46

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Jijel

Faculté des sciences
Département : Ecologie

ECO.09.05
01/01

En Vue d'Obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat
en Ecologie Végétal et Environnement

Option : Pathologie des Ecosystèmes

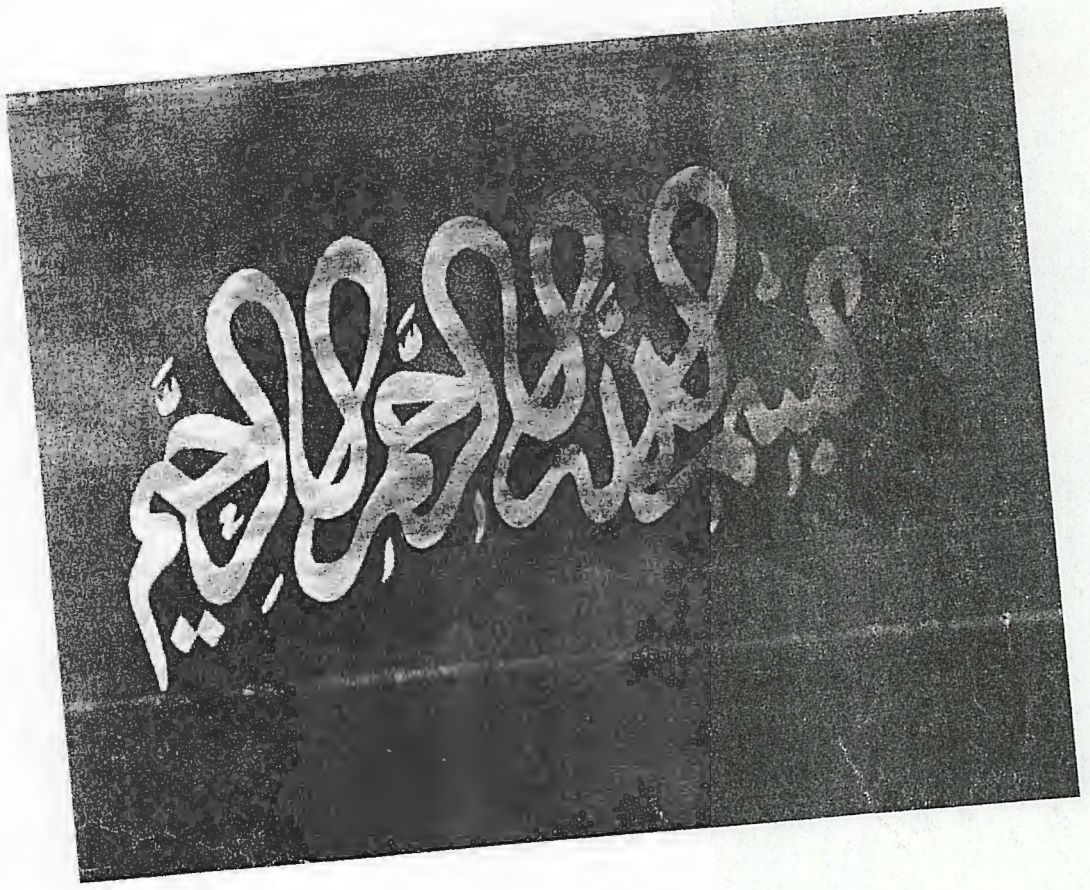
جامعة جيجل
المكتبة
مكتبة العلوم

IMPACTE DE ACTIVITÉ AGRICOLE SUR LES EAUX DE BENI BELAID

Jury :
BENFRIDJA Leila : Présidente
BOUNAMOUS Azeddine : Examinateur
MAYACHE Boualem : Encadreur

Présenté par :
KADDOUR Nabila
BENASKEUR Linda

Année universitaire 2004/2005


بسم الله الرحمن الرحيم

دعـــــاء

يا رب لا تدعني أصاب بالغرور إذا نجحت
و لا أصاب باليأس إذا فشلت
بل ذكرني بأن الفشل هو التجارب التي تسبق النجاح
يا رب علمني أن التسامح هو أكبر مراتب القوة
و أن حب الانتقام هو أول مظاهر الضعف
يا رب إذا جردتني من المال أترك لي الأمل
و إذا جردتني من النجاح
أترك لي قوة العناد حتى أتغلب على الفشل
و إذا جردتني من نعمة الصحة اترك لي نعمة الإيمان
يا رب إذا أسأت إلى الناس أعطني شجاعة الاعتذار
و إذا أساء إلي الناس أعطني شجاعة العفو
يا رب إذا نسيتك لا تنساني

آمـــــين

Remerciement

Tout d'abord, nous remercions dieu le tout puissant pour ses grâces
et nous l'invoquons la pitié, la clémence et la miséricorde.
Dieu merci.

