


# REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

## MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

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

Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Halieutique  
**Option** : halieutique/ aquaculture

### THEME



**ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE  
D'UN ECOSYSTEME AQUATIQUE :  
BARRAGE DE BOUKOURDANE  
(W. DE TIPAZA)**

Présenté par :

**M<sup>me</sup> ZOUREZ-OUADDA Hassina et M<sup>elle</sup> FERHANI Khadra**

Soutenu le : 04 octobre 2003

Devant le jury composé de :

**M<sup>r</sup>. HACHEMANE M.**

**M<sup>me</sup>. HAOUI N.**

**M<sup>r</sup>. ROUIBAH M.**

**M<sup>r</sup>. REFES W.**

**(Directeur du CNDPA) : Président**

**(Chargé de cours à L'ISMAL) : Examineur**

**(Chargé de cours à L'ISMAL) : Examineur**

**(Chargé de cours à L'ISMAL) : Promoteur**

**Promotion : 2002-2003**

# SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	2
-------------------	---

## CHAPITRE I : DESCRIPTION DU SITE

I- description du site.....	5
I-1 Situation géographique, morphométrie, géologie et hydrologie.....	5
I-2 Caractéristiques climatiques.....	7
I-2-1 Introduction.....	7
I-2-2 Quotient pluviométrique.....	8
I-2-3 Diagramme ombrothermique.....	10
I-2-4 Evolution du niveau d'eau du barrage et de la pluviométrie.....	12
I-3 Choix et description des stations.....	14

## CHAPITRE II : ANALYSE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

II- Analyse des paramètres physico-chimiques.....	19
II-1 Matériel et Méthodes.....	19
II-1-1 Paramètres physiques.....	20
II-1-1-1 La température.....	20
II-1-1-2 La transparence.....	20
II-1-1-3 La matière en suspension (MES).....	20
II-1-1-4 La conductivité électrique.....	21
II-1-2 Paramètres chimiques.....	21
II-1-2-1 L'oxygène dissous (O <sub>2</sub> ).....	21
II-1-2-2 Le potentiel hydrogène (pH).....	22
II-1-2-3 Les sels nutritifs.....	22
A- L'azote ammoniacal.....	22
B- les nitrites.....	22
C- les nitrates.....	23
D-le phosphore.....	23
II-2 Résultats et discussion.....	24
II-2-1 Paramètres physiques.....	24
II-2-1-1 Température.....	24
II-2-1-2 La transparence.....	28
II-2-1-3 La matière en suspension (M.E.S.).....	30
II-2-1-4 Conductivité électrique.....	33
II-2-2- Paramètres chimiques.....	34
II-2-2-1 L'oxygène dissous.....	34
II-2-2-2 Le pH.....	40
II-2-2-3 les sels nutritifs.....	43
A- L'azote ammoniacal.....	43
B- Les nitrites.....	46
C- Les nitrates.....	49
D- Le phosphore.....	52

II-2-3 Evolution des paramètres physico-chimique du barrage Boukourdane (2001-2003).....	56.
II-2-4 L'analyse multiparamétrique.....	57
II-2-4-1 Corrélations linéaires.....	57
II-2-4-2 Les résultats.....	57
II-2-4-3 Analyse en composantes principales (A.C.P.).....	58
II-2-4-4 Interprétation des résultats.....	58
II-2-5 Comparaison des paramètres physico-chimiques .....	61

## CHAPITRE III : ETUDE DES CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES DE L'EAU

III-1 Matériels et méthodes.....	65.
III-1-1 Analyse bactériologique.....	65
III-1-2 Analyse de la chlorophylle a.....	65
III-1-3 Etude de zooplancton .....	66
III-1-3-1 Description des groupes étudiés.....	67
III-1-3-2 Etude quantitative du zooplancton.....	67
III-1-4 Etude des peuplements ichthyologiques.....	68
III-1-4-1 Caractéristiques de l'engin de pêche.....	68
III-1-4-2 Description des espèces pêchées.....	69
III-1-5 Etude de la croissance de <i>Cyprinus carpio</i> .....	69
III-1-5-1 Test de comparaison entre deux moyennes.....	70
III-1-5-2 Détermination de l'âge.....	70
III-1-5-3 Croissance linéaire.....	71
III-1-5-4 croissance relative.....	73
III-1-5-5 croissance pondérale.....	73
III-2 Résultats.....	75
III-2-1 Analyse bactériologique.....	75
III-2-2 Chlorophylle a.....	76
III-2-3 Etude de zooplancton .....	79
III-2-3-1 Description des groupes zooplanctoniques .....	79
III-2-3-2 Etude quantitative .....	81
III-2-4 Etude des peuplements ichthyologiques.....	84
III-2-4-1 Systématique des espèces pêchées .....	84
III-2-5 Etude de la croissance .....	86
III-2-5-1 Test de comparaison t .....	86
III-2-5-2 Détermination de l'âge .....	87
III-2-5-3 croissance linéaire.....	90
III-2-5-4 croissance relative .....	90
III-2-5-5 croissance pondérale .....	93
CONCLUSION GENERALE .....	96
BIBLIOGRAPHIE .....	100
ANNEXES	

## Remerciements

En premier lieu, nous remercions dieu pour sa clémence et sa miséricorde. C'est avec un immense plaisir que nous exprimons notre profonde gratitude à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, à l'élaboration de ce travail.

Nos vifs remerciements s'adressent particulièrement :

**A Mr HACHEMANE M.**, Directeur du CNDPA, pour avoir bien voulu assurer la présidence de ce jury, ainsi que pour son aide et sa compréhension.

**A Mme HAOUI N.** pour avoir accepté d'examiner ce présent travail.

**A Mr ROUBAH M.** d'avoir accepté de se joindre au jury.

**A Mr REFES W.** pour avoir accepté de diriger ce présent travail, ses conseils et sa disponibilité ont été d'une grande utilité pour nous. Qu'il trouve ici l'expression de notre parfaite considération.

A nos parents qui ont tant souffert pour nous, leurs encouragements ont été pour beaucoup dans notre réussite.

**A Mr ZOUREZ A.** Chef de Département des Ressources Vivantes (CNDPA), pour ses conseils. Ses critiques nous ont été d'une grande utilité durant la rédaction de ce manuscrit. Nos remerciements vont à l'ensemble du personnel du département et surtout le service aquaculture.

**A Mr MERIOUMA S.** Chef de Département des Moyens Techniques (CNDPA), pour son aide et sa disponibilité. Ainsi qu'à son personnel très coopératif: ratiba, fatma zohra, rachid, imen et leila.

**A M<sup>lle</sup> FERHANE D.** Chef de Département des Etudes pour son aide, et l'ensemble du personnel du département

Nous remercions aussi fairouz pour son aide et tout le corps administratif.

Nous souhaitons adresser nos remerciements à nos deux braves pêcheurs, Mr BOUABDELLAH K. et Mr BAHRI M., sans oublier les chauffeurs (nacer et rabah), rachid de la bibliothèque de l'ISMAL et son équipe.

Nous exprimons également notre gratitude à l'équipe du barrage Boukourdane pour leur chaleureux accueil.

Nous tenons à remercier nos professeurs de l'ISMAL pour leur efforts, et particulièrement Mme KORICHI pour sa gentillesse et ses conseils et Mr BELHASNAT pour son aide.

Au personnel du laboratoire d'écologie animal de USTHB : Mr ZOUAKH, tassadite, chafik, athmane et fahima et Mr tarek

Enfin nous tenons à exprimer notre affection pour toute la promotion d'ingénieurs en halieutique 2003 : assia, assia, nabila, nabaa, nadira, samia, souad, karim, mohamed, mohamed et nabil, et la promotion des aménagistes : leila, chakib, akli et les autres.

# DEDICACES

*A* mes très chers parents qui se sont sacrifiés pour faire de moi ce que je suis :

*A* ma grande mère

*A* mes deux frères : Mohamed et Khaled

*A* mes quatre sœurs : Fatma, Rachida Souhila et Sihem.

*A* mon binôme Hassina pour sa patience et sa Compréhension

*A* toute ma grande famille et mes amis

**Khadra.**

# DEDICACES

*A* la mémoire de mon cher père que dieu l'accueille dans son paradis et lui accorde sa miséricorde.

*A* ma mère, qui m'a apporté aide que dieu la garde pour nous.

*A* mes beaux parents que dieu les garde

*A* ma petite famille, mon cher mari qui m'a apporté soutien durant toute la période de mes études, sa compréhension et sa clairvoyance m'étaient d'une grande utilité, et à mes adorables enfants Rama et Yacine.

*A* mes sœurs : Linda, Safia, Manel et Farida pour leur aide et soutien.

*A* mes frères : Amar, Lahcen et Amine.

*A* mes sœurs mariées et leur maries : Malika, Leila, Hayate et Souad et sans oublier Mohamed

*A* mes belles sœurs et leurs enfants et mes beaux frères : Souad, Halima ; Salima et Brahim pour leur compréhension

*A* mon binôme KHADRA pour sa patience, sa compréhension et sa gentillesse.

*A* mes amis : Aicha, Gania, Selma et sans oublier la nourrisse de mes enfants Nacera.

*A* la promotion d'ingénieurs en halieutique 2002-2003

**HASSINA**

# INTRODUCTION

### **Introduction:**

L'eau est en premier lieu une source naturelle vitale et un patrimoine commun inégalement réparti au niveau mondiale (SIRONNEAU ,1996 in ASPE et POINT, 1999).

Dans le monde au cours des dernières décennies de nombreux barrages ont été construit sur les fleuves, le plus souvent à des fins hydroélectriques, et aussi pour l'irrigation ou pour la consommation urbaine, ces ressources ont crée de nouveaux milieux aquatiques favorables au développement d'espèces autochtones ou introduites, adaptées aux eaux dormantes. (LEVEQUE et PAUGY, 99).

C'est durant ces trois dernières décennies que l'Algérie a connu la construction du plus grand nombre de barrages et de retenues collinaires. Construit pour répondre aux besoins d'irrigation et d'alimentation en eau potable, ces plans d'eau ont permis à l'instar des autres retenues d'eau naturelles, la mise en place d'écosystèmes favorables au développement d'une faune piscicole diversifiée. Cette dernière constituée par des espèces autochtones et d'espèces introduites reste, malheureusement, mal connue.

En effet, la totalité des milieux aquatiques dont dispose notre pays, présente des potentialités piscicoles diversifiées, qui sont fonction d'un certain nombre de facteurs écologiques. Notons Il est à noter, que les études réalisées à ce jour ont tenté de leur apporter des éléments réponse, tant sur leur fonctionnement que sur les phénomènes qui les régissent. (CHERBI, 84 ; ARAB, 89 DJEZZAR, 89 ;; DELIH et DJOUHRI, 91 ; ESSED et SIDI BEN ALI, 93 ; OUSSAID et ZERROUKI, 93 ; TITI, 2001 ; AMIROUCHE et OULDALI ,2002 et DJERRAH et RAHMANI, 2003)

A savoir que, depuis quelques années certains travaux de recherche se sont préoccupés de la qualité de ces plans d'eau, et ceci à travers la recherche d'une meilleure connaissance des aspects liés au potentiel piscicole et à leur fonctionnement écologique ; dès lors que les responsables de la pêche tentent de conférer à certains sites un caractère d'exploitation piscicole.

L'objectif de notre étude s'inscrit dans cette problématique, bien que la période impartie à notre étude ne couvre pas d'éventuelles fluctuations cycliques annuelles, que se soit sur les conditions écologiques et/ou paramètres de croissance d'une population donnée. Malgré cela on tentera d'apporter certains éléments de réponse sur l'évolution du plan d'eau du barrage de

**Boukourdane** dans la wilaya de **Tipaza** et ce, à travers le protocole d'échantillonnage qu'on a mis en œuvre. Ce dernier repose sur l'analyse des paramètres physico-chimiques avec en particulier le facteur thermique et de la qualité de l'eau, ainsi que trophique (chlorophylle a et la fraction de zooplancton).

Actuellement, le barrage de **Boukourdane** constitue un milieu où les générations de poissons sont à leur début d'existence (barrage nouvellement construit). A cet effet, on a préconisé un protocole d'échantillonnage des peuplements ichtyologiques au moyen d'engins passifs « les filets trémail » et ce, pour une meilleure connaissance en matière de dynamique des populations. En fonction de tous ces facteurs, notamment le régime thermique et le degré de trophie, on tentera d'effectuer une approche globale à la vocation piscicole que pourrait constituer ce plan d'eau.

### I- Description du site

#### I-1 Situation géographique, morphométrie, géologie et hydrologie.

Le barrage de BOUKOURDANE se situe à environ 1.3 Km au sud du village de Sidi-Amar (w de Tipaza), coordonnées géographiques : 36° 5 N et 2° 3 E.(figure N°1)

Ce plan d'eau est implanté sur le lit de l'Oued El-Hachem dans une zone de collines, s'étendant en direction presque Est-Ouest. Au Nord il est situé à 11 Km de la méditerranée et au sud, il est délimité par la montagne Bou-Maad. La mise à eau du barrage a été effectuée en 1996 (monographie du barrage 1994).

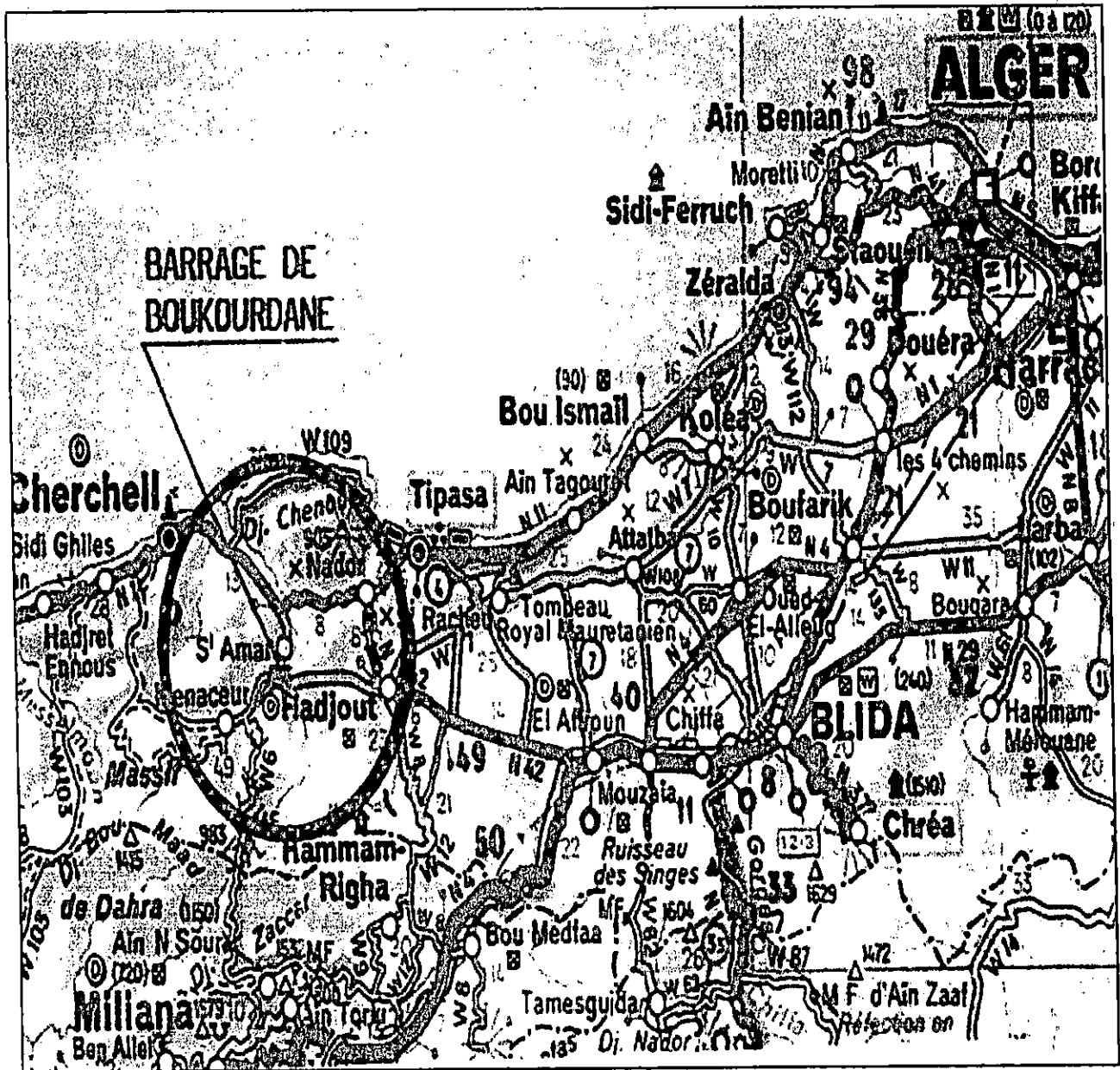
Avec une hauteur de 55 m au dessus du thalweg et une altitude de retenue normale de 119.5 m, le barrage de Boukourdane dispose d'une capacité d'accumulation de 101.5 millions de m<sup>3</sup>, régularisant ainsi l'Oued Nador par pompage, en vue de satisfaire les besoins en eau potable des villes : de Cherchell, de Nador, et de Tipaza. De plus, il devrait satisfaire les besoins en eau d'irrigation, la vallée de l'Oued EL Hachem les régions de Nador, de Hadjout et de Sahel.

Selon le programme défini par l'avant-projet de construction du barrage, le volume d'eau régularisé par le barrage est de 49 Mm<sup>3</sup> par année, dont 8 Mm<sup>3</sup> d'eau potable et 41 Mm<sup>3</sup> d'eau d'irrigation. S'éparpillant en forme d'une feuille, les oueds Safsaf, Fedjana, Nache, Mousour, Tegza, Boukadir et Achechou donnent par leur confluence à 900 m en amont du barrage la naissance à l' Oued EL Hachem. La cuvette du barrage est entourée de hautes montagnes et de massifs. La surface du bassin versant, qui est l'aire de réception des précipitations et d'alimentation du cours d'eau (BRAVARD et PETIT, 2000) en amont du barrage compte 177 km<sup>2</sup>. Cette cuvette est amplement recouverte de marnes gris verdâtre et les vallées sont surmontées par des alluvions, de graviers et sables. La strate de couverture de la retenue est constituée de divers niveaux d'anciennes terrasses fluviales, formant ainsi les rives imperméables. La cuvette est donc privée de la possibilité d'une filtration permanente.

Les formations géologiques du site du barrage sont divisées en trois (03) groupes :

- les roches ignées basiques et les produits de leur altération actuelle *in situ* ;
- les roches sédimentaires tertiaires et les terrains qui s'y développent ;
- les dépôts quaternaires, alluvions de l'oued et déjections torrentielles.

Les caractéristiques morphométriques du bassin versant et de la retenue sont données dans le tableau N°1.



Echelle : 1/200.000

Fig. N° 1 : Situation géographique du barrage de BOUKOURDANE  
(source : A. N. S.)

## CHAPITRE I : Présentation du site

Tableau N°1 : Données morphométriques du bassin versant et de la retenue du Barrage de BOUKOURDANE (source : monographie du barrage de Boukourdane, 1994).

<b><u>BASSIN VERSANT</u></b>	
- superficie	177 Km <sup>2</sup>
- périmètre	58 Km
- altitude moyenne	420m
<b><u>LA RETENUE</u></b>	
- altitude de la retenue normale	119.50m
- surface de la retenue	536 ha
- capacité totale	101.5 million m <sup>3</sup>
- réserve d'envasement	10.8 million m <sup>3</sup>
- envasement annuel moyen	0.21 h m <sup>3</sup> /an

L'analyse hydrologique s'appuie en grande partie sur les relevés effectués quotidiennement par la direction d'exploitation et du contrôle du barrage. Parmi les paramètres qui sont relevés au niveau de ce site on citera: les précipitations, l'évaporation, affluents, défluents, volume de l'eau.

## I-2 Caractéristiques climatiques

### I-2-1 Introduction

Le site du barrage se situe à 11 Km du bord de la méditerranée, caractérisé par un climat typiquement méditerranéen. Il se trouve, ainsi, exposé à des saisons d'été chaudes et sèches, alors que les saisons d'hiver sont plutôt douces et humides avec des moyennes de précipitations de 400mm à 1000mm /an. Quand aux températures elles varient en fonction de l'altitude.

En été, le barrage est soumis au vent du sirocco, en provenance du sud du pays (BOUDJENAH, 2002). C'est durant cette période de l'année qu'on enregistre les plus importants écarts de température et ce, durant la journée. En effet, cette région peut enregistrer des valeurs de températures supérieures à 50°C, tandis qu'à la tombée de la nuit, elle peut baisser jusqu'à 20°C, et cela sous l'influence de la brise Méditerranéenne. (Monographie du barrage, 1994)

Les caractéristiques climatiques ont, en effet, des effets directs sur le régime hydrographique du plan d'eau. Pour une meilleure compréhension du fonctionnement de ce plan d'eau, le rapprochement des données climatiques à ceux relatives aux débits, permet de mettre en évidence les relations entre ces derniers facteurs et les variations des températures de la masse d'eau, de la solubilité de l'oxygène et surtout sur les activités métaboliques de la biomasse (BONTOUX, 1993).

**I-2-2 Quotient pluviométrique**

Par manque de données climatiques concernant la région de Sidi Amar , nous étions obligés de choisir la station la plus complète et la plus proche du site de notre étude, qui est celle de Dar EL Beida, dont les données s'étalent sur une période de onze années (1992-2002)

Grâce aux données climatologiques (pluviométrie, température) fournies par l'office national de climatologie (ONM) (Voir tableau N°2), deux paramètres essentiels en climatologie ont été déterminés à savoir le quotient pluviométrique d'EMBERGER, 1955 et le diagramme ombrothermique (ARAB, 1989)..

Tableau N°2 : Moyennes mensuelles et annuelles des températures et précipitations sur une période de onze ans (1992-2002). Dar EL Beida

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec.
M°c	17.13	17.75	19.89	21.5	25.05	28.28	31.24	32.59	29.38	25.89	20.94	18.45
m °c	5.53	5.19	6.95	8.56	12.96	16.16	18.79	20.36	17.66	14.07	10.27	7.33
M+m/2	11.33	11.47	13.42	15.03	19	22.22	25.01	26.47	23.52	19.98	15.60	12.89
P mm	80.72	67.56	44.23	63.82	35.93	8.3	2.5	12.59	29.07	46.13	82.96	72.70

- M : température maximale moyenne (°C)
- m : température minimale moyenne (°C°)
- P : précipitation mensuelle moyenne (mm)
- (M+m) /2 : température moyenne mensuelle (°C)

Etage bioclimatiques

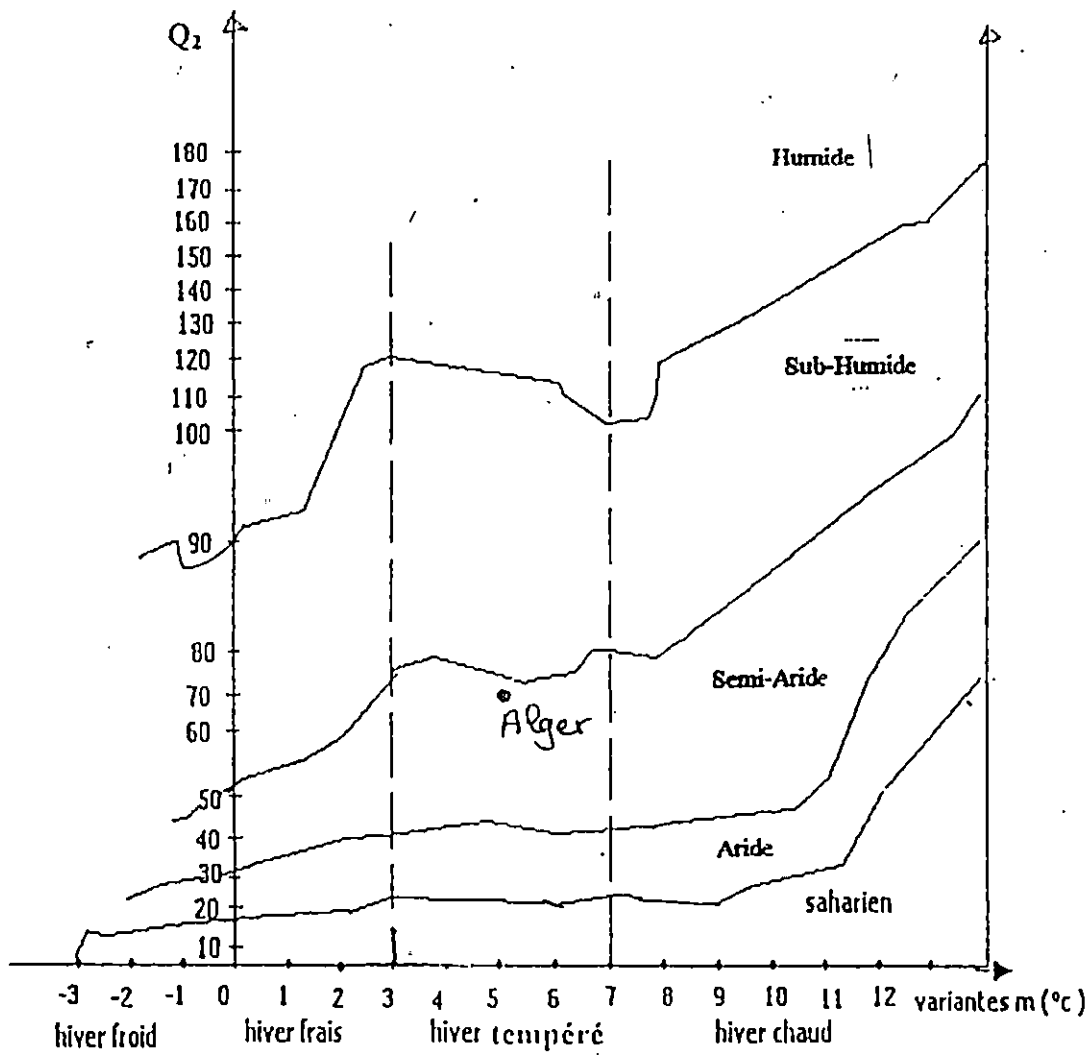


Figure N° 2 : Climatogramme pluviométrique d'EMBERGER, 1955 (ARAB, 1989) dans la région d'Alger (données recueillies à partir d'une station métrologique la plus proche de la wilaya de Tipaza)

### QUOTIENT PLUVIOMETRIQUE D'EMBERGER, 1955 (ARAB, 1989)

A partir des valeurs du tableau N°2 on a pu calculer ce quotient, qui est donné par la formule suivante :

$$Q2 = 2000P / (M+m) (M-m)$$

- Q2 : quotient pluviométrique d'EMBERGER.
- M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (°K).
- m : moyenne des minima du mois le plus froid (°K).
- P : somme des moyennes annuelles des précipitations en mm.

Le calcul du Q2 et celui de la valeur de m à révéler, respectivement les valeurs de 68.33 et 5.19 °C. En effet, ces valeurs coïncident, selon le climatogramme d'EMBERGER (figure N°2), à un climat semi-aride à sub-humide. Cette position semble être normale, notamment, pour l'étage semi aride vu les dernières années de sécheresse qu'a connu cette région.

#### I-2-3 Diagramme ombrothermique.

Il consiste à déterminer la période sèche et humide de la zone d'étude. C'est le rapport entre les précipitations (P) et les températures moyennes mensuelles  $(M+m / 2)$ .

Pour notre région le diagramme ombrothermique révèle que la période sèche s'étend de la fin du mois de Mai jusqu'au début Septembre, alors que la période humide elle s'étale du mois de Septembre à Juin. (Figure N°3)

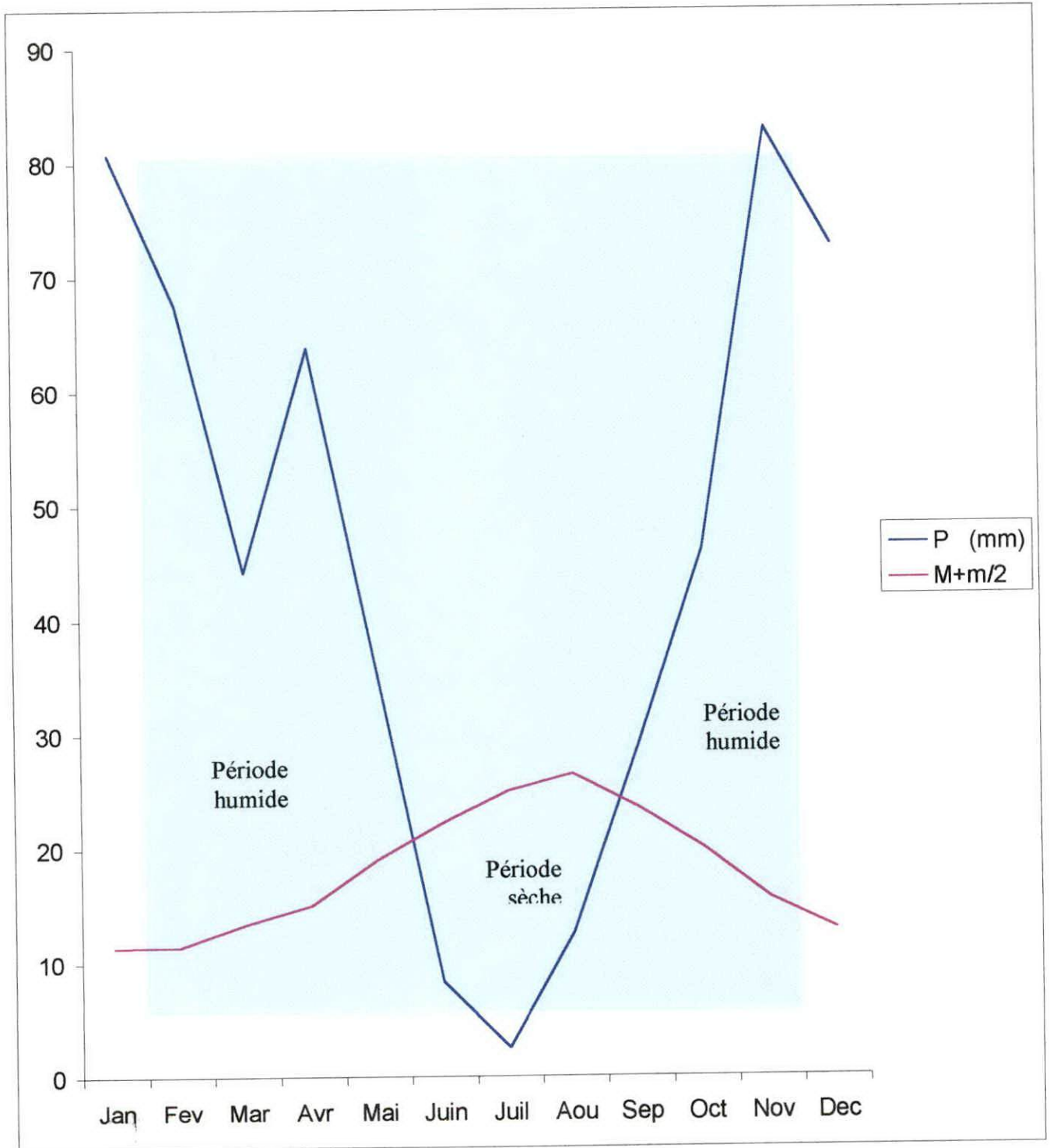


Figure N°3 : Diagramme ombrothermique de la région d'Alger.(source: l'office nationale de climatologie)

### I-2-4 Evolution du niveau d'eau du barrage et de la pluviométrie

Tableau N°3 : moyennes mensuelles du niveau d'eau du barrage et de la pluviométrie durant les sept dernières années (1996-2002).

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AUT	SEP	OCT	NOV	DEC
Plan d'eau (m)	30.01	30.82	31.99	32.94	33.76	33.69	33.25	32.69	32.17	31.86	32.03	32.58
Pluviométrie (mm)	57.87	71.38	41.98	66.88	38.44	2.7	1.8	3.37	24.28	38.11	104.2	81.91

Selon les relevés fournis par le service de l'exploitation du barrage de BOUKOURDANE (tableau N°3), la figure N° 4 indique que les niveaux d'eau durant les sept dernières années sont restés relativement stables. Alors que les moyennes de précipitations passent par des fluctuations saisonnières avec un maximum de 104.2 mm pour le mois de novembre, et un minimum de 1.8 mm pour le mois de Juillet. Selon ces données on constate que les niveaux d'Eau du barrage ne sont pas proportionnels aux quantités des précipitations enregistrées, ce qui supposerait que les périodes des crues au niveau de ce site sont sous l'influence d'autres facteurs tels que les apportes des oueds ,le pompage ,l'évaporation, etc.

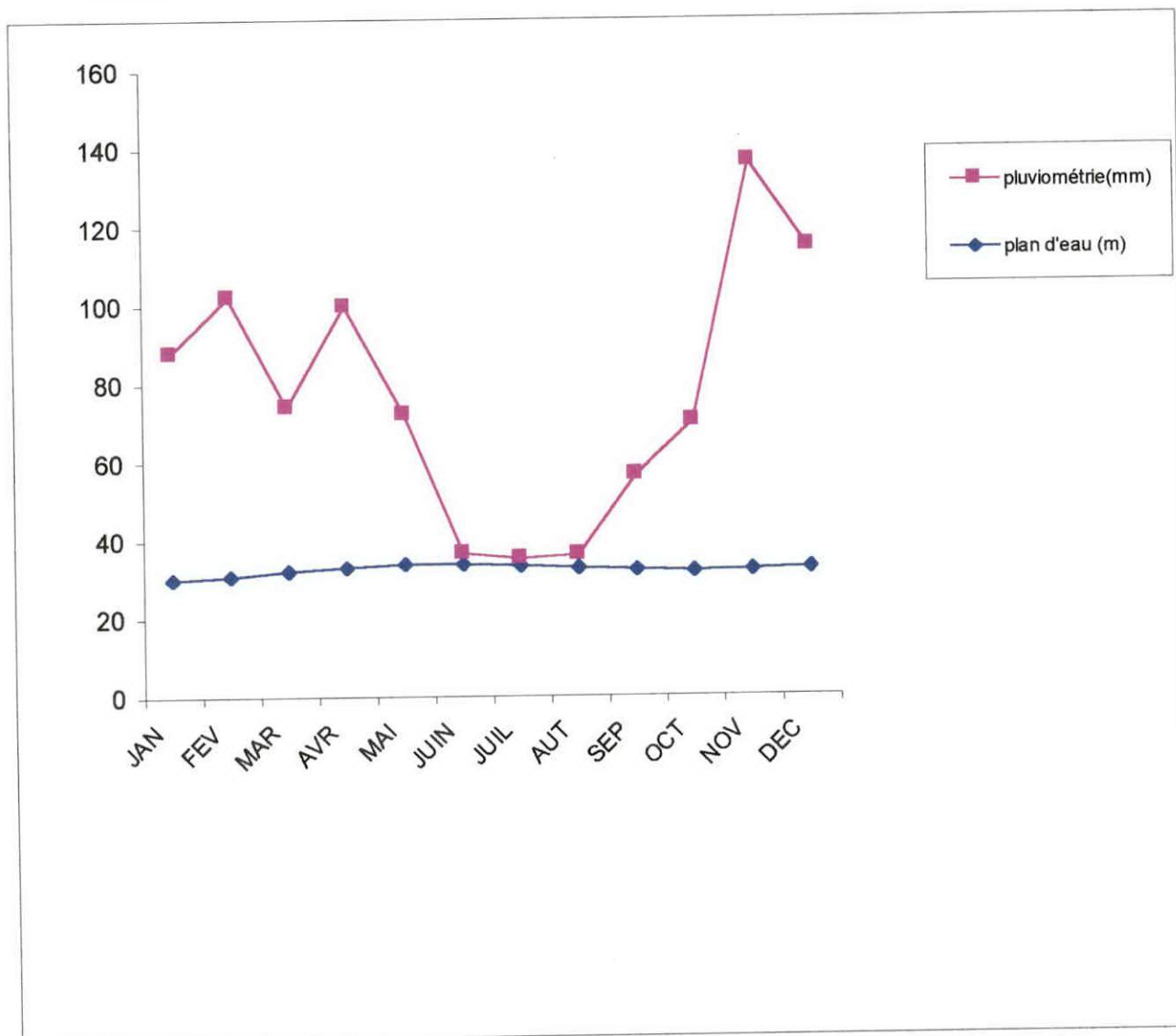


Figure N° 4 : Evolution du niveau d'eau du site et celle de la pluviométrie durant la période 1996-2003. (source : service d'exploitation du barrage de Boukourdane).

### I-3 Choix et description des stations (figure N° 5)

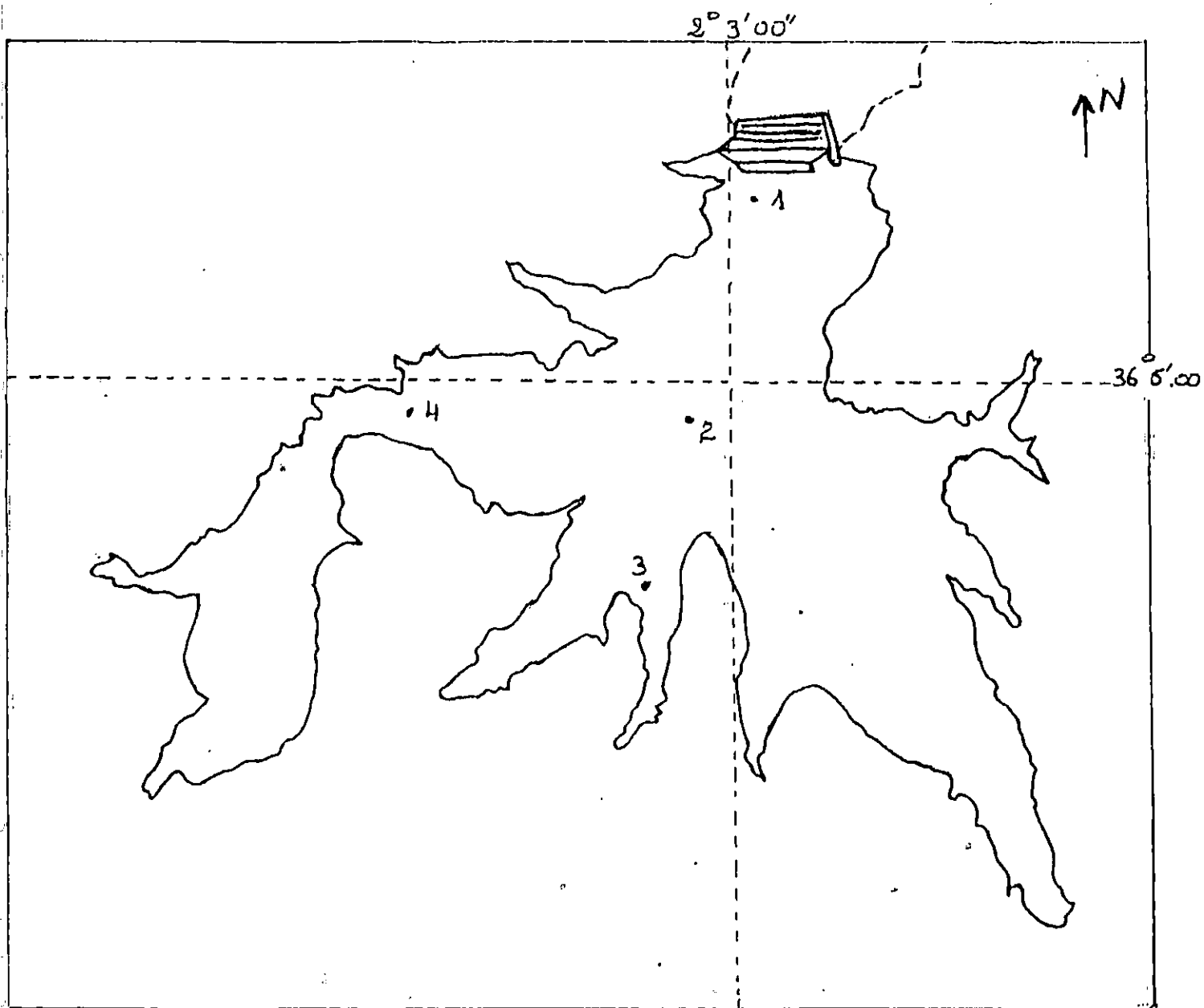
Selon LAVAGNE (1983), les stations d'étude doivent être choisies en fonction de différents critères objectifs :

- Avoir un échantillonnage aussi complet que possible ;
- Les stations doivent être toutes suffisamment accessibles pour être mesurées simultanément ;
- Elles doivent être situées à des endroits variables.

Aussi, l'introduction des critères relatifs aux activités humaines perceptibles sur la rive, qui peuvent constituer une source de contamination et de modification de l'état naturel de la rive (BOUDJENAH, 2002).

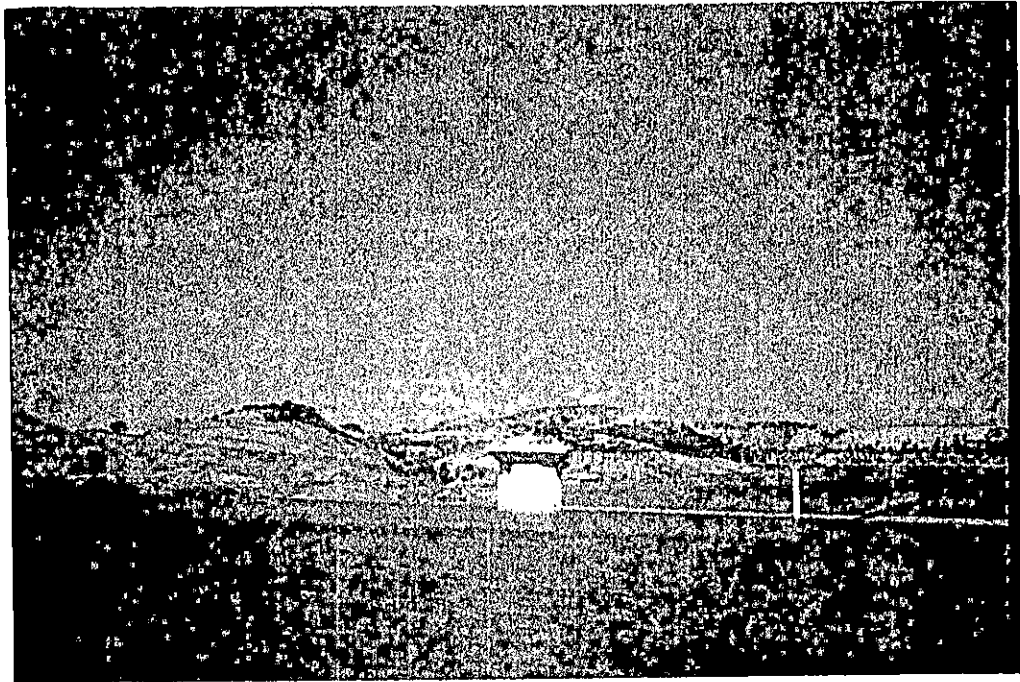
Pour cela, le choix des zones d'échantillonnage s'est fixé sur quatre stations représentées par différents niveaux de prélèvement.

