
MES<500	8	

Tableau (06) : Norme de qualité des eaux pour les poissons (1976)

Source : Schlumberger O., 1997

Paramètres	Valeurs pour vie piscicole (eau douce)	Eaux cyprinicoles
T°C		3-28
pH	6 à 8,5	6-9
Conductivité $\mu\text{s/cm}$	<700	
MES mg/l	<30	<25
O ₂ dissous mg/l	>6	50%>7
NH ₄ ⁺ mg/l	<0,30	<0,2
NO ₂ ⁻ mg/l	<0,20	<0,03
NO ₃ ⁻ mg/l	<0,2	
PO ₄ ³⁻ mg/l	<0,30	

Tableau (07) : Classes proposées pour la Conductivité
(Nisbet et Verneaux, 1970)

Conductivité électrique $\mu\text{mhos/cm/cm}^2$	Classes	minéralisation
$C < 30$	1	Extrêmement faible
$30 \leq C < 50$	2	Très faible
$50 \leq C < 100$	3	Faible
$100 \leq C < 200$	4	Modérée
$200 \leq C < 300$	5	Assez forte
$300 \leq C < 400$	6	Forte
$400 \leq C < 500$	7	Très forte
$500 \leq C$	8	Très forte à excessive

TABLEAU 08 : Les normes standards en l'aquaculture (suédoises)2004.

coliformes thermostables (CF)		coliformes totaux (CT)	
<100 UFC/100ml Compris entre 100 et 1000 (UFC/100ml d'eau)	Acceptables Acceptables (sous contrôle)	< 1000 UFC/100ml ≥1000 UFC/100ml d'eau.	Acceptables Acceptables (sous contrôle)
>1000 UFC / 100ml d'eau	Non acceptable		

Tableau (09) : les indicateurs de contamination microbiologique pour eau de baignade (OMS)

Paramètres microbiologiques	unités	Valeur "objectif"	Valeur impérative
Coli totaux CT	/100ml	500	10000
E. coli/l l	/100 ml	100	2000
Strept. fécaux/l l	/100ml	100	400

ANNEXE III

Tableau (01) : Dosage d'azote ammoniacal et le Phosphate [Méthode ISO N° 7150 (AFNOR, 2001)]

	Solution	Réactifs nécessaires	Principe	Mode opératoire	Lecture
NH ₄ ⁺	Réactif 1 (1litre) :	- 2g Acide-dichloroisocyanurique -32g Hydroxyde de sodium (NaOH) -1000ml H ₂ O distillée	Mesure spectrométrique à 655nm du composé vert formé par réaction de	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prendre 40ml d'eau à analyser ➤ Ajouter 4ml du réactif (1) ➤ Ajouter 4ml du réactif (2) ; ➤ Ajusté à 50ml avec H₂O distillée ➤ attendre 1h30 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Effectuer la lecture à $\lambda=655nm$
	Réactif 2 (1litre) :	-130g Trictrate de sodium -130 g Salicylate de sodium -0,97g Nitroprussiate de sodium 1000ml -1000ml H ₂ O distillée	l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.	-L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH ₄ ⁺	-Le résultat est donné directement en mg/l
PO ₄ ³⁻	Mêmes solutions	Mêmes réactifs	Mesure spectrométrique à 880nm du composé bleu formé d'un complexe avec molybdates d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium,	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prendre 40ml d'eau à analyser ➤ Ajouter 2ml du réactif (1) ➤ Ajouter 2ml du réactif (2) ; ➤ Ajusté à 50ml avec H₂O distillée ➤ attendre 10mn -L'apparition de la coloration bleue indique la présence de : PO ₄ ³⁻	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Effectuer la lecture à $\lambda=880nm$ -Le résultat est donné directement en mg/l

Tableau (02) : Dosage des nitrites [Méthode ISO 5667(AFNOR, 2001)]