Nous exprimons nos plus sincères remerciements avec notre profonde gratitude
à Mr MEAYACHE Boualem pour sa grande contrebutions à la réalisation
de ce modeste travail.

Son aide précieuse et sa compréhension, qui nous a permis de travailler en confiance
Ses conseilles objectifs et sa méthode impartielle qui nous a orienté le long
de cette étude. Sa générosité, sa gentillesse, ses encouragements sans cesse
sa disponibilité et sa veille sur l'accomplissement de ce travail.

Nous tenons à remercier nos professeurs membres de jury
pour avoir accepté de juger ce modeste travail.

Nous tenons également à faire nos sincères remerciements
pour leur aide précieuse et conseille à messieurs :

- Mr BEHBOUH. A.
- Mr Djamel
- Mme ABBACI Samah.

Tous les techniciens du laboratoire de l'écologie
de faculté des sciences :
Fouzia , Soumia et Yahia.

A tous ceux qui ont participé de près ou de loin
a l'élaboration de ce mémoirede fin d'étude .

Sommaire

Introduction 1

Chapitre I : Synthèse bibliographique 2

I- Généralité 2

I-1- Définition de l'eau 2

I-2- Les différents états de l'eau 2

I-2-1- L'eau liquide 3

- ❖ L'eau des océans et des mers 3
- ❖ Les eaux douces continentales 3

I-2-2- L'eau solide 3

I-2-3- L'eau gazeuse 3

I-2-4- L'eau des organismes 3

I-3- Les différents types d'eau 4

I-3-1- Eaux superficielle 4

- ❖ Fleuves et rivières 4
- ❖ Etangs et lacs 4

I-3-2- Eaux souterraines (nappe phréatique) 4

II- Pollution de l'eau 5

II-1- Définition 5

II-2- L'origine de la pollution 5

II-2-1- La pollution d'origine naturel 6

II-2-2- La pollution domestique 6

II-2-3- La pollution industrielle 6

II-2-4- La pollution agricole 7

II-2-4-1- L'utilisation des produits phytosanitaires 7

II-2-4-2- L'utilisation des engrais phosphaté N.P.K 8

- ❖ Les sources des nitrates et de phosphates 9
- ❖ Le cycle naturel de l'azote 9
- ❖ Le cycle de phosphore 11

II-3- L'impacte de la pollution aquatique sur l'écosystème 12

II-3-1- L'impacte sanitaire 12

II-3-2- L'impacte écologique 12

II-3-3- L'impacte esthétique 12

II-3-4- L'impacte industriel 13

II-3-5- L'eutrophisation 13

II-3-5-1- Définition 13

II-3-5-2- Mécanisme de l'eutrophisation 13

II-3-5-3- Effets globaux de l'eutrophisation 14

III- Les paramètres physico chimique des eaux 15

III-1- Le pH 15

III-2- La conductivité électrique 15

III-3- La température 16

III-4- L'oxygène dissous 16

III-5- Les Nitrates 16

- ❖ Les effets des Nitrates sur la faune et la flore 16

III-6- Les Nitrites 17

III-7- le phosphates 18

Chapitre II : Matériels et Méthodes
I- Situation et présentation de la région de Jijel 19
II- Présentation de la zone d'étude 19
II-1- Situation géographique localisation et description 19
II-2- La hydrologie 20
II-3- Caractéristique écologique 20
II-4- Le climat 21
II-5- La géologie 21
III- Le prélèvement 22
❖ Le choix des sites de prélèvement 23
IV- L'analyse physico- chimique 25
IV-1- La mesure de pH 25
IV-2- La mesure de la température 25
IV-3- La mesure de l'oxygène dissous 25
IV-4- Dosage des Nitrates 26
IV- 5- Dosage des phosphates 27
IV- 6- Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) 27
IV-7- Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO_5) 28
Chapitre III : Résultats et Discussion
1- Le pH 29
2- La température 30
3- L'oxygène dissous 31
4- Les Nitrates 32
5- Les phosphates 34
6- La DCO 35
7- La DBO_5 37
Conclusion 39
Recommandation 40
Référence bibliographique
Annexes

Liste des tableaux :

Partie théorique :

Tableau 1 : Classification des diverses sources de pollution des eaux

Partie pratique :

Tableau 2 : Etablissement de la courbe d'étalonnage des Nitrates.