- Station n°1 (fig.6) : Située en aval du barrage, près de la digue. (03 niveaux)
- Station n°2 (fig.7) : Située au milieu du barrage (03 niveaux)
- Station n°3 (fig.8) : Située près de l'embouchure de l'Oued Fedjana, et une agglomération (02 niveaux)
- Station n°4 (fig.9) : Située près de l'embouchure de l'Oued Menacer (02niveaux)

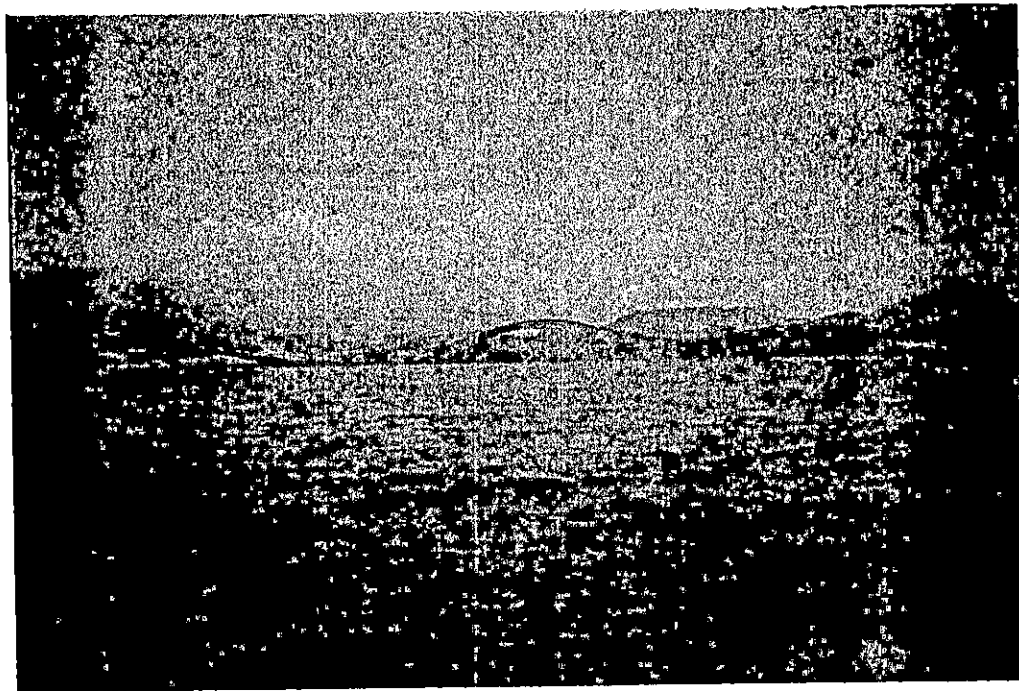


Echelle : 1/200000

Figure N°5 : Plan schématique du barrage de Boukourdane avec la présentation des stations de prélèvement (1, 2, 3, et 4).



**Figure N° 6 : station N°1**



**Figure N°7 : station N° 2**



Figure N° 8 : station N° 3

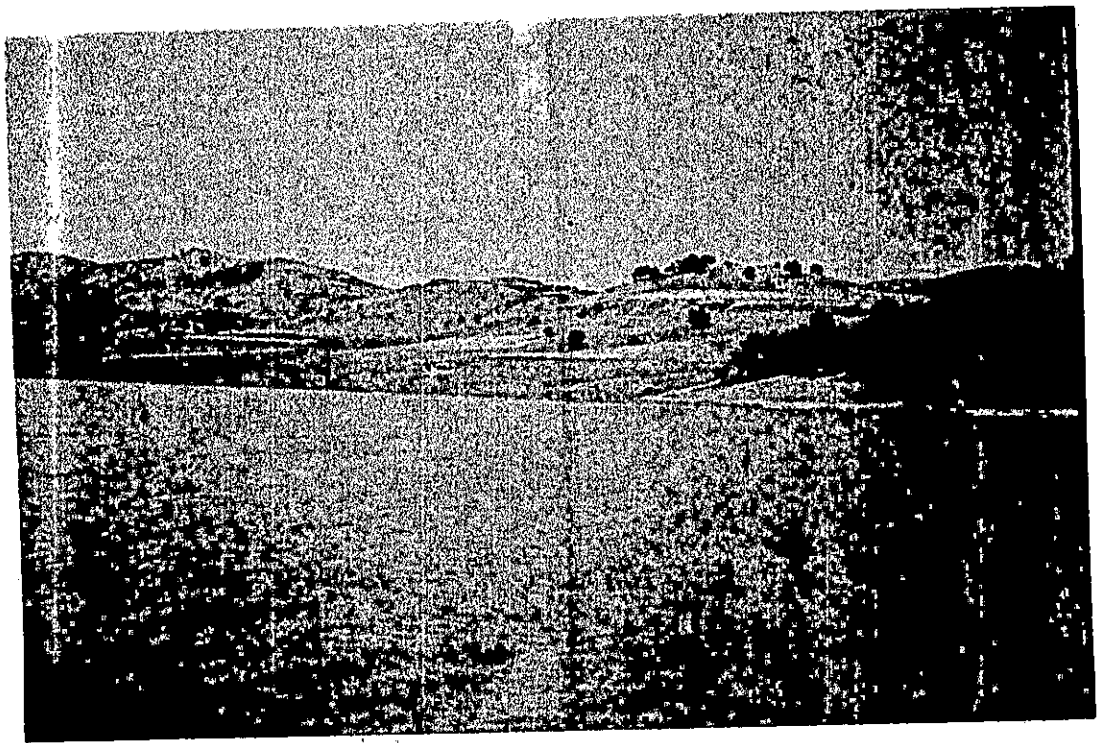


Figure N° 9 : station N° 4

**CHAPITRE II**  
**ANALYSE DES PARAMETRES**  
**PHYSICO-CHIMIQUES**

### II- Analyse des paramètres physico-chimiques

#### II-1 Matériel et Méthodes

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate pour lequel le plus grand soin doit être apporté, car il conditionne des résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée.

Les prélèvements ont été effectués deux fois par mois à partir du mois d'Avril jusqu'au mois de Juin 2003. Durant chaque sortie, qui se déroulait en trois jours, le travail de terrain était organisé de manière à assurer une journée pour les prélèvements d'eau (l'analyse physico-chimique et bactériologique) et des prélèvements de zooplancton, et les deux autres jours étaient réservés aux opérations de pêche.

Pour les besoins d'analyse sur terrain on a fait appel à l'utilisation d'un simple appareillage (oxymètre, conducti-thermomètre, pH-mètre) . Quant aux prélèvements au niveau des couches d'eau profondes, une bouteille à renversement de type "NISKIN", dont la capacité est de un litre a été utilisée.

Avant le retour au laboratoire, tous les échantillons d'eau prélevés sont conservés dans des glacières de terrain. Une fois arrivée au laboratoire, ils seront déposés au réfrigérateur à 4°C.

Il est important de signaler le respect du délais qui sépare le moment du prélèvement et le début des analyses et ce, pour éviter toute allusion dans les résultats d'analyse RODIER, 1996 (Annexe N° I).

Les analyses des sels nutritifs (nitrates, nitrites, ammonium, et le phosphore), de la matière en suspension (MES) ont été effectuées au niveau du laboratoire en utilisant le matériel suivant :

- bêchers, des erlinmeyers ;
- la colonne de réduction au cadmium ;
- Une pompe à vide pour la filtration ;
- une centrifugeuse ;
- une balance à précision ;
- un spectrophotomètre.

A signaler que les paramètres physico-chimiques sont intimement liés aux processus de formation et de décomposition de la matière vivante, ainsi qu'aux échanges entre l'eau, l'atmosphère et le substratum (KHELIFATI ,1993).

### II-1-1 Paramètres physiques

#### II-1-1-1 La température :

La connaissance de l'évolution du paramètre de température, constitue une étape importante et une approche pour la compréhension de certains phénomènes naturelles au niveau des milieux aquatiques. En effet, elle affecte plusieurs paramètres tels que la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau et des sels, ainsi que la vitesse des réactions chimiques et biochimiques.

Durant notre étude la mesure de la température a été effectuée à l'aide d'un conducti-thermomètre de la trousse HACH. Avant toute utilisation, on procède à l'étalonnage de cet appareil, on déterminant la température de l'air au même endroit et même moment, elle est prise en maintenant l'électrode à l'air libre. Celle de l'eau de surface est mesurée en plongeant l'électrode préférentiellement sous deux cm d'eau (RODIER, 1996). L'unité de mesure de ce paramètre est le degré celcius (°C).

#### II-1-1-2 La transparence

Elle dépend de l'abondance des organismes planctoniques, de la turbidité minérale (vase) et de la coloration des eaux (substances humiques dissoutes).

Ce facteur par l'absence de matière minérale est un bon indicateur de l'état trophique d'un plan d'eau (BARBE et al in ESSED et SIDI BEN ALI, 1993).

Elle est mesurée au moyen d'un disque de Secchi, qui est constitué d'un disque métallique blanc de 30 cm de diamètre, fixé à une corde graduée tous les 10 cm dont la transparence correspond à la profondeur à laquelle ce disque disparaît (SKOLKA, 1974).

#### II-1-1-3 La matière en suspension (MES)

La MES représente la fraction minérale et organique vivante ou détritique, elle joue un rôle prépondérant dans la pénétration de la lumière.

La connaissance de la quantité de la MES est importante pour l'étude des milieux aquatiques, d'une part, elle représente une surface de contact importante pour des échanges physiques, chimiques et biologiques, d'autre part elle peut être une source nutritive non négligeable pour la faune. La détermination de la MES dans l'eau doit être accompagnée d'informations précises (date, lieu, climat, .....)(BERNE et CORDONNIER, 1991).

## CHAPITRE II : Analyse des paramètres physico-chimique

---

La teneur est mesurée par la pesée du gâteau formé par la filtration d'un certain volume d'eau (250 ml) sur une membrane filtrante spécifiée (filtre WHATMAN GF/C de 0.45µm) et après son séchage à l'étuve à 105°C pendant une heure de temps. (Voir Annexe II).

### II-1-1-4 La conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est un bon indicateur du degré de minéralisation de l'eau, elle est proportionnelle à la quantité des sels ionisables et varie avec la température.

Elle est mesurée grâce au conducti-thermomètre de la trousse HACH en micro-seimens par centimètre.

### II-1-2 Paramètres chimiques

#### II-1-2-1 L'oxygène dissous (O<sub>2</sub>)

La teneur de l'oxygène dissous dans l'eau dépend de plusieurs autres paramètres :

- Paramètres physiques : température, salinité, et la diffusion.
- Paramètres biologiques : la production primaire, la consommation des différentes organismes vivants.
- Paramètres chimiques et biochimiques : réactions chimiques et décomposition de la matière organique. La mesure de l'O<sub>2</sub> dissous exprimée en mg/l a été réalisée à l'aide d'un oxymètre de la trousse HACH.

**DBO<sub>5</sub>**: la demande biochimique en O<sub>2</sub> est mesurée par comparaison entre la teneur immédiate en oxygène dissous et la teneur restante au bout de 5 jours à 20°C, à l'obscurité, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction des matières organiques carbonées (BERNE et CORDONNIER, 1991).

**DCO** : la demande chimique en O<sub>2</sub> est mesurée par la consommation de l'O<sub>2</sub> d'une solution de dichromate de potassium à chaud et sous reflux en 02 heures. Elle représente

la plupart des composés organiques présents et les sels minéraux oxydables tels que beaucoup de composés du soufre (BERNE et CORDONNIER, 1991).

Les valeurs de DBO<sub>5</sub> et DCO ont été obtenues à partir de l'A.N.B. (agence nationale des barrages).

### II-1-2-2 Le potentiel hydrogène (pH)

Le pH est un symbole, qui exprime par le chiffre dont il est accompagné, l'acidité ou l'alcalinité d'une eau.

C'est le cologarithme de la concentration des ions hydrogènes dans l'eau ( $\text{pH} = -\log \text{H}^+$ ) (ARRIGNON, 1998)

La détermination du pH permet d'estimer le degré d'agressivité d'une eau, il dépend de la T°, O<sub>2</sub>, alcalinité qualité du système de carbonate, type d'ions présent dans le milieu, la photosynthèse et la respiration (ARFI, 1991). Il a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre.

### II-1-2-3 Les sels nutritifs

Les éléments se présentent sous plusieurs formes en solution.

**L'azote :** l'azote utilisable combiné sous forme d'ions nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ), nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) et l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) (COPIN-MONTEGUT, 1996).

#### II-1-2-3-1 L'azote ammoniacal :

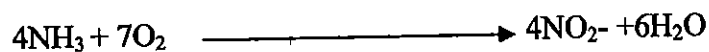
L'ion ammonium  $\text{NH}_4^+$  et la molécule d'ammoniac  $\text{NH}_3$  sont souvent et abusivement regroupés dans la littérature aquacole sous le vocable ammonium  $\text{NH}_4^+$ , qui correspond en réalité à l'azote ammoniacale qui dépend du pH et de la température.

L'ammonium est dosé par la méthode de KOROCEFF 1969 (AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983) (Voir annexe N° I). La teneur de l'ammonium est exprimée en mg/L.

#### II-1-2-3-2 les nitrites

Les ions nitrites sont les intermédiaires fugaces, entre l'azote ammoniacal et les ions nitrates, soit par la nitrification de  $\text{NH}_3$  sinon par la dénitrification de  $\text{NO}_3^-$ .

bactéries nitrosomonas



Les nitrites sont dosés par spectrophotométrie, ils forment avec l'acide sulfurique un sel diazonium, qui se combine avec un dérivé de la naphtylamine pour former un colorant rose absorbé à 543 nm, WOOD et al, 1967 (Voir annexe I). La teneur des nitrites est exprimée en mg/L.

### II-1-2-3-3 les nitrates

La présence des nitrites et nitrates dans l'eau est à l'origine de la décomposition des matières organiques, ou bien apportés par les engrais minéraux.

Les nitrates sont déterminés quantitativement par la méthode spectrophotométrie, on mesure en réalité la concentration des ions  $\text{NO}_2^-$  et  $\text{NO}_3^-$  par réduction de la concentration en nitrite, AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983 (Voir annexe I). La teneur des nitrates est exprimée en mg/L

### II-1-2-3-4 le phosphore

C'est un élément nécessaire à la vie aquatique, dont la forme minérale majoritaire est les ortho phosphates.

Le phosphore est un constituant des tissus, il représente le facteur limitant pour la croissance végétale. En cas d'eutrophisation, l'enrichissement du milieu en phosphore entraîne l'accroissement de la production végétale. Les sources du phosphore sont multiples, elles proviennent des résidus métaboliques, détergents, excès d'engrais agricoles et de l'industrie.

Les ortho phosphates sont quantifiés par la méthode spectrophotométrie (annexe N° I). La teneur du phosphore est exprimée en mg/L.

### II-2 Résultats et discussion.

#### II-2-1 Paramètres physiques

##### II-2-1-1 Température

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau N°4 et dans les graphes N°10 et 11.

Tableau N° 4 : Evolution mensuelle de la température (°c) :

MOIS NIVEAU		MOIS		
		AVR	MAI	JUIN
Station 1	0m	20.5	22.15	27.6
	-2m	20.3	21.8	27.3
	-6m	18.85	19.75	24
Station 2	0m	20.75	22.5	27.9
	-2m	19.2	22.2	27
	-6m	17.85	21.6	25.2
Station 3	0m	21.15	23.15	28.4
	-2m	20.1	22.75	27.5
Station 4	0m	20.75	23.1	28.3
	-2m	19.25	22.95	27.6

La latitude et l'altitude sont les deux facteurs principaux qui déterminent la température des eaux avec une influence locale de la circulation atmosphérique. La température de l'eau de la surface est en générale peu différente de celle de l'air (LEVEQUE et PAUGY, 1999).

##### Evolution mensuelle de la température par station :

-Dans toute la phase stable de l'évolution d'un plan d'eau, que ce soit un lac ou une retenue artificielle, le paramètre de température joue un rôle fondamentale. En effet, ce dernier peut engendrer d'importantes fluctuations d'autres paramètres de l'eau, tels que l'oxygène dissous, la densité (ARRIGNON, 1976). Les résultats d'analyse de ce paramètre ont montré pour la période des prélèvements et ce, pour toutes les stations une augmentation régulière des températures. Les variations entre les stations ne

représentent pas d'importantes valeurs, dès lors que les différences observées sont imputées au temps qui s'écoule entre les différents prélèvements. Ceci, laisse supposer qu'il existe au sein de ce site une homogénéité dans la répartition des températures de surface durant toute la période de nos prélèvements.

Les valeurs des températures de surface enregistrées au niveau de la station 1 sont les plus faibles, à l'exception du premier prélèvement d'Avril. Durant ce mois la température de l'eau affiche 20,5 °C pour culminer, par la suite, à une valeur de 27,6°C en début d'été (Juin). Alors qu'au niveau de la station 2 les températures sont légèrement plus importantes que la station précédente. Les valeurs enregistrées sont passées de 20,75°C au mois d'Avril à 27,9°C durant le mois de Juin.

Pour la station 3 la première valeur de température correspondant au mois d'Avril est la plus importante durant ce mois, et ceci pour toutes les stations, elle affiche une valeur de 21,15°C. Cette dernière augmente progressivement, et d'une manière plus prononcée du mois de Mai à Juin pour atteindre 28,4°C. L'allure de la courbe de la station 4 est semblable à celle de la station 3, avec une valeur de 20,75°C au mois de d'Avril. Par la suite, les courbes des deux stations se confondent du mois de Mai à Juin.(Figure N° 11)

Durant les deux premiers mois (Avril et Mai), la répartition de la température en fonction de la profondeur n'affiche pas d'importantes variations. En effet, durant cette période du printemps la répartition de la température du plan d'eau subit une légère régression allant de la surface vers le fond. Le gradient est assez réduit ne dépassant pas les 2 °C d'un niveau à un autre et ce, pour une même station. Alors qu'il peut dépasser cette valeur quand il s'agit des niveaux extrêmes, à savoir le niveau (0m) et (-6m). Ceci, on l'observe en Avril au niveau de la station 2, où la température passe de 20,75 °C en surface pour atteindre 17,85 °C à moins de six (06) mètres de profondeur.

Alors que ce gradient thermique est plus important dépassant les 5°C, notamment, en surface et ce, quand il s'agit de comparer les valeurs enregistrées en début de l'été, en d'autres termes les valeurs correspondant au mois Mai et de Juin. L'importance des valeurs des températures enregistrées au mois de Juin marque, en effet, le début de la saison d'été.

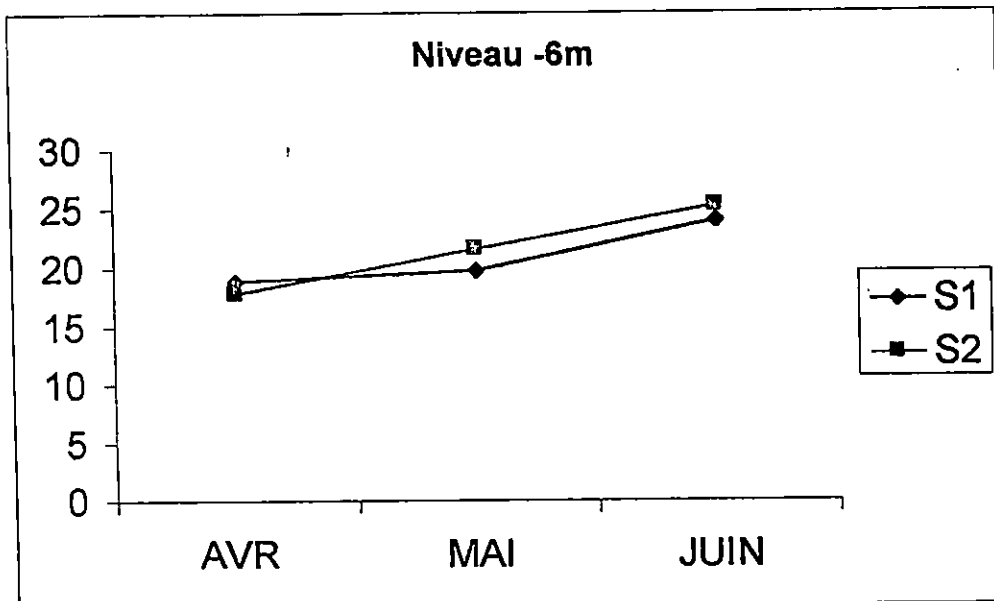
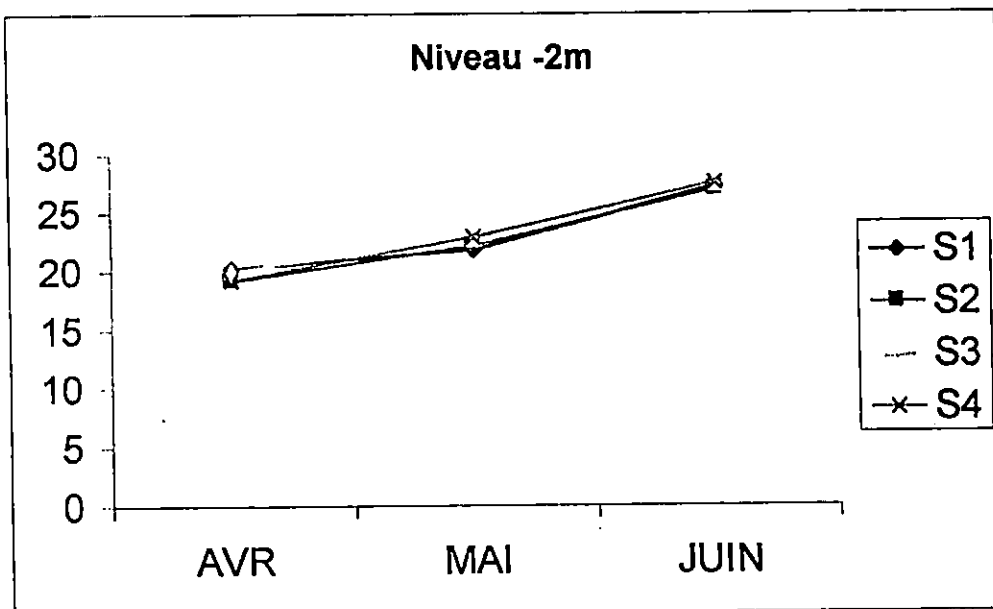
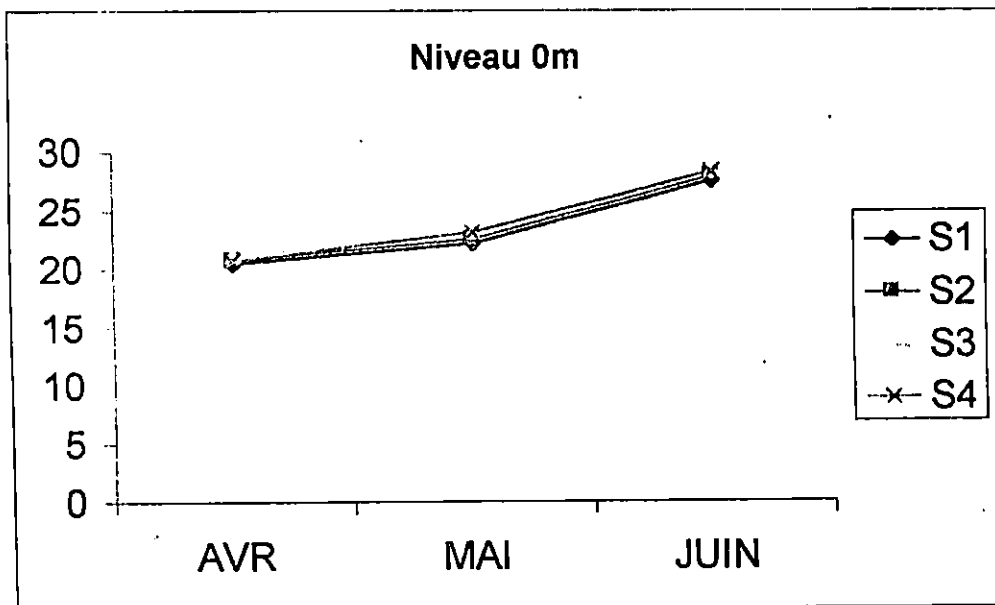


Figure N°10 : Evolution mensuelle de la température (mg/l)

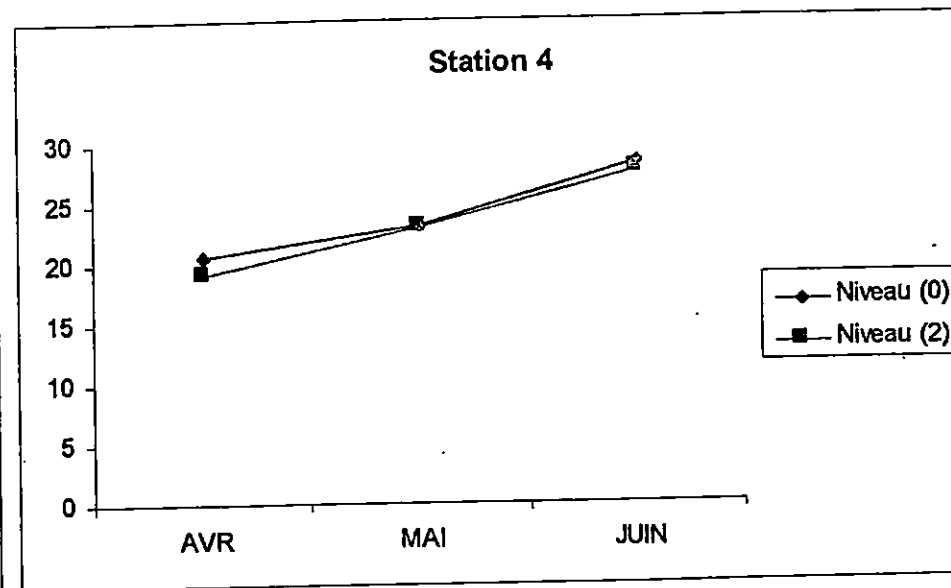
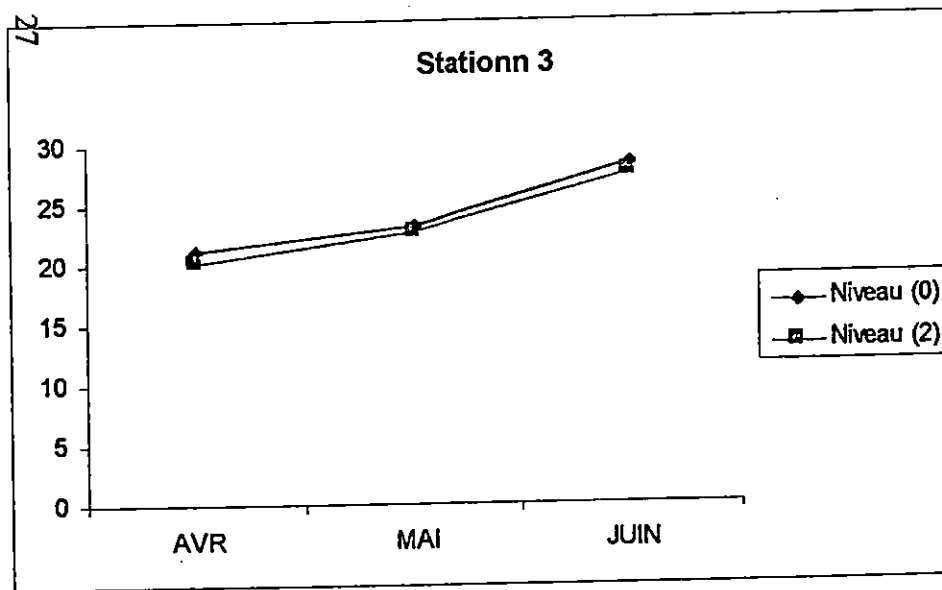
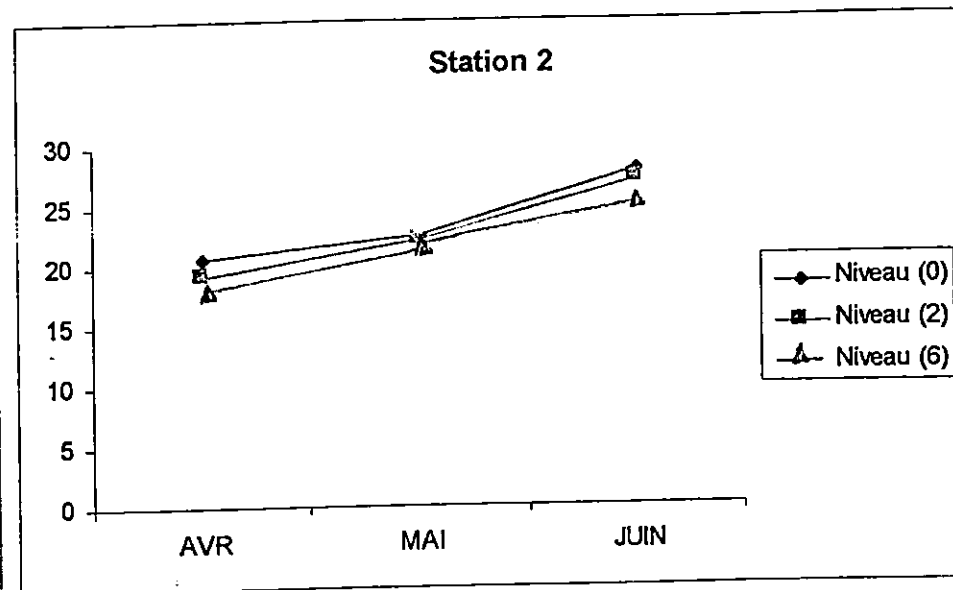
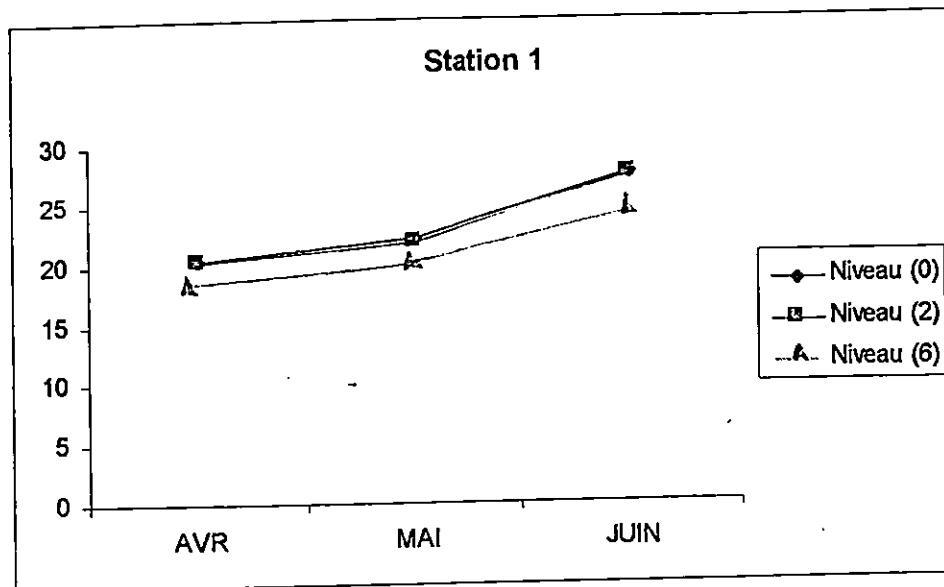


Figure N° 11: Evolution mensuelle de la température (°C) par niveau(m) à chaque station

### II-2-1-2 La transparence

Les valeurs obtenues sont regroupées dans le tableau N° 5 et le graphe N°12.

Tableau N°5 : Evolution mensuelle de la transparence (m).

<b>MOIS stations</b>	<b>AVR</b>	<b>MAI</b>	<b>JUIN</b>
<b>STATION 1</b>	2.6	2.4	1.8
<b>STATION 2</b>	2.2	2.4	1.7
<b>STATION 3</b>	1.6	1	1.1
<b>STATION 4</b>	2.2	1.6	1.4

La disparition du disque de Secchi est fonction de l'importance de la matière en suspension organique et inorganique. Concernant les résultats de nos prélèvements au niveau du barrage de Boukourdane, les valeurs du tableau n° 5 montrent que la valeur de la transparence varie entre 01m et 2.6 m. On observe au niveau des stations 1 et 2 une eau plus transparente que celle des stations 3 et 4. Ceci, serait dû à notre avis à la situation des stations (proximité ou non des berges), ainsi qu'à la profondeur (la station 1 et 2 sont plus profondes que les deux autres stations).

A l'exception des valeurs enregistrées entre le mois d'Avril et Mai au niveau de la station 2, les résultats de nos prélèvements montrent une diminution régulière des valeurs de la transparence depuis le mois d'Avril à Juin.

Les valeurs les plus faibles ont été observées durant le mois de Juin, avec un minimum qui correspond à une valeur de un (01) mètre, enregistré durant le mois de Mai au niveau de la station 3.

Parfois, les mesures de la transparence sont faussées si le sédiment est remis en suspension dans l'eau par les poissons et/ou par le vent (SCHLUMBERGER, 1997).

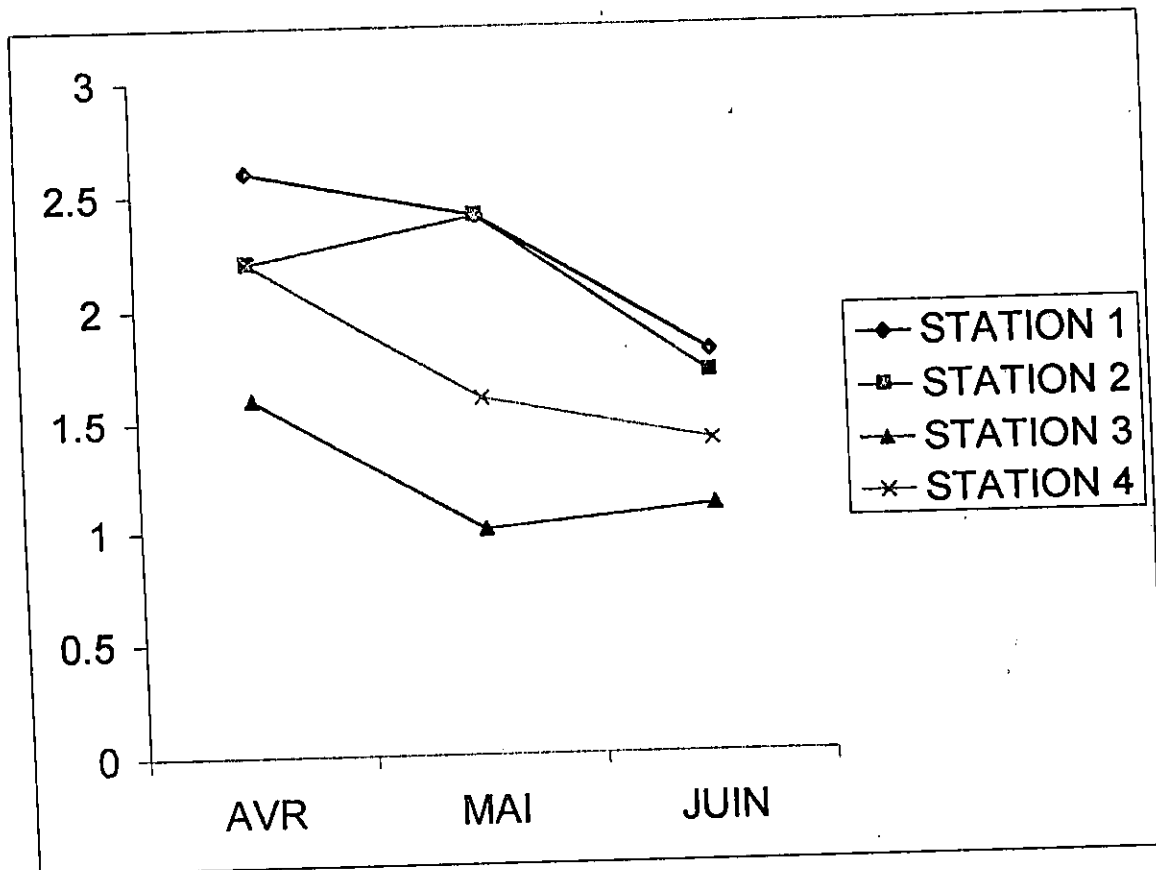


Figure N° 12 : Evolution de la transparence de l'eau (m) par station

### II-2-1-3 La matière en suspension (M.E.S.)

Les résultats des prélèvements sont enregistrés dans le tableau N°6 et représentés graphiquement dans les figures N° 13 et 14.

Tableau N° 6 : Evolution mensuelle des MES (mg/L).

MOIS		AVR	MAI	JUIN
NIVEAU				
Station 1	0m	8	8	4
	-2m	6	8	4
	-6m	4	4	4
Station 2	0m	8	8	10
	-2m	8	8	10
	-6m	4	4	6
Station 3	0m	6	4	14
	-2m	16	4	12
Station 4	0m	6	8	14
	-2m	4	4	12

Les matières en suspension peuvent réduire la luminosité, et par conséquent baisser la productivité primaire, qui, s'accompagne par une chute du taux d'oxygène dissous, due à la diminution de l'activité photosynthétique (BREMOND et VUICHARD, 1973).

Les résultats des analyses de la matière en suspension, obtenus au niveau des quatre stations, montrent pour les trois mois de prélèvements des valeurs qui varient entre 4 et 16 mg par litre. Ces valeurs relativement faibles s'expliquent qu'en cette période de l'année les précipitations et les effets des vents ne favorisent pas la remise en suspension des particules ainsi que le déversement des alluvions.