Solution	Réactifs nécessaires	Principe	Mode opératoire	Lecture
Réactif mixte	-40g de Sulfanilamide -100g d'Acide phosphorique - 2g de N-1-Naphtyl éthylène diamine -1000ml H ₂ O distillée	Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le N-1-Naphtyl éthylène diamine dichloride donne à naissance à une coloration rose mesurée à $\lambda=543\text{nm}$	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prendre 50ml d'eau à analyse ➤ Ajouté 1ml du réactif mixte ➤ Attendre 10ml <p>- L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO₂</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Effectuer la lecture à $\lambda=543\text{nm}$ <p>-Le résultat est donné directement en mg/l</p>
<p>Courbe d'étalonnage : Solution mère 1000ppm NO₃⁻ : Nitrate de sodium NANO₃⁻1.3708g Eau distillée1.000ml</p> <p>Préparation des étalons : 100ppm NO₃⁻ Dilution de10ml de solution A 100ml d'eau distillée, 80ppm NO₃⁻ Dilution de8ml de solution A 100ml d'eau distillée 60ppm NO₃⁻ Dilution de6ml de solution A 100ml d'eau distillée, 40ppm NO₃⁻ Dilution de4ml de solution A 100ml d'eau distillée 20ppm NO₃⁻ Dilution de2ml de solution A 100ml d'eau distillée ; 10ppm NO₃⁻ Dilution de1ml de solution A dans 100ml d'eau distillée</p>				

Tableau(03) : Dosage des nitrates [Méthode ISO 5667(AFNOR, 2001)]

Solution	Réactifs nécessaires	Principe	Mode opératoire	Lecture
chlorure d'ammonium (1litre)	-50g Chlorure d'ammonium NH ₄ CL -1ml Solution ammoniac - 1000ml Eau distillée -Ajuster le pH de la solution à 8.2 avec NH ₄ OH stable, une semaine à 4°C.	Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le N-1-Naphyl éthylène diamine dichloride donne à naissance à une coloration rose mesurée à $\lambda=543\text{nm}$	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prendre 50ml d'eau à analyse ➤ Ajouté 1ml du réactif mixte ➤ Attendre 10ml <p>- L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO₂</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Effectuer la lecture à $\lambda=543\text{nm}$ <p>-Le résultat est donné directement en mg/l</p>
réactif colore (1litre)	-10g Sulfanilamide -15ml d'Acide phosphorique concentré -N61 Naphyle éthylène diamine dihydrochlorure - 1000ml Eau distillée - Solution stable deux semaines			

Solution mère 100 ppm NO_2^- :

Nitrate de sodium NaNO_2^- 0.15g
Eau distillée 1.000ml

Préparation des étalons

1ppm NO_2^- Dilution de 1ml de solution A dans 100ml d'eau distillée

0.8ppm NO_2^- Dilution de 0.8ml de solution A dans 100ml d'eau distillée

0.6ppm NO_2^- Dilution de 0.6ml de solution A dans 100ml d'eau distillée

0.4ppm NO_2^- Dilution de 0.4ml de solution A dans 100ml d'eau distillée

0.2ppm NO_2^- Dilution de 0.2ml de solution A dans 100ml d'eau distillée

0.1ppm NO_2^- Dilution de 0.1ml de solution A dans 100ml d'eau distillée

Prendre de la solution de 1ppm

0.08ppm NO_2^- Dilution de 8ml de solution A dans 100ml d'eau distillée

0.06ppm NO_2^- Dilution de 6ml de solution A dans 100ml d'eau distillée

0.04ppm NO_2^- Dilution de 4ml de solution A dans 100ml d'eau distillée

0.02ppm NO_2^- Dilution de 2ml de solution A dans 100ml d'eau distillée

Annexe (III):

Méthodes de dosage des Différents Paramètres Physiques et Chimiques

Les paramètres physiques

Détermination de la matière en suspension (MES) : Méthodes de filtration (Rodier, 1996)

❖ Principe :

Séchage de l'échantillon à une température de 70°C° pendant 2heures, détermination des matières en suspension par pesée différentielle.