Tableau 3 : Etablissement de la courbe d'étalonnage des phosphates.

Tableau 4 : Les valeurs du pH de l'eau des quatre stations étudiées pendant six compagnes de prélèvements.

Tableau 5 : Les valeurs de la température de l'eau des quatre stations étudiées pendant six compagnes de prélèvements.

Tableau 6 : Les valeurs de l'oxygène dissous de l'eau des quatre stations étudiées pendant six compagnes de prélèvements

Tableau 7 : Les valeurs des Nitrates de l'eau des quatre stations étudiées pendant six compagnes de prélèvements

Tableau 8 : Les valeurs des phosphates de l'eau des quatre stations étudiées pendant six compagnes de prélèvements

Tableau 9: Les valeurs de la DCO de l'eau des quatre stations étudiées pendant six compagnes de prélèvements

Tableau 10 : Les valeurs de la DBO_5 de l'eau des quatre stations étudiées pendant six compagnes de prélèvements

Liste de figures

Fig.01 : Schéma de la structure chimique de la molécule d'eau

Fig. 02 : Devenir des pesticides dans le sols.

Fig. 03 : Cycle général de l'azote et intervention de l'homme

Fig.04 : Cycle de phosphore.

Fig.05 : Le rôle de phosphore dans l'eutrophisation.

Fig.06 : Localisation de Jijel

Fig.07 : Localisation du lac de Beni Belaid.

Fig.08 : Les valeurs moyenne du pH dans le lac de Beni Belaid pendant six compagnes de prélèvements . .

Fig.9 : Les valeurs moyenne de la température dans le lac de Beni Belaid pendant six compagnes de prélèvements .

Fig.10 : Les valeurs moyenne de l'oxygène dissous dans le lac de Beni Belaid pendant six compagnes de prélèvements ..

Fig.11 : Les valeurs moyenne de Nitrates dans le lac de Beni Belaid pendant six compagnes de prélèvements .

Fig.12 : Les valeurs moyenne de phosphates dans le lac de Beni Belaid pendant six compagnes de prélèvements.

Fig.13 : Les valeurs moyenne de la DCO dans le lac de Beni Belaid pendant six compagnes de prélèvements..

Fig.14 : Les valeurs moyenne de la DBO_5 dans le lac de Beni Belaid pendant six compagnes de prélèvements..

.LISTE D'ABREVIATION

RRL	Ranunculus repens .L
T°	Température
O_2 dissous	Oxygène dissous
DBO_5	Demande biochimique en oxygène
DCO	Demande chimique en oxygène
NO_3	Nitrates
PO_4	Phosphates
KOH	Hydroxyde de potassium
pH	Potentiel en hydrogène
CE	Conductivité électrique
C°	Degré celsus
Mg/l	Milligramme par litre

INTRODUCTION

Introduction

La terre est souvent appelée (la planète bleue), parce que près de trois quarts de sa surface sont recouverts par les océans et les mers, l'eau joue un rôle important dans la répartition des être vivants.

La qualité naturelle des eaux superficielles et souterraines est sans cesse modifiée par l'introduction de substance étrangère et par la variation des différents paramètres.

Sous l'effet d'actions physiques (hausses de température, etc....) et chimiques, la qualité de l'eau peut être compromise de façon telle que seules les techniques de traitement spéciales sont en mesure de restaurer les critères de qualité de l'eau.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail qui consiste à faire une évaluation de la qualité physico – chimique de l'eau du lac de Beni Blaid, Et plus précisément la concentration des nitrates et des composés phosphorés qui sont les deux principales causes d'une eutrophisation d'eau.

- Notre étude s'articule sur deux parties principales ; une partie bibliographique dans la quelle nous avons traité certains définitions de l'eau, pollution des eaux, origine de sources ainsi que son impacte sur l'environnement.

La deuxième partie sera consacré à la partie pratique divisé comme suit :

- Présentation de la zone d'étude.
- Matériel et Méthodes.
- Résultats et Discussion.
- Conclusion.
- Résumé.
- La référence bibliographique.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I- Généralité

I-1- Définition de l'eau :

L'eau est un composé d'hydrogène oxygène de formule chimique H_2O, plus particulièrement à l'état liquide.