#### Evolution mensuelle de la MES.

**La station 1 :** les valeurs obtenues ne dépassent guère les 8mg/l, et ceci pour les trois mois de prélèvements. Notons, que pour le mois de Juin les valeurs de la MES

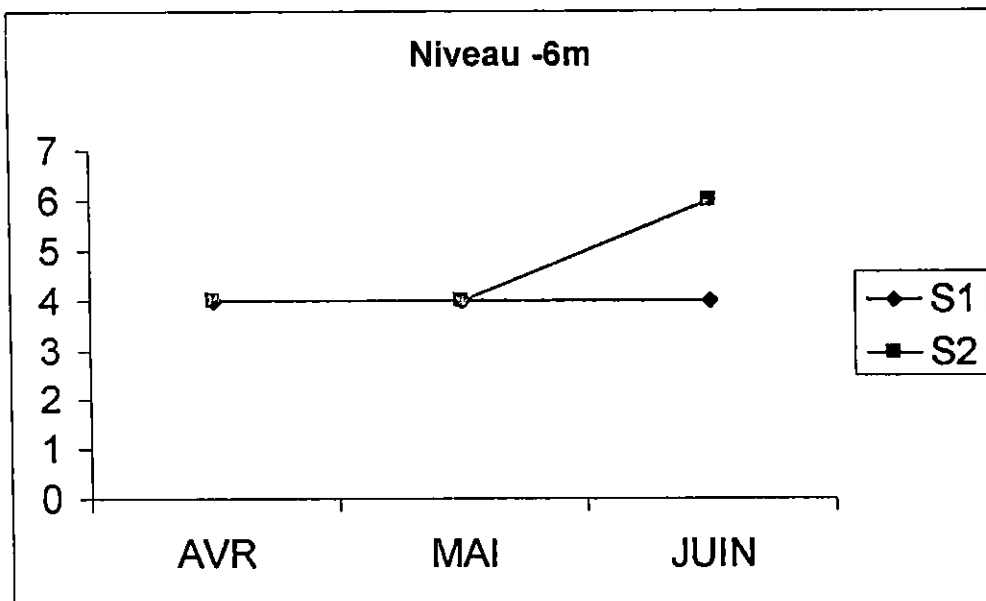
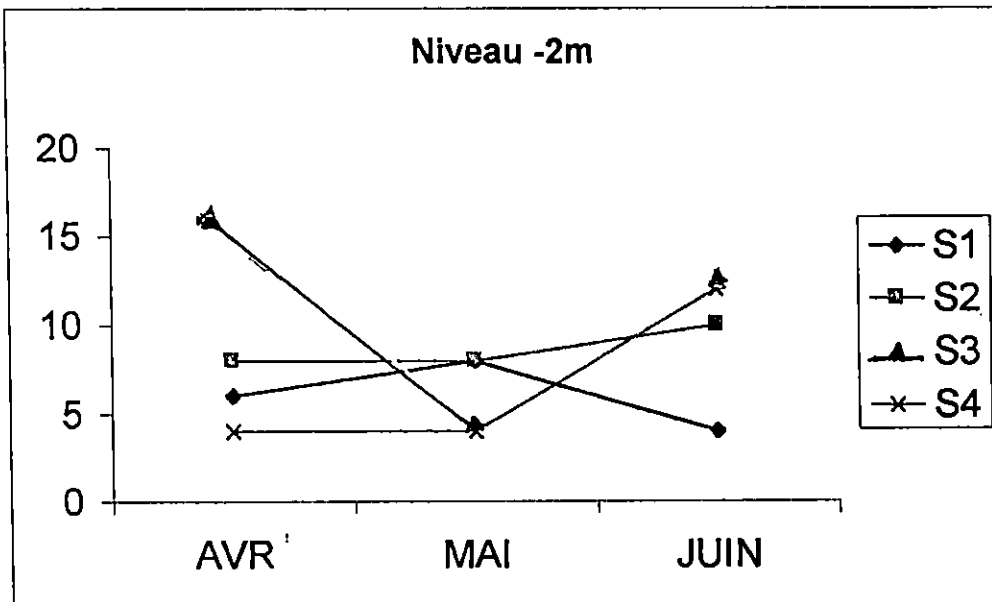
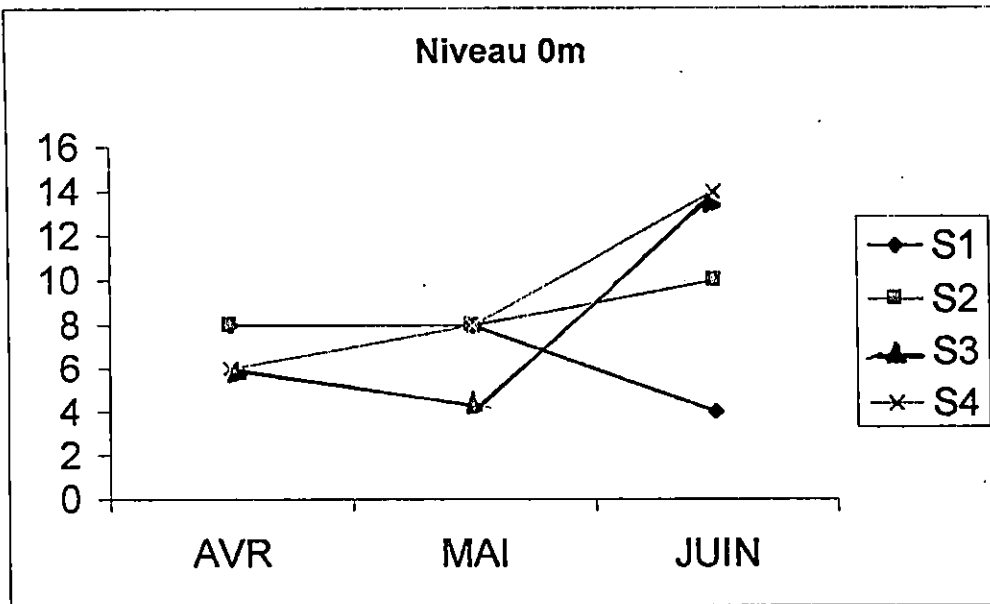


Figure N°13 : Evolution mensuelle de MES (mg/l)

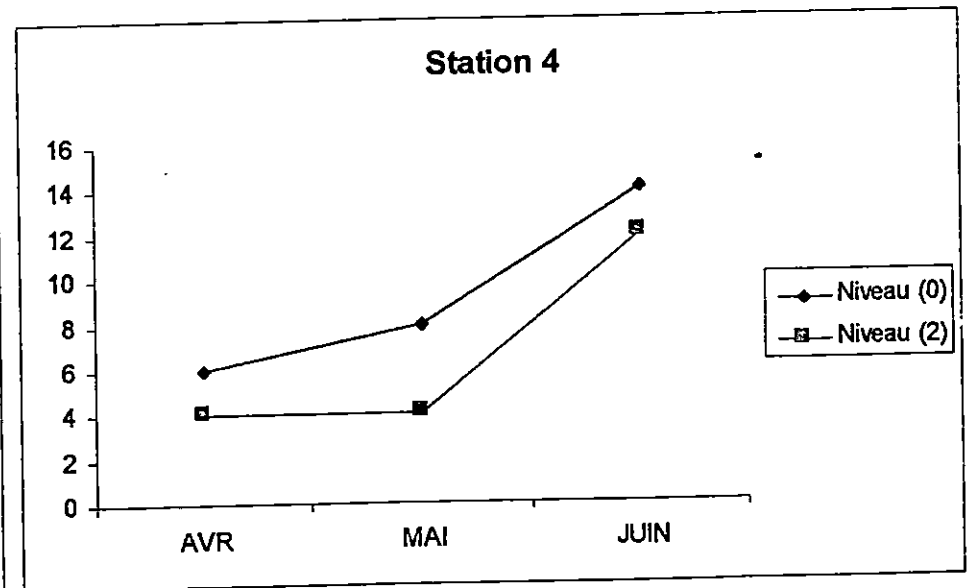
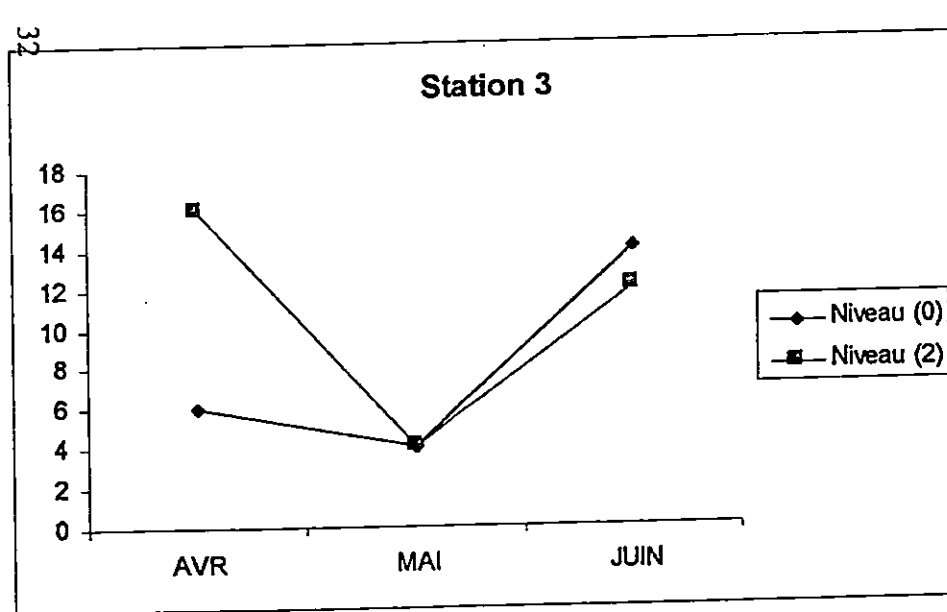
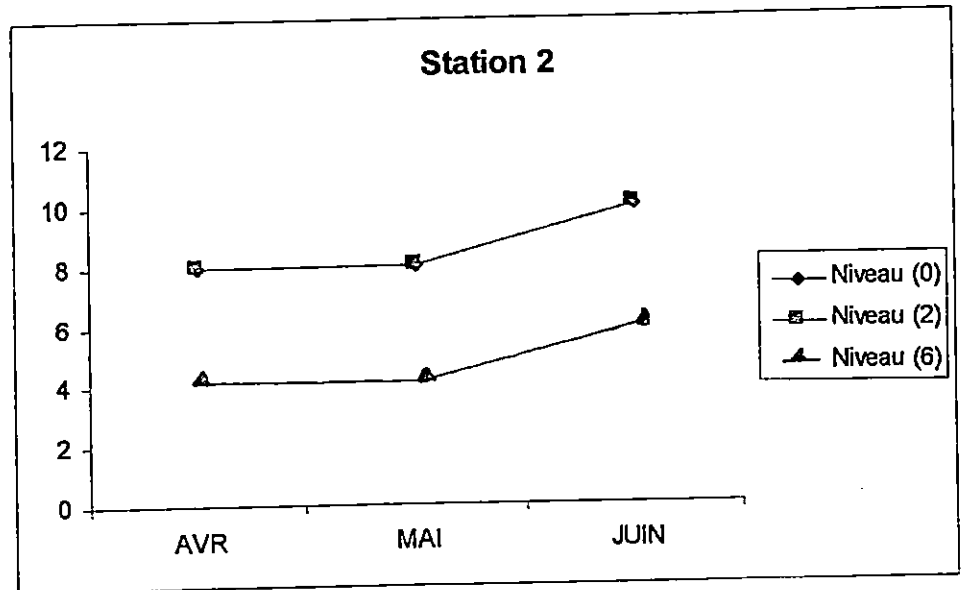
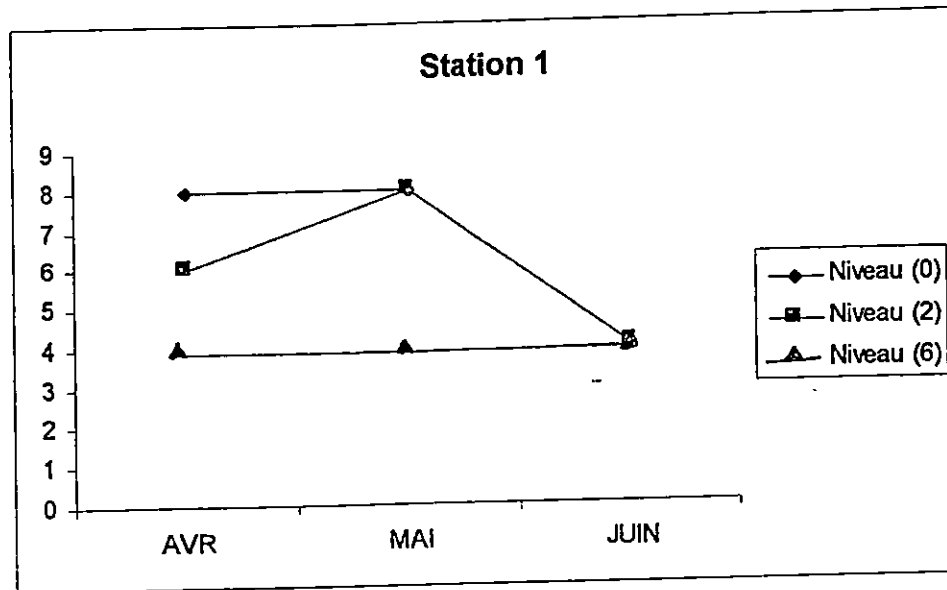


Figure N°14 : Evolution mensuelle de MES (mg/l) par niveau (m) à chaque station

présentent une valeur constante, qui est de 4mg/l. Aussi, on observe cette même valeur à -6 mètres de profondeur et ce, pour les trois mois de prélèvements.

**La station 2 :** les valeurs enregistrées de la MES pour les deux premiers mois sont relativement identiques que ceux observées au niveau de la station 1. seul le prélèvement du mois de Juin qui affiche des valeurs plus importantes (8 à 10 mg/l).

**La station 3 :** pour les deux premiers mois les résultats sont comparables à ceux obtenus pour la station 1. Seulement, pour le mois d'avril le pic correspondant à 16mg/l serait dû à notre avis à une erreur de manipulation, sinon cette valeur est faussée par la remise en suspension du sédiment par un banc de poissons. Alors que, les valeurs du mois de juin continuent d'augmenter pour atteindre une valeur maximale pour cette station qui est de 14mg/l.

**La station 4 :** Les valeurs les plus importantes s'observent au mois de juin. Un maximum de 14mg/l est enregistré durant cette même période de l'année. Les mois d'Avril et Mai affichent, dans une large mesure, des résultats similaires avec ceux obtenus dans les autres stations. Ces derniers varient entre 4 et 8 mg/l.

L'évolution des quantités de la MES, notamment, durant le mois de juin pourrait être causée par le fait que les stations 2, 3 et 4 se retrouvent plus exposées aux vents. Ceci, ne s'applique pas à la station 1 qui se situe au niveau de la digue du barrage. En effet, cette dernière a enregistré les plus faibles valeurs de la MES.

### II-2-1-4 Conductivité électrique

Les valeurs de la conductivité électrique sont regroupées dans le tableau N° 7 et représentées par les graphes 15 et 16.

La conductivité de l'eau pure absolue est voisine de 0.036 $\mu$ S/cm. La conductivité de l'eau d'une rivière augmente avec les teneurs en sels électrolysables dissous, elle augmente aussi avec la mobilité de ces ions, conséquence de l'élévation de la température (ARRIGNON, 1998).

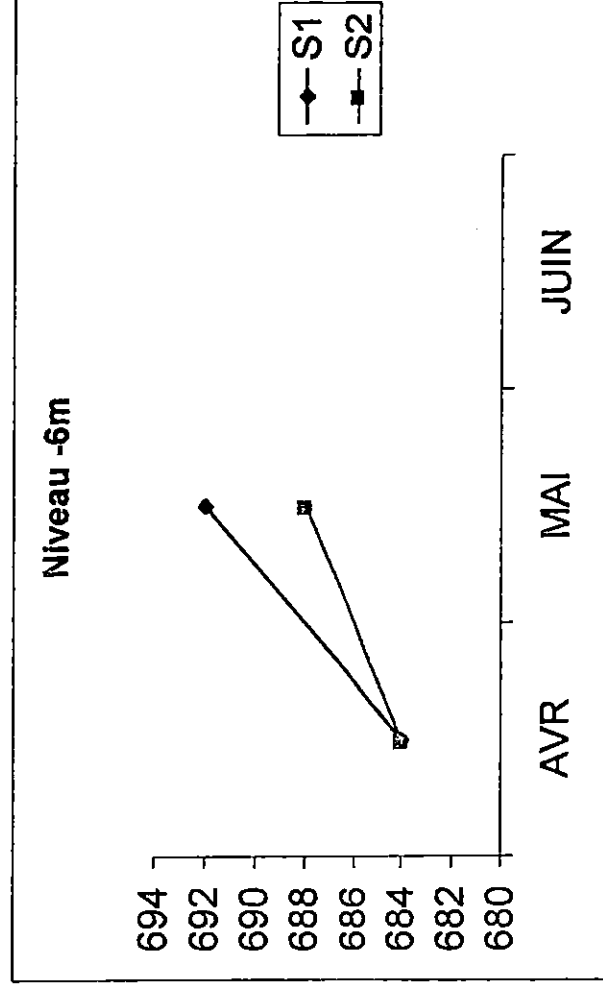
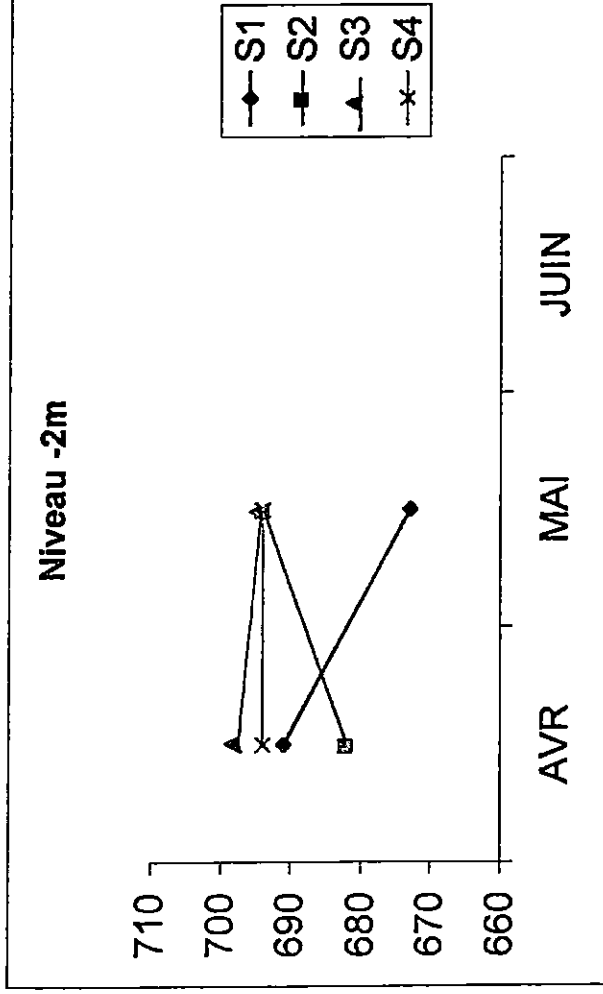
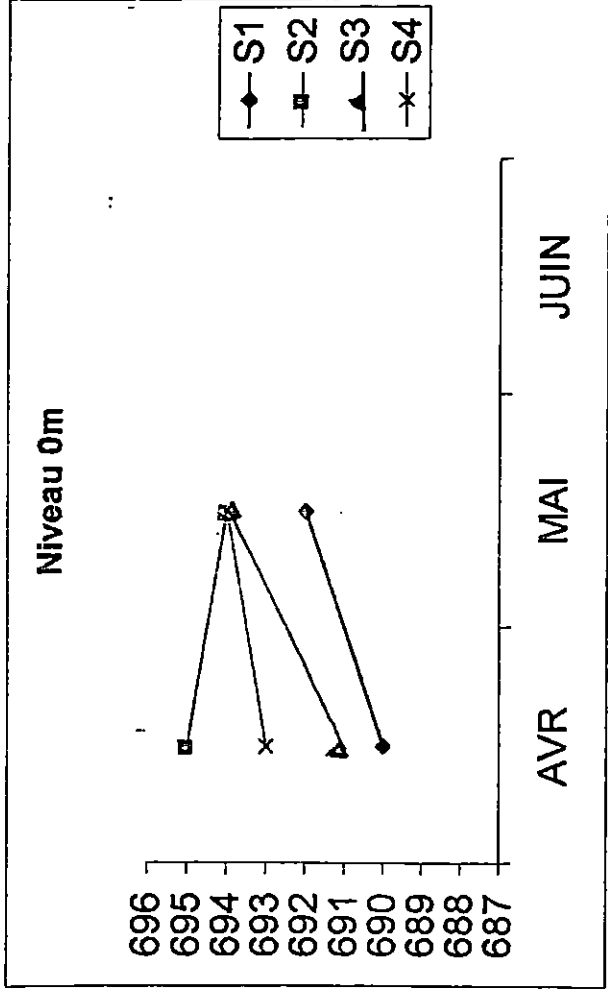
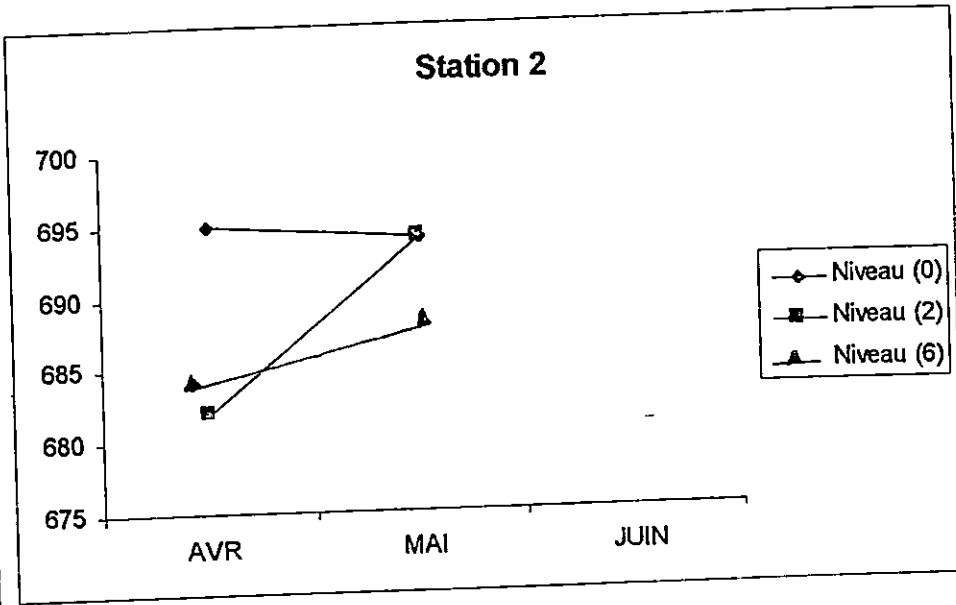
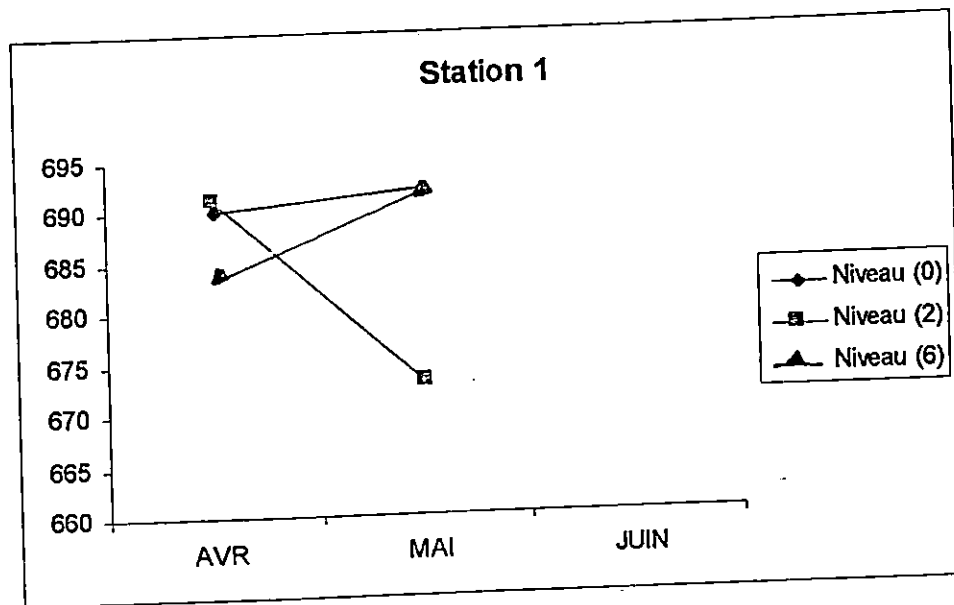


Figure N°15 : Evolution mensuelle de la conductivité (μs/cm)



35

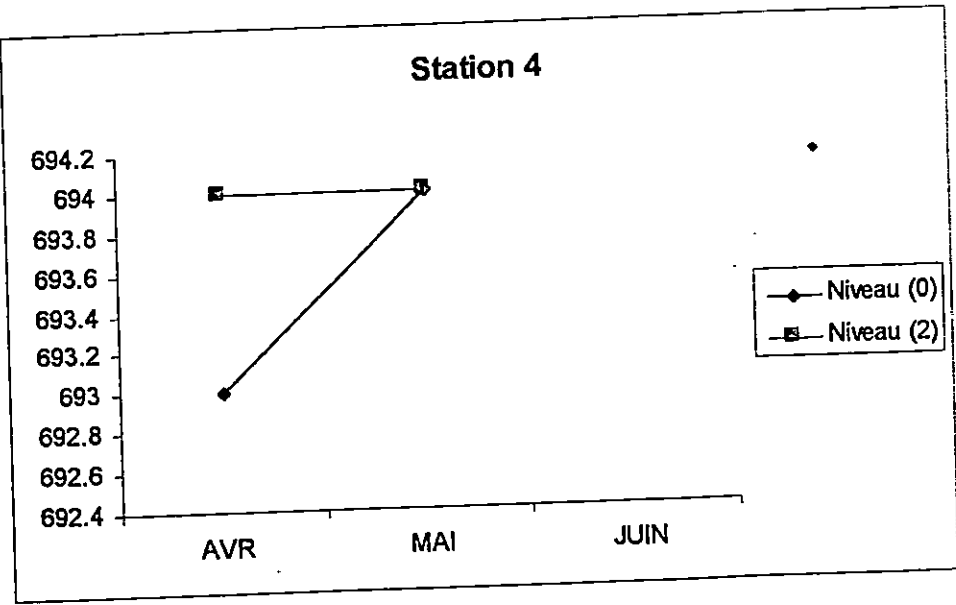
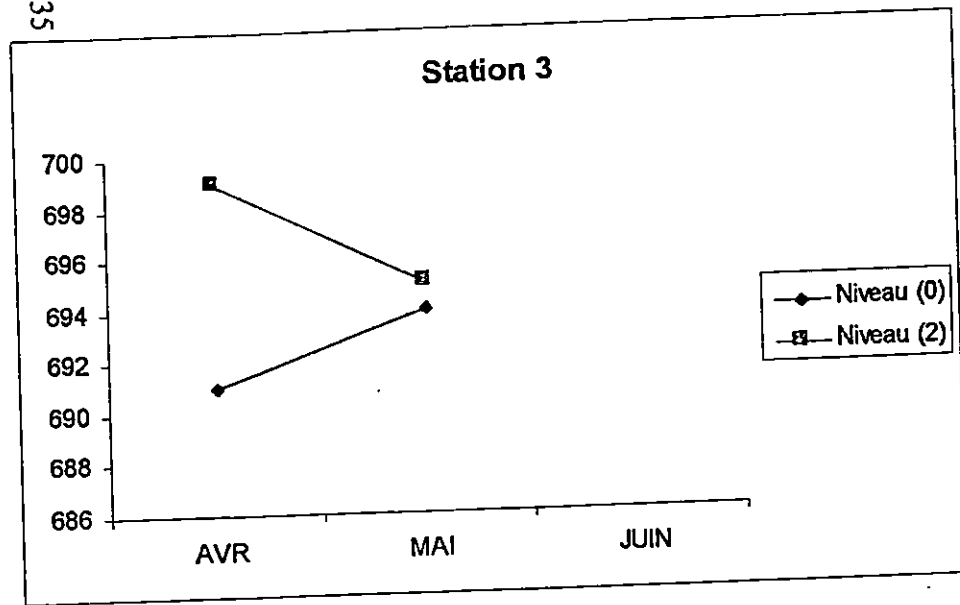


Figure N°16 : Evolution mensuelle de conductivité ( $\mu\text{s/cm}$ ) par niveau (m) à chaque station

## CHAPITRE II : Analyse des paramètres physico-chimiques

Tableau N°7 : Evolution mensuelle de la conductivité ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) :

MOIS		AVR	MAI
NIVEAU			
Station 1	0m	690	692
	-2m	691	673
	-6m	684	692
Station 2	0m	695	694
	-2m	682	694
	-6m	684	688
Station 3	0m	691	694
	-2m	699	695
Station 4	0m	693	694
	-2m	694	694

Les résultats obtenus varient entre 673 et 699  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et ceci, pour l'ensemble des stations. La plus importante valeur de la conductivité (699  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) a été enregistrée au niveau de la station 3 et à -2 mètres de profondeur. Les fortes valeurs enregistrées pendant les deux périodes de prélèvements, pourraient s'expliquer par une forte minéralisation, engendrées par les apports organiques et les rejets domestiques se déversant dans le barrage. Selon RODIER, 1996 et d'après nos résultats notre plan d'eau présente une minéralisation importante. (666 <conductivité<1000 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )).

L'interprétation des résultats reste cependant limitée à cause des données incomplètes. A signaler que par défaut d'indisponibilité de l'appareil qui mesure la conductivité, le prélèvement du mois de juin n'a pu être effectué.

### II-2-2- Paramètres chimiques

#### II-2-2-1 L'oxygène dissous

Les valeurs obtenues sont regroupées dans le tableau N° 8 et sont représentées par les graphes N° 17 et 18.

Tableau N° 8 : Evolution mensuelle de l'oxygène dissous (mg /l).

MOIS NIVEAU		MOIS		
		AVR	MAI	JUIN
Station 1	0m	10.6	9.7	11.45
	-2m	9.9	9.70	10.3
	-6m	8.6	10	10.1
Station 2	0m	11.9	12.4	11.5
	-2m	10.7	9.10	9.45
	-6m	10.5	10.1	8.95
Station 3	0m	12.5	9.7	10.75
	-2m	12.2	9.5	9.95
Station 4	0m	11.5	11.8	10.1
	-2m	11.1	10	8.60

**Evolution mensuelle de l'oxygène de surface :**

Les teneurs en oxygène dissous enregistrées varient entre 8,6mg /l et 12,5mg/l. La plus importante valeur a été enregistrée à la station 3 pour le mois d'avril, qui représente une valeur de 12 ,5mg/l. Tous les prélèvements effectués ont une teneur en oxygène dissous supérieur à 8,6mg/l. Ceci, démontre l'importance de l'activité photosynthétique, ainsi que du brassage par le vent que subit la surface de ce plan d'eau.

Les variations mensuelles des teneurs en oxygène des stations 2 et 4 sont inversement proportionnelles aux températures enregistrées. Par contre, on a observé une augmentation de cette teneur pour le mois de Juin au niveau des stations 1 et 3; ce qui supposerait une action du vent qui a permis une re-oxygénation de cette partie du plan d'eau.

Sur le plan de l'évolution verticale, la quantité d'oxygène diminue en allant vers la profondeur. L'enrichissement des couches les plus superficielles par l'O<sub>2</sub> serait du à une importante activité photosynthétique et par le contact avec l'atmosphère. Par contre son appauvrissement dans les eaux profondes serait causé suite à son utilisation dans le phénomène de minéralisation de la matière organique et par la diminution de la pénétration de la lumière.

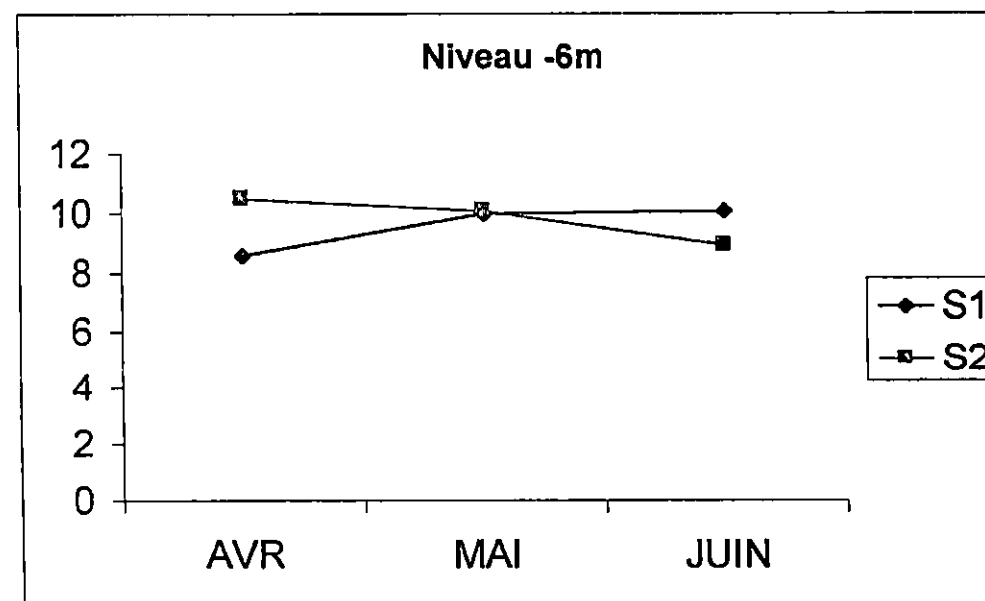
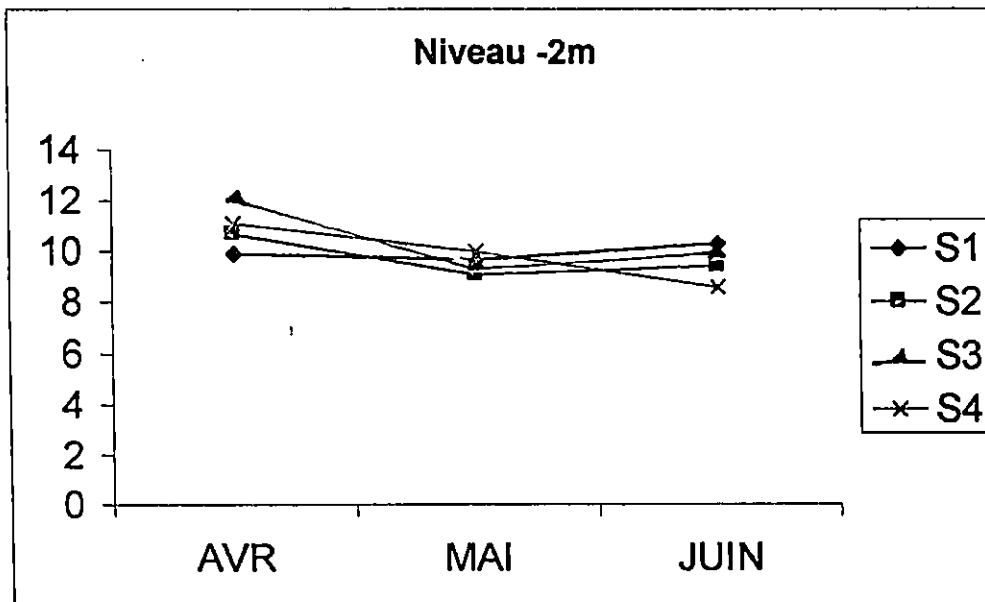
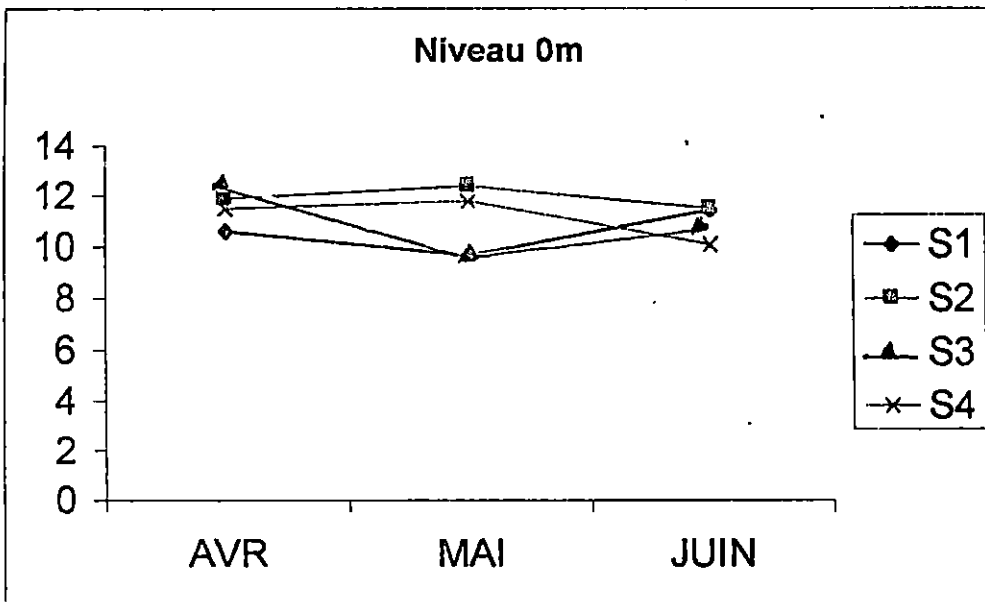


Figure N°17 : Evolution mensuelle de l'oxygène dissous (mg/l)

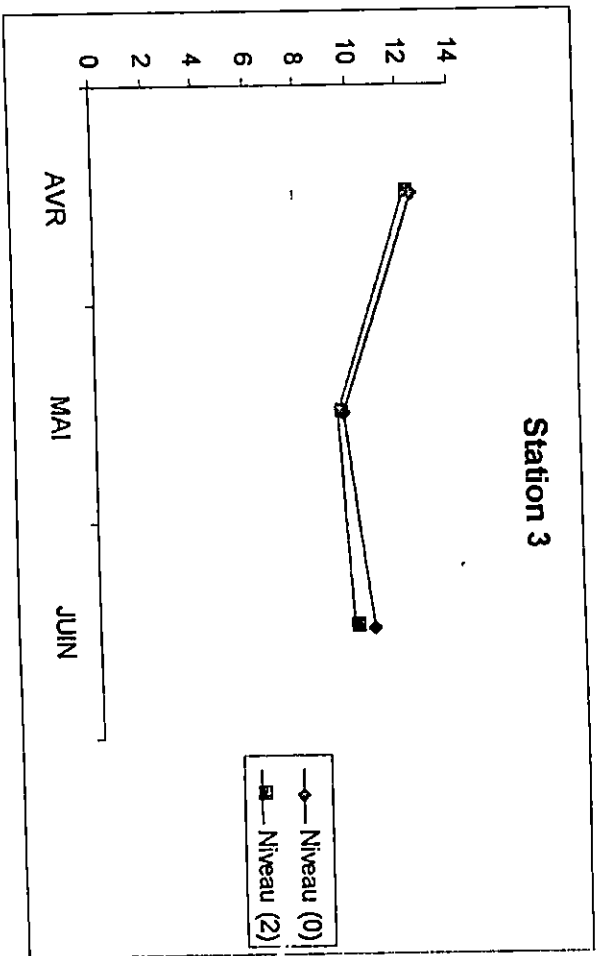
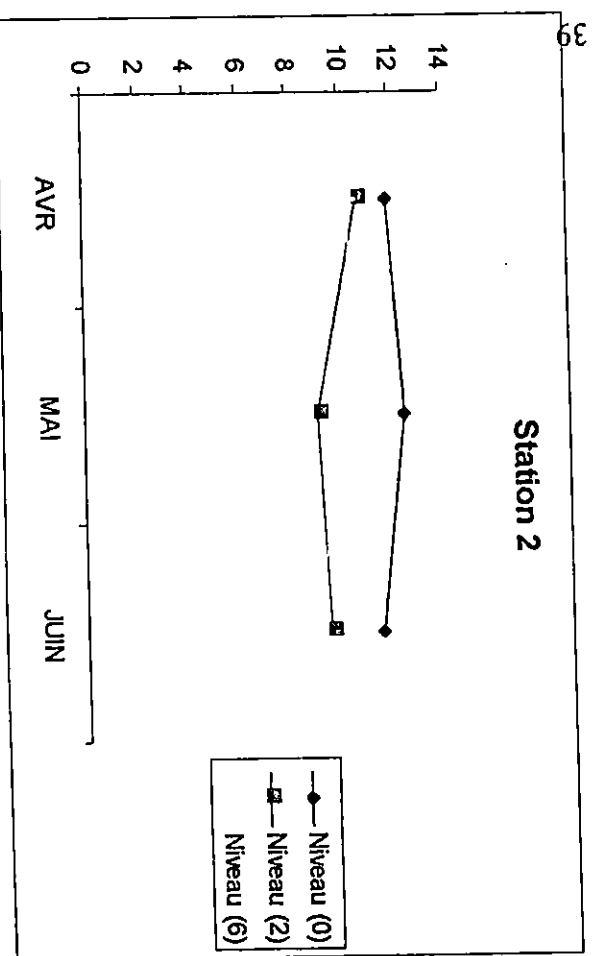
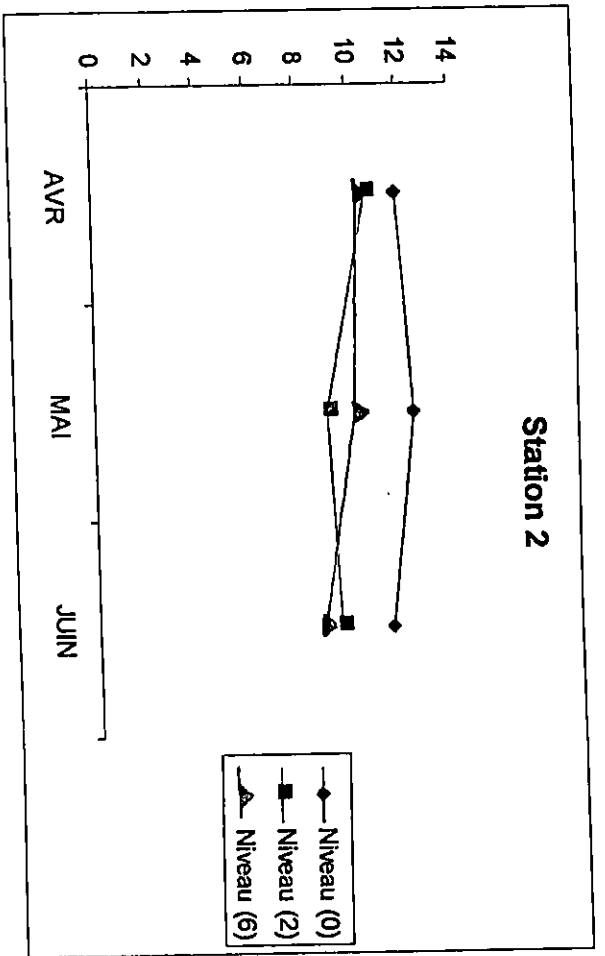
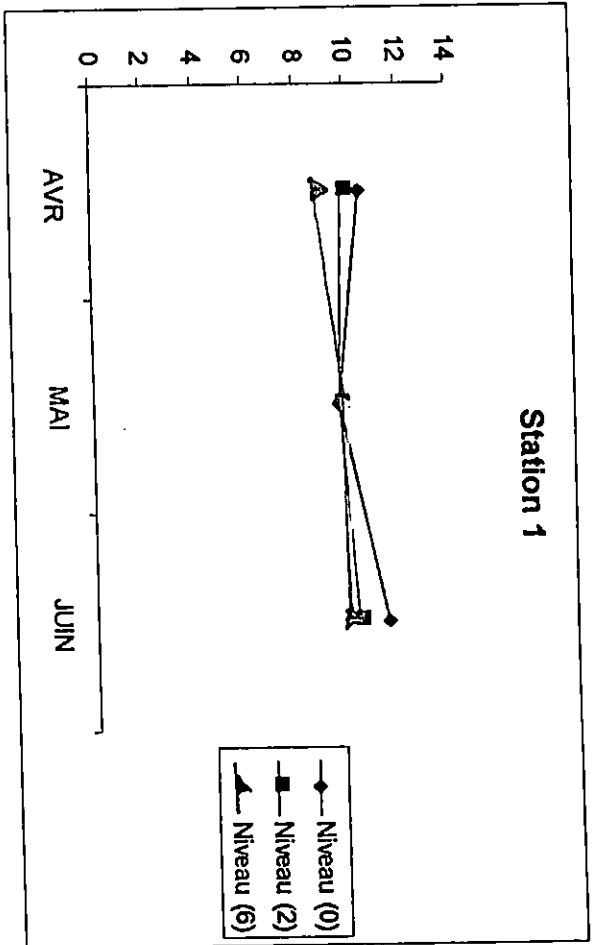


Figure N°18 : Evolution mensuelle de O<sub>2</sub> (mg/l) par niveau (m) à chaque station

## CHAPITRE II : Analyse des paramètres physico-chimiques

D'après nos résultats, on peut classer notre barrage parmi les lacs les plus oxygénés. Sur ce plan, on peut dire que ce site représente un milieu très favorable à la vie aquatique et éventuellement aux activités aquacoles, puisque les faibles teneurs en oxygène ont deux effets : réduction de la conversion de la nourriture et réduction de la prise de nourriture (STEWART et COLE, 1967 in PAULY, 1997).

Les valeurs de la DBO<sub>5</sub> et la DCO sont données respectivement 0.9 mg/l et 13mg/l (janvier 2003).

### II-2-2-2 Le pH

Les résultats des prélèvements sont regroupés dans le tableau N°9 et représentés par les graphes N°19 et 20.

Tableau N° 9 : Evolution mensuelle du pH.

MOIS		AVR	MAI	JUIN
NIVEAU				
Station 1	0m	8.53	8.57	8.43
	-2m	8.51	8.2	8.53
	-6m	8.28	8.32	8.27
Station 2	0m	8.53	8.3	8.46
	-2m	8.51	8.53	8.58
	-6m	8.45	8.3	8.43
Station 3	0m	8.5	8.3	8.61
	-2m	8.24	8.36	8.68
Station 4	0m	8.75	8.5	8.42
	-2m	8.51	8.5	8.48

Le pH est indissociable des valeurs de la température, de l'oxygène dissous et de la minéralisation totale (ARRIGNON, 1996). On constate que les valeurs du pH au niveau du barrage oscillent entre un minimum égale 8,20 et un maximum 8,75.

Sur le plan vertical de la colonne d'eau le pH présente des valeurs presque stables. Cette même allure est observée au niveau des eaux de surface.