❖ Matériels utilisés :

- Une pompe a filtration sous vide ou sous pression
- Disques filtrants en fibres de verres (filtres wathman à 0,45µ de porosité)
- une balance à précision
- Un dessiccateur
- Etuve

❖ Mode opératoire :

- Sécher le filtre à 70°C° pendant 2heures dans l'étuve, après en le passe au dessiccateur pour le refroidissement puis le pesé sur la balance.
- Le mettre en place sur l'équipement de filtration
- Mettre en service le dispositif d'aspiration ou de pression
- Verser l'échantillon (V) sur le filtre
- Laisser le passage complet de l'échantillon, laisser essorer le filtre
- Refaire la 1^{ère} étape

❖ Expression des résultats :

La teneur de l'eau en MES (mg/l) est donné par l'expression suivante :

$$\text{MES} = \frac{M1 - M0}{V} \times 1000$$

M1 : masse de filtre après filtration (mg/l).

M0 : masse de filtre avant filtration (mg/l).

V : Volume de l'eau filtré (l).

Dosage de la *Chlorophylle a* :

Elle est dite trichromatique à extraction à l'acétone (90%) celle de JEFFREY et HUMPHREY (1975)

- **Principe :**

Filtration de l'échantillon, mettre les filtres dans des tubes avec l'acétone, récupérer le surnageant, mesurer les absorbances avec spectromètre

- **Mode opératoire :**

- filtrer un volume de l'échantillon sur un filtre
- Récupérer le filtre
- Plier le filtre, le mettre dans un tube à centrifugeuse
- ajouter 15ml d'acétone 90%, déchiqueté les filtres, pour une meilleure extraction,
- recouvrir le tube avec papier d'aluminium
- Mettre le tube au réfrigérateur pendant 20 heures à 4°C.
- Après, le passer à la centrifugeuse pendant 5 à 10mn à 3000-4000trs/min
- Récupéré le surnageant, le transféré dans une cuve et placé le dans un spectromètre afin de mesurer les absorbances.

- **Expression des résultats :**

La détermination de concentration de la chlorophylle a est fait à partir de l'équation suivante :

$$\text{Chl } a \text{ (mg/m}^3\text{)} = \frac{(11,64 A_{663} - 2,16 A_{645} + 0,1 A_{630}) \times v}{V \times l}$$

V: volume d'eau filtrée (litre)

v : volume d'acétone a 90% (millimètre)

l : longueur du trajet optique de la cuve de mesure (centimètre)

$$A_{663} = (Ab_{663} - bc_{663}) - (Ab_{750} - bc_{750})$$

$$A_{645} = (Ab_{645} - bc_{645}) - (Ab_{750} - bc_{750})$$

$$A_{630} = (Ab_{630} - bc_{630}) - (Ab_{750} - bc_{750})$$

bc:blanc des cuves

Recherche de streptocoques fécaux

Les milieux utilisés sont :

- La gélose de Slanetz et Bartley contenant de l'azide de sodium inhibiteur de la flore secondaire, milieu sélectif.
- La solution T.T.C (chlorure 2, 3, 5 triphényltétrazolium) incolore qui est réduite en formasan rouge.
- La gélose de Bile Esculine Azoture (B.E.A) milieu confirmatif

Le matériel utilisé

- Un système de filtration du type SARTORIUS
- Des membranes filtrantes de 0.45µm de marque Millipore

Mode opératoire

- Stériliser la rampe de filtration à l'aide d'un bec benzen.
- Prendre le filtre stérile à l'aide d'une pince stérilisée à l'alcool.
- Fermer l'entonnoir et verser l'eau à analyser (100ml).
- Attendre que la totalité de l'eau soit filtré pour retirer le filtre.
- Placer le filtre dans la boîte pétri contenant la gélose Slanetz.
- S'assurer que le filtre adhère bien sur la surface de la gélose (éviter les bulles d'air).
- Mettre les boîtes de pétri en position inverse et les incubent à $36 \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant $44 \pm 4\text{h}$

Confirmation

Après incubation Les colonies typiques sont de couleur rose ou rouge. Elles sont transférées sans retournement dans la gélose B.E.A et incubées à 44°C pendant 2 h. La lecture et dénombrement se font sans délai en comptant les colonies présentant un halo noir (esculine +).