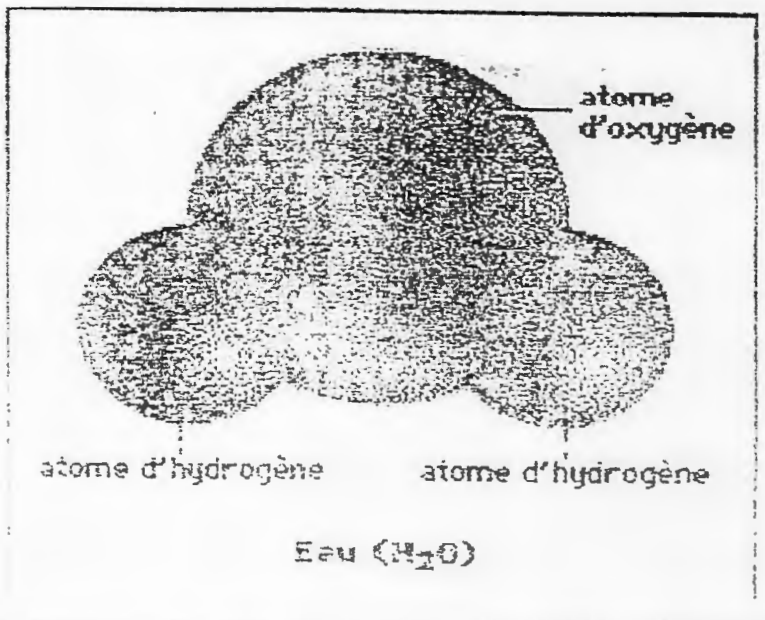


Fig .01 : schéma de la structure chimique de la molécule d'eau d'après (l'encarta, 2003).

Outre l'eau libre a la surface de la terre et la glace des glaciers l'eau est l'un des composants majeurs de l'atmosphère et des organismes vivants, dont elle constitue de 50 à 90% du poids.

Indispensables à la vie, catalyseur de nombreuses réactions chimiques, c'est également le principale agent d'érosion et de sédimentation et donc un facteur déterminant de la formation des paysage **(1).**

I-2- Les différents états de l'eau

L'eau est présente sur la planète sous trois états, liquide, solide et gazeux, auxquels s'ajoute une forme particulière avec l'eau des organismes. **(2).**

I-2-1- L'eau liquide

C'est la forme la plus courante puisqu'elle dépasse 97% du volume de cet élément sur le globe avec 1350 millions de Km^3 (3).

Elle contient :

❖ **l'eau des océans et des mers**

Elle est présente à perfusion mais le sel qu'elle contient la rend impropre à la consommation des êtres vivants. C'est au contact avec les éléments minéraux des fonds marins que cette eau acquit sa salénité, son volume estimé à 1300 millions de Km^3. **(4).**

❖ **les eaux douces continentales**

Elles se repartissent en eaux douces superficielles ; des lacs et cours d'eau et en eaux douces profondes des nappes aquifères, phréatiques et faciles. L'ensemble est évalué à guère plus de 8 millions de M^3, soit seulement 0,6% de la quantité totale d'eau du globe, et pourtant cette forme est l'élément vital des biocénoses. **(4)**

I-2-2- L'eau solide

Elle est essentiellement présente sous forme de glace issue des précipitations. On la trouve dans les calottes glaciaires et dans les glaciers d'altitude. Elle est évaluée à 32,5 de Km^3, soit 2,5% de l'eau de la planète.

C'est une énorme réserve d'eau douce dont l'humanité peut espérer tirer profit si elle en maîtrise le transport et ne la pollue pas. Cette glace est un véritable livre d'histoire pour la connaissance des climats passés, car au cours de sa formation, elle a piégé des gaz dans les bulles d'air emprisonnées dans son sein. **(4)**

I-2-3- L'eau gazeuse

La vapeur d'eau atmosphérique est l'état de l'eau issu de l'évaporation et présent en permanence dans l'air, elle est évaluée à 12700 Km^3, ce qui représente 1% de l'eau totale. **(4)**

I-2-4- L'eau des organismes

Une bonne partie de l'eau du sol est incorporé à la masse végétale par le mécanisme d'absorption racinaire. Les organismes animaux doivent aussi pour vivre ingérer par les aliments ou la boisson, cet élément précieux essentiel à la vie. Les plantes ont contiennent parfois jusqu'à 98% d'eau dans leurs tissus et l'eau représente près de 80% de la chair des animaux. **(4)**

I-3- Les différents types d'eau

Dans la nature on distingue deux types d'eau : les eaux superficielles, et les eaux souterrains

I-3-1- Eaux superficielles

Elles sont constituées par les eaux des ruisseaux, rivières, fleuves, étangs, lacs, barrages réservoirs, glaciers.