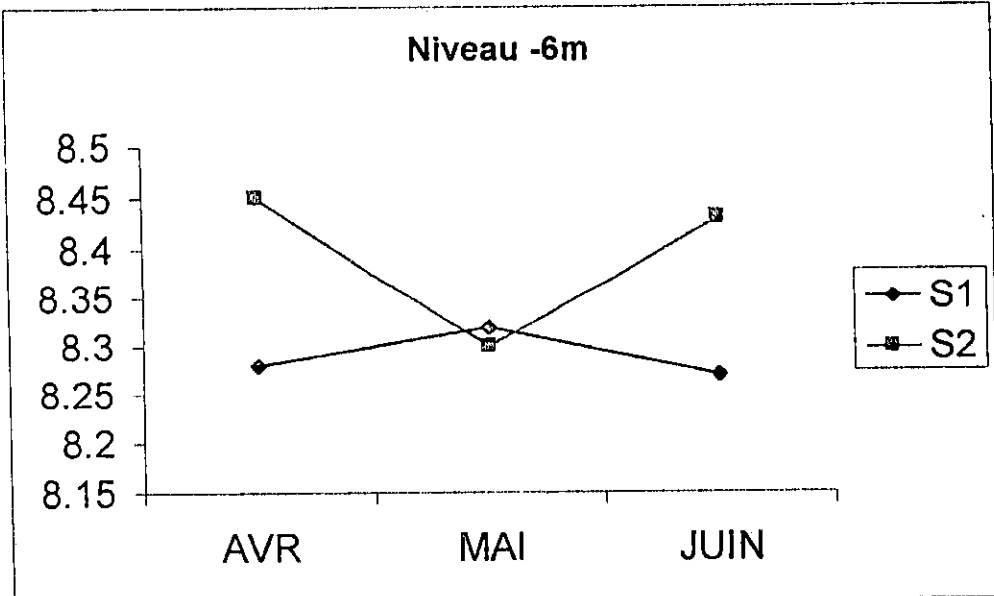
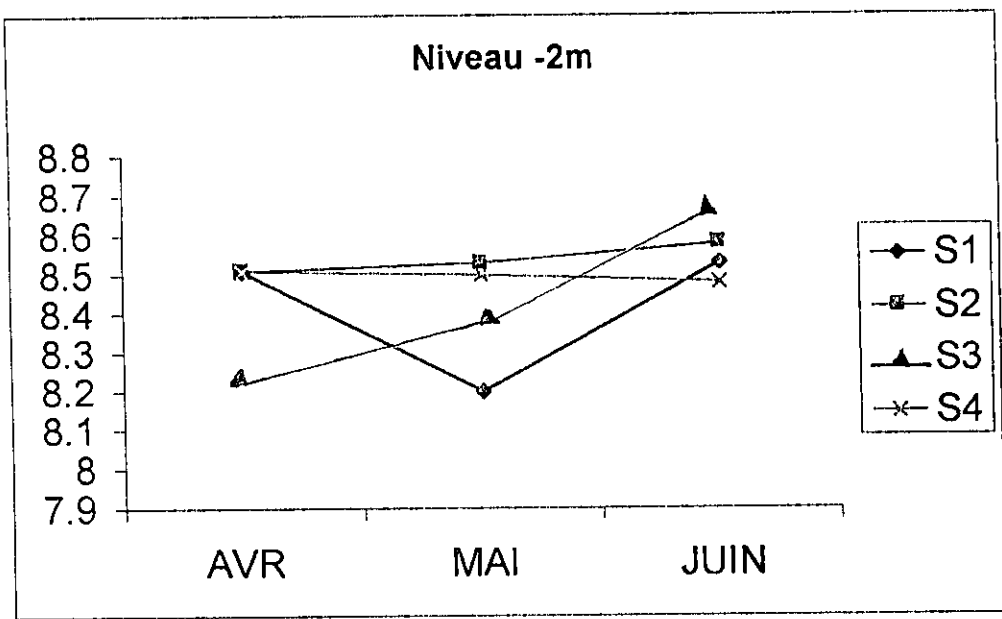
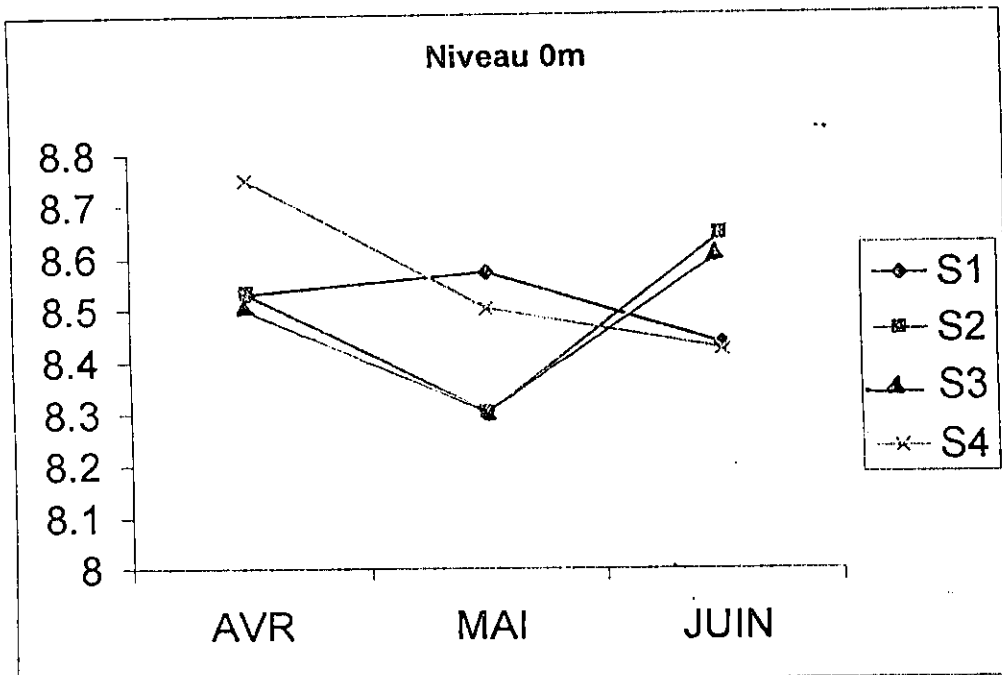


Figure N°19 : Evolution mensuelle de pH par station à chaque niveau

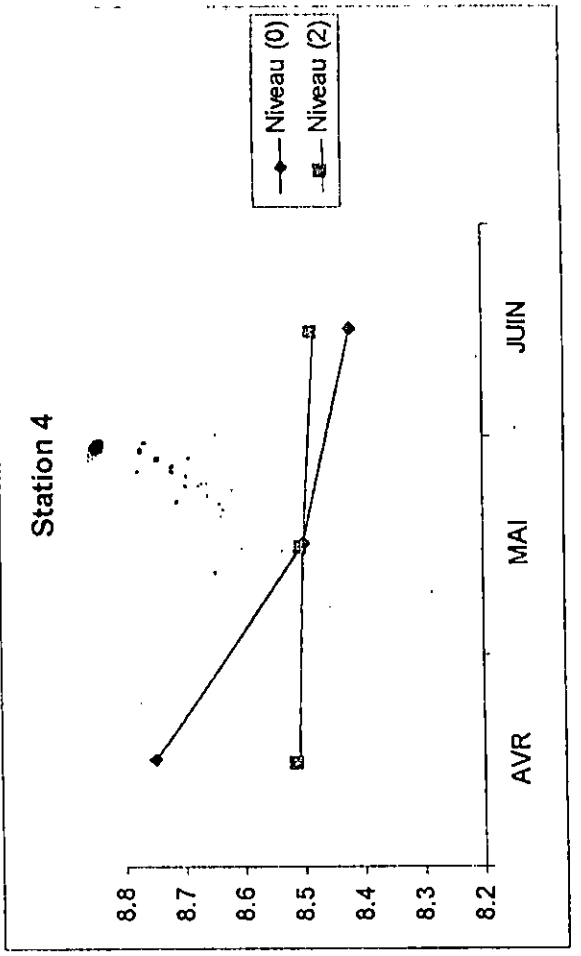
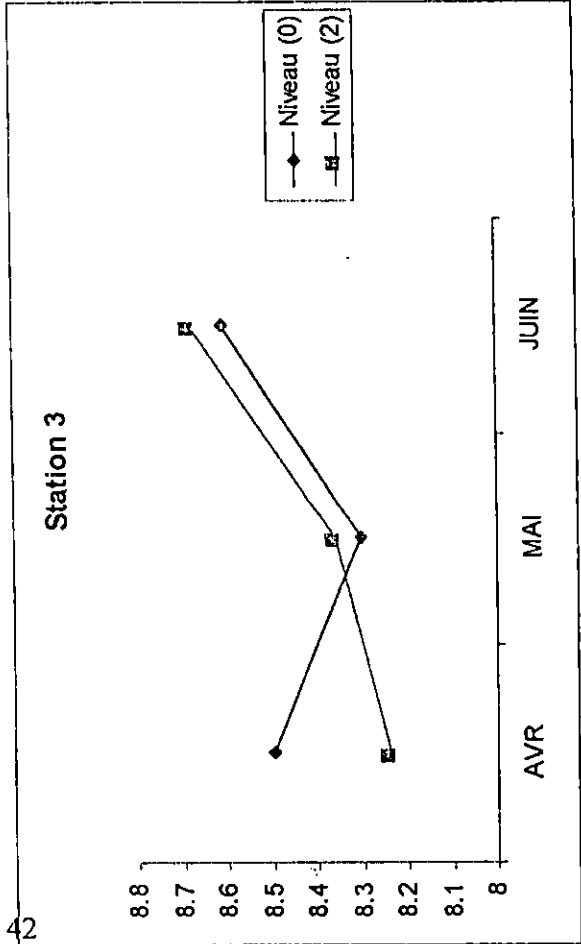
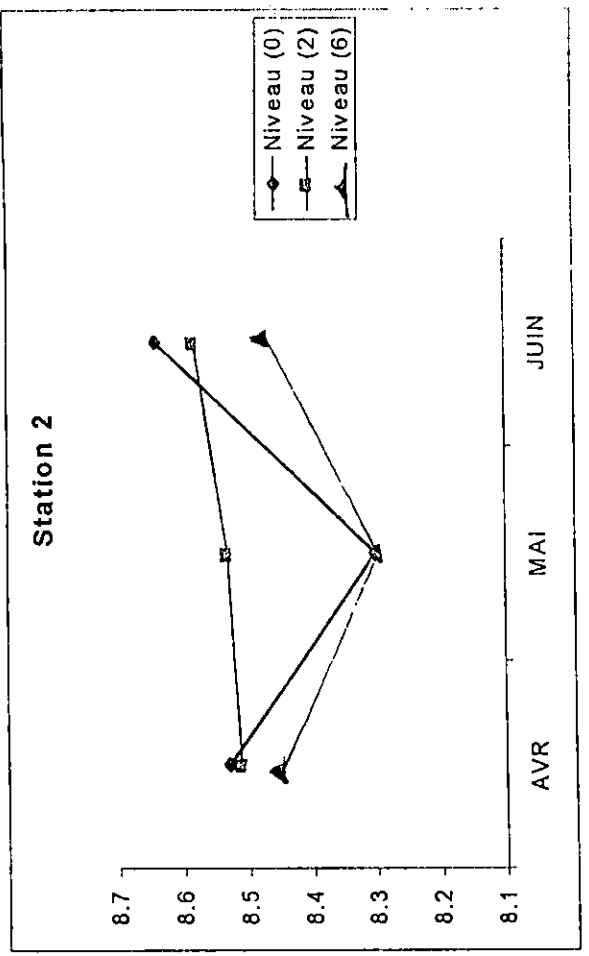
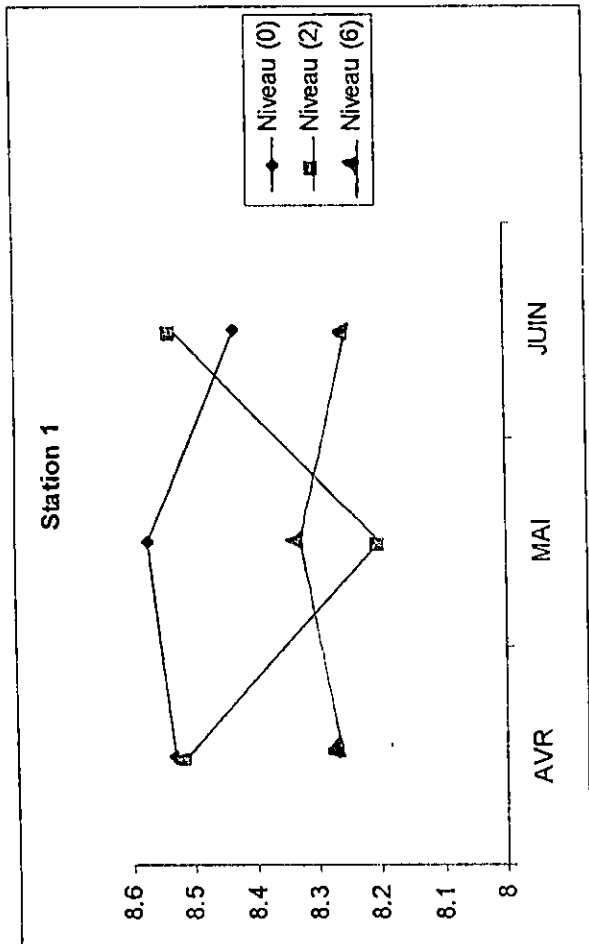


Figure N°20 : Evolution mensuelle de pH par niveau (m) à chaque station

## CHAPITRE II : Analyse des paramètres physico-chimiques

Durant les trois mois les valeurs du pH sont peu variables. Ces dernières présentent une légère alcalinité et ce, selon la classification de NISBET et VERNEAUX, 1970.

### II-2-2-3 Les sels nutritifs.

#### A- L'azote ammoniacal

Les résultats d'analyse de l'ammoniac sont repris dans le tableau N° 10, ils sont représentés par les graphes N° 21 et 22

Tableau N°10: Evolution mensuelle des concentrations de l'azote ammoniacal (mg/l).

MOIS NIVEAU		MOIS		
		AVR	MAI	JUIN
Station 1	0m	0.032	0.03	0.038
	-2m	0.05	0.037	0.007
	-6m	0.051	0.11	0.018
Station 2	0m	0.02	0.03	0.01
	-2m	0.025	0.012	0.009
	-6m	0.041	0.028	0.04
Station 3	0m	0.21	0.011	0.059
	-2m	0.29	0.05	0.06
Station 4	0m	0.022	0.025	0.085
	-2m	0.03	0.137	0.062

L'azote ammoniacal est la forme la plus réduite de l'azote, il existe dans les eaux considérées comme riches (eutrophes).

Les résultats de nos analyses montrent qu'au niveau de toutes les stations les teneurs en cet élément varient entre 0.007 mg/l et 0.137 mg /l.

Un gradient de concentration est observé depuis la surface vers la les zones les plus profondes. En effet, on observe une augmentation des concentrations en azote ammoniacal depuis la surface vers la profondeur. Notons, que cette augmentation des teneurs en  $\text{NH}_4^+$  s'accompagne avec une diminution des teneurs en oxygène. En effet, selon NISBET et VERNAUX (1970), l'azote ammoniacal, qui est la forme la plus réduite de l'azote, existe dans les eaux riches en matière organique en décomposition, lorsque la teneur en oxygène est insuffisante pour assurer sa transformation en nitrate. En d'autres termes, on déduit de nos résultats que les profondeurs d'eau qui

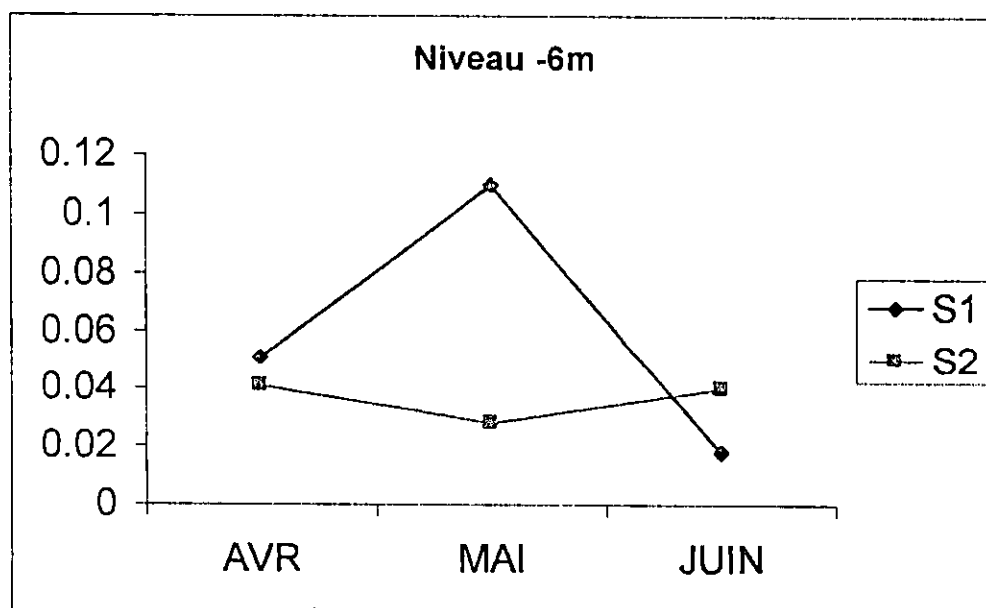
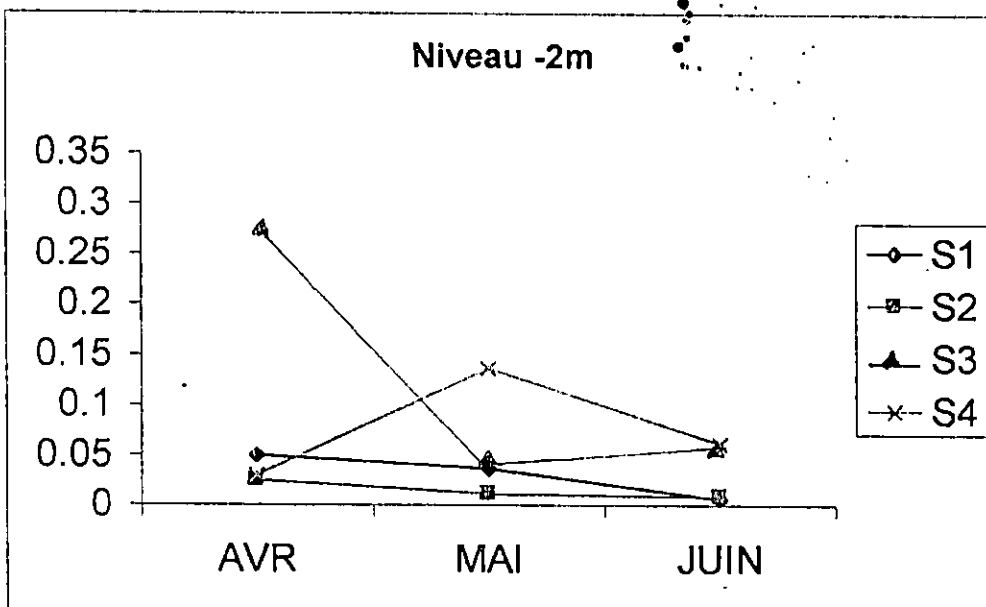
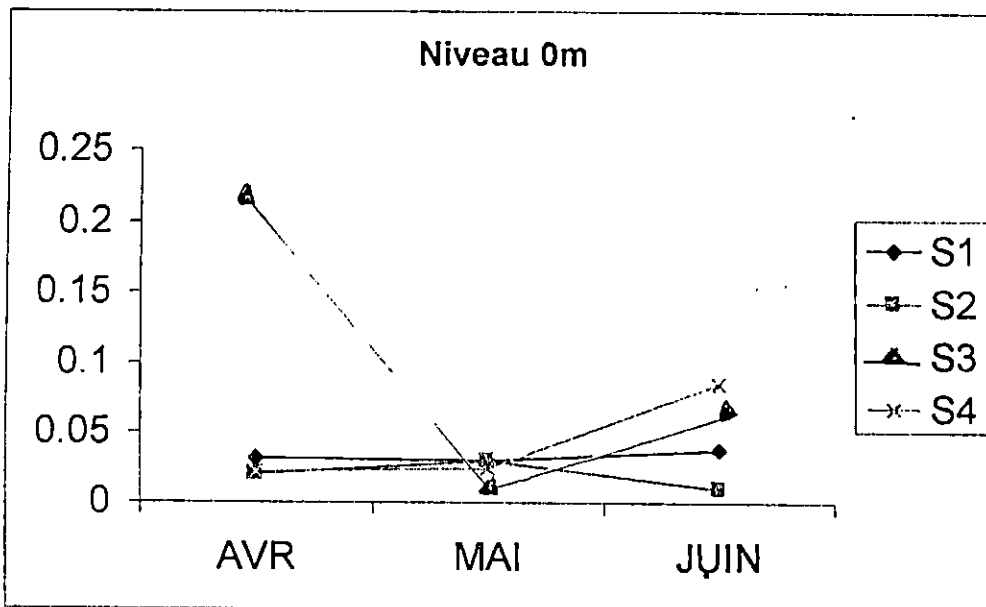


Figure N°21 : Evolution mensuelle de L'ammonium (mg/l)

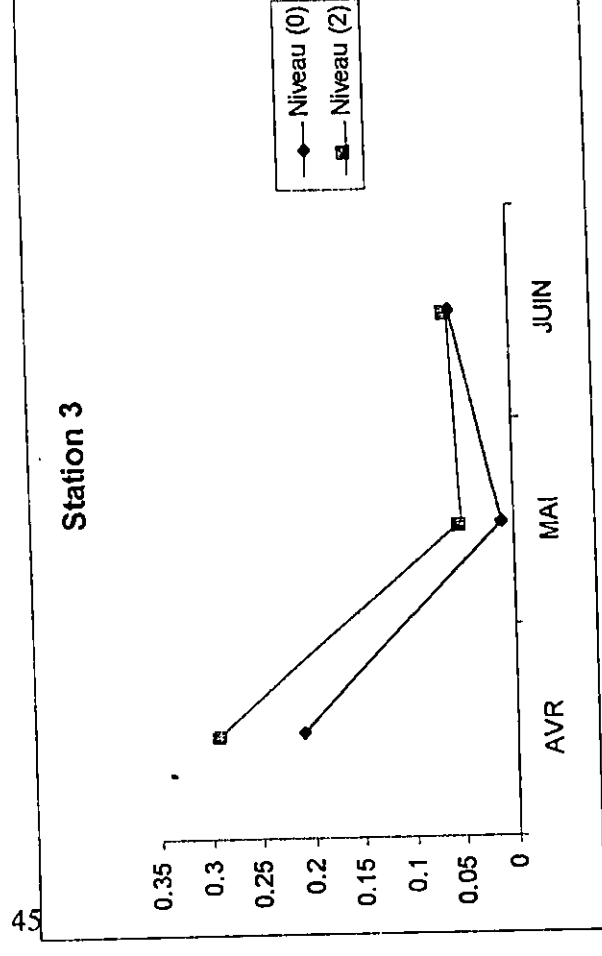
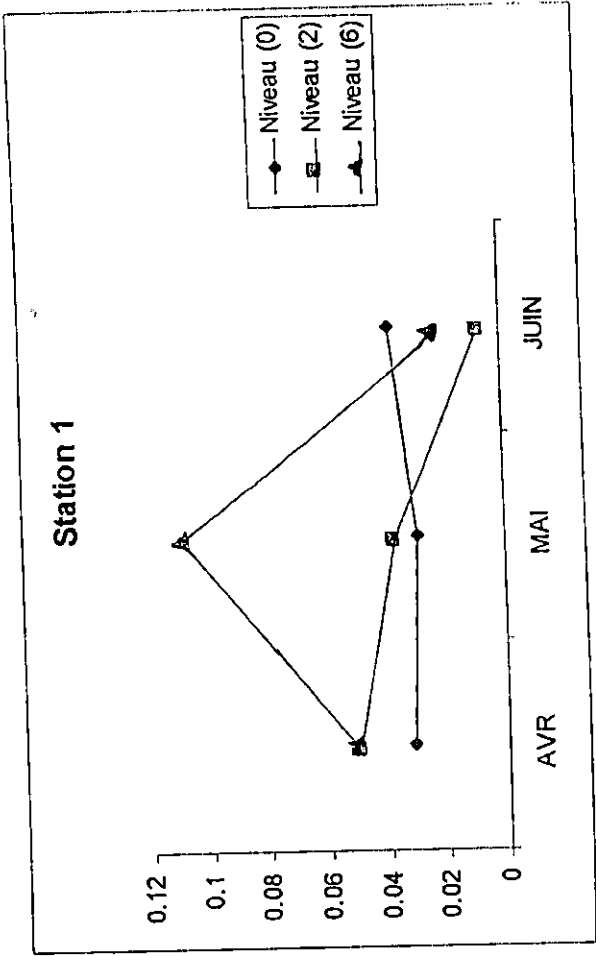
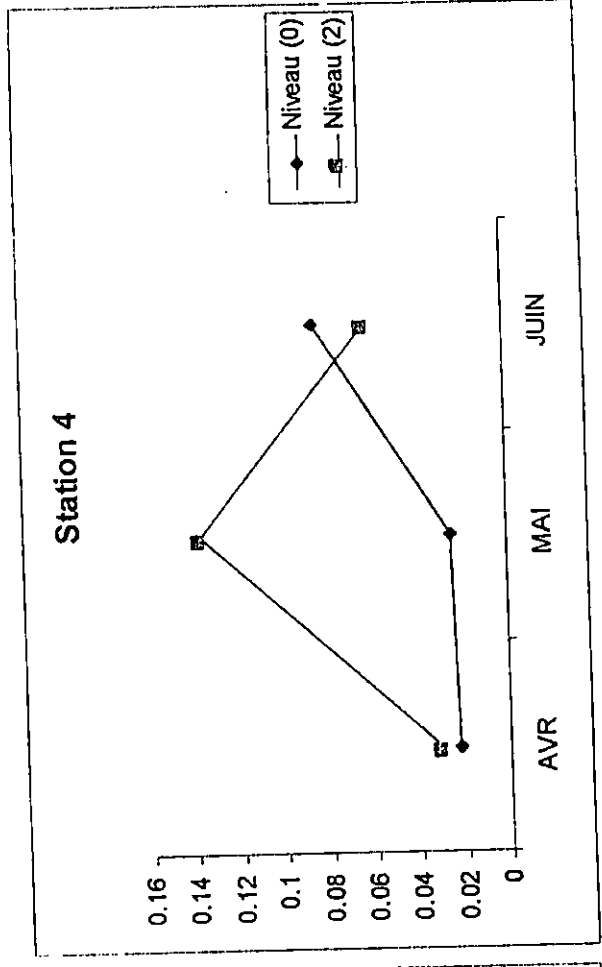
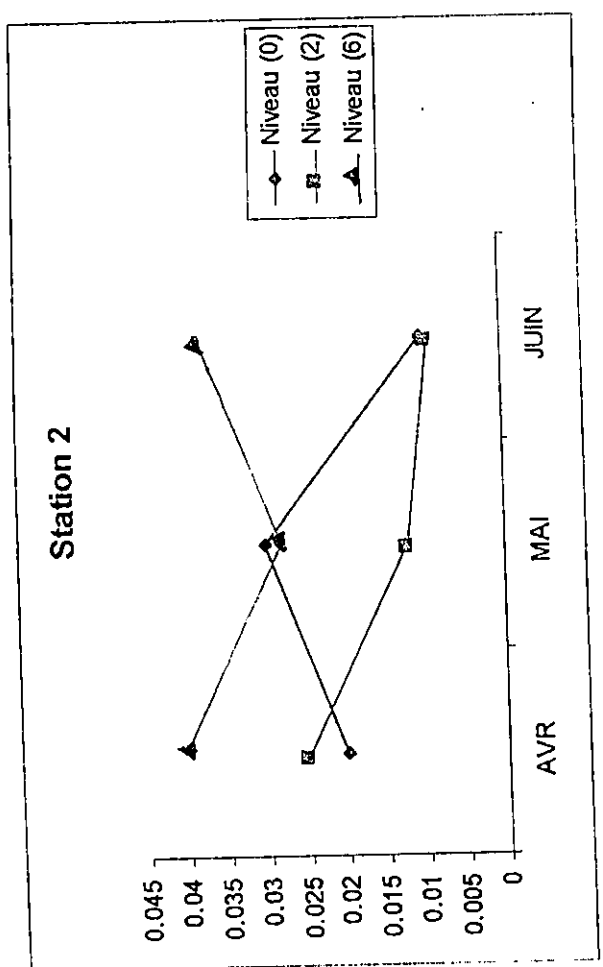


Figure N°22 : Evolution mensuelle de l'ammonium (mg/l) par niveau (m) à chaque station

représentent les plus grandes valeurs en  $NH_4$ , affichent des valeurs en oxygène dissous les moins importantes.

De plus, les concentrations de l'azote ammoniacal sont le plus souvent faibles par rapport aux résultats des analyses des nitrates et nitrites au niveau de nos stations. Cette forme d'azote est utilisée par la plupart des organismes autotrophes (COPIN-MONTEGUT, 1996).

**B- Les nitrites**

TAB N° 11 : Evolution mensuelle des concentrations des nitrites (mg/l):

MOIS NIVEAU		MOIS		
		AVR	MAI	JUIN
Station 1	0m	0.05	0.11	0.047
	-2m	0.52	0.053	0.058
	-6m	0.04	0.074	0.139
Station 2	0m	0.053	0.056	0.045
	-2m	0.044	0.061	0.051
	-6m	0.064	0.073	0.077
Station 3	0m	0.055	0.069	0.05
	-2m	0.05	0.069	0.047
Station 4	0m	0.056	0.073	0.046
	-2m	0.059	0.077	0.069

Les nitrites sont naturellement présents dans les lacs et les cours d'eau en conséquence de la nitrification de l'ammoniac et de la dénitrification des nitrates. Les teneurs, en cet élément, sont beaucoup plus élevées à proximité des zones anoxiques (FAO, 1984). D'une manière générale, les valeurs enregistrées durant toute la période de prélèvements (Tableau N°11 et les graphes n°23 et 24), démontrent que la qualité de l'eau d'un point de vue des concentrations en cet élément chimique, qui pour rappel constitue la forme la plus toxique pour les poissons, ne se présente pas en quantités importantes. Dès lors, Dans les eaux exemptes de pollution il n'y a pas (ou très peu)

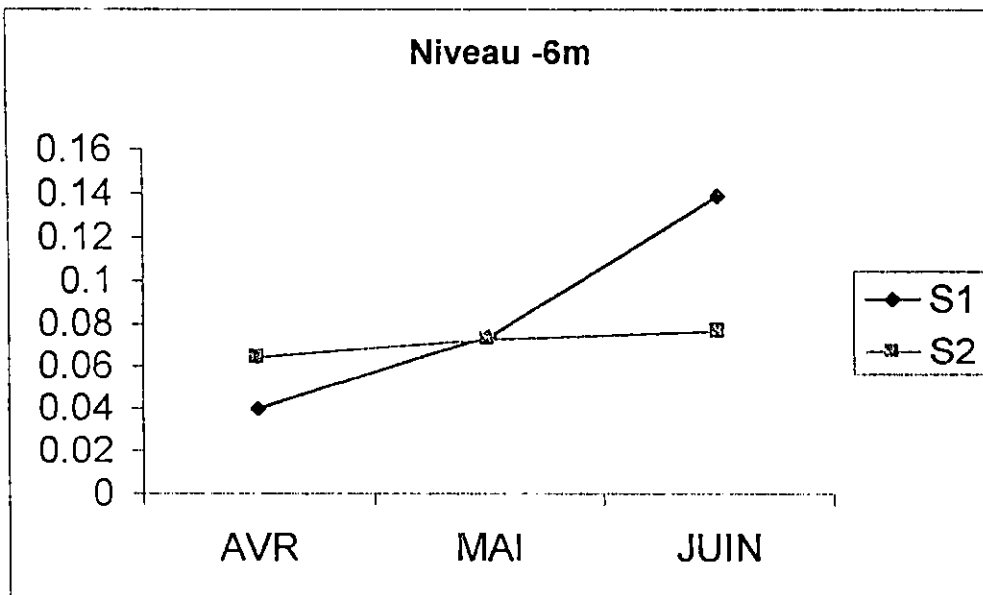
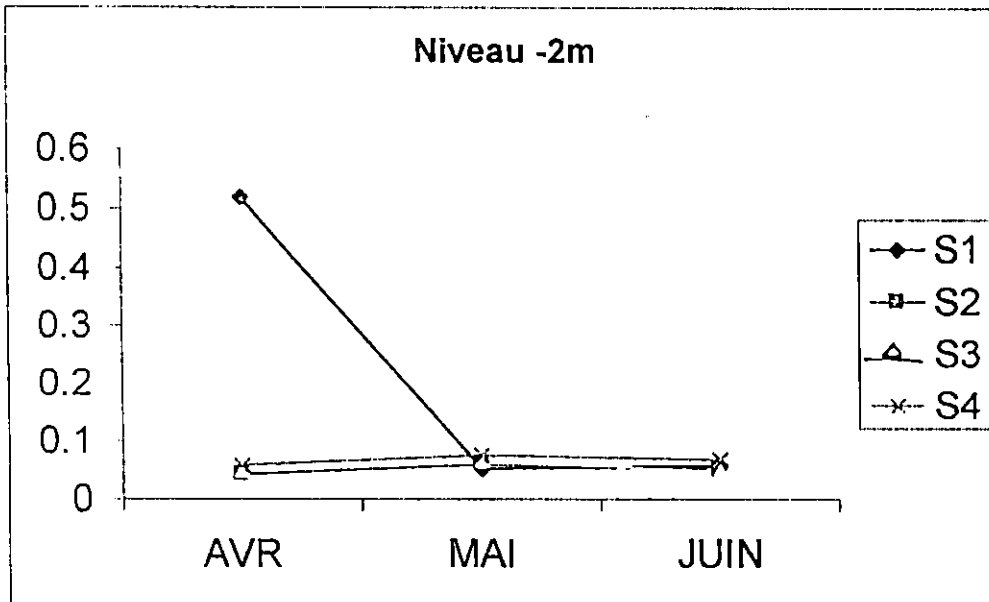
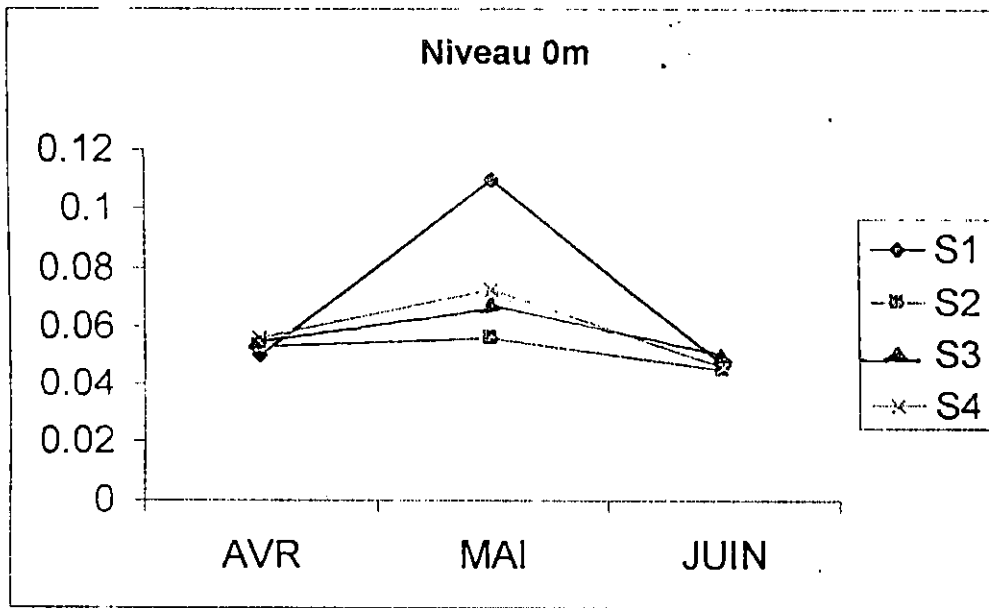


Figure N°23 Evolution mensuelle des Nitrites (mg/l)

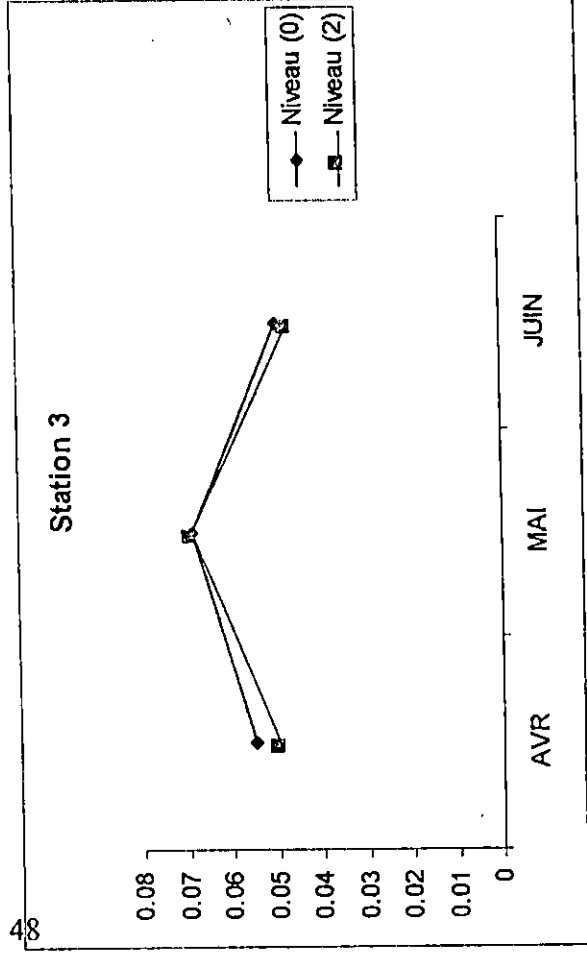
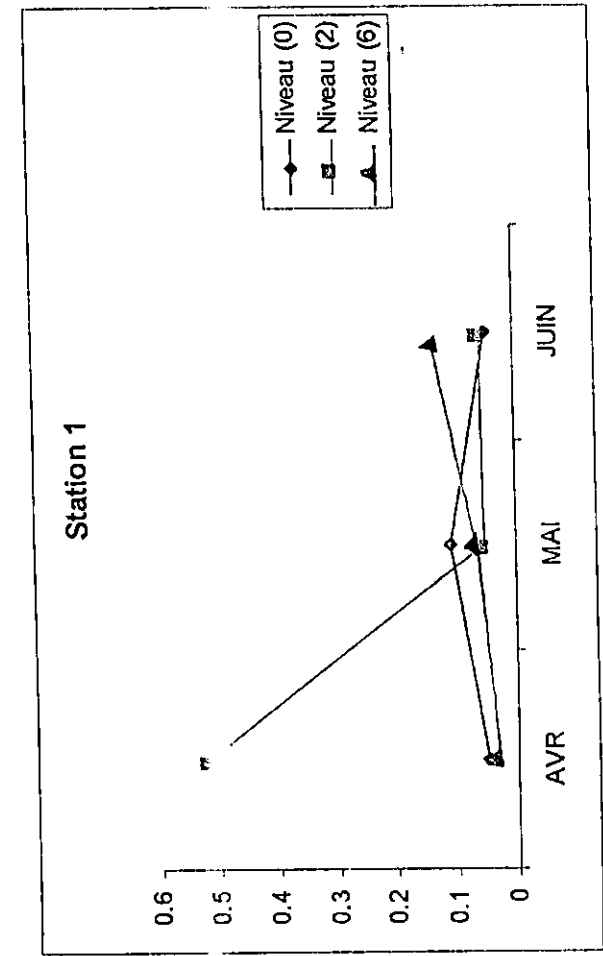
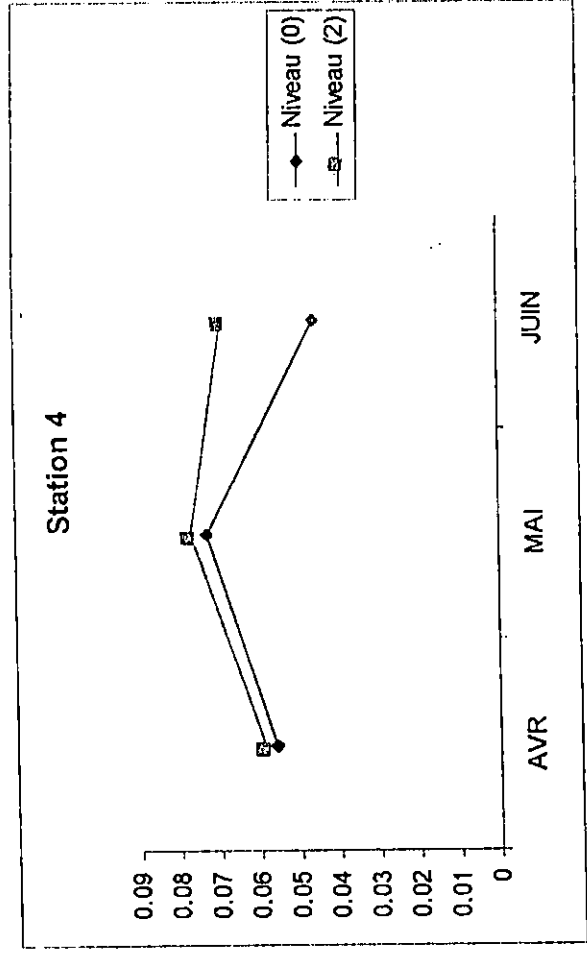
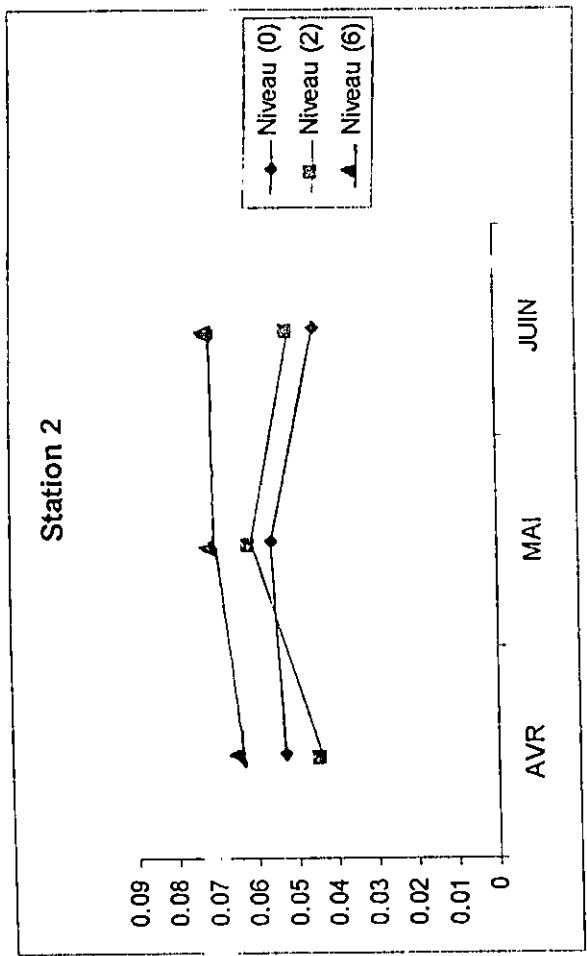


Figure N°24 : Evolution mensuelle des Nitrites (mg/l) par niveau (m) à chaque station

de nitrites, alors que dans les zones où l'autoépuration est active, cette teneur se maintient au-dessous de 0.01mg/l (NISBET et VERNAUX, 1970).

À l'exception du pic enregistré durant le mois de Mai et Juin au niveau de la station I (0.11mg/l et 0.139mg/l), la valeur de 0.52mg/l obtenue au mois d'Avril, toujours au niveau de cette même station, serait due à notre sens à une mauvaise manipulation et ce, comparativement aux autres valeurs qui se rapprochent dans la plupart des cas.

En effet, pour le mois d'Avril les teneurs enregistrées vont de 0.04 à 0.064mg/l comme valeur maximale. Pour le mois de Mai ces valeurs ont connu une augmentation sensible, puisque ces dernières oscillent entre un minimum de 0.053 et un maximum de 0.11mg/l. Quant aux valeurs du mois de Juin, elles ont légèrement chuté dans la quasi totalité des stations, sauf pour la station I où on a enregistré le pic le plus important.

Par ailleurs, la distribution verticale des nitrites met en évidence une progression des concentrations au niveau des couches d'eau les plus profondes.