Expression des résultats

Le nombre de colonie est rapporté à 100ml

Recherche des coliformes totaux et fécaux

Milieu de culture gélose-Endo

Principe

- Après filtration de l'échantillon sur membrane :
- Déposer celle-ci sur un milieu sélectif la gélose- Endo en prenant soin de ne pas piéger l'air (test présomptif).
- Laisser incubent à 37°C
- Faire la lecture après 24heures.

Les colonies suspectes sont de couleur rouge (lactose positif) sont comptées puis repiquées sur le milieu TSI ou BCPL pour confirmer (test confirmatif).

Nous avons utilisé le milieu BCPL et milieu TSI en inoculant la colonie isolée des le milieu à l'aide d'une pipette pasteur incubé à 37°C.

L'utilisation du lactose et le dégagement de gaz sont les caractéristiques principales des coliformes.

Le test est donc positif c'est à dire il ya présence de coliformes

Note :

Nous plaçons une cloche de Durham dans les tubes contenant le milieu BCPL.

LES MILIEUX DE CULTURE :

(Dr Lebres- Institut pasteur d'Algérie & OMS -juin 2006)

1-Gélose lactosée au TTC et à l'heptadécylsulfate de sodium : Milieu de base.

Lactose.....	20g
Peptone.....	10g
Extrait de levure.....	6g
Extrait de viande.....	5g
Bleu de bromothymol.....	0,05g
Agar agar.....	15 à 25g/l
Eau distillée.....	1000ml

Stérilisation 121C° pendant 15 minutes, répartition du milieu à raison de 225ml par flacon.
pH final après stérilisation à 25C° :7,2 ± 0,1

2-Bouillon au tryptophane :

Digestat tryptique de caséine.....	15g
L-Tryptophane.....	1g
Chlorure de sodium.....	5g
Eau distillée.....	100ml

3-Gélose tryptophane au soja (TSA) :

Digestat tryptique de caséine.....	15g
Peptone de soja.....	5g
Chlorure de sodium.....	5g
Agar-agar.....	5 à 25g/l

Stérilisation 121C° pendant 15 minutes, répartition du milieu à raison de 225ml par flacon.
pH final après stérilisation à 25C° :7,2 ± 0,1

4- Milieu de SLANETZ et BARTLEY. Milieu de base :

Tryptose	20g
Extrait de levure.....	5g
Glucose.....	2g
Hydrogénophosphate dipotassique (K ₂ HPO ₄) ...	4g
Azoture de sodium (NaN ₃).....	4g
Agar-agar.....	8 à 18g
Eau distillée.....	1000ml

Dissolution les ingrédients dans l'eau bouillante jusqu'à dissolution complète.

5- Gélose de B.E.A (bile-esculine-azoture):

Tryptone	17g
Peptone	3g
Extrait de levure	5g
Bile de bœuf, déshydratée.....	10g
Chlorure de sodium (Na cl).....	5g
Esculine	1g
Citrate d'ammonium ferrique	0.5g
Azoture de sodium (NaN ₃)	0.15g
Agar-agar	8g à 18 g
Eau	1000ml

Dissoudre les ingrédients dans de l'eau bouillante.

Ajuster le pH 7.1 ± 0.1 à 25°C après stérilisation. A 121°C $\pm 3^\circ\text{C}$ pendant 15mn.

6- Solution de T.T.C :

Chlorure de 2, 3,5 triphényltetrazolium.....	1g
Eau	100ml

Dissoudre dans l'eau par agitation et stériliser par filtration (0.2µm) et abriter la solution de la lumière(éviter qu'elle ne vire à la teinte rose).

Milieu complet :

Milieu de base	1000ml
Solution T.T.C n	10ml

A température 50°C à 60°C.

Ajuster le pH 7.2 ± 0.1 à 25°C après stérilisation.