Bien qu'il semble s'agir de masses d'eau bien individualisée solides ou liquides, immobiles ou en mouvement, on ne doive pas oublier qu'elles se trouvent en contact étroit avec le sol d'un coté et avec l'atmosphère de l'autre coté. 1/4 de cette eau pénètre dans le sol, ¼ ruisselle à la surface de celui-ci, la moitié restante s'évaporant. **(5)**

❖ **Fleuves et rivières**

Les fleuves et les rivières constituent un vaste réseau hydrographique qui mène a la mer. les eaux de pluie, sont alimentées par les nappes souterraines qui sont surtout mises à contributeur en été quand les pluies sont beaucoup plus faibles. **(5), (6).**

❖ **Etangs et lacs**

Leur fonctionnement fait partie du régime naturel des cours d'eau et leur effet de régularisation est donc très limité. Elles se distinguent par la superficie, mais surtout par la permanence de l'eau, la profondeur, l'ensoleillement et le réchauffement de fond.**(5), (6)**

I-3-2-- Eaux souterraines (nappe phréatique)

Les eaux souterraines, enfouies dans le sol, sont habituellement à l'abri des sources de pollution. Puisque les caractéristiques de ces eaux varient très peu dans le temps.

Les principales caractéristiques des eaux souterraines sont présentée ci- dessous :

- Turbidité faible.
- Contamination bactérienne faible.
- Indice de couleur faible.
- Débit constant.
- Dureté souvent élevée.
- Concentration de fer et de manganèse élevée. **(6), (7)**

II- pollution de l'eau

II-1- Définition :

La pollution de l'eau est une dégradation physico-chimique ou biologique de ses qualités naturelles. Elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, lac) et les eaux souterraines.

Elle a pour origines principales.

- L'activité humaine
- Industrielles
- Domestiques
- Agriculture **(8).**

II-2- L'origine de la pollution

On distingue quatre origines : les phénomène naturels, pollution domestique, pollution industrielle et pollution agricole.

Tableau 1- Classification des diverses sources de pollution des eaux (d'après Ramad, 2000)

Type de pollution	Nature	Source ou agent causal
I- physique	- rejet d'eaux chaudes - radio-isolation	- centrales électriques - installations nucléaires
II- chimiques Pollution par les fertilisants	- Nitrates - phosphates	- agriculture (lessive)
Pollution par des métaux et métalloïdes toxiques	-mercure, cadmium, plomb, aluminium, arsenic, etc.	- métallurgie, industries chimiques, combustions - agriculture - pluies acides
-pollution par les pesticides	- insecticides - fongicides - herbicides	-agriculture, traitement des talus d'infrastructures routières ou ferroviaires.
-pollution par les composés organochlorés	- PCB - chlorophénols - solvants chlorés	- industrie, usages domestiques
Pollution par les hydrocarbures	- Benzène, HAP, hydrocarbures, hétérocycliques, naphténique	- industrie du pétrole, transports, combustions incomplètes.
Polution par les phénols et		- effluents urbains et

dérivés	-chlorophénols, crésols, etc	industriels
III- Organiques	-effluents chargés de matières organiques fermentescibles (glucides, lipides, protides, etc.)	- Effluents urbains et industriels
IV- Microbiologique	- Bactéries, Virus	- Effluents domestiques ou d'industries agroalimentaires (abattoirs par exemple).

II-2-1- La pollution d'origine naturelle

Certain auteurs considèrent que divers phénomènes naturels sont aussi à la origine de pollution. par exemple les éruptions volcaniques, les hydrocarbure gisements sous marins, certains filons géologiques de métaux lourds, des sources thermo minérales…peuvent être des causes de pollution. **(4), (9)**

II-2-2- La pollution domestique

Elle provient des habitations. Elle est en général véhiculée par un réseau d'assainissement, qui collecte les rejets de chaque foyer ou centre d'activité, vers une station de traitement des eaux usées.