HUTCHINSON (1957) quant à lui, observe dans les lacs une étroite corrélation des teneurs des nitrites avec celles de l'oxygène. Dans notre cas et comme c'était le cas pour l'azote ammoniacal, la courbe des concentrations des nitrites est inversement proportionnelle à celle de l'oxygène.

### C- Les nitrates

Les valeurs des nitrates obtenues au niveau du barrage sont regroupées dans le tableau N°12, ces dernières sont comprises entre 1.29 et 4.21mg/l. Les valeurs enregistrées pour les deux premiers mois sont très proches. Le mois de Juin marque une légère chute de ces concentrations, notamment, pour les stations 3 et 4.

Les graphes N° 25 et 26 montrent une augmentation des nitrates en fonction de la profondeur pour le mois de Juin. De plus, l'évolution mensuelle présente un pic de 4.21mg/l au mois de d'Avril et au niveau de la station 3. Ceci, serait dû à la proximité de cette station des berges (terre cultivée et agglomérations). Pour l'ensemble des stations nos analyses font ressortir des concentrations importantes des nitrates, dont l'origine serait les engrais agricoles provenant du bassin versant. Ces derniers sont en générale constitués de nitrates de potassium et d'ammonium, ainsi que de phosphate (LACAZE, 1996).

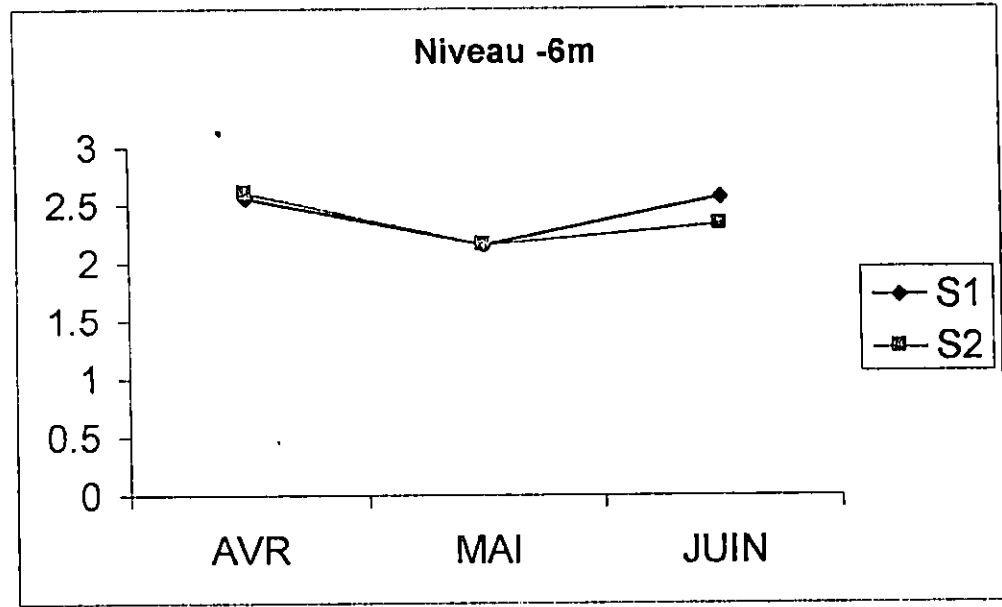
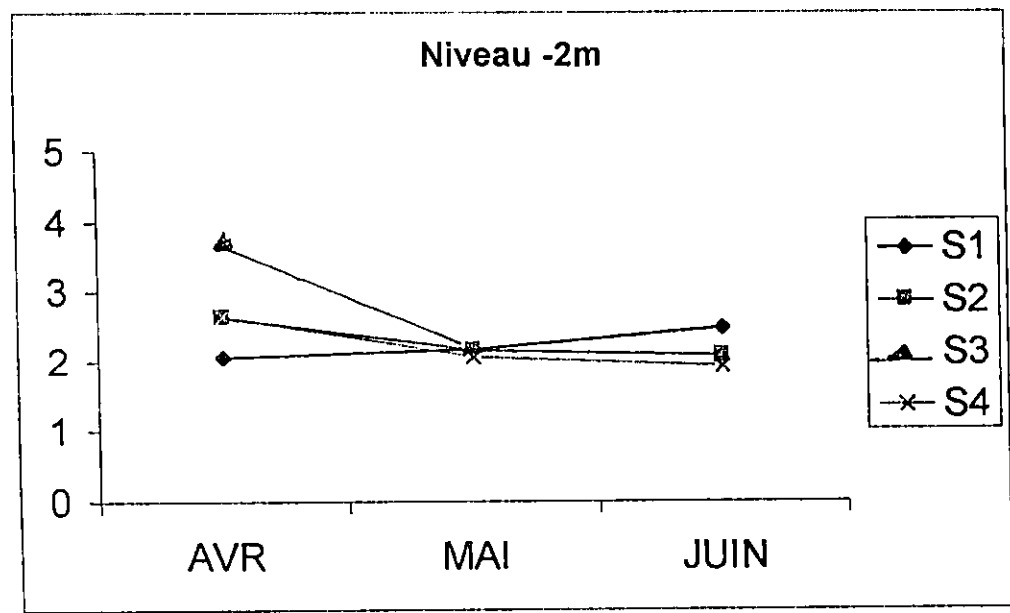
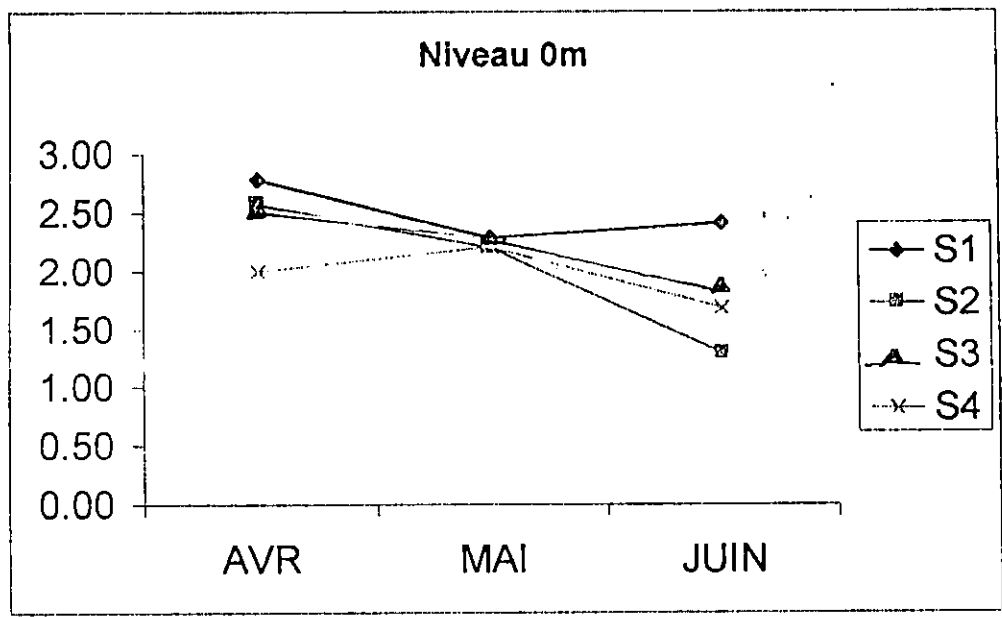


Figure N°25 Evolution mensuelle des Nitrates (mg/l)

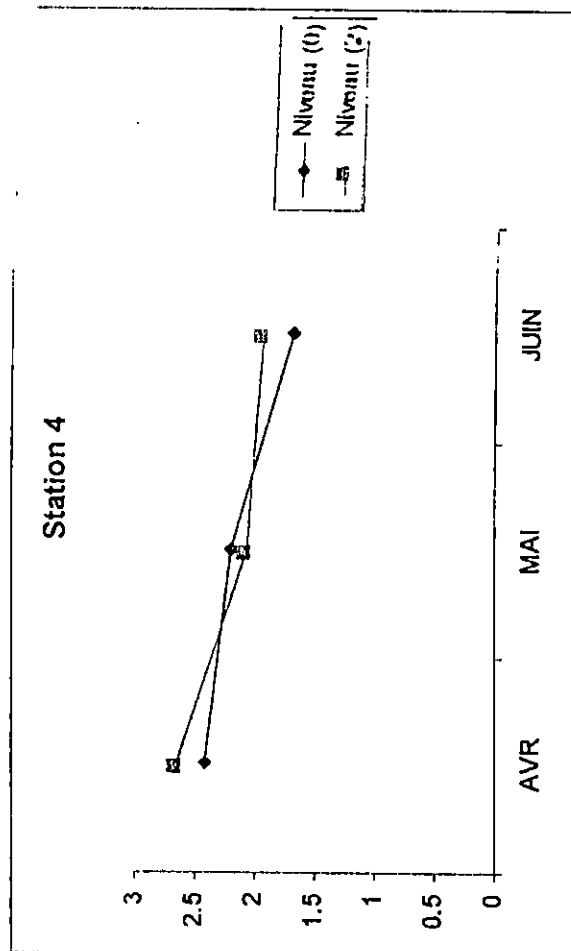
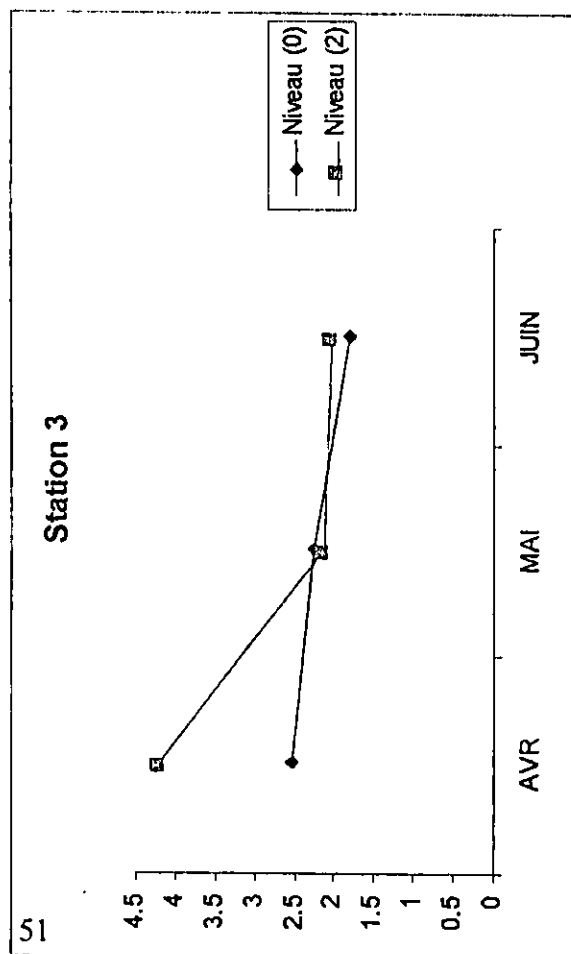
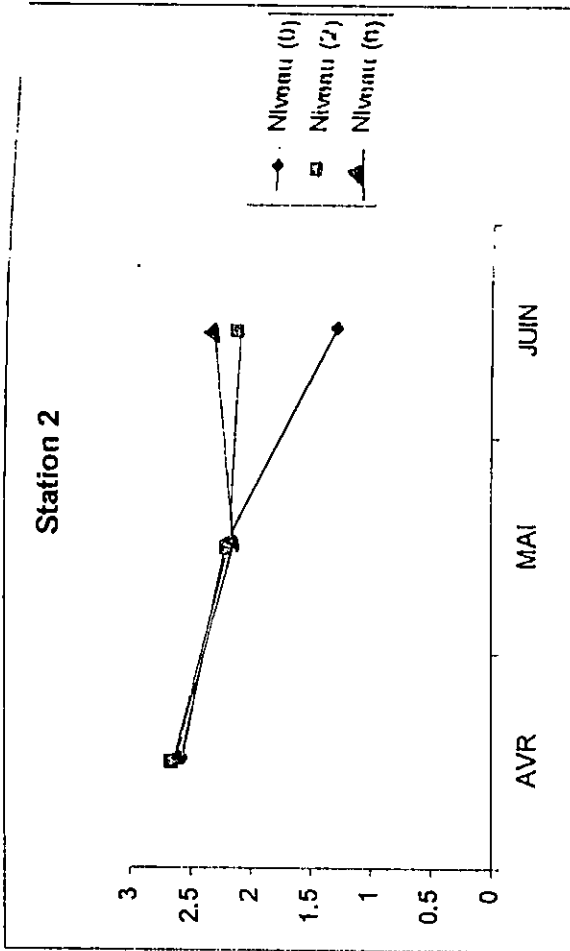
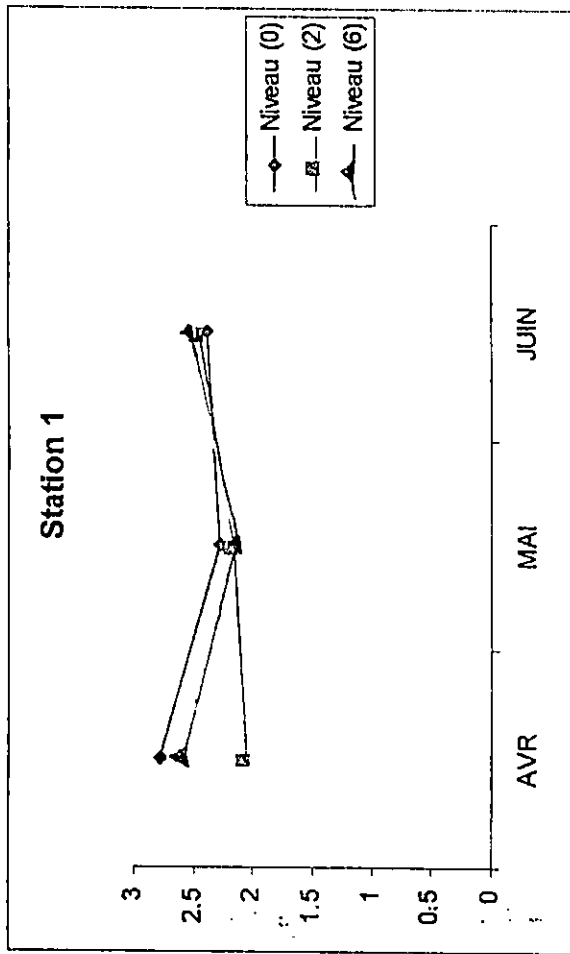


Figure N°26 : Evolution mensuelle des Nitrates (mg/l) par niveau(m) à chaque station

Tableau N° 12 : Evolution mensuelle des concentrations des nitrates :(mg/l)

MOIS		AVR	MAI	JUIN
NIVEAU				
Station 1	0m	2.78	2.29	2.41
	-2m	2.06	2.177	2.48
	-6m	2.56	2.156	2.57
Station 2	0m	2.57	2.204	1.29
	-2m	2.64	2.159	2.09
	-6m	2.61	2.157	2.33
Station 3	0m	2.54	2.271	1.82
	-2m	4.21	2.131	2.03
Station 4	0m	2.42	2.207	1.68
	-2m	2.65	2.063	1.93

Les valeurs des nitrates au niveau de toutes les stations correspondent avec les concentrations importantes de l'oxygène dissous. En effet, d'après COPIN-MONTEGUT (1996), l'ion nitrate est un élément prédominant en milieu oxygéné.

#### **D- Le phosphore**

Les concentrations en phosphates varient entre 0.006 et 0.974 mg/l (Tableau N°13 et figure N° 27 et 28). Durant le mois d'Avril on a enregistré les plus importantes valeurs. Cette augmentation s'est effectuée de manière progressive pour les mois de Mai et de Juin.

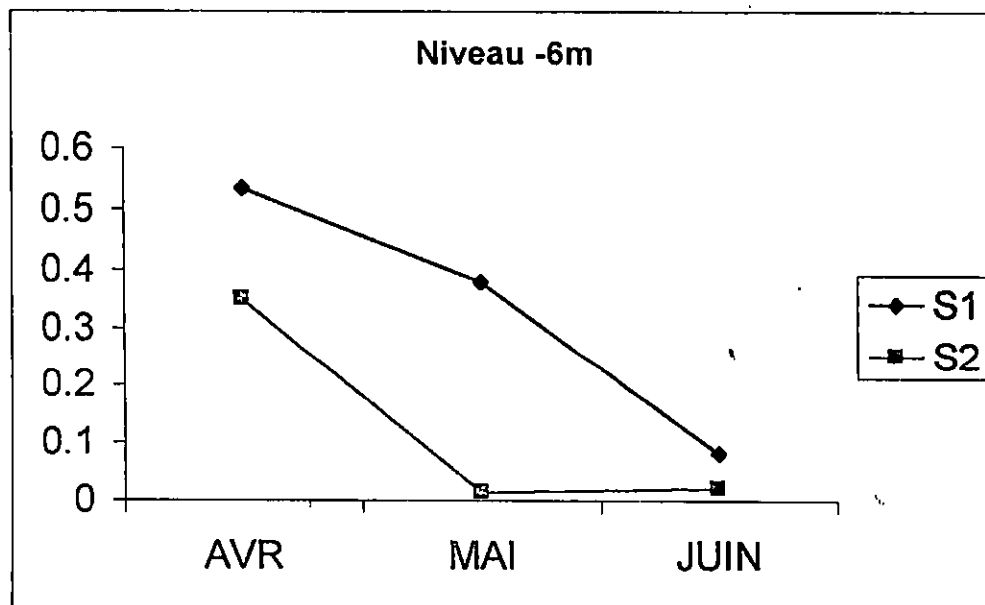
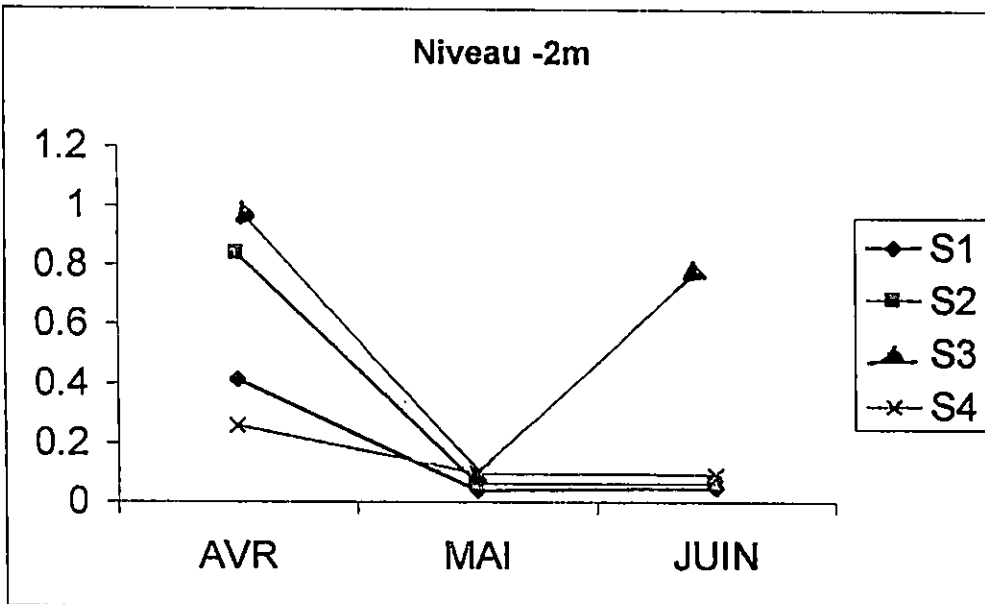
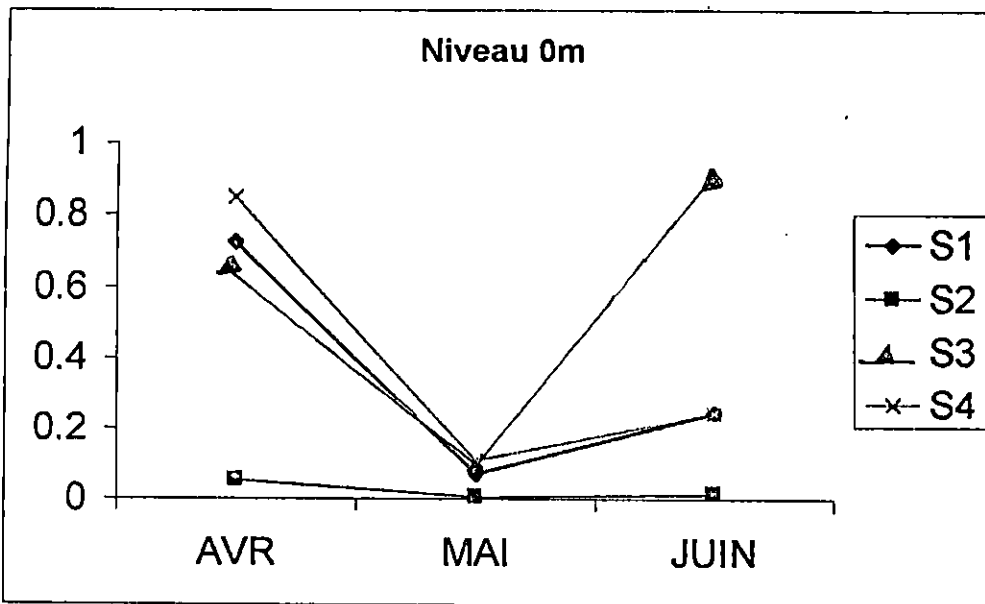
L'importance des teneurs en phosphates, particulièrement pour le mois d'Avril, supposerait que l'activité photosynthétique était importante pour ce mois. Selon BARROIN( 1988) plus la teneur en orthophosphates est élevée, plus l'activité photosynthétique est importante.

## CHAPITRE II : Analyse des paramètres physico-chimiques

---

TAB N° 13 : Evolution mensuelle des concentrations du phosphore (mg/l) :

MOIS NIVEAU		MOIS		
		AVR	MAI	JUIN
Station1	0m	0.725	0.071	0.248
	-2m	0.415	0.041	0.049
	-6m	0.535	0.38	0.082
Station 2	0m	0.053	0.006	0.014
	-2m	0.84	0.064	0.064
	-6m	0.35	0.014	0.021
Station 3	0m	0.64	0.098	0.93
	-2m	0.974	0.094	0.75
Station 4	0m	0.85	0.11	0.246
	-2m	0.26	0.1	0.096



**Figure N°27 : Evolution mensuelle de Phosphore (mg/l)**

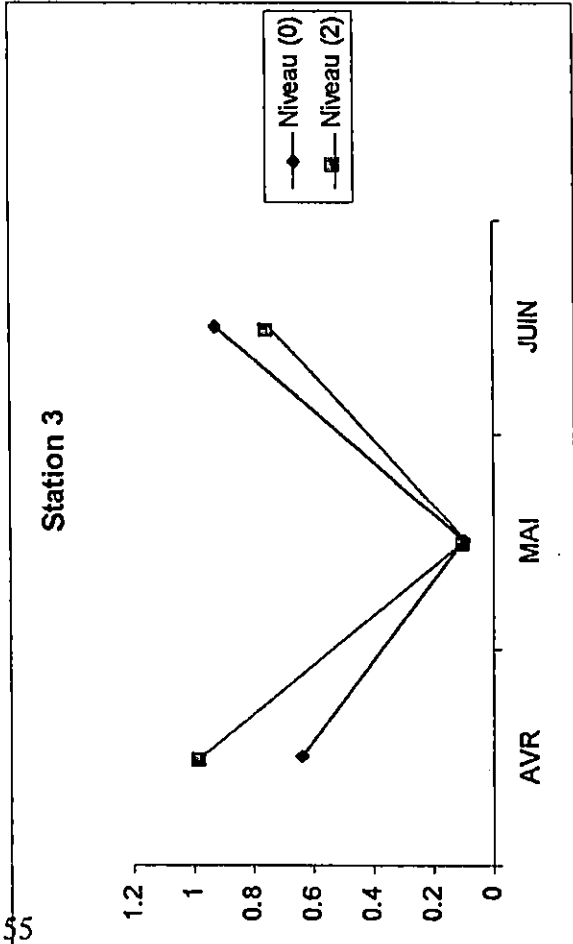
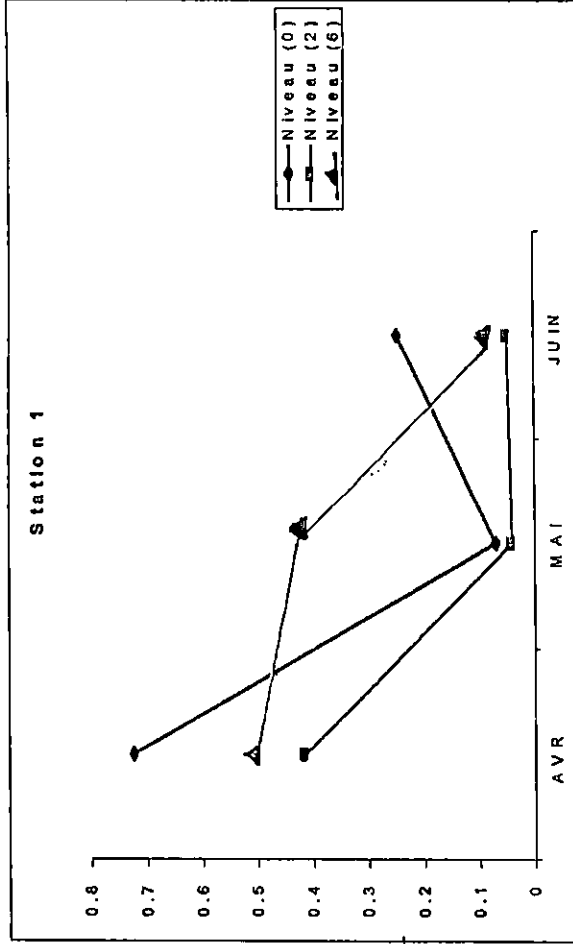
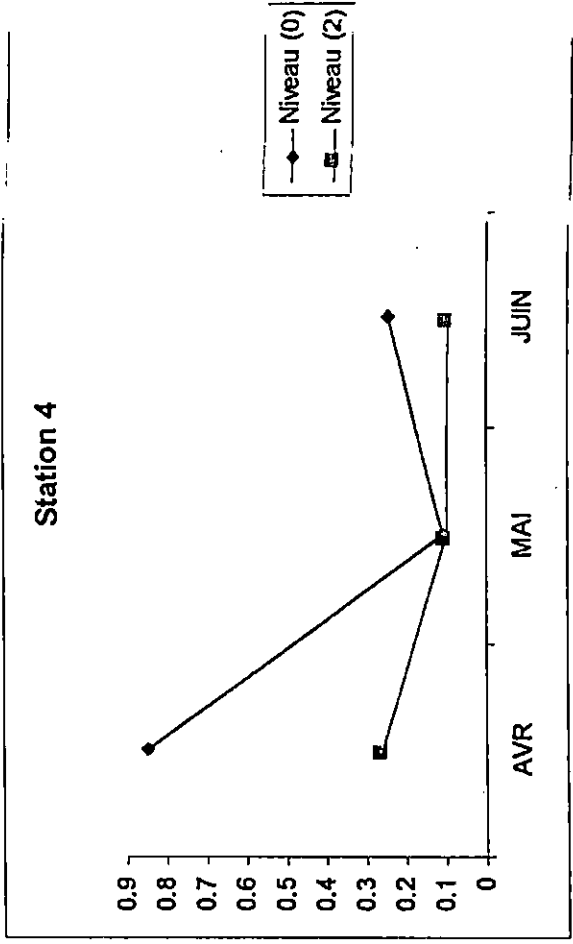
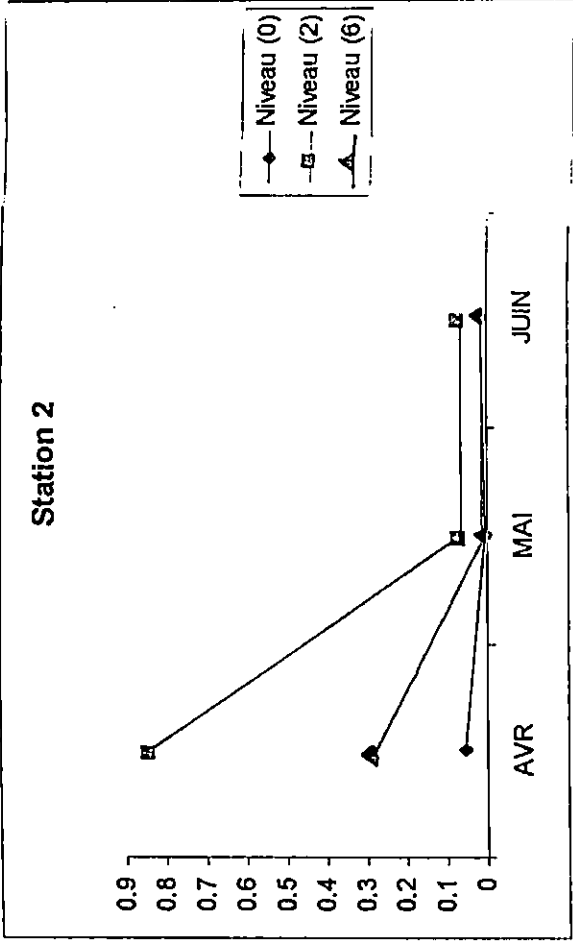


Figure N° 28 : Evolution mensuelle du Phosphore (mg/l) par niveau (m) à chaque station

### II-2-3 Evolution des paramètres physico-chimiques du barrage Boukourdane (2001-2003)

L'étude de l'évolution des paramètres physico-chimiques permet de disposer d'informations sur le fonctionnement et l'évolution de ce plan d'eau. Pour cela, nous avons comparé nos résultats avec les premiers travaux qui ont été réalisés au niveau de ce barrage par TITI, 2001 et par AMIROUCHE et OULD ALI en 2002. Les valeurs sont exprimées par les moyennes obtenues au niveau des eaux de surface.

Tableau N° 14 : Evolution des paramètres physico-chimiques du barrage Boukourdane (2001-2003)

Paramètres	Avril		MAI			JUN		
	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003
Température de l'eau (°C)	16.5	20.7	24.8	20.7	22.7	25.9	24.3	28
Transparence (m)	-	2.1	1.20		1.8	1.30		1.5
Conductivité (µs/cm)	-	692	600	-	694	900	-	-
Oxygène dissous mg/l	7.6	11.6	12.1	8.7	10.9	9.2	8.3	10.9
pH	8.6	8.57	8.78	8.7	8.41	8.2	8.6	8.48
Nitrates mg/l	0.51	2.57	-	0.43	2.243	0.015	0.62	1.8
Nitrites mg/l	0.03	0.05	-	0.03	0.077	0.012	0.02	0.047
Phosphore mg/l	0.33	0.567	-	0.19	0.07	-	0.04	0.07
M.E.S. mg/l	10	7	-	13.3	7	-	15	10.5

On remarque que les valeurs mensuelles de la transparence ont augmenté d'année en année (2001 à 2003), ceci peut être expliqué par l'augmentation du niveau du barrage. Les teneurs en oxygène sont importantes pour l'année 2003, ceci renseigne sur l'importance de la production primaire. Cette situation serait due aux apports exogènes en sels nutritifs, puisque durant l'année 2003 cette région a connu d'importantes précipitations. A titre indicatif, les concentrations des nitrates enregistrées en 2003 sont relativement importantes et auraient une origine exogène.

Par rapport à la période d'étude qui s'est étalée sur une durée restreinte de trois mois, et qui représente une phase de chevauchement entre la saison du printemps et celle de l'été, les résultats qu'on a obtenu n'ont pas connu de fluctuations significatives pour un certain nombre de paramètres tels que le pH, les nitrites, le phosphore et la conductivité. Par contre les valeurs des températures ont montré que l'année 2003 a été relativement chaude par rapport aux autres années. Aussi, les différences enregistrées pour les nitrates marque l'évolution des apports par cet élément à partir terres agricoles limitrophes au barrage.

### II-2-4 L'analyse multiparamétrique

Les méthodes d'analyses des données permettent une étude globale des individus et des variables en utilisant généralement des représentations graphiques suggestives. Les données peuvent être analysées selon plusieurs points de vue (BOUROCHE et SAPORTA, 1992).

#### II-2-4-1 Corrélations linéaires

La corrélation linéaire est une méthode qui est basée sur le coefficient de corrélation linéaire qui mesure l'intensité de la liaison entre deux caractères X et Y. Pour cela, on définit la covariance entre les caractères X et Y par :

$$S_{xy} = 1/n \sum (X_i - MX)(Y_i - MY)$$

MX et MY sont des moyennes des X et des Y

On note alors le coefficient de corrélation r, qui est égale à :

$$r(X,Y) = \frac{1/n \sum (X - MX)(Y - MY)}{\sqrt{1/n \sum (X - MX)^2} \sqrt{1/n \sum (Y - MY)^2}}$$

#### I-4-2-2 Les résultats

Afin de déterminer la corrélation existant entre différents facteurs déjà traité, nous avons procédé au calcul des différents critères nécessaires à cette évaluation (tableau N° 15).

Les paramètres les plus corrélés positivement sont :

- le pH et la température de l'eau ;

- la température de l'eau et l'oxygène dissous. Cette corrélation est contraire à la normale, des lors dans les conditions normale la solubilité de l'oxygène est inversement proportionnelle à la température de l'eau. Dans notre cas on peut expliquer cette situation par l'importance du brassage par le vent des surfaces de l'eau qui influe sur les valeurs de l'oxygène durant les périodes de nos prélèvements;
- le phosphore et l'ammonium (0.312).

La corrélation négative la plus importante a été définie entre la température de l'eau et les nitrates, l'oxygène dissous et les nitrates, et la M.E.S. et les nitrates.

Tableau N° 15 : corrélation linéaire entre les paramètres physico-chimiques du barrage de Boukourdane

	pH	O2	NH4	NO2	NO3	PO4	M.E.S.	CHLOR	T°
Ph	1								
O2	0.090	1							
NH4	0.055	-0.112	1						
NO2	0.259	0.123	-0.06	1					
NO3	-0.31	-0.576	-0.19	-0.288	1				
PO4	0.145	0.007	0.312	-0.022	-0.217	1			
M.E.S.	0.122	0.042	0.162	0.012	-0.62	0.277	1		
CHLOR	0.125	0.158	-0.27	0.004	-0.403	-0.144	-0.054	1	
T°	0.425	0.604	0.29	0.254	-0.571	-0.246	0.327	-0.087	1

### II-2-4-3 Analyse en composantes principales (A.C.P.)

L'analyse en composantes principales A.C.P. est une méthode antérieure de l'A.F.C. Elle est fondée sur le même principe de double analyse de nuage de points, de recherche des axes d'inertie de ce nuage et de double projection sur les axes factoriels (DE LAGARDE, 1983). L'A.C.P. est un outil statistique largement utilisé en hydrobiologie notamment pour rendre compte des caractéristiques physico-chimiques des eaux continentales (CARREL et BATHELEMY, 1986).

### II-2-4-4 Interprétation des résultats

La matrice traitée est la matrice de corrélation entre variables de dimension (9 x 50) (9 variable physico-chimique : température de l'eau, pH, M.E.S., phosphore, oxygène

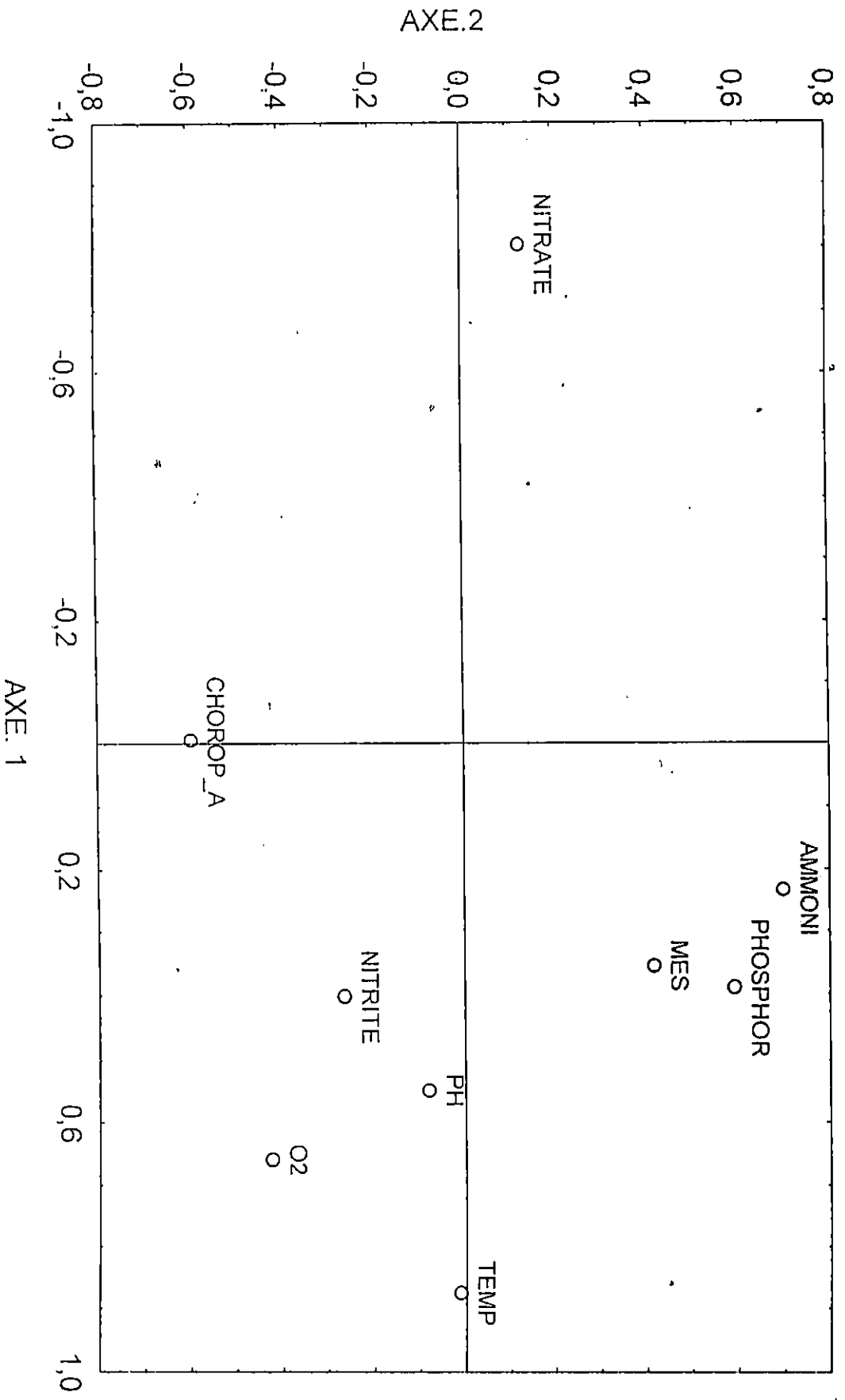


Figure N°21:Analyse en composantes principales

dissous, nitrites, nitrates, chlorophylle a et ammonium) et 50 variables qui représentent le nombre de prélèvements pour chaque station.

Le dépouillement de l'analyse globale est donné sur la figure N° 29.

### **Signification de l'axe 1**

Les variables sont entièrement prises en compte par cet axe : température de l'eau, l'oxygène dissous, nitrites, pH, qui sont corrélées positivement et du côté négatif de cet axe on trouve les nitrates.

### **Signification de l'axe 2**

L'approche graphique de l'axe 2 fait ressortir que le groupe : ammonium, phosphore et M.E.S. sont corrélés positivement opposé à la chlorophylle a.

**II-2-5 Comparaison des paramètres physico-chimiques**

Cette étude comparative est effectuée à partir des données qu'on a pu recueillir des travaux réalisés sur les le barrage et d'autres sites comparables, les données qu'on a tenu compte correspondent à la période de nos prélèvements, elles concernent les moyennes des données obtenues a partir des eaux de surface.

En ce qui concerne les valeurs de température, les différences enregistrées pourraient être attribué à la situation géographique des trois sites, et aussi à la période de déroulement des études(Années 1995,2003 et 1993) une nette différence des valeurs de températures est signalée pour le barrage de BOUGHZOUL

Tableau N° 16 : tableau comparatif des paramètres physico-chimique.

Barrages Paramètres	BOUGHZOUL W.MEDEA (ESSED et SIDI BEN ALI, 1993)			IGHIL EMDA W.BEJALA (ALI BENAMARA et BOUIDGAGHEN, 1995)			BOUKOURDANE W. TIPAZA (OUADDA et FERHANI, 2003)		
	Avril	Mai	Juin	Avril	Mai	Juin	Avril	Mai	Juin
Température °c	11.7	18.4	19.3	20.3	26.4	-	20.7	22.7	28
Transparence m	1.02	1.92	1.18	1.2	1.12	-	2.1	1.8	1.5
MES mg/l	3.3	13.3	7.33	1.4	1.5	-	7	7	10.5
Conductivité (µs/cm)	2864	280 0.	308 7	1033	976	-	692	694	-
Oxygène dissous mg/l	8.6	10.8	8.9	5.69	5.67	-	11.6	10.9	10.9
pH	6.4	6.46	6.4	7.2	7.3	-	8.57	8.41	8.48
Ammonium mg/l	1.523	0.84 7	1.33	0.68	0.63	-	0.071	0.024	0.048
Nitrates mg/l	0.25	2.01	0.25	3.45	4.26	-	2.57	2.243	1.8
Nitrites mg/l	0.013	0.00 6	0.00 8	0.027	0.025	-	0.05	0.077	0.047
Phosphore mg/l	0.3	0.7	0.4	0.15	0.02	-	0.567	0.07	0.07

Les données des teneurs en oxygène montrent clairement l'importance de ce paramètre dans notre site. L'étude comparative entre le barrage de Boukourdane et

## CHAPITRE II : Analyse des paramètres physico-chimique

---

celui de Boughzoul laisse supposer que ce n'est pas la température à elle seule qui conditionne les teneurs d'oxygène, mais plutôt le brassage par le vent qui serait à l'origine de cette différence entre les deux sites.

Quant au pH nos valeurs sont relativement plus importantes, notre site tant plus vers un milieu alcalin.

Les sels nutritifs représentent pratiquement des valeurs comparables, à l'exception des nitrates et du phosphore qui représentent une légère différence au niveau du barrage Boughzoul, et ceci par rapport aux deux autres sites.

D'une manière générale, qu'il s'agisse d'eau courante ou stagnante, la situation géographique d'un système gouverne, indirectement mais assez exactement, la qualité physico-chimique du milieu, par un ensemble complexe d'interrelations entre les différentes variables qui décrivent l'environnement (figure N° 30 ). Les conditions abiotiques du milieu qui influent directement sur les communautés de poissons (saisonnalité et distribution de la turbulence, de l'oxygène et de la température et de la transparence) dépendent de deux contraintes : la géologie et les caractéristiques climatiques locales.

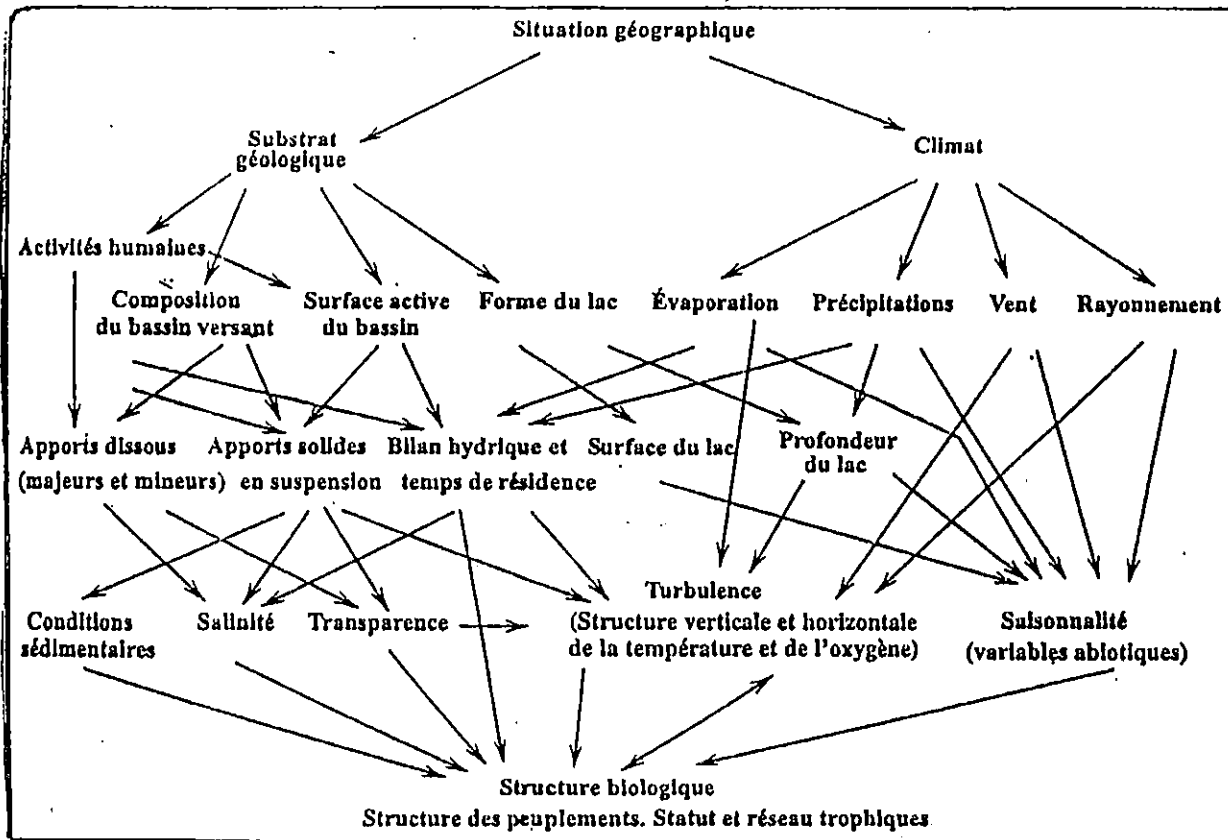


Figure N° 30 : un exemple de réseau des caractéristique de l'environnements abiotiques qui déterminent la qualité de l'environnement d'un système lacustre. (LEVEQUE et PAUGY, 1999).

**CHAPITRE III**  
**ETUDE DES CARACTERISTIQUES**  
**BIOLOGIQUES DE L'EAU**

### III-1 Matériel et méthodes

#### III-1-1 Analyse bactériologique

Très riche en protéines, elles constituent une excellente alimentation pour de nombreux organismes aquatiques. Elles transforment les matières organiques mortes et toxiques, de l'azote en éléments minéraux assimilables par les algues phytoplanctoniques. Cependant, il existe d'autres formes de bactéries pathogènes, que nous projetons dans notre présente étude d'identifier. A cet effet, des échantillons d'eau sont prélevés et mis dans des flacons stérilisés à 117°C. L'opération de prélèvement s'effectue sous l'eau, pour éviter le contact avec l'air (annexe III).

Selon ROUX (1987), les bactéries pathogènes sont définies comme suit :

**Coliformes totaux** : Ce sont des organismes en forme de bâtonnets, non sporogènes, Gram négatif, capables de croître en aérobiose à 37°C sur un milieu lactosé.

**Coliformes fécaux** : Ce sont des coliformes thermo tolérants. Ils présentent les mêmes propriétés que les précédentes formes, mais on les fait incuber à 44°C.

**Escherichia coli** : coliformes fécaux qui produisent de l'enteropathogènes et l'enterotoxique.

**Streptocoques fécaux** : Ce sont des bactéries cocci Gram positive, en chaînette et incubées à 37 °C.

#### III-1-2 Analyse de la chlorophylle a

Le dosage de la chlorophylle dans les matières en suspension des eaux permet d'apprécier l'importance de la population algale de phytoplancton, qui a un rôle important dans la photosynthèse (BONTOUX, 1993).

La chlorophylle a été estimée à partir d'un volume d'eau filtré (500ml) sur du papier filtré (Whatman GF/C de 0.45 µ). La filtration s'effectue à l'aide d'une pompe à air. Une fois fini les filtres sont mis dans des tubes opaques qui empêchent la pénétration de la lumière en rajoutant de l'acétone à 90% (10ml), ensuite le filtre est déchiqueté puis mis au réfrigérateur pendant deux (02) heures. Après cette opération les tubes sont centrifugés à 3000 tours / min pendant 10 min (AMINOT et CHAUSSPIED, 1983). La lecture au spectrophotomètre a été effectuée sous les longueurs d'onde de 665 nm et de 750 nm avant et après acidification par HCl 0.1 N (quelques gouttes).

Les concentrations en chlorophylle a se calculent d'après l'équation de LORENZEN, 1967 (GARNIER, 1982) :

$$\text{Chl a (mg/m}^3\text{)} = A * K * (A_{665na} - A_{665a}) * v / V * l$$

A : 11, coefficient d'absorption de la chlorophylle a

K : 2.43 (constante)

V : volume d'eau filtré en L

v : volume de l'extrait (acétone)

l : 1 cm, longueur du chemin optique de la cuve à mesure

665na : densité optique corrigée de la turbidité avant acidification

665a : densité optique corrigée de la turbidité après acidification

$A_{665na} = Ab_{665na} - Ab_{750na}$

Ab<sub>665na</sub> : absorbance à 665 nm avant acidification

Ab<sub>750na</sub> : absorbance à 750 nm avant acidification

$A_{665a} = Ab_{665a} - Ab_{750a}$

Ab<sub>665a</sub> : absorbance à 665 après acidification

Ab<sub>750a</sub> : absorbance à 750 après acidification.

### III-1-3 Etude de zooplancton

Le zooplancton ou le plancton animale est constitué par l'ensemble des organismes hétérotrophes, qui ne peuvent pas synthétiser leurs substances organiques. Ils obtiennent ces substances du milieu extérieur par absorption des particules vivantes (BOUGIS, 1974).

La récolte du zooplancton est effectuée à l'aide d'un filet de plancton de forme conique, soutenu par une embouclure circulaire de 20cm. La partie filtrante du filet est constituée de soie à bluter de 105 $\mu$  de vide de maille; les échantillons sont recueillis dans un collecteur de 50ml. Le filet est relié à une cordelette graduée, qui indique la distance parcourue (par ce filet).

Les organismes ainsi recueillis sont immédiatement fixés au formol à 5% et ceci, jusqu'à leur traitement. La conservation du formol est optimale pour que la chitine ne devienne pas trop fragile (KOROVCHINSKY et SMIRNOV, 1993-1994)

### III-1-3-1 Description des groupes étudiés

Le zooplancton constitue le deuxième maillon de la chaîne trophique. Il participe, en raison de son activité alimentaire, à la régulation du stock d'algues (CHESTERIKOFF et col, 1981). La description des groupes zooplanctoniques a été effectuée sur la base de la consultation des documents suivants : SCHLUMBERGER, 1998; BOUGIS, 1974; DUSSART, 1967; KOROVCHINSKY, 1992 et 1993 et AKLI, 1992.

### III-1-3-2 Etude quantitative du zooplancton

**Dénombrement :** Afin d'estimer la richesse faunistique du barrage, nous avons effectué une étude numérique d'un sous échantillon. Ce dernier est obtenu, après homogénéisation préalable de l'échantillon, on prélève immédiatement une petite quantité de volume connu. Le dénombrement a été effectué sur les sous échantillons de chaque prélèvement. Nous comptons les individus par famille, en séparant les adultes des stades larvaires chez les Copépodes et sans distinction des stades chez les Cladocères et les Rotifères.

**Densité :** La densité zooplanctonique est exprimée en nombre d'individus par m<sup>3</sup>.

Le volume théorique d'eau filtrée à travers le filet (v<sub>3</sub>) a été évalué en effectuant le produit de la section du cercle d'embouchure du filet (s) par la distance parcourue par le filet dans l'eau (L).

La densité (D) a été calculée à partir d'une formule donnée, correspondant au rapport du volume de l'échantillon prélevé (v<sub>1</sub>) sur le produit du volume (V<sub>2</sub>) du sous échantillon par le volume théorique filtré (V<sub>3</sub>). Cet ensemble constituant une constante de prélèvement (K), spécifique à chaque prise, sera multiplié par le nombre d'individus comptés (CHERBI, 1984).

Les formules utilisées sont les suivantes :

$$D \text{ (ind/m}^3\text{)} = K * A \quad \text{d'où } K = V_1/V_2 * V_3 \text{ Avec } V_3 = S * LS$$

A : nombre d'individus comptés.

### III-1-4 Etude des peuplements ichthyologiques

Afin de pouvoir gérer les peuplements piscicoles, il est nécessaire de connaître, dans un premier temps, l'inventaire des espèces qui colonisent ce plan d'eau. A cet effet, nous avons procédé à plusieurs opérations de pêche au niveau du barrage de BOUKOURDANE, à l'aide d'un filet trémail. Pour toutes les opérations de pêche l'engin a été calé durant la nuit, pour être récupéré le lendemain. Cette stratégie de pêche a été retenue sachant que ce plan d'eau a fait l'objet de plusieurs opérations de peuplement par un certain nombre d'espèces de carpes par le CNDPA. Ces dernières se caractérisent, en effet, par une activité nocturne (BOYER 1984 in BOUYAKOUB 1987).

De plus, pour avoir un échantillon représentatif (maximum de classe de taille), on a utilisé deux filets trémaux à mailles différentes. Par la suite, on a déterminé pour chaque individu les longueurs suivantes :

Lt: longueur totale (cm).

Ls: longueur standard (cm).

Lf: Longueur à la fourche (cm).

W: poids (g).

#### III-1-4-1 Caractéristiques de l'engin de pêche

Le filet trémail cible un très grand nombre d'espèces, cet engin est constitué de trois nappes, deux externes appelées aussi « tables » de maillage plus important que celui de la nappe interne (voile). Le poisson s'emmêlent dans la nappe interne et ce, après avoir traversés une nappe externe.

Le filet utilisé mesure 200 m de longueur, avec des mailles étirées pour la voile et les deux jeux de tables respectivement de 8 cm et de 42 cm. Quant qu deuxième filet, il mesure 200 m de longueur, 20cm pour la voile et 70 pour les deux jeux de table.

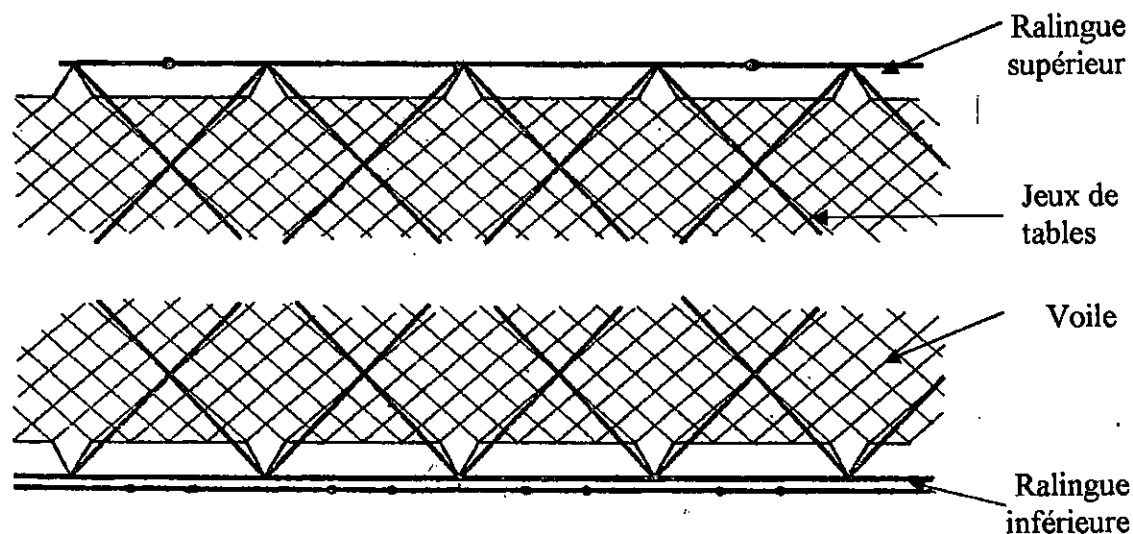


Figure n°31 : Vue générale d'un filet trémail. (D'après ZOUREZ, 2003)

### III-1-4-2 Description des espèces pêchées.

La systématique des poissons a été effectuée à partir des ouvrages suivants :

BAKOS et al, 1975

MICHEL, 1994

BILLARD, 1995

CHINZI, 1998

MAGNAN, 1999

### III-1-5 Etude de la croissance de Cyprinus carpio (L)

#### Introduction

La croissance est l'un des processus les plus complexe de l'organisme. Sur le plan métabolique, une partie de l'énergie consommée va être utilisée pour accroître la masse pondérale mais cette part d'énergie mobilisée pour fabriquer de la matière vivant dépend de l'âge des individus, de leur état physiologique et des conditions de leur environnement.

La connaissance de la croissance des poissons est basée sur la détermination de l'âge, qui peut être effectuée de manière directe par lecture des structures squelettiques (écailles ,otolites), ou indirectement par marquage ,méthodes de PETERSEN 1892, BHATTACHARYA 1967, .....etc.

### III-1-5-1 Test de comparaison entre deux moyennes (t).

La comparaison entre deux moyennes (taille moyenne des femelles et des mâles) observées sur des échantillons de la carpe royale est basée sur la valeur de t (Effectif <30) et ce, afin de savoir si la différence est significative. A signaler que la difficulté de déterminer le sexe des individus immatures nous a conduit à calculer à partir des valeurs moyennes des individus matures.(SCHWARTZ 1963).

$$t = \frac{m_A - m_B}{\sqrt{\frac{S^2}{n_A} + \frac{S^2}{n_B}}}$$

mA: moyenne des femelles.

mB: moyenne des mâles.

S<sup>2</sup>: variance.

nA: effectif des femelles.

nB: effectif des mâles.

D'où S<sup>2</sup> désigne l'estimation de la variance supposée commune

Si | t | est < à la valeur lue dans la table de t pour ddl = nA + nB -2 (risque 5%), la différence n'est pas significative.

### III-1-5-2 Détermination de l'âge

Toutes les méthodes de détermination de l'âge ont les mêmes buts, c'est de séparer les différentes classes d'âge au niveau de leurs zones de chevauchement et d'estimer les moyennes (tailles ou poids), les variances (KORICHI, 1990)

#### METHODE DE BHATTACHARYA (1967):

C'est une méthode qui permet de linéariser les différentes sous populations qui constituent une population donnée. Afin de les séparer, cette méthode est basée sur le principe suivant :

On porte sur le graphe les variations logarithmiques de y (nombre d'effectif) en fonction des classes de tailles x.

$$\Delta \ln y = \ln(x+h) - \ln y(x)$$

$h$  : intervalle de classe ou amplitude.

$y(x)$  : effectif de la classe  $x$ .

$y(x+h)$  : effectif de la classe suivante.

Par cette méthode nous obtenons des droites de pentes négatives et chaque droite correspond à une sous population, dont on calculera la taille moyenne et la variance.

L'intervalle de classe doit être petit par rapport à l'écart type  $h/\lambda \leq 2.2$

Le nombre de droite obtenue correspond au nombre de classe d'âge.

\*Calcul de la taille moyenne ( $m$ ) de la sous population:

$$m = \lambda + h/2$$

$h$  : l'intervalle de classe .

$\lambda$  : point d'intersection de la droite avec l'axe des  $x$ .

\*Calcul de la variance  $S^2$  :

$$S^2 = h \cotg \varnothing - h^2/12$$

$\varnothing$  : angle que forme les droites avec l'axe des  $x$ .

$h$  : l'intervalle de classe

$\cotg \varnothing = \text{côte adjacent(abcisses)}/\text{côte opposé (ordonnés)}$ .

### III-1-5-3 Croissance linéaire

L'équation de VON BERTALANFFY (1938) in GULLAND, 1983 est basée sur l'hypothèse selon laquelle la croissance peut être considérée comme la résultante des actions simultanées de facteurs anaboliques proportionnels à la surface, et de facteurs cataboliques proportionnels au volume du corps. Cette loi de croissance s'écrit :

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

$L_t$  : la taille à l'âge  $t$ .

$L_{\infty}$ : la taille asymptotique quand  $t$  tend vers l'infini.

$t_0$  : âge pour lequel la taille est nulle (pas de signification biologique)

$k$  : taux de croissance.

ESTIMATION DE  $L_{\infty}$  ET  $k$  PAR LA METHODE DE FORD WAL FORD (1946):

C'est une transformation linéaire de l'équation de VON BERTALANFFY (1938), (KORICHI, 1990).

$$L_{t+1} = L_{\infty} (1 - e^{-k}) + e^{-k} L_t$$

Pente  $a = e^{-k}$  ,  $b = L_{\infty} (1 - e^{-k})$

$k = -\ln a$

$L_{\infty} = b / (1 - a)$

ESTIMATION DE  $L_{\infty}$  ET  $k$  PAR LA METHODE DE GULLAND (1969):

$$L_{t+1} - L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k}) - L_t (1 - e^{-k})$$

Pente  $a = (1 - e^{-k})$  ,  $b = L_{\infty} (1 - e^{-k})$

$k = -\ln(a + 1)$

$L_{\infty} = b / -a$

ESTIMATION DE  $t_0$  :

Graphiquement:

L'intersection de la droite négative avec l'axe des abscisses permet d'obtenir  $t_0$

$-\ln((L_{\infty} - L_t) / L_{\infty}) = kt - kt_0$  donc  $t_0 = -b/k$

Mathématiquement:

$t_0 = 1/k \ln((L_{\infty} - L_t) / L_{\infty}) + t$

La valeur de  $t_0$  retenue est la moyenne.

### III-1-5-4 croissance relative

Relation taille poids :

Nous avons retenu la longueur totale ( $L_t$  en cm) pour la taille et le poids total ( $W_t$  en g).

La relation entre la taille et le poids s'exprime généralement selon la formule mathématique suivante :

$$W_t = a L_t^b$$

$W_t$  : poids total (g).

$L_t$  : longueur totale (cm).

a: constante.

b: coefficient d'allométrie.

Cette relation peut être linéarisée par la transformation logarithmique et devient:

$$\ln W_t = b \ln L_t + \ln a$$

a et b sont des valeurs déterminées par la méthode des moindres carrés.

Si  $b = 3$  relation isométrique.

$b < 3$  relation minorante .

$b > 3$  relation majorante .

### III-1-5-5 croissance pondérale

Les paramètres  $L_\infty$ , k et  $t_0$  sont ceux calculés à partir de l'équation de croissance linéaire théorique (méthode de FORD WALFORD 1946) les constantes a et b sont celles estimées à partir de la relation taille- poids.  $W_\infty$  est déterminé à partir de la relation :

$W_\infty = a L_\infty$ . Donc l'équation de la croissance pondérale pour *Cyprinus carpio* est comme suit :

$$W_t = W_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

$W_t$ : poids total de poisson (g).

$W_\infty$ : poids asymptotique du poisson (g).

$b$ : coefficient d'allométrie obtenue par la relation (taille - poids) .

$t_0$  et  $k$  : paramètres de l'équation de la croissance linéaire.

## III-2 Résultats et Discussions

### III-2-1 Analyse bactériologique

Le but de l'analyse bactériologique d'une eau est de rechercher les espèces présentes dans l'eau qui sont susceptibles d'être pathogènes.

La qualité bactériologique d'une eau n'est pas un paramètre stable mais sujet à des fluctuations, par pollution accidentelle, qui peut être d'origine domestique, agricole ou industrielle.

Les résultats des analyses effectuées au niveau de la zone d'étude (barrage de BOUKOURDANE) sont représentés dans le tableau N° 17

TAB N° 17 : Evolution de la qualité bactériologique de l'eau du barrage de BOUKOURDANE :

Date de Prélèvement	Stations	Coli. Totaux	L-C	Coli. Fécaux	L-C	Strep. Fécaux	L-C
14/04/2003	1	3	<0.5-9	3	<0.5-9	3	<0.5-9
	2	3	<0.5-9	3	<0.5-9	3	<0.5-9
	3	7	1 -21	11	3 -36	3	<0.5-9
	4	11	3 -36	11	3 -36	3	<0.5-9
28/04/2003	1	3	<0.5-9	3	<0.5-9	3	<0.5-9
	2	3	<0.5-9	3	<0.5-9	3	<0.5-9
	3	3	<0.5-9	3	<0.5-9	3	<0.5-9
	4	15	3 -37	3	<0.5-9	3	<0.5-9
12/05/2003	1	7	1 -21	7	1 -21	3	<0.5-9
	2	3	<0.5-9	3	<0.5-9	3	<0.5-9
	3	3	<0.5-9	3	<0.5-9	3	<0.5-9
	4	7	1 -23	7	1 -23	3	<0.5-9
30/06/2003	1	3	<0.5-9	3	<0.5-9	3	<0.5-9
	2	3	<0.5-9	3	<0.5-9	3	<0.5-9
	3	3	<0.5-9	7	1 -23	3	<0.5-9
	4	14	3 -37	7	1 -23	3	<0.5-9

Coli. : Coliformes.

Strep : streptocoques.

L-C : limites de confiance à 95 %.

Le traitement de ces données a été fait par lecture du nombre le plus probable (NPP) de germes contenus dans 100 ml de l'échantillon d'eau, qui est donné par la table de (NPP) (RODIER, 1996) (annexe III).

La qualité bactériologique de cette retenue a montré une certaine stabilité dans les valeurs enregistrées durant toute la période du prélèvement. La qualité de l'eau reste de bonne qualité.

Néanmoins, les stations 3 et 4 présentent des valeurs plus élevées que celles enregistrées au niveau des stations 1 et 2. Cette situation serait le résultat de l'exposition de la station 3 et 4 aux rejets domestiques et agricoles.

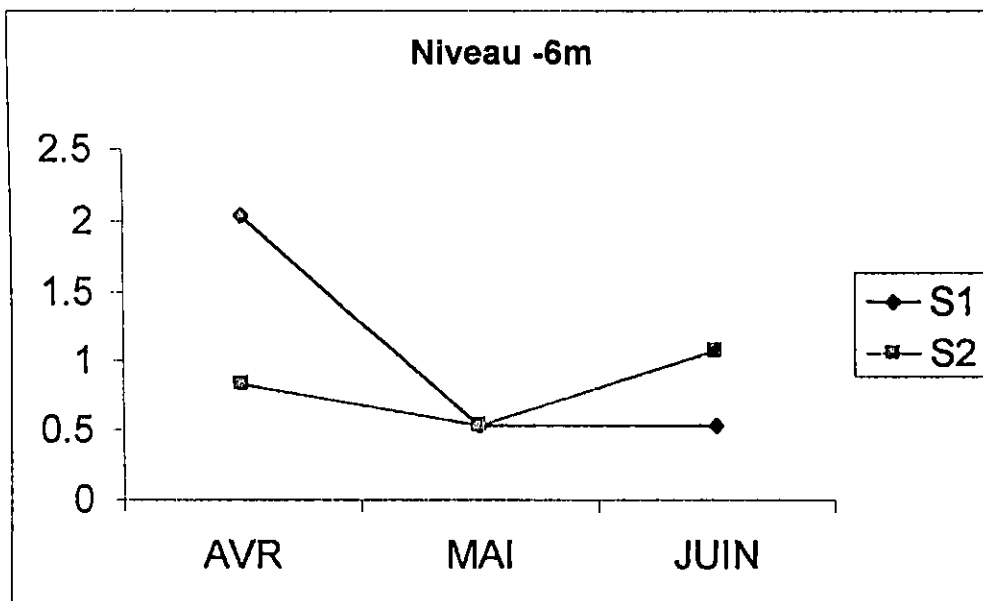
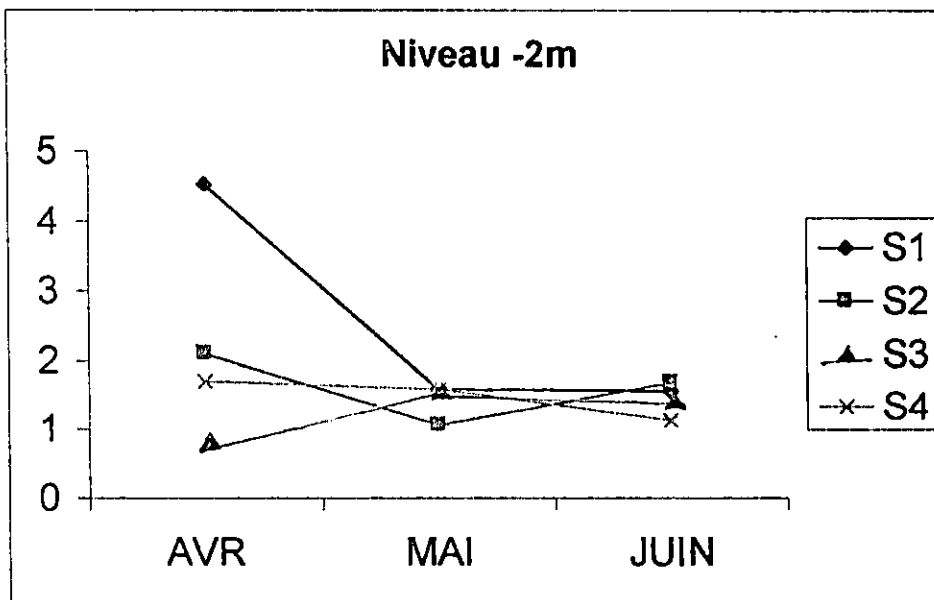
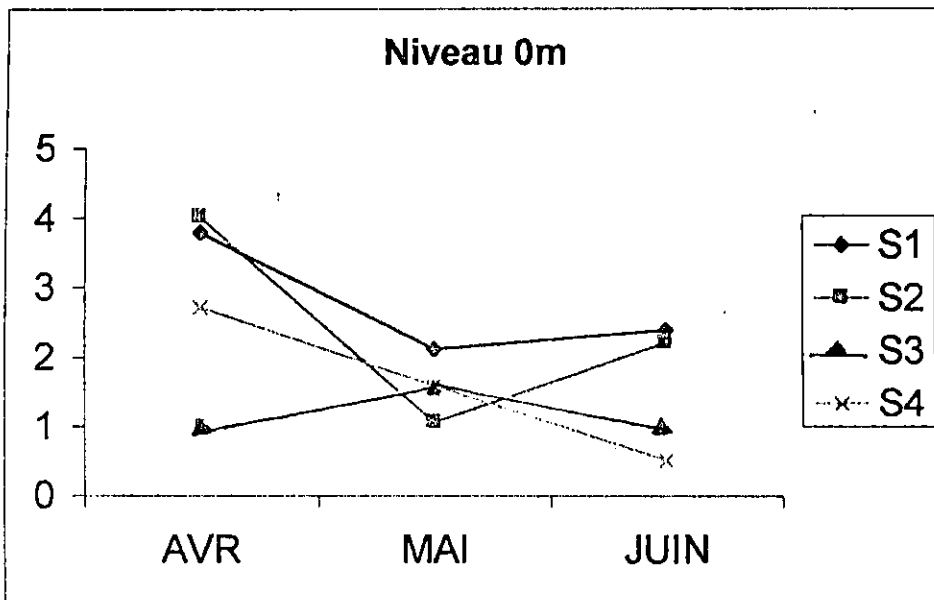
### III-2-2 Chlorophylle a

TAB N° 18 : Evolution mensuelle de la chlorophylle a :(mg/m3) :

MOIS NIVEAU		MOIS		
		AVR	MAI	JUIN
Station 1	0m	3.80	2.13	2.402
	-2m	4.53	1.6	1.57
	-6m	2.04	0.53	0.53
Station 2	0m	4.02	1.07	2.225
	-2m	2.11	1.07	1.70
	-6m	0.83	0.53	1.07
Station 3	0m	0.92	1.6	1.067
	-2m	0.57	1.6	1.33
Station 4	0m	2.72	1.6	0.53
	-2m	1.715	1.6	1.14

L'abondance de la chlorophylle (liée à la densité et à la taille des êtres photosynthétiques) règle l'intensité de la production primaire (BARNABE, 1991).

L'étude de l'analyse des teneurs en chlorophylle, durant les trois mois (avril, mai, et juin) tableau N° 18 et figure N° 32 et 33, fait ressortir un pic de production au mois d'Avril : station 1 (4.53mg/l) et un minimum observé au mois de Mai et de Juin qui correspond à une valeur de 0.53mg/l.



**Figure N°32 : Evolution mensuelle de Chlorophylle (mg/m3)**

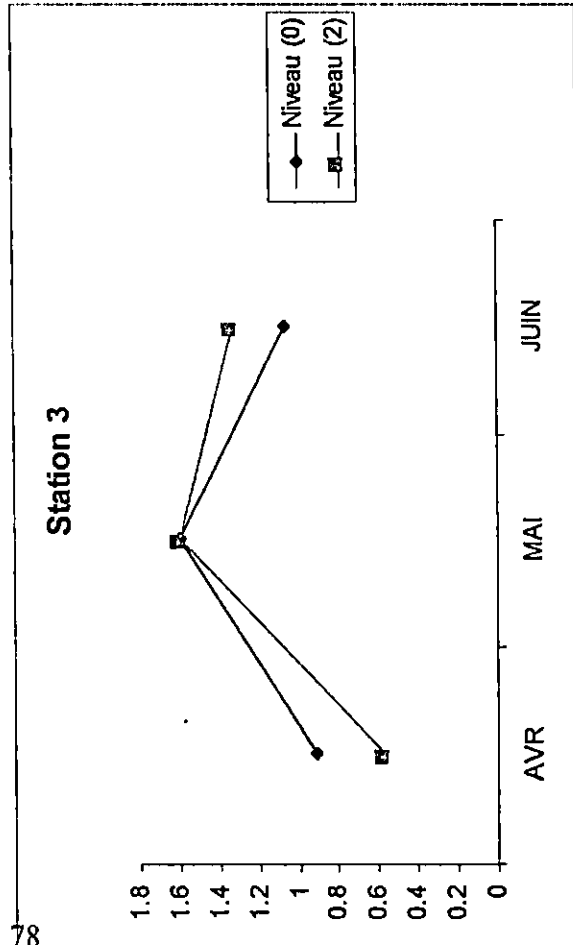
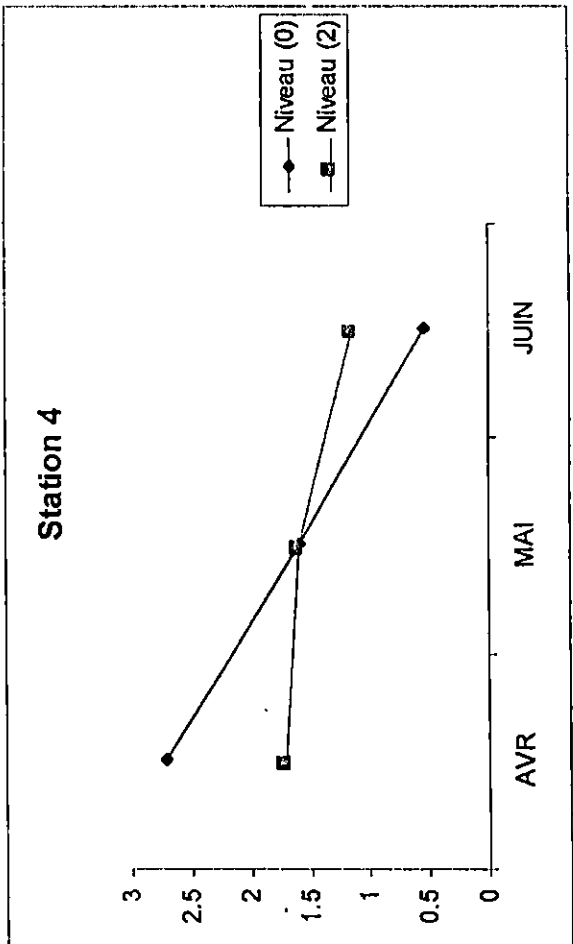
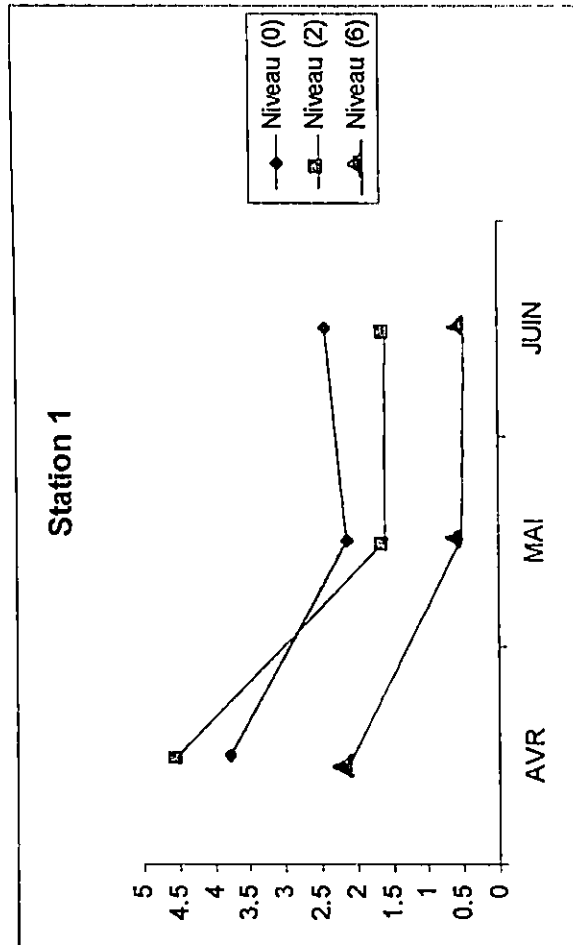
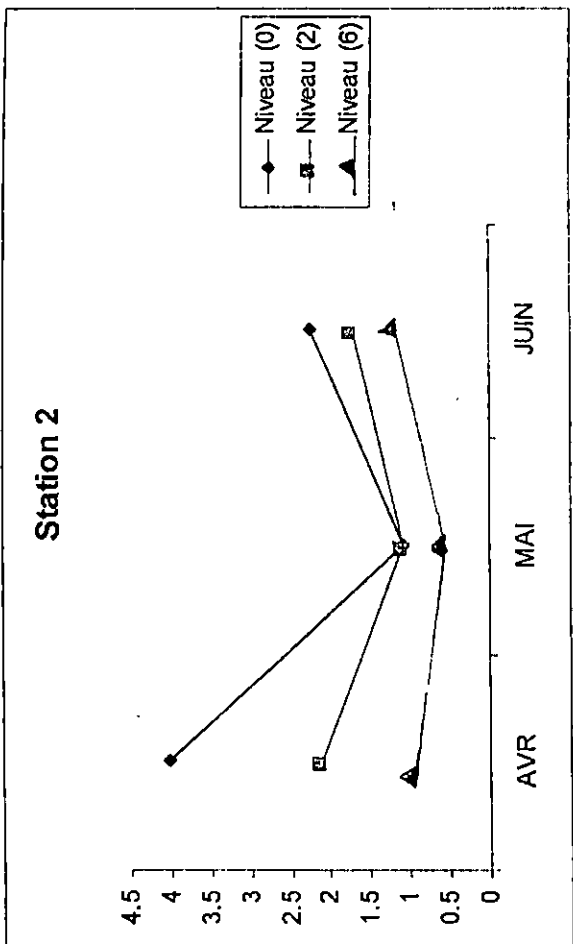


Figure N°33 : Evolution mensuelle de chlorophylle a (mg/m3) par niveau (m) à chaque station

Verticalement, les variations de la teneur en chlorophylle diminuent de la surface vers le fond, ceci peut s'expliquer par l'intensité lumineuse, qui diminue de la surface vers le fond. Les augmentations observées au niveau des zones plus profondes, seraient dues à la sédimentation des peuplements phytoplanctoniques (BARBE *in* ESSED et SIDI BEN ALI 1993). Mensuellement, les teneurs décroissent à l'approche de l'été. LACAZE(1996) a montré que la biomasse phytoplanctoniques peut être contrôlée par le zooplancton, niveau trophique supérieur, dans certains cas des oligo-éléments et des facteurs organiques peuvent aussi exercer une influence considérable sur l'abondance et la présence de différentes espèces phytoplanctoniques. D'un autre côté les concentrations en chlorophylle a sont liées aux conditions d'éclairement (transparence) (LACAZE 1996).

### **III-2-3 Etude de zooplancton**

#### **III-2-3-1 Description des groupes zooplanctoniques**

##### **LES ROTIFERES (figure N° 34)**

Se sont des espèces zooplanctoniques vivant en majorité dans les eaux douces. Ils représentent 1600 espèces, mais en élevage dans les étangs on retrouve qu'un nombre restreint constitué de 10 à 15 espèces. Les rotifères sont les plus petits des métazoaires, leurs dimensions varient en moyenne de 40 à 200  $\mu\text{m}$  et n'excèdent jamais 0.5 mm (BEAUMONT et CASSIER, 1993). Leur densité moyenne se situe autour de 1000ind/L.

Ces formes nagent continuellement; certaines sont lophages et d'autres mégalophages. Les rotifères se déplacent grâce à des cils et peuvent se fixer par l'intermédiaire d'un pied (interne)

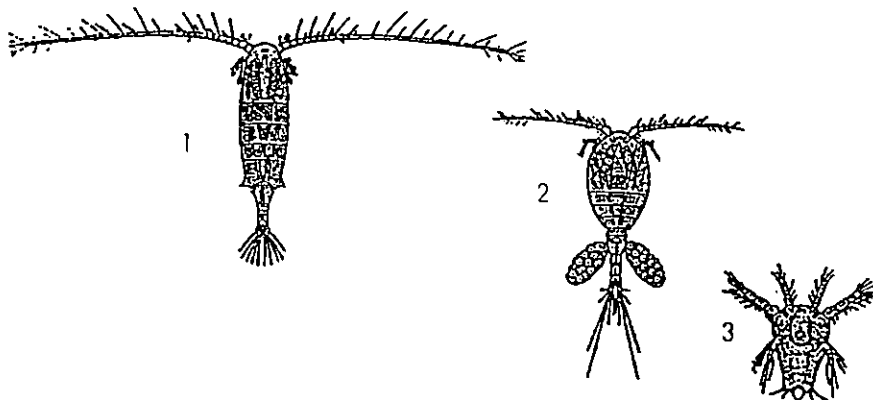
Le mode de multiplication de ces petits invertébrés est tout a fait original. Lorsque les conditions de vie sont optimales, des femelles parthénogénétiques (amictique) produisent des œufs donnant naissance à d'autres femelles parthénogénétiques. Chaque individu pond un à quatre œufs tous les deux jours environ. La maturité sexuelle est atteinte en une journée à 20°C.

Lorsque les conditions de vie sont moins bonnes, ces animaux font appel à un autre type de reproduction. Cette fois-ci, il s'agit d'une reproduction sexuée. Sous l'action d'un stimulus (conditions défavorables), les femelles amictiques pondent des œufs

Copépodes, Calanides, Cyclopides

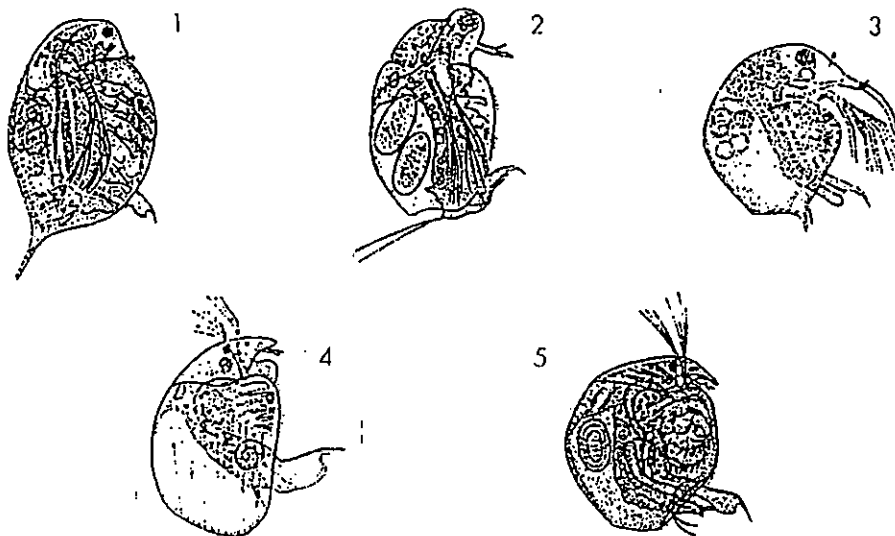
- 1 : *Eudiaptomus* sp. (1-3 mm)  
 3 : larve « nauplius » (0,2 mm)

- 2 : *Macrocyclus* sp. (1-2,5 mm)



Cladocères

- 1 : *Daphnia magna* (2-5 mm)      2 : *Moina brachiata* (1 mm)  
 3 : *Bosmina longirostris* (0,25-0,70 mm)      4 : *Alona quadrangularis* (0,5-0,7 mm)  
 5 : *Chydorus sphaericus* (0,3-0,5 mm)



Rotifères

- 1 : *Brachionus angularis* (0,1-0,2 mm)      2 : *Keratella cochlearis* (0,08-0,3 mm)  
 3 : *Keratella quadraia* (0,2 mm)      4 : *Asplanchna priodonta* (0,4-1,5 mm)  
 5 : *Polyartra major* (0,25 mm)      6 : *Synchaeta pectinata* (0,3-0,5 mm)  
 7 : *Hexartra fennica* (0,1-0,3 mm)      8 : *Filinia longiseta* (0,1-0,3 mm)

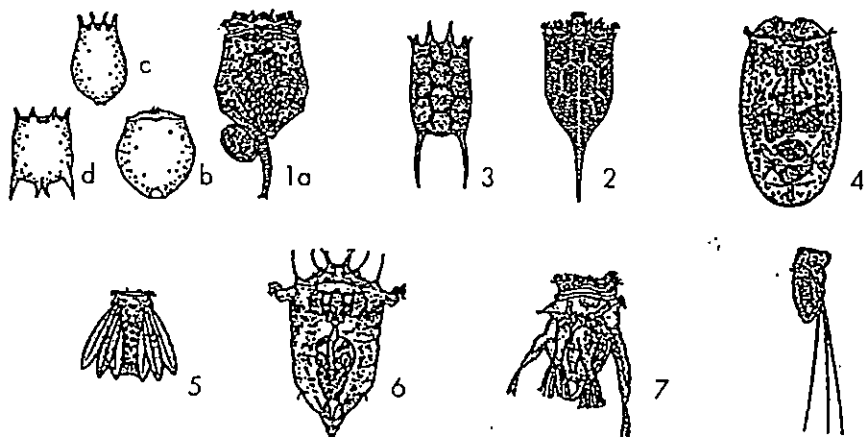


Figure N° 34 : les espèces courantes de zooplancton (SCHLUMBERGER, 1997)

donnant à des femelles mictiques. Les œufs de ces femelles engendrent des mâles et des femelles, et le processus de reproduction sexuée est entamé. Les œufs produits sont capables de résister aux conditions très défavorables.