Elles peuvent être responsables de l'altération des conditions de transparence et d'oxygénation de l'eau, ainsi que du développement de l'eutrophisation dans les rivières.. Elle se caractérise par :

- De fortes teneurs en matières organiques.
- De sels minéraux, dont l'azote et le phosphore ;
- De détergents ;
- De germes fécaux. **(5) , (10)**

II-2-3- La pollution industrielle

Les effluents industriels peuvent causer des pollutionsorganiques (industries agro-alimentaires, papeteries), chimiques (tamiseries, usines textiles, travaux des métaux..) ou physiques (réchauffement par les centrales thermiques, matières en suspension des mines ou de la sidérurgie, radioactivité…)

Ils peuvent avoir un effet toxique sur les organismes vivants et nuire au pouvoir d'auto épuration de l'eau, ou causer l'accumulation de certains éléments dans la chaîne alimentaire (métaux, pesticides, radioactivité…). **(11)**

II -2-4- La pollution agricole

Elle se développe depuis que l'agriculture est entrée dans un stade d'intensification, surtout dans le domaine des cultures labourées (surfertilisation, traitement excessifs, érosions des sols…)

Elle se caractérise par :

- de fortes teneurs en sels minéraux (azote, phosphore, potassium) provenant :
  - o des engrais ;
  - o des purins et lisiers (élevage).
- La présence des produits chimiques de traitement (pesticides, herbicides…) et autres produits phytosanitaires de plus en plus utilisés s'accumulent dans les sols, les nappes phréatiques et la chaîne alimentaire. **(9) , (12)**

II-2-4-1- L'utilisation des produits phytosanitaires :

Les produits phytosanitaires constituent un cas particulier parmi les produits chimiques. Ils sont largement et le plus souvent librement utilisés pour protéger les cultures et pour détruire les mauvaises herbes, les insectes, les champignons et autres parasites des cultures. Ces pratiques, mises en œuvre sans précautions particulières, peuvent provoquer des risques sur l'environnement dont la pollution des sols et des milieux aquatiques. (Figure 02).

Quelque soit leur mode d'utilisation, la plus part des molécules employées atteignent le sol au cours du traitement ou peu après celui-ci. Le devenir des produits phytosanitaires dans le sol dépend donc pour une large part des caractéristiques et du fonctionnement du sol. Le sol joue un rôle déterminant dans le devenir des produits phytosanitaires dans l'environnement ainsi que dans la protection des milieux aquatiques de surface et souterrains.

En conséquence la plupart des biotopes aquatiques de surface et un nombre croissant de nappes phréatiques présentent de nos jours une pollution chronique par plusieurs dizaines de substances phytosanitaires. Ils présentent aussi un impact important sur les biocénoses aquatiques et sur l'avifaune piscivore **(3), (13)**.