La nourriture naturelle des rotifères est, essentiellement, composée de micro algues et protozoaires. Ils se nourrissent par filtration à partir du milieu.

#### **LES CLADOCERES (figure N°34)**

Les cladocères sont des Entomostracés dont la taille varie de 0.3 à 10 mm (KOROUCHINSKY et SMIRNOV, 1993, 1994). Ils ont presque un exosquelette transparent à travers lequel on peut voir les embryons en développement, les organes et les appendices thoraciques. Les animaux possèdent un œil composé et un œil simple, un ocelle, la présence ou l'absence et la configuration de ce dernier constituent un caractère distinctif dans certain cas (BERNER, 1982).

#### **LES COPEPODES (figure N°34)**

Les copépodes forment une large sous classe de crustacés Entomostracés, dont la carapace chitineuse ne présente pas de duplication. D'après MARGALEF 1953 *in* DUSSART, 1967) les copépodes sont, en nombre d'individus, les animaux les plus abondants. Ils constituent environ 5000 à 6000 espèces (MARGALEF 1953, *in* AKLI, 1992).

Très différents des cladocères, ils ne se reproduisent pas par parthénogenèse d'où leur nombre qui n'est pas très important par rapport aux cladocères et rotifères. Les femelles portent un sac qui contient les ovules fécondés.

Les copépodes représentent un danger pour les larves et les œufs des poissons puisqu'ils peuvent les consommer.

#### **III-2-3-2 Etude quantitative (figures.35 A et B)**

Les variations de la densité des espèces zooplanctoniques sont conditionnées par les caractéristiques thermiques du milieu et la disponibilité de la nourriture. D'après BALVAY (1990) ces variations dépendent également de la compétition interspécifique au sein de zooplancton et de la prédation exercée par le poisson

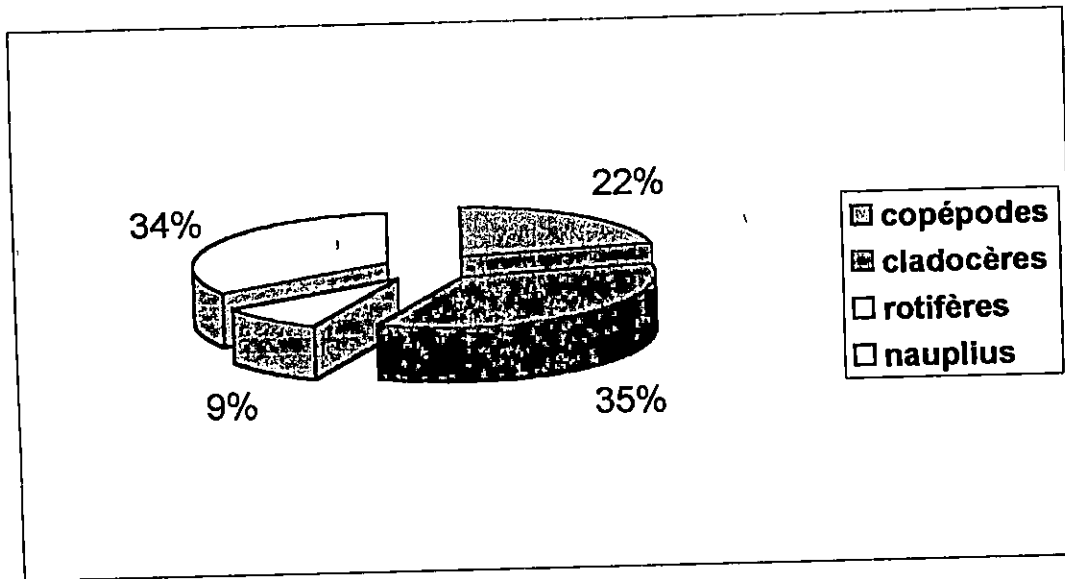
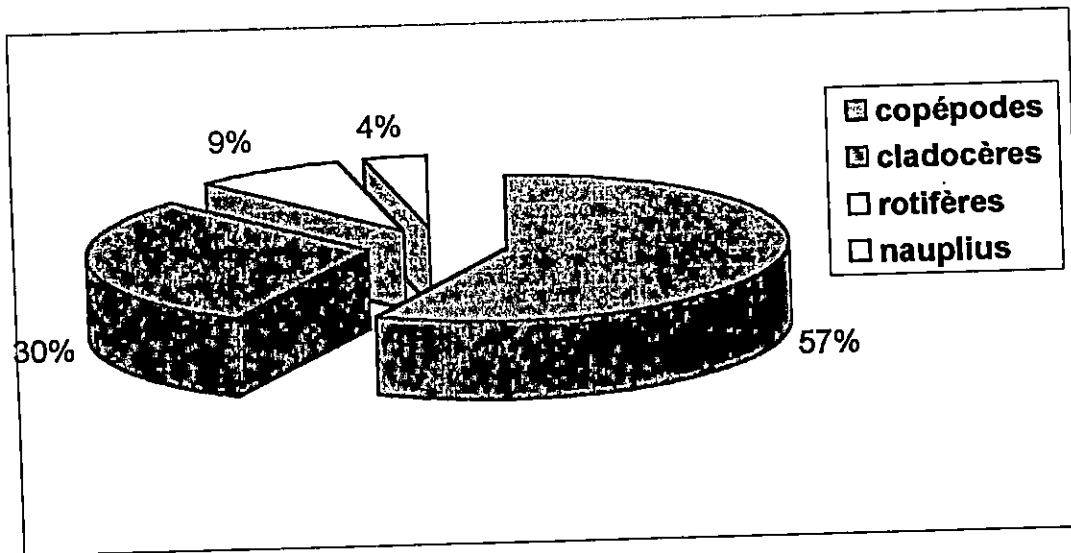


Figure 4 A : Diagramme en des principaux groupes zooplanctoniques (14-04-2003) au niveau du barrage de BOUKOURDANE



FigureN°4 B : Diagramme en pourcentage des principaux groupes zooplanctoniques (30-06-2003) au Niveau du barrage de BOUKOURDANE

planctophage. (Annexe N° IV). Durant le prélèvement du mois d'Avril les quantités de cladocères et des nauplius de copépodes sont les plus importantes, ils représentent respectivement 35% et 34% de l'échantillon. Tandis que, les copépodes (adultes) et les rotifères ont enregistré 22% et 9%. En cette période l'importance des quantités de cladocères semble coïncidée avec les résultats obtenus au niveau des barrages de BOUGHZOUL (ESSED et SIDI BEN ALI ,1993) et celui de OUED FEDDA (DELLIH et DJOUHRI ,1991), puisque ces derniers ont observé une valeur importante de cladocères, qui serait due au réchauffement des eaux et la richesse du milieu en débris végétaux. L'importance des quantités de nauplius en ce mois marque la période de reproduction chez les copépodes.

Le prélèvement du mois de juin révèle quant à lui, une dominance des copépodes avec 57% de la quantité totale de l'échantillon, alors que les cladocères et les rotifères ont gardé les mêmes valeurs que celles du mois d'Avril. La diminution considérable des nauplius pourrait s'expliquer par un passage de ces derniers au stade de copépodes adultes.

### III-2-4 Etude des peuplements ichthyologiques

Les résultats des opérations de pêche ont révélé que l'ensemble de nos captures était constitué par des espèces de la famille des cyprinidés. Ces espèces sont représentées par la carpe royale, la carpe argentée et le barbeau (figure N° 36).

#### III-2-4-1 Systématique des espèces pêchées.

##### Le barbeau :

<b>EMBRANCHEMENT</b>	: Vertébrés
<b>SUPER / CLASSE</b>	: Poissons
<b>CLASSE</b>	: Ostéichthyens
<b>SOUS CLASSE</b>	: Actinoptérygien
<b>SUPER ORDRE</b>	: Téléostéens
<b>ORDRE</b>	: Cypriniformes
<b>FAMILLE</b>	: Cyprinidés
<b>GENRE</b>	: Barbus
<b>ESPECE</b>	: <u>Barbus sp.</u>

C'est un poisson autochtone appartenant à la famille des cyprinidés, il préfère les enrochements et la proximité des piles de ponts ou toute autre construction en pierres ou il vit généralement en troupes souvent importantes.

##### la carpe argentée:

<b>EMBRANCHEMENT</b>	: Vertébrés
<b>SUPER / CLASSE</b>	: Poissons
<b>CLASSE</b>	: Ostéichthyens
<b>SOUS CLASSE</b>	: Actinopterygiens
<b>SUPER ORDRE</b>	: Téléostéens
<b>ORDRE</b>	: Cypriniformes
<b>FAMILLE</b>	: Cyprinidés
<b>GENRE</b>	: Hypophthalmichthys
<b>ESPECE</b>	: <u>Hypophthalmichthys molitrix</u> (VALENCIENNE 1842)

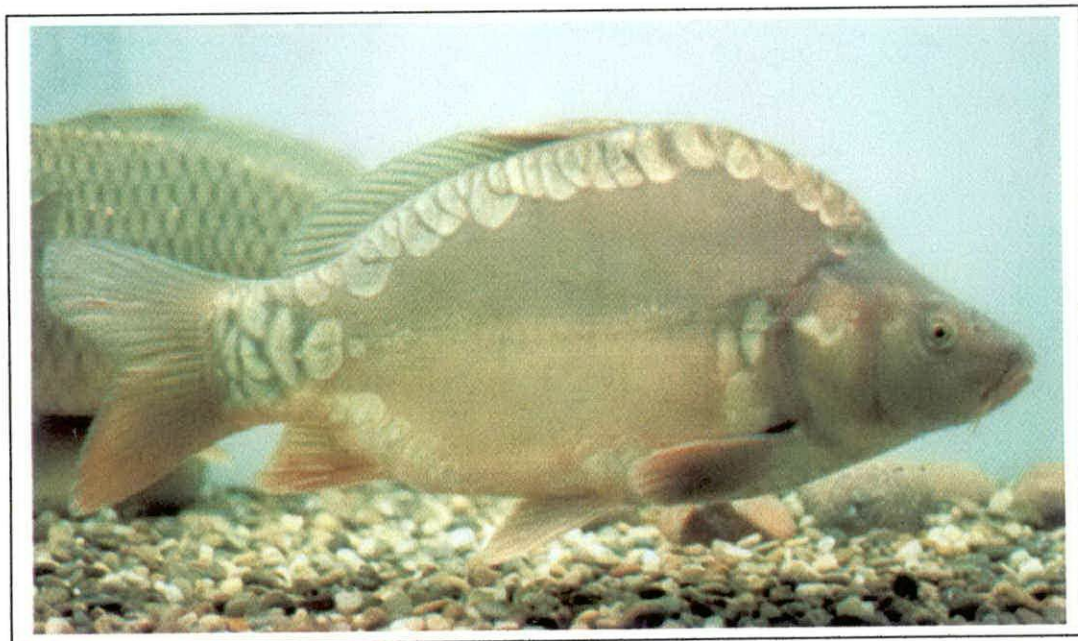
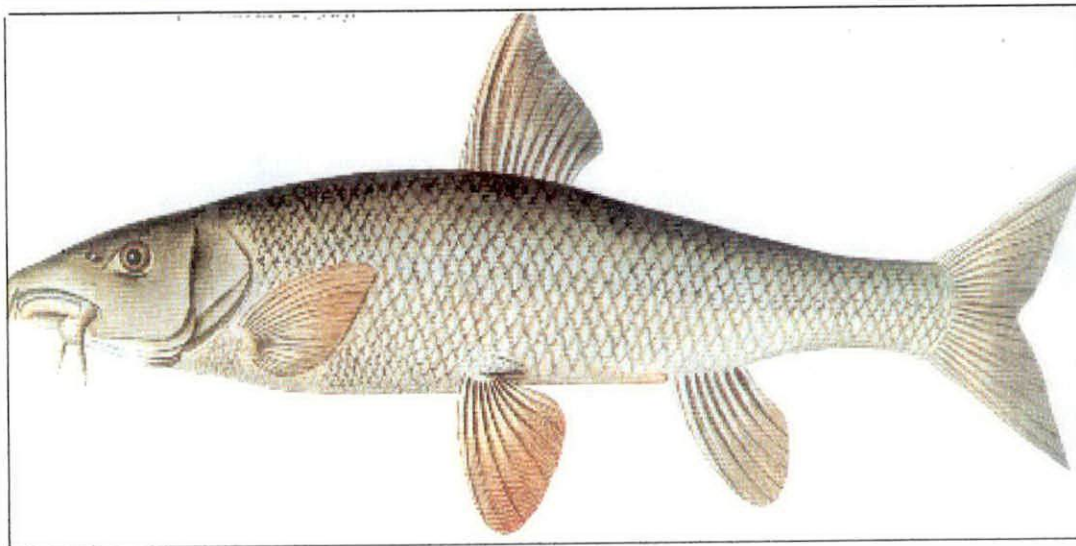
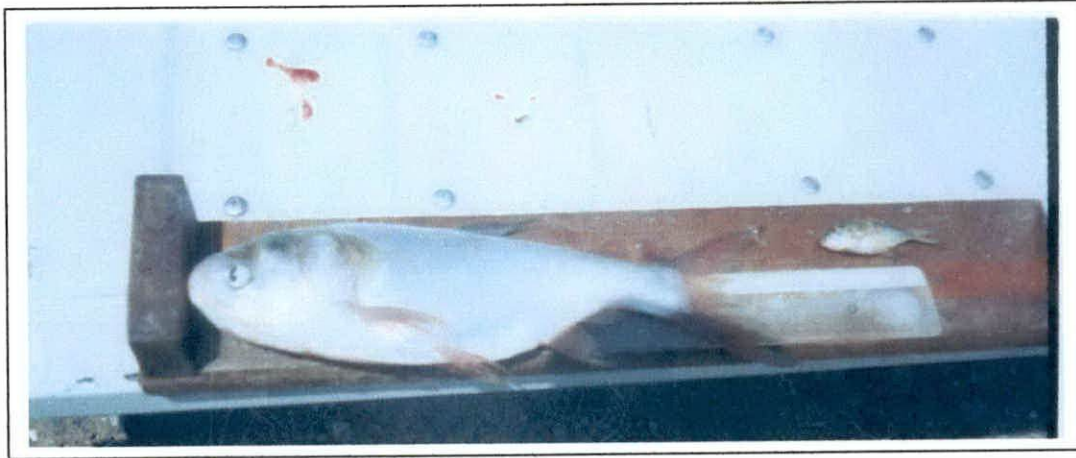


Figure N° 36 : Les espèces pêchées (de haut en bas : carpe argentée, barbeau et carpe royale ) au niveau du barrage de boukourdane (ARRIGNON,1998)

Des quantités importées de la Hongrie ont été introduites au niveau du barrage de BOUKOURDANE en 2001 par le CNDPA(programme d'action 2001 du CNDPA)

### **La carpe royale**

<b>EMBRANCHEMENT</b>	: Vertébrés
<b>SUPER / CLASSE</b>	: Poissons
<b>CLASSE</b>	: Ostéichtyens
<b>SOUS CLASSE</b>	: Actinopterygiens
<b>SUPER ORDRE</b>	: Téléostéens
<b>ORDRE</b>	: Cypriniformes
<b>FAMILLE</b>	: Cyprinidés
<b>GENRE</b>	: <i>Cyprinus</i>
<b>ESPECE</b>	: <i>Cyprinus carpio</i> (LINNE1758)

La carpe commune (*Cyprinus carpio* (L.)) est caractérisée par une large répartition dans le monde. Elle a été introduite pour la première fois au niveau du barrage de BOUKERDANE en 1997 par le CNDPA.

### **III-2-5 Etude de la croissance**

Malgré les faibles effectifs de poissons pêchés dû, essentiellement, à la courte durée d'échantillonnage ainsi qu'aux difficultés rencontrées lors des opérations de pêche, on a pu entreprendre une étude sur la croissance de l'espèce *Cyprinus carpio*(L) (effectif important par rapport aux d'autres espèces pêchées). En effet, dans l'état actuel de nos connaissances sur ce barrage, les résultats de cette étude permettraient de constituer une première approche dans ce domaine d'étude au niveau de ce plan d'eau.

#### **III-2-5-1 Test de comparaison t**

Les valeurs obtenues sont regroupées dans l'annexe V, avec une valeur de  $t = 1.28$ , la différence entre les tailles moyennes des femelles et des mâles n'est pas donc significative ( $t < 1.96$  fourni par la table de t (ddl n-1) pour un risque =5%). Pour cela, l'étude de la croissance chez cette espèce (*Cyprinus carpio* (L)) est faite sans distinction de sexe.

### III-2-5-2 Détermination de l'âge

L'étude a porté sur un échantillon de 87 individus de la carpe royale *Cyprinus carpio* du barrage de BOUKOURDANE (tableau N° 19).

Les individus échantillonnés dont les tailles sont comprises entre 5 et 54 cm sont regroupés en classe de taille d'un pas de trois (03) cm, qui paraît être le meilleur choix pour appliquer cette méthode, car avec cet intervalle nous obtenons des meilleurs résultats.

La méthode de BHATTACHARYA (1967) décompose notre population en quatre(4) groupes d'âges (figure N°37) et chacun d'eux correspond à une sous population.

- D'après l'empoissonnement effectué en 1997 par le CNDPA, il semblerait que le dernier groupe d'âge correspond aux individus ayant 6 ans. Sachant que la maturité sexuelle de la carpe est atteinte après 3ans, les groupes d'âges 4 et 5 seraient absents.

Tableau N° 19 : distribution des fréquences de tailles par la méthode de BHATTACHARYA (1967) chez la carpe royale au niveau du barrage de BOUKOURDANE:

Classe de taille (cm)	Centre de classe (cm)	Effectif y	Ln y	$\Delta \ln y$
[ 3 -6 [	4.5	6	1.791	-1.791
[ 6 - 9[	7.5	1	0	2.639
[ 9 -12[	10.5	14	2.639	-0.242
[12 -15[	13.5	11	2.397	- 2.397
[15 -18[	16.5	1	0	1.386
[18 -21[	19.5	4	1.386	0.559
[21 -24[	22.5	7	1.945	0.452
[24 -27[	25.5	11	2.397	-2.397
[27 -30[	28.5	1	0	0
[30 -33[	31.5	1	0	0
[33 -36[	34.5	1	0	0
[36 -39[	37.5	1	0	0.69
[39 -42[	40.5	2	0.69	0.408
[42 -45[	43.5	3	1.098	1.099
[45 -48[	46.5	9	2.197	-0.118
[48 -51[	49.5	8	2.079	-0.47
[51 -54[	52.5	5	1.609	-1.609
[54 -57[	55.5	1	0	

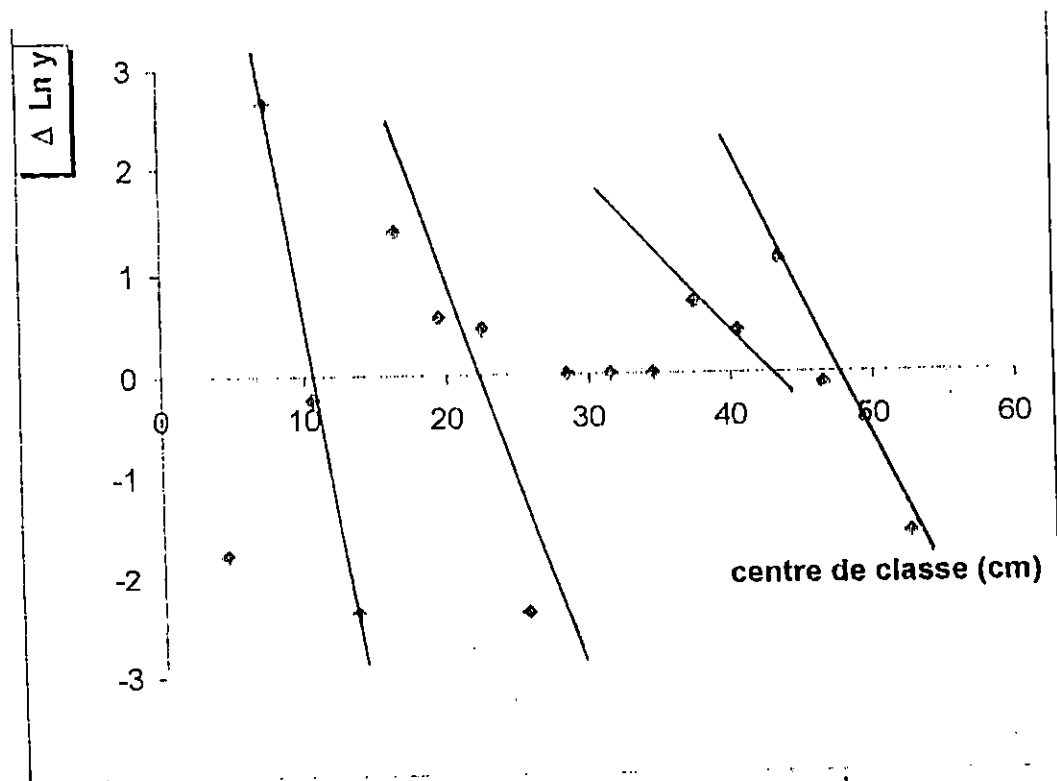


fig. 37 : Détermination des différentes sous populations chez *Cyprinus carpio* au niveau du barrage de BOUKOURDANE (méthode de BHATTACHARYA (1967))

TAB N° 20 : Clé -âge longueur obtenue par la méthode de BHATTACHARYA (1967) chez *Cyprinus carpio*(L):

Groupe d'âge (an)	I	II	III	VI
Longueur (cm)	12	22	43.5	48.5
variance $S^2$	2.79	7.05	31.39	11.09
r	0.99	0.4	0.95	0.95

### III-2-5-3 croissance linéaire

Les paramètres de l'équation de VON BERTALANFFY ( $L_{\infty}$ ,  $k$ ,  $t_0$ ) calculés à partir de la relation par les méthodes de FORD WALFORD (1946) et GULLAND (1969) sont représentés dans le Tableau N° 21.

Tableau N° 21 : paramètres de croissance du modèle de VON BERTALANFFY selon deux méthodes chez *Cyprinus carpio*:

Espèce	paramètres	FORD WALFORD	GULLAND
Carpe royale <i>Cyprinus carpio</i>	$L_{\infty}$ (cm)	73.45	73.45
	$k$ (an)	0.29	0.29
	$t_0$ (an)	-0.3	-0.3
	$r$	0.85	0.48

Après avoir déterminé les paramètres  $L_{\infty}$ ,  $k$  et  $t_0$ , les deux méthodes de GULLAND(1969) et de FORD WALFORD(1946), ont donné des résultats très similaires. Donc la relation de VON BERTALANFFY (1967) s'écrit:

$$L_t = 73.45 (1 - e^{-0.29(t+0.3)})$$

La Figure N° 41: représente la courbe de croissance linéaire théorique

### III-2-5-4 croissance relative

L'équation déterminée est de la forme suivante:

$$W_t = +0.015 L_t^{3.0049}$$

Pente  $b=3.0049$

$a=+0.015$

$r=0.99$

La figure N° 42 représente la vitesse de croissance du poids par rapport à la taille, la valeur de  $b$  est proche de 3 ; le poids croît proportionnellement au cube de la longueur, la croissance de cette espèce est donc isométrique.

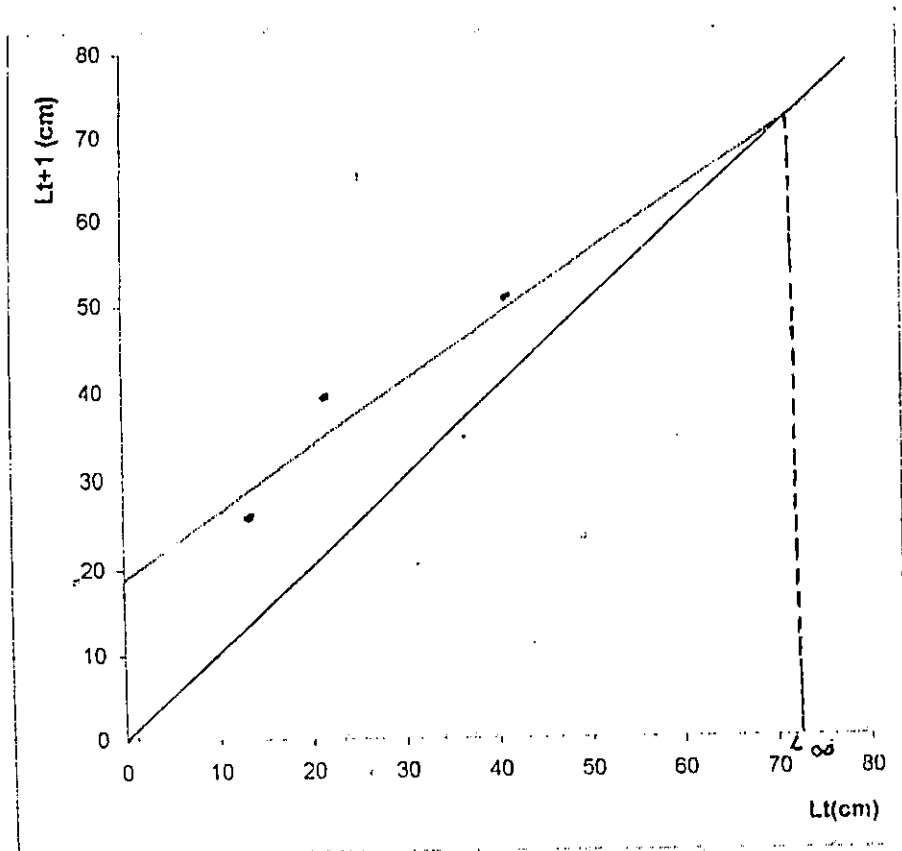


Figure N° 38 : Représentation graphique de la droite de FORD WALFORD, (1946) chez *Cyprinus carpio* au niveau du barrage de BOUKOURDANE

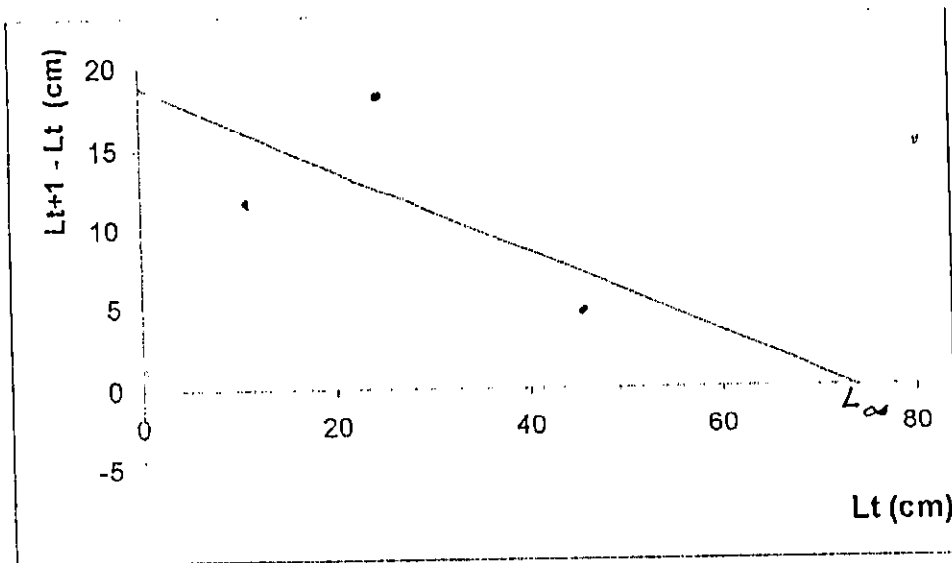


Figure N° 39 : Représentation graphique de la droite de GULLAND (1969) chez *Cyprinus carpio* au niveau du barrage de BOUKOURDANE.

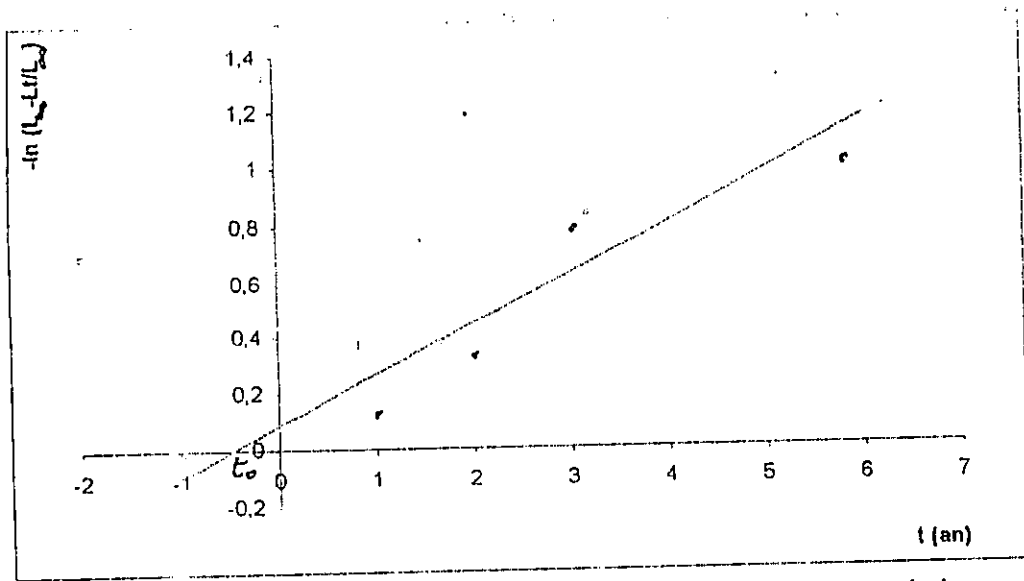


Figure N° 40 : Détermination de  $t_0$  chez *Cyprinus carpio* au niveau du barrage de BOUKOURDANE

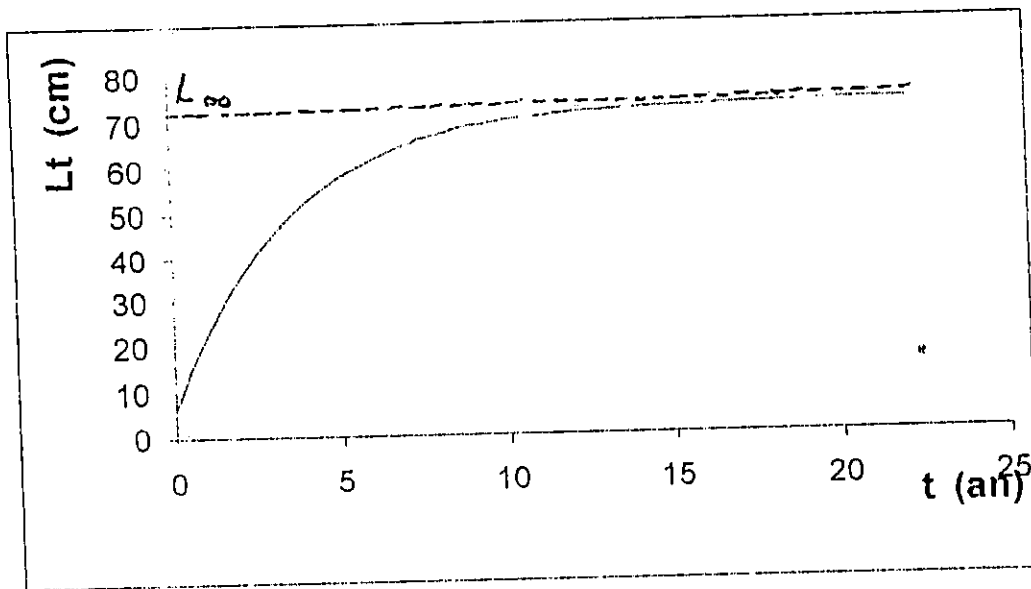


Figure N° 41 : Courbe théorique de croissance linéaire chez *Cyprinus carpio* au niveau du barrage de BOUKOURDANE.

**III-2-5-5 croissance pondérale (figure N° 43)**

L'équation de croissance pondérale théorique obtenue pour la carpe royale *Cyprinus carpio* est la suivante:

$$W_t = 5943.83 (1 - e^{-0.29(t+0.3)})$$

$$W_{\infty} = 5943.83 \text{ g}$$

$$t_0 = -0.3$$

$$k = 0.29/\text{an}$$

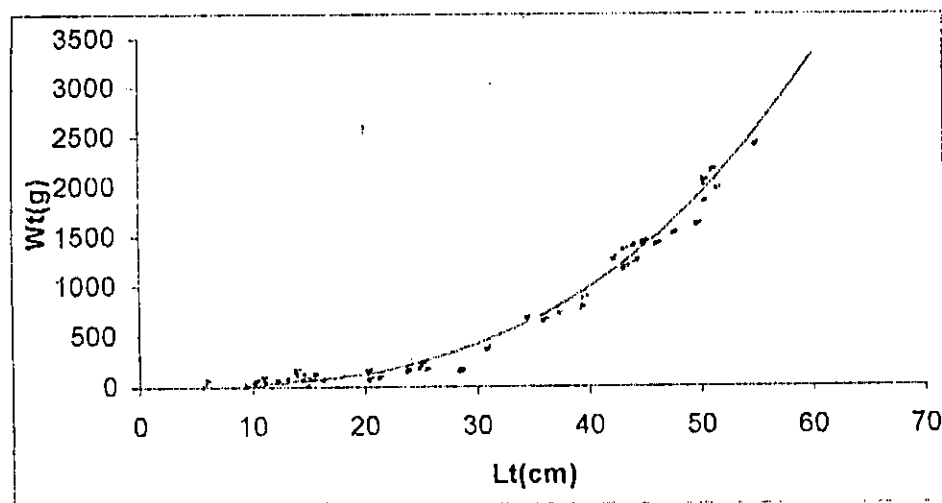


Figure N° 42: Relation taille- poids chez *Cyprinus carpio* de barrage de BOUKOURDANE.

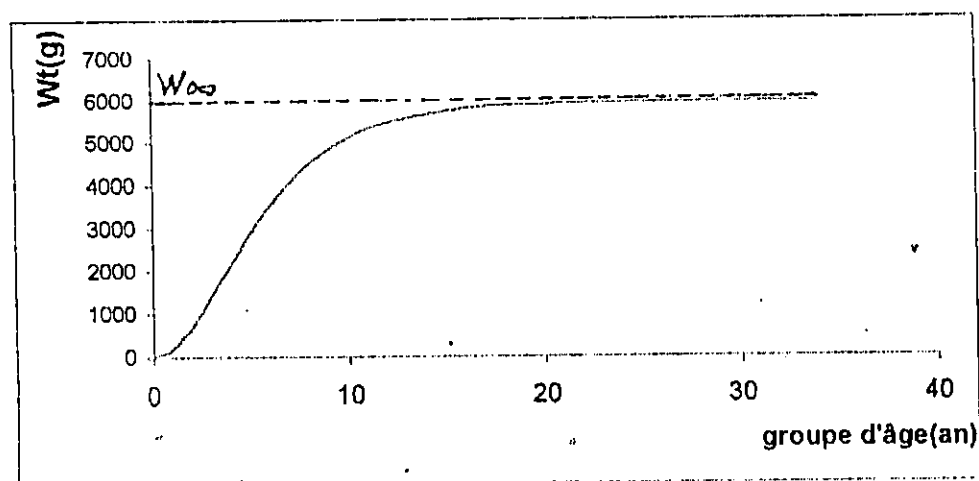


Figure N° 43 : courbe théorique de la croissance pondérale *Cyprinus carpio* de barrage de BOUKOURDANE.

# CONCLUSION GENERALE

## CONCLUSION GENERALE

Les paramètres climatiques surtout la température et les précipitations, nous ont permis de dresser le climagramme d'Emberger. Ce dernier a défini l'appartenance de la région d'étude à l'étage semi aride et sub humide. De plus, le diagramme ombrothermique indique l'existence de deux saisons, une saison humide qui s'étend de Septembre à Juin et une deuxième saison aride s'étendant de la fin du mois de Mai à Septembre.

Selon la classification des lacs par DUSSART (1966) in CHERBI, 1982 notre barrage peut être considéré comme étant un barrage monomictique chaud. Quant au pH, ce paramètre montre une certaine stabilité et sa variation ne dépasse pas l'unité. Selon la classification de NISBET et VERNEAUX (1970) les eaux du barrage sont moyennement alcalines, ce qui caractérise les eaux closes. Les mesures de conductivité montre une importante minéralisation due, essentiellement, à la présence des cations et anions. D'un notre côté les valeurs de l'oxygène dissous montrent une bonne oxygénation de l'eau, qui est favorable à la vie aquatique. Ceci, est valable pour les valeurs de la transparence ainsi que de la matière en suspension.

Concernant les paramètres chimiques, les nitrates ont représenté les plus grandes valeurs enregistrées durant notre étude. Cependant, ces concentrations restent loin pour constituer une source de pollution pour les eaux du barrage (RODIER, 96). L'origine de ces apports pourrait être exogène en provenance du bassin versant. En effet, les activités agricoles sont très développées au niveau des terrains limitrophes au plan d'eau.

Les concentrations en phosphore minéral dissous montrent que les eaux du barrage sont de bonne qualité si l'on réfère aux grilles métropolitaines du RNDE de 1994.

Le traitement des données par l'A.C.P. a révèle l'influence de la température, pH et O<sub>2</sub> sur le comportement de la matrice «eau». Ce sont ces paramètres qui prédominent et qui expliquent les fluctuations enregistrées au niveau de ce biotope, et cela durant toute la période de notre étude.

Sur un autre plan, les eaux douces sont capables de véhiculer une multitude d'agents pathogènes pour l'homme ou les organismes aquatiques tels que les poissons,

cependant notre l'étude bactériologique effectuée sur les eaux du barrage a permis de révéler que ces dernières présentent une bonne qualité bactériologique.

La présence de la chlorophylle a mais avec de faibles quantités laisse supposer que la période de nos prélèvements a coïncidé avec la période de décantation du phytoplancton au fond (-6m) et/ou par la dominance d'autres pigments que la chlorophylle a dans le barrage et ce, durant cette même période. De plus la consommation du phytoplancton par des espèces phytoplanctonophages présentent dans le milieu (carpe argenté) pourraient expliquer dans certaine limite ces faibles teneurs.

Aussi, notre étude a permis la détermination d'une fraction du zooplancton. A cet effet, on a pu définir plusieurs groupes d'espèces constitués, essentiellement, par les cladocères, copépodes et rotifères. Leur densité varie d'un groupe à un autre et ceci, selon les saisons. Leur dominance change par rapport à la température, les sels nutritifs, compétition, et serait due aussi à la prédation, ... Etc.

Les opérations de pêche effectuées par des engins passifs au niveau de ce site ont permis de connaître la composante de la faune ichthyologique. Cette dernière se compose essentiellement par des espèces de la famille des cyprinidés : barbeau, carpe royale et carpe argenté. Les quelques rares anguilles pêchées par certains pêcheurs montrent bien leur existence. L'indisponibilité d'engin de pêche adéquat (verveux) n'a, malheureusement, pas permis de les pêcher. Contrairement au barbeau qui a fait l'objet d'études en tant qu'une espèce autochtone (DIEUZEDE, 1927, ARAB, 1989 et ZOUAKH, 1995), les autres espèces de cyprinidés à l'instar des espèces qui ont été introduites, notamment dans ce même barrage n'ont fait l'objet d'aucune étude. En effet, ce barrage a connu plusieurs opérations de repeuplement par différentes espèces de carpes depuis 1997. A ce titre, on a jugé utile de faire une première approche globale de l'étude de la croissance. Cette dernière a permis d'estimer chez l'espèce *Cyprinus carpio* (L) l'âge maximal, qu'est de six (06) ans avec une longueur correspondante de 48.5 cm. De plus, la longueur maximale théorique ( $L_{\infty}$ ) a été estimée à 73.45 cm pour un poids théorique ( $W_{\infty}$ ) de 5943.83 g.

A signaler que la courte durée de la période de prélèvement à limiter dans une large mesure une interprétation plus exhaustive. Cependant, l'étude pluridisciplinaire qu'on a effectué au niveau du barrage nous a permis de mettre en évidence les points suivants :

- Le barrage présente un potentiel hydrique important avec une bonne qualité bactériologique. Pas de rejets industriels, mais avec une importante activité agricole le long du bassin versant ;
- Les eaux du lac sont d'une excellente qualité, elles constituent biotope favorable pour les organismes aquatiques (norme de qualité des eaux pour les poissons dans SCHLUMBERGER, 1997 (Annexe N° VI) ;
- La présence de plusieurs espèces de poissons à différents régimes alimentaires, renseigne sur les niveaux trophiques qui sont compatibles avec l'existence du potentiel ichthyologique qualitativement diversifié au niveau du plan d'eau ;
- L'introduction d'espèces adaptées à cet écosystème, particulièrement par les cyprinidés, pourrait se faire dans le cadre de projets de développement de la pisciculture continentale dans cette région du pays. Seulement, il faudra penser à élargir cette étude sur une plus longue période.

# BIBLIOGRAPHIE

## BIBLIOGRAPHIE

- AKLI, S. 1992 : Systématique et répartition géographiques des copépodes (crustacés) dulcicole dans le Nord de l'Algérie, thèse de magis. U.S.T.H.B.Alger:156p
- ALI BENAMARA, A. et BOUIDGHAGHEN, F.1995 : Données physico-chimiques et hydrobiologies sur le lac de barrage d'IGHIL EMDA (Kherrata- W.Béjaia) Mémoire d'ing. ISN-USTHB:121p.
- AMINOT, A. CHAUSSEPIED, M. 1983 : Manuel des analyses chimiques en milieu marin, CNEXO :395p.
- AMIROUCHE, C.M. et OULDALI, A. 2002 : Etude des paramètres physiques de l'eau du lac de barrage de BOUKOURDANE et de son peuplement zooplanctonique (Crustacés, entomostracés), mém. d'ing. en aquaculture, I.S.T.H.B.Alger : 70p.
- ARAB, A. 1989 : Etude des peuplements d'invertébrés et de poissons appliqués à l'évaluation de la qualité des eaux et des ressources piscicoles des oueds Mouzaia et Chifa, thés. Magist. ISN-USTHB: 254 p.
- ARFI, R. 1991: Etang de Bene, qualité des eaux, hydrologie , matériel particulaire et plancton , rapport de convention . 25p.
- ARRIGNON, J. 1976 : Aménagement écologique et piscicole des eaux douces. 3<sup>ème</sup> édit. GAUTHIER-villars.paris:340p.
- ARRIGNON, J. 1998 : Aménagement piscicole des eaux douces. 5<sup>ème</sup> édit. Technique et documentation.paris:589p.
- ASPE,J. et POINT,M. 1999 : L' eau dans le monde,édit.IRD. Paris : 70p.
- BAKOS, J. HORVATHAL. JACZO, I. SZALAY, M et TAMAS, G. 1975 : Comportement lors de la reproduction des principaux poissons d'élevage la zone de la C.E.C.E.P.I et problèmes de maturation sexuelle en captivité. E.I.F.A.C.thecn :25-42p.
- BALVAY, G. 1990 : Evolution du zooplancton du leman, inst. Limno. INRA THONON-les-BAINS : 63-75p
- BARNABE, G. 1991: Bases biologiques et écologiques de l'aquaculture, Paris: 500p
- BARROIN, G.1988: Sante de nos lacs , une agonie scientifique surveille. Acts of fresch swedish limnologique: 25-34p
- BEAUMONT, A. CASSIER, P. 1993: Biologie animale des protozoaires aux métazoaires épithélioneuriens, tome2, 3<sup>ème</sup> édit. Dunod univ., Paris: 979p.