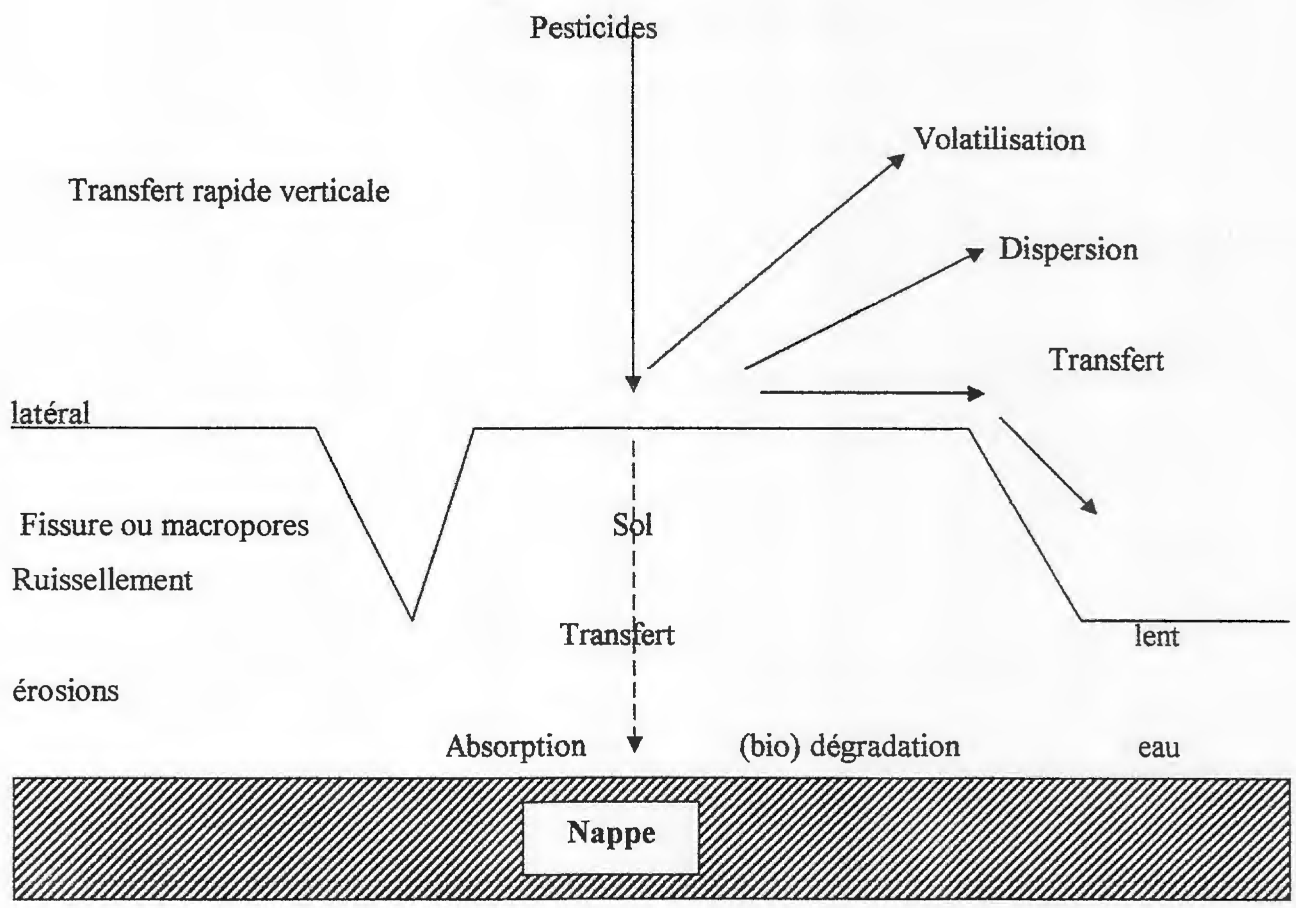


Fig.0 2: Devenir des pesticides dans le sol d'après (ROBERT, 1994)

II-2-4-2- L'utilisation des engrais phosphatés : N.P.K :

Les sels minéraux épandus dans les terres cultivées pour maintenir leur fertilité. Il s'agit principalement de phosphates, de nitrates, et de sels d'ammonium et de potassium.

Les engrais chimiques, nitrates et phosphates, provenant du lessivage de terres cultivées, représentent aussi une importante cause de pollution des eaux continentales. Dans les régions d'agriculture intensive, les rivières, les lacs et les nappes phréatiques renferment des concentrations anormalement élevées de sels minéraux nutritifs. Les nitrates constitués aujourd'hui la cause majeur de la pollution des grands réservoirs d'eau souterraine du globe.

Il s'agit donc d'excès de phosphate et de nitrate, entraînant de nombreuses perturbations dans le fonctionnement de l'écosystème aquatique, dont les phosphates sont généralement responsables de l'accélération des phénomènes d'eutrophisation dans les lacs ou les rivières (3) , (13)

❖ **Les sources des nitrates et des phosphates dans les eaux :**

Il y a plusieurs sources de phosphates et de nitrates dans les eaux. Les cycles biogéochimiques de phosphate et de nitrate représentent de telle source.

❖ **Le cycle naturel de l'Azote :**

Un cycle naturel et simplifié (fig. 03) comprend 5 étapes essentielles :

- La fixation biologique de l'azoté atmosphérique par certains être vivante.
- L'assimilation qui est une étape essentielle de passage d'un composé souvent minéral dans la matière vivante. (élaboration des acides aminés puis des protéines).
- La minéralisation qui est le passage inverse de l'azote organique en azote minéral par l'ammonification qui est une étape ultime de la décomposition de la matière organique azotée en NH_4
- La nitrification qui correspond à l'oxydation de l'ammoniac en nitrate **(14), (15).**