- BERNE, F. CORDONNIER, J. 1991 : Traitement des eaux, épuration des eaux résiduaires de raffinage, édi. Technip, Paris: 306p.
- BERNER, A et KAY BERNER, E 1982:Global environnement :373p.
- BILLARD, R. 1995: Carp biology and culture, INRA, Paris: 342p.
- BONTOUX, J. 1993 : Introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson, qualité et santé, 2<sup>ème</sup> édit. CEBEDOC. Liège : 169p.
- BOUDJENAH, M. 2002: Suivi de la qualité des plans d'eau proposition méthodologique pour les lacs et les réservoirs d'Algérie. Master européen :63p.
- BOUGIS, P. 1974: Ecologie du plancton marin. Tome 2 , le zooplancton. Collection d'écologie, édit. Masson, Paris : 200p.
- BOUROCHE, J.M. et SAPORTA, G. 1992 : L'analyse des données ,5<sup>ème</sup> édit. presse universitaires de France : 127p.
- BOUYAKOUB, O. 1987 : Reproduction des cyprinidés au lac de Mazafran, mém. d'ng. Inst. D'agronomie d'Alger. INA : 95p.
- BRAVARD, J-P. PETIT, F. 2000 : Les cours d'eau, dynamique du système fluvial, 2<sup>ème</sup> édit. Paris : 222p.
- BREMOND, R. VUICHARD, R. 1973 : Paramètres de la qualité des eaux S.P.E.P.E.doc. Franç. Paris.
- CARREL G, BARTHELEMY D, AUDA Y, CHESSEL D. Approche graphique de l'analyse en composantes principales mormé : utilisation en hydrobiologie. Ecol. Gener., 1996, vol, 7, n°2 ; 189-203.
- CHERBI, M. 1984: Contribution à l'étude du peuplement zooplanctonique de trois lacs de barrage : HAMIZ, GHRIB et BOUGHZOUL. Thés. 3<sup>ème</sup> cycle. U.S.T.H.B. Alger : 143p.
- CHESTERIKOFF, A. CHERVIL, M. LECOLLE, P. GERDAUX, D. et TESTARD, P. 1981 : Ecologie du lac CRETEIL (val -de- Marne) C.H.A.L.T.U.T :75p
- CHINZI, D et al, 1998: Références aquaculture, ENITA de Bordeaux, édit. . Synthèse Agricole : 309p.
- COPIN-MONTEGUT, G. 1996 : Chimie de l'eau de mer, Institut Océanographique, Paris : 319p.
- DE LAGARDE, J. 1983 : Initiation à l'analyse des données, édit. DUNOD, Paris : 158p.

- DELIH, A. et DJOUHRI, K 1991 : Approche écologique du barrage de Oued Fodda pour un empoissonnement et essai de fécondation artificielle chez une espèce de cyprinidés *Coraceus auratus*, mém. d'ing. U.S.T.H.B Alger : 116p
- DIEUZED, R. 1927: L'Oued REGAIA, bull. stat. aquac.peche Castiglione, 2:169p
- DJERRAH, S et RAHMANI, H. 2003 : Etude préliminaire physico-chimique et phytoplanctonique du barrage DJORF TORBA (W. BECHAR), mem. d'ing. en aquaculture, U.S.T.H.B, Alger:100p.
- DJEZZAR, M. 1989 : Etude de la biomasse du barrage HARREZA et son impact sur l'aquaculture. mem. d'ing. Agronome. I.N.E.S.A. Blida : 119p.
- DUSSART, B. 1967 : Les copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale. Tome1, calanoides et harpacticoides, édit. N. Boubée et Cie, Paris : 292p.
- ESSED, Z. et SIDI BEN ALI, Z. 1993 : Etude physicochimique et biologique d'un plan d'eau : Barrage de Boughzoul (W.de Médéa). Mémoire d'ing. ISN-USTHB :143p.
- FAO 1984: Critères de qualité des eaux pour les poissons d'eau douce européens, rapp.sur les nitrites et les poissons d'eau douce, CECPI. : 27p.
- GARNIER, N. 1982 : Production primaire d'une sablière (lac de CRETEIL, Val-de-marne) étude de certains facteurs de contrôle, thés. 3<sup>ème</sup> cycle. univ.Pierre et Marie-Curie, Paris : 120p.
- GULLAND, J A. 1983: Fish stock assessment, a manual of basic methods. FAO .Italy: 223p.
- HUTCHINSON, G E. 1957: A treatise on Limnology, vol.1, NEW YORK: 1015p.
- HUET, M, 1970 : Traité de pisciculture, 4<sup>ème</sup> édit. Dewyngert : 718p.
- KADARI, G 1984 : Les techniques de pêche utilisées en Algérie, édit. ENAP, Alger : 134p.
- KORICHI, H.S. 1990 : Contribution à l'étude biologique des deux espèces de saurels : *Trachurus trachurus* (LINNE 1758) et *Trachurus mediterraneus* (STEINDACHNER1868) et de la dynamique de : *Trachurus trachurus* en baie de BOU ISMAIL, thés. Magis. ISMAL : 260p.
- KHELIFATI, H. 1993: Etude comparative de zooplancton de la zone littorale des deux sites de la région de sidi BEL ABBES (lac Sidi M'hamed Benali et le barrage de Sarno) thés. Magis. ISN- USTHB.198p.
- KOROVCHINSKY et SMIRNOV, 1993-1994; Introduction to the Cladocera (Daphniformes Poly phernifores and Leptocloriformes). International training course a tool in lake Mangement: 129P.

- LACAZE, J. 1996 : L'eutrophisation des eaux marines et continentales, causes, manifestation, conséquences et moyens de lutte, édit. Marketing SA, Paris : 191p
- LAVAGNE, A. 1983: Travaux scientifiques du parc nationale de port- Cros. Tome9 : 54p.
- LEVEQUE, C. PAUGY, D. 1999: Les poisson des eaux continentales africains, diversité, écologie, utilisation par l'homme, édit. de l'IRD, Paris : 521p.
- MAGNON, D. 1999 : Poison d'eau douce, découverte, nature, faune de France , Losange :127p.
- MICHEL, C.1994 : Dictionnaire des animaux,Paris : 56p
- MONOGRAPHIE 1994 : Barrage de BOUKOURDANE sur l'Oued EL HACHEM, W. de Tipaza ,Agence nationale des barrages :150p.
- MULHAUSER, B.. et MONNIER, G. 1995 – Guide de la faune et de la flore des lacs et des étangs d'europe. édit. Delachaux et Niestl. Paris : 335p.
- NISBET, M. VERNAUX, 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.
- OUSSAID, R. et ZERROUKI, D. 1993 : Etude physico-chimique et biologique du barrage Sidi M'hamed ben Aouda, Mem. d'Ing. ISN-USTHB : 143p.
- PAULY, D. 1997: Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques, Cépades. édit . Inst. National polythec. Toulouse : 287p.
- R.N.D.E, 1994 : <http://www.stor.fr/ore/html/sommaire/ECOSYS.HTM>. Les grilles métropolitaines du Réseau National des Données sur l'Eau.(R.N.D.E.).
- 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<sup>ème</sup> édit..DUNOD.paris :1383p.
- ROULE L. 1914 : Traité raisonné de la pisciculture et des pêches, édit. Baillière et fils, Paris :145- 203-401
- ROUX, M. 1987 : Analyse biologique de l'eau, étude de synthèse, office intern. de l'eau. Paris : 629p.
- SAPORTA, G. 1990 : Probabilité, analyse des données et statistiques, édit. Technip, Paris, 293p.

SCHWARTZ, D. 1993 : Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes .Flammarion Médecine- sciences, Paris, 306p.

SCHLUMBERGER, O .1997 : Mémento de pisciculture d'étang, 3<sup>ème</sup> édit. France : 238p

SKOLKA, H. 1974 : Cours d'océanographie, 1 ère partie physique, faculté des sciences biologiques : 185p.

TITI, D. 2001 : Contribution à l'étude physico-chimique et biologique du barrage de BOUKOURDANE (W. de Tipaza), application à la gestion piscicole, mém. de techn. Supér.U.S.T.H.B, Alger : 35p.

WOOD, E.D. ARMSTRONG, F.A.et RICHARDS, F.A. 1967: Determination of nitrate in seawater by cadmium, cooper reduction to nitrite .j.mar.biol.ass.U.K.47:23-32p.

ZOUAKH, D.E. 1995: Etude des macroinvertébrés et des poissons de l'Oued EL HARRACHE et ses affluents appliquée à la l'évaluation de la qualité des eaux, thèse de magis. En hydrobiologie, U.S.T.H.B, Alger : 65p.

ZOUREZ, A. 2003 : Referenciel métiers et d'engins pour les pêcheries Algériennes, rapp. stage Université Montpellier2, CREUFOP SMEL Sete.64p

# ANNEXES

# ANNEXE N° I

**Délai et conservation des échantillons  
( RODIER , 1984)**

Elément analysé	Réceptient	Conservateur à utiliser	Volume minimum du prélèvement (en ml)	T° de conservation(en °c)	Effectuer la mesure avant
Température ( en °c)		Mesure in situ	-	-	-
Conductivité Electrique		Mesure in situ de préférence	-	-	-
Potentiel en hydrogène		Mesure in situ de préférence	-	4	24 h (obscurité)
Oxygène dissous		Mesure in situ de préférence	300	4	24 h (obscurité)
Matière en suspension M.E.S	Polyéthylène ou verre	0	1000	4	6 h (obscurité)
Nitrites	Polyéthylène ou verre	-	100	4	24 h (obscurité)
Nitrates	Polyéthylène ou verre	-	100	4	48 h (obscurité)
Ortlophosphate	Polyéthylène ou verre	-	100	4	48 h (obscurité)
Chlorophylle a)	Polyéthylène ou verre	-	1000	4	24 h (obscurité)

## ANALYSE D'AZOTE AMMONIACAL

Mode Opérateur	Solutions	Réactifs nécessaire	préparation	remarques
<p>Prendre 100<sup>+</sup>. 5 ml d'échantillon , Ajouter 3.0 ml du reactif 1 ,Boucher et agiter pour bien homogénéiser , Ajouter sans attendre 3.0 ml du réactif 2 ,Boucher et agiter, placer immédiatement à l'abri de la lumière pendant 6 à 8 h ou mieux pendant une nuit à température ambiante.</p> <p>Mesurer l'absorbance à 630 nm, par rapport à l'eau distillée , en cuves de 10 cm de trajet optique.</p>	<p><u>Réactif 1 (1 litre) :</u> Solution de Phénol-Nitroprussiate de sodium</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- eau distillée</li> <li>- 35 g de phénol</li> <li>- 400 mg Nitroprussiate de sodium</li> </ul>	<p>Dissoudre les deux réactifs dans 1000 ml d'eau et la conservé au réfrigérateur à l'abri de la lumière , et laisser stabilisé pendant quelques semaines.</p>	<p>Il doit être renouvelé s'il prend une teinte verdâtre.</p>
	<p><u>Réactif 2 (1litre):</u> Solution d'alcaline d'hypochlorite</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 280 g de citrate trisodique (Na<sub>3</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sub>7</sub>)</li> <li>- 22 g de soude solution</li> <li>- solution d'hypochlorite de sodium correspondant à 1.4 g de chlore soit 44 ml d'une solution à 10 degrés de chlore.</li> </ul>	<p>On dissoudre les réactifs 1,2 dans 800 ml d'eau distillée et on ajoute un volume de solution d'hypochlorite de sodium correspondant à 1.4 g de CL. Ou C<sub>3</sub>-Cl<sub>2</sub>KH<sub>3</sub>O<sub>3</sub> Dichlorisocyanurate de potassium.</p>	<p>Ce réactif se conserve au froid pendant 1 à 2 mois.</p>
	<p><u>Etalon primaire :</u> D'ammonium (1 litre) 10 µmol/1ml</p> <p><u>Etalon secondaire :</u> D'ammonium (1 litre) 0.5 µmol/1ml</p>	<p>-sulfate d'ammonium (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.661 g</p> <p>-Etalon 1 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-chloroforme 1 ml</p>	<p>Sécher pendant 1 h à 110 C° et dissoudre dans 1000 ml d'eau distillée 10 µmol (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)/ 1ml</p> <p>Diluer 20 fois la solution Etalon 1 avec l'eau distillée et ajouter 1ml de chloroforme.</p>	<p>Cette solution est Stable indéfiniment au réfrigérateur</p> <p>Pour plus de sécurité , la préparer juste avant usage.</p>
<p><u>Courbe d'étalonnage :</u> préparer l'étalon secondaire ,introduire dans des fioles jaugées de 500 ml 0.5-1-2-5-10-20ml ... etc, de la solution étalon secondaire et compléter à 500 ml avec de l'eau de mer pour obtenir la gamme de concentrations : 0.5-1-2-5-10-20 µmol/l . Et on ajoute les réactifs 1 et 2 (3ml ; 3 ml)</p> <p>Faire des mesures d'absorbance ( même méthode pour l'azote ammoniacal) , retrancher la valeur d'absorbance obtenue avec l'eau de mer non dopé et tracer la courbe d'étalonnage . ( 1 mg/1 NH<sub>3</sub> = 0.014 µmol/l , pour NH<sub>3</sub> multiplier par 0.017 et 0.018 pour NH<sub>4</sub><sup>+</sup> .</p>				

## ANALYSE DE NITRITE

Mode Opérateur				remarques
<p>Prendre 50<sup>+</sup> 1 ml d'échantillon , Ajouter 1.0 ml du reactif 1 et mélanger Laisser reposer 2 à 8 min , Ajouter 1.0 ml du réactif 2 , et mélanger à nouveau , attendre au moins 10 min mais pas plus de 2 h Mesurer l'absorbance à 543 nm, par rapport à l'eau distillée , en cuves de 10 cm de trajet optique.</p>	<p>Solutions</p> <p><u>Réactif 1 (500ml) :</u> Solution de Sulfanilamide</p>	<p>Réactifs nécessaire</p> <p>5 g de sulfanilamide 50 ml d'acide chlorhydrique concentré d=1.18</p>	<p>préparation</p> <p>Diluer 50 ml d'acide chlorhydrique concentré dans environ 300 ml d'eau distillée et dissoudre 5g de sulfanilamide dans cette solution et compléter à 500 ml.</p>	<p>remarques</p> <p>Cette solution est stable indéfiniment.</p>
	<p><u>Réactif 2 (500 ml):</u> Solution de N-Naphtyléthylènediamine</p>	<p>0.5g de dichlorhydrate de N-Naphtyléthylène-diamine</p>	<p>de On dissoudre 0.5 g dans 500 ml d'eau distillée.</p>	<p>Conserver cette solution au froid à l'abri de la lumière et la renouveler tous les mois ou qu'il s'y développe une coloration brune.</p>
	<p><u>Etalon primaire :</u> (1 litre) 5 µmol/1ml</p>	<p>Nitrite de sodium anhydre de purté garantie.</p>	<p>Sécher à 110 C° pendant plusieurs heures, et dissoudre 0.345 g dans l'eau distillée, compléter à 1000 ml, et ajouter 1 ml de chloroforme 5 µmol/1ml</p>	<p>Constrvée au froid et à l'abri de la lumière</p>
	<p><u>Etalon secondaire :</u> (1 litre) 0.05 µmol/1ml</p>	<p>Etalon primaire</p>	<p>Diluer 100 fois la solution Etalon 1 avec l'eau distillée 0.05 µmol/1ml</p>	<p>Stable pendant 1 à 2 mois</p>
<p><u>Courbe d'étalonnage :</u> préparer l'étalon secondaire ,introduire dans des fioles jaugées de 500 ml 1-2-5-10-20 ml ... etc, de la solution étalon secondaire et compléter à 500 ml avec de l'eau de mer pour obtenir la gamme de concentrations : 0.1-0.2-0.5-1.0 µmol/l . Et on ajoute les réactifs 1 et 2 (1ml ; 1 ml) Faire des mesures d'absorbance ( même méthode pour l'azote nitrique) , retrancher la valeur d'absorbance obtenue avec l'eau de mer non dopé et tracer la courbe d'étalonnage . ( 1 mg/l NO<sub>2</sub><sup>-</sup> = 0.046 µmol/l et 0.014 µmol/l pour N-N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> )</p>				

## ANALYSE DE NITRATE

Mode Opérateur		Solutions		Réactifs nécessaire	préparation	remarques
<p><i>On prépare des échantillon de 100ml et ajouter 2.0 ml de chlorure d'ammonium concentré pour chaque solution, chaque solution passe dans la colonne reductrice et on recupere 50 ml pour chaque solution on applique la même methde ( ajoute R1 et R2) pour les nitrite.</i></p> <p><i>On mesure l'absorbance à 543 nm. Par rapport à l'eau distillée.</i></p>						
Réactif 1					Même solution que les nitrite	
Réactif 2					Même solution que les nitrite	
Etalon NITRITE					Même solution que les nitrite	
Etalon Nitrate :						
Pour étalonner la colonne		Nitrate de potassium anhydre.		Dissoudre 0.506 g de nitrate de potassium anhydre dans 1 l d'eau distillée, et on ajoute 1 ml de chloroforme: 5000 $\mu$ mol/l (N-NO <sub>3</sub> )		La solution est stable plusieurs mois si elle est conservée au froid et à l'abri de la lumière.
Solution concentrée de chlorure d'ammonium		250 g de chlorure d'ammonium		Préparer une solution par 1 litre d'eau distillée( avec agitation)		
Solution diluée de chlorure d'ammonium		Solution concentrée		Diluer 40 fois (25 ml pour 1 l)		
Solution de sulfate de cuivre		10 g sulfate de cuivre		Dans 500 ml d'eau distillée, dissoudre 10 g ( avec agitation)		
<p><i>Courbe d'etalonnage :</i> preparer l'etalon secondaire(500<math>\mu</math>mol/l ) de nitrite ,introduire dans des fioles jaugées de 500 ml 2.5-5-10-15-20-25-30-35-40 ml ... etc, de la solution étalon secondaire et compléter à 500 ml avec de l'eau de mer pour obtenir la gamme de concentrations : 2.5-5-10-15-20-25-30-35-40 <math>\mu</math>mol/l . on prend des échantillon de 50 ml et on ajoute 1 ml de chlorure d'ammonium concentré au chaque échantillon. Et on ajoute les réactifs 1 et 2 (1ml ; 1 ml)</p> <p>Faire des mesures d'absorbance ( même methode pour l'azote nitrique) , retrancher la valeur d'absorbance obtenue avec l'eau de mer non dopé et tracer la courbe d'etalonnage . ( 1 mg/l NO<sub>2</sub><sup>-</sup> = 0.046<math>\mu</math>mol/l )</p>						

## PRÉPARATION DE LA COLONNE REDUCTRICE

- tamiser du cadmium en grains pour en garder la fraction comprise entre 0.5 et 2 mm
- laver environ 50 g de grains à l'acide chlorhydrique 2 mol/l puis rincer à l'eau distillée.
- Laver rapidement par l'acide nitrique 0.3 mol/l puis rincer à l'eau distillée
- Laver à nouveau par l'acide chlorhydrique 2mol/l pour chasser les ions  $\text{NO}_3^-$  et rincer abondamment à l'eau distillée.
- Traiter alors le cadmium par 100 à 150 ml de solution de sulfate de cuivre : dans un erlenmeyer agiter le cadmium avec cette solution et laisser en contact pendant plusieurs minutes; la solution se décolore .
- Laver ensuite abondamment à l'eau distillée , par débordement de l'erlenmeyer pour ne jamais mettre en contact le cadmium traité avec l'air, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de fines particules en suspension.
- Mettre au bas de la colonne de la laine de verre, pour retenir le cadmium.
- Remplir complètement la colonne avec la solution diluée de chlorure d'ammonium.
- Remplir d'eau l'erlenmeyer contenant le cadmium et lui adapter un bouchon muni d'un tube de verre (l'eau doit remplir le tube).
- Retourner l'erlenmeyer sur la colonne sans y faire entrer d'air et faire tomber le cadmium petit à petit jusqu'à une hauteur de 15 à 25 cm tout en tapotant la colonne pour obtenir un tassement régulier.
- Laver abondamment la colonne avec la solution diluée de chlorure d'ammonium.
- Régler le débit pour qu'il soit compris entre 8 et 12 ml à la minute .
- Mettre un peu de laine de verre au sommet de la colonne.
- Laisser alors la colonne en milieu  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dilué pendant 24 à 48 h en renouvelant plusieurs fois la solution.
- Avant la première utilisation , passer sur la colonne 3 à 4 l d'eau de mer dopée en nitrate à environ 50  $\mu\text{mol/l}$ , afin de stabiliser le rendement.

La colonne ne doit jamais venir à sec

Après chaque serie d'analyse , rincer la colonne par solution diluée de chlorure d'ammonium

## ANALYSE DE PHOSPHORE

Mode Opérateur	Solutions	Réactifs nécessaire	préparation	remarques
<i>Préparer le mélange reactifs ; preparer des échantillons de 100 ml ; Ajouter 10+- 0.5 ml de mélange et homogénéiser aussitôt ; Attendre 5 min et mesurer l'absorbance à 885 n.m en cuves de 10 cm de trajet optique par rapport à l'eau distillée ; <math>\mu\text{mol/l} \times 0.095</math> <math>\text{mg/l PO}_4^{3-}</math> et <math>\times 0.031</math> pour <math>p\text{-PO}_4^{3-}</math></i>	<b>Réactif 1 :</b> Solution de molybdate d'ammonium	Paramolybdate d'ammonium	On dissoudre 15 g de paramolybdate d'ammonium ( $(\text{NH}_4)_6\text{MO}_7\text{O}_{24} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ ) de préférence en poudre fine, dans 500 ml d'eau distillée ou déminéralisée.	En flacon de plastique et à l'abri de la lumière; cette solution est stable indéfiniment.
	<b>Réactif 2 :</b> 2.5 mol/l ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) Acide sulfurique	Acide sulfurique densité = 1.84	Ajouter petit à petit, avec précaution, 140 ml d'acide sulfurique ( densité = 1.84) dans 900 ml d'eau distillée. Laisser refroidir.	conserver en bouteille de verre bien bouchée.
	<b>Réactif 3 :</b> Solution d'acide ascorbique.	acide ascorbique	Dissoudre 54 g d'acide ascorbique ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ) dans 500 ml d'eau distillée en flacon de plastique,	cette solution se conserve plusieurs mois au congélateur, dégeler juste avant utilisation.
	<b>Réactif 4 :</b> Solution d'oxytartrate de potassium et d'antimoine.	d'oxytartrate de potassium et d'antimoine	Dissoudre 0.34 g d'oxytartrate de potassium et d'antimoine dans 250 ml d'eau distillée en chauffant si nécessaire.	Cette solution se conserve plusieurs mois au réfrigérateur.

<p><b>Réactif 5:</b> Mélange réactifs</p>	<p>Les réactifs 1,2,3,4</p>	<p>On mélange les réactifs dans les proportions suivantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 100 ml de 01</li> <li>- 250 ml de 02</li> <li>- 100 ml de 03</li> <li>- 50 ml de 04</li> </ul>	<p>Ne se conserve pas plus de 6 h, doit être préparé immédiatement avant chaque série d'analyses, la quantité préparée permet l'analyse de 50 échantillons, ne pas conserver tout excès de réactifs inutilisé après 6 h.</p>
<p><b>Réactif 6:</b> Solution étalon primaire de phosphate :</p>	<p>Dihydro-géophosphate de potassium anhydre <math>\text{KH}_2\text{PO}_4</math></p>	<p>Sécher à 100 C° ou au dessiccateur, sur <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> concentré, du Dihydro-géophosphate de potassium anhydre <math>\text{KH}_2\text{PO}_4</math>, On dissoudre 0.6805 g dans 11 d'eau distillée et ajouter 1 ml de chloroforme. C1=5µmol/l ml ; 5000µmol/l</p>	
<p><b>Réactif 7:</b> Solution étalon secondaire de phosphate</p>	<p>Etalon primaire</p>	<p>Diluer 100 fois la solution étalon 1<sup>er</sup> Prend 10 ml et compléter à 1000 ml C2= 50µmol/l. Préparer des solutions (l'eau de mer) de concentrations : 0.1,0.2,0.5,1,2 µmol/l <math>\text{De PO}_4^{-3}</math>.</p>	<p>La température de sechantillons doit être comprise entre 15 et 30 C°.</p>

# **ANNEXE N°II**

# MESURE DE LA MATIERE EN SUSPENSION

## M.E.S

### Réactifs :

- Solution isotonique à l'eau de mer  
Dissoudre 68 g de formiate d'ammonium  $\text{HCOONH}_4$  «pour analyse» par litre d'eau distillée

### Mode opératoire :

#### Préparation des filtres, filtration, séchage et pesée des filtres :

- Mettre des filtres de fibre de verre au four à 450-500 °C, pendant une heure environ ;
- Placer chaque filtre sur le support filtrant sans mettre l'entonnoir et laver abondamment toute sa surface à l'eau distillée (50 à 70 ml d'eau par membrane) sous un très léger vide ;
- Déposer les filtres dans leurs boîtes et les placer à l'étuve à 70 °C pendant 2 heures ou 105 °C pendant 1 heure ;
- Laisser refroidir au dessiccateur ;
- Numéroter les filtres (sur le pourtour) ou les boîtes à filtres (sur le fond et le couvercle) ; de façon indélébile ;
- Peser chaque filtre, le cas échéant avec sa nacelle en aluminium, de préférence à la précision de 0,01 mg. Soit :  $P_1$  ce poids ;
- Replacer aussitôt chaque filtre dans sa boîte, à l'abri de la poussière ;
- Homogénéiser l'échantillon ;
- Mesurer aussitôt le volume à filtrer : doit être supérieur à 100 ml ;
- Placer un filtre et le centrer dans le dispositif de filtration ;
- Verser l'échantillon sur le filtre et appliquer le vide sans créer une dépression supérieure à 2/3 bar, puis filtrer progressivement tout le volume mesuré ;
- Supprimer l'aspiration dès que le filtre est à sec et verser alors 5 à 10 ml d'eau distillée ou de solution de formiate d'ammonium sur le filtre et aspirer à nouveau. Recommencer une seconde fois cette opération de rinçage ;
- Effectuer si nécessaire deux rinçages du filtre avec du chloroforme lorsque l'eau contient des quantités d'hydrocarbures non négligeables ;
- Retirer l'entonnoir de filtration et sous aspiration, rincer avec le plus grand soin la couronne vierge du filtre à l'aide d'une pissette d'eau distillée ou de formiate d'ammonium 10 à 15 ml ;
- Supprimer l'aspiration, et remettre chaque filtre dans sa boîte numérotée ;
- Mettre les boîtes au frais et à l'abri de la lumière ou les sécher immédiatement ;
- Mettre les boîtes contenant les filtres sans le couvercle à l'étuve à 70 °C pendant 2 heures ou à 105 °C pendant 1 heure ;
- Laisser refroidir au dessiccateur et n'en sortir les filtres que juste avant la pesée ;
- Peser chaque filtre, le cas échéant dans sa nacelle en aluminium, à la précision requise, 0,01 mg ou 0,1 mg selon que la masse déposée sur le filtre est inférieure ou supérieure à 5 mg. Soit :  $P_2$  ce poids.

Calculs, expression des résultats :

$$[\text{MES}] \text{ mg/l} = \frac{(P_2 - P_1)}{V} \text{ concentration en MES.}$$

Soit :

$P_1$  : poids du filtre avant filtration (mg).

$P_2$  : poids du filtre après filtration (mg).

$V$  : volume filtrer (l).

# **ANNEXE N° III**

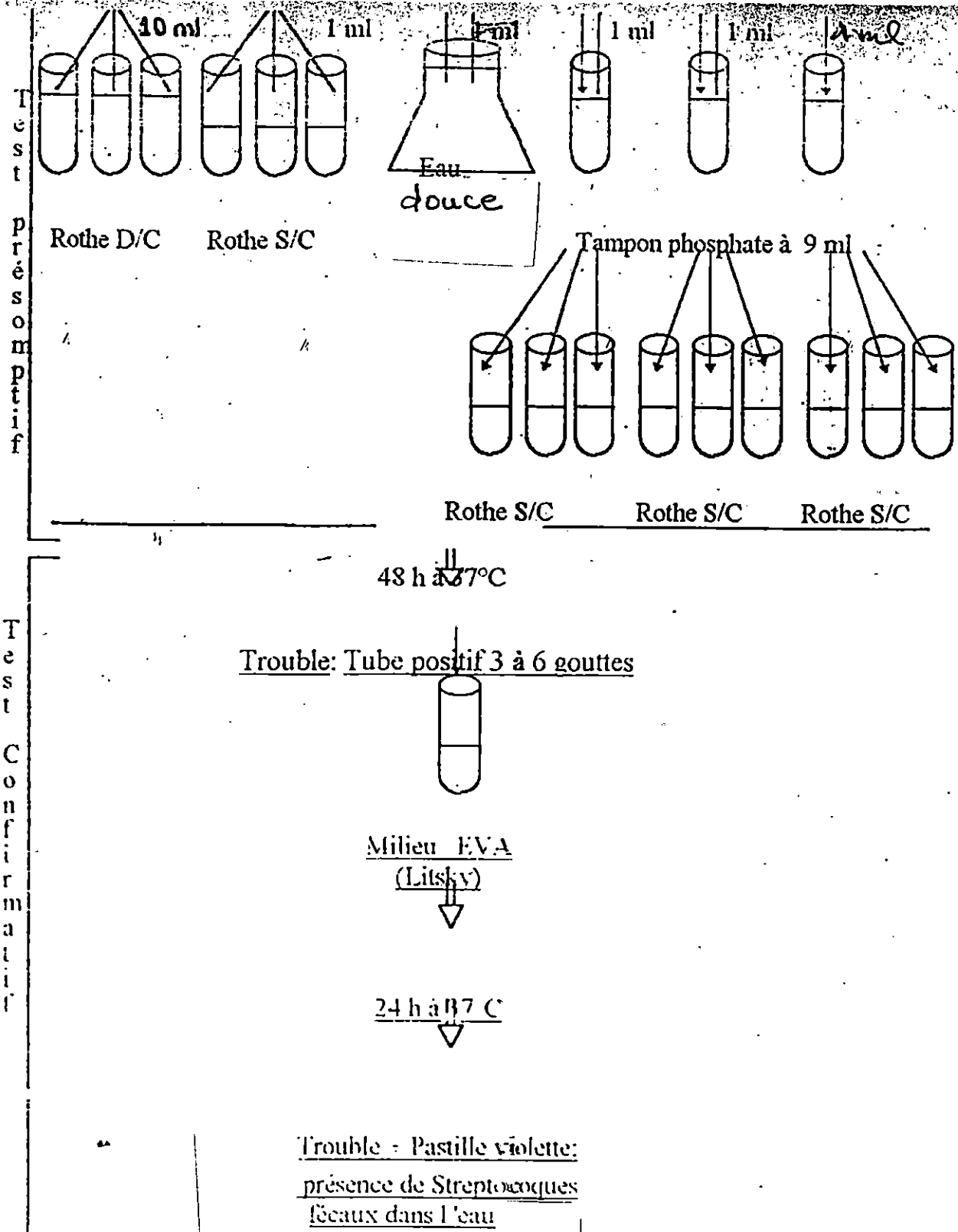
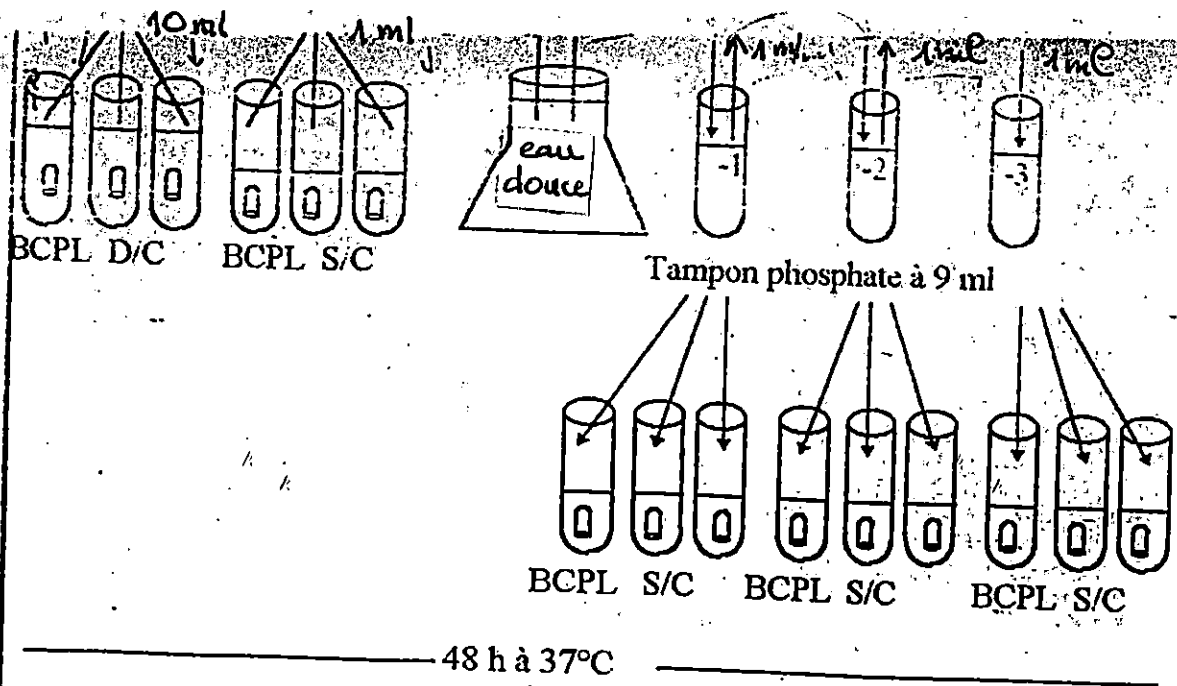


Figure 5: Schéma de la technique de recherche des Streptocoques fécaux dans l'eau

Test  
Présumatif



Test  
Confirmatif

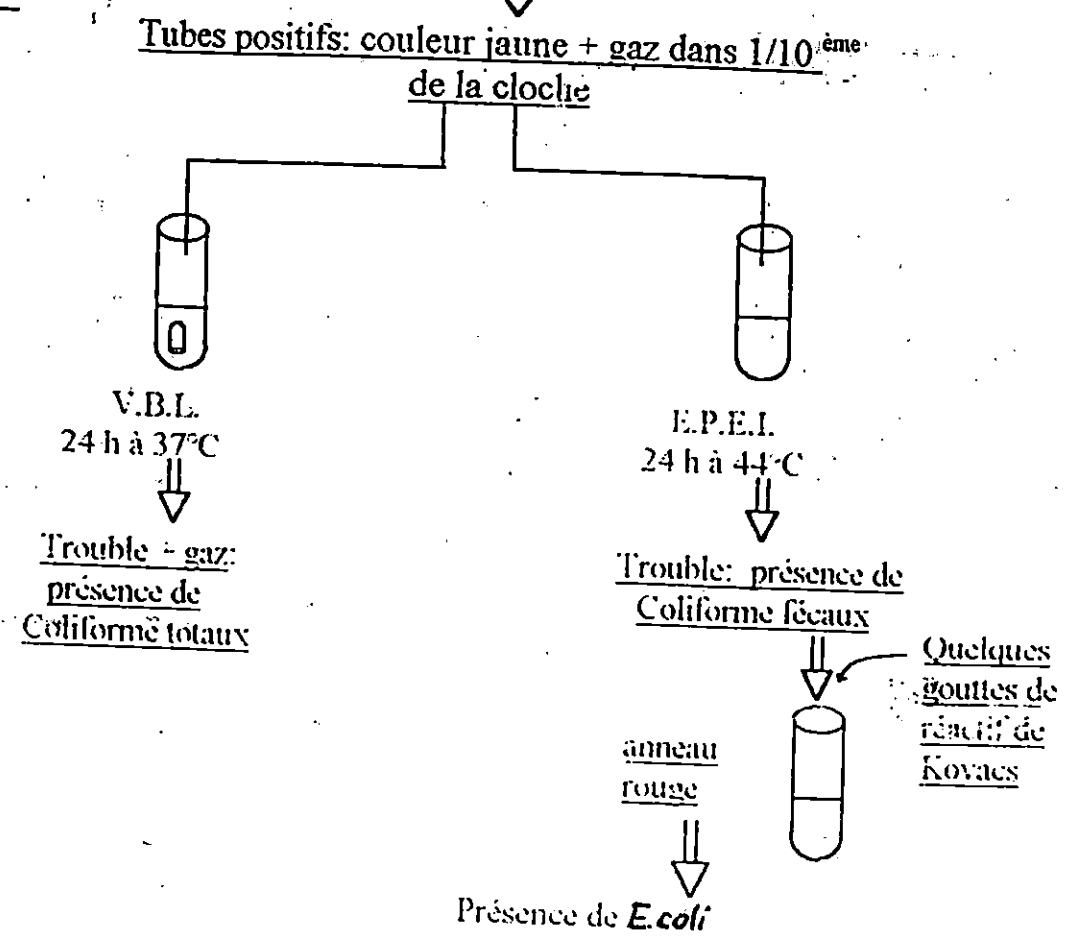


Figure 4: Schéma de la technique de recherche des coliformes totaux et *E. Coli* dans l'eau

**Système d'ensemencement n° 1 : nombre le plus probable  
et intervalle de confiance**

Nombre de tubes donnant une réaction positive sur			NPP dans 100 mL	Limites de confiance à 95 %	
3 tubes de 10 mL	3 tubes de 1 mL	3 tubes de 0,1 mL		Limite inférieure	Limite supérieure
0	0	1	3	< 0,5	9
0	1	0	3	< 0,5	13
1	0	0	4	< 0,5	20
1	0	1	7	1	21
1	1	0	7	1	23
1	1	1	11	3	36
1	2	0	11	3	36
2	0	0	9	1	36
2	0	1	14	3	37
2	1	0	15	3	44
2	1	1	20	7	89
2	2	0	21	4	47
2	2	1	28	10	149
3	0	0	23	4	120
3	0	1	39	7	130
3	0	2	64	15	379
3	1	0	43	7	210
3	1	1	75	14	230
3	1	2	120	30	380
3	2	0	93	15	380
3	2	1	150	30	440
3	2	2	210	35	470
3	3	0	240	36	1300
3	3	1	460	71	2400
3	3	2	1100	150	4800

# **ANNEXE N°IV**

Tableau : densités horizontales des groupes zoologiques au niveau du barrage de BOUKOURDANE :

Espèces saison	copépodes	cladocères	rotifères	nauplius	total
Printemps 14-04-2003	11618	18714	4710	18023	53065
Eté 30-06-2003	20724	10676	3140	1256	35796

# ANNEXE N° V

Tableau : Test de comparaison entre 2 moyennes (t) de *Cyprinus carpio* de barrage de BOUKOURDANE :

Centre de classe X(cm)	Effectif des femelles N♀	Effectif des mâles N♂	N♀*X	N♂*X	(X-N♀) <sup>2</sup>	(X-N♂) <sup>2</sup>
31.5	0	1	0	31.5	272.25	182.25
34.5	0	1	0	34.5	182.25	110.25
37.5	0	1	0	37.5	110.25	56.25
40.5	1	1	40.5	40.5	56.25	20.25
43.5	3	1	130.5	43.5	20.25	2.25
46.5	5	3	232.5	139.5	2.25	2.25
49.5	5	4	247.5	198	2.25	20.25
52.5	3	2	157.5	105	20.25	56.25
55.5	1	0	55.5	0	56.25	110.25
	18	14	864	630	722.25	560.25

$$\text{Moy } \text{♀} = \frac{N_{\text{♀}} * X}{N_{\text{♀}}} = 48\text{cm}$$

$$\text{Moy } \text{♂} = \frac{N_{\text{♂}} * X}{N_{\text{♂}}} = 45\text{cm}$$

Moy : taille moyenne

$$S^2 = \frac{\sum(x - \text{Moy}_{\text{♀}})^2 + \sum(x - \text{Moy}_{\text{♂}})^2}{N_{\text{♀}} + N_{\text{♂}} - 2}$$

$$S^2 = 42.75$$

$$t = 1.28$$

# ANNEXE N°VI

## Norme de qualité des eaux pour les poissons

Paramètres		Valeur pour vie piscicole (eau douce)	Qualité eaux cyprinicoles
T°C	Ж		3 à 28 °C
pH	Ж	6 à 8.5	6 à 9
Conductivité		<700 µS/cm	
MES	Ж	<30	<25 (G)
DBO		<4	<6 (G)
DCO		<30	
O <sub>2</sub> Dissous	Ж	>6	>4 (I)
Ca		150	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		<0.30	<0.20 (G) ; >1 (I)
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		<0.20	<0.003 (G) ; <0.3 (I)
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		<0.20	
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>		<0.30	<4 (G)
CO <sub>2</sub>		<5	
SO <sub>4</sub>		<100	
Cl		<50	
H <sub>2</sub> S		<0.05	
Fe		<0.30	
Mg		5 à 10 (30)	
Na		<0.30	
K		<10	
Mn		<0.10	
Al		<0.08	
Ag			
Cd		<0.005	

Unités : mg/l

I : valeur impérative

G : valeur guide

**NB :** Seules les paramètres précédés Ж seront régulièrement mesurés, en cas d'anomalies constatées, on procédera en générale à l'analyse des autres paramètres en respectant l'ordre de priorité.

Source : O. SCHLUMBERGER, 1997, Mémento de pisciculture d'étang, 3<sup>ème</sup> édition, Cemagref, 238p.

## **Abréviation:**

-M.E.S. : Matière en suspensions.

-PH : Potentiel hydrogène.

-O<sub>2</sub> : Oxygène dissous

-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> : Nitrites

-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> : Nitrates

-PO<sub>4</sub><sup>-</sup> : phosphore minérale dissous

-A.N.B. : agence nationale des barrages

-μ : Micromètre.

-nm : nanomètre.

-mg/l : Milligrammes par litre.

-A.C.P. : Analyse en composantes principales.

A.F. C : Analyse factorielle des correspondances.

-O.N.C. : office national de météologie.

-C.N.D.P.A. : centre national d'études et documentations pour la pêche et  
l'aquaculture.

-S1: Station N°1

-S2 : Station N°2

-S3 : Station N°3

-S4: Station N°4