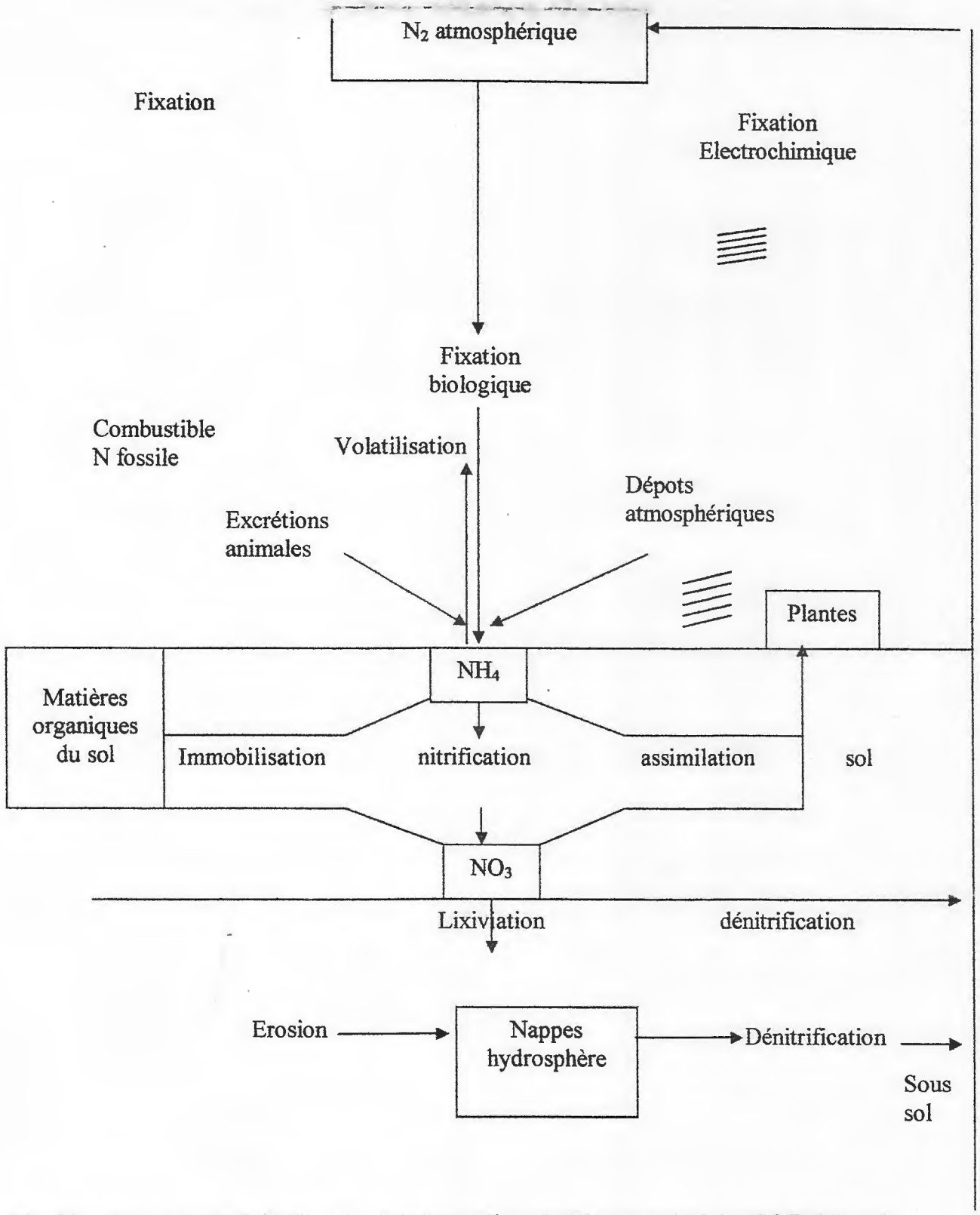


Fig..03 : Cycle général de l'azote et intervention de l'homme (origine M.Balabane) d'après (ROBERT, 1994)

❖ **Le cycle de phosphore**

Les phosphates dissous (PO_4) sont entraînés par ruissellement dans les eaux douces puis dans les océans. Comme dans la biosphère continentale. Le phosphore minéral capter par les algues s'incorpore sous forme organique dans les réseaux trophiques aquatiques. Il passe progressivement de phytoplancton au zooplancton, puis se concentre dans les mollusques les poissons les mammifères et les oiseaux de mer.

Une autre partie minéralisée sous forme de sédiments à partir des cadavres des êtres vivants aquatique, mais la plus grande quantité de ce phosphore minéralisé se perde dans les sédiments très profonds. Elle représente la partie au vent du cycle de cet élément. Elle finira par se fossiliser sous forme de roches phosphatiques au sein des plages océaniques **(16).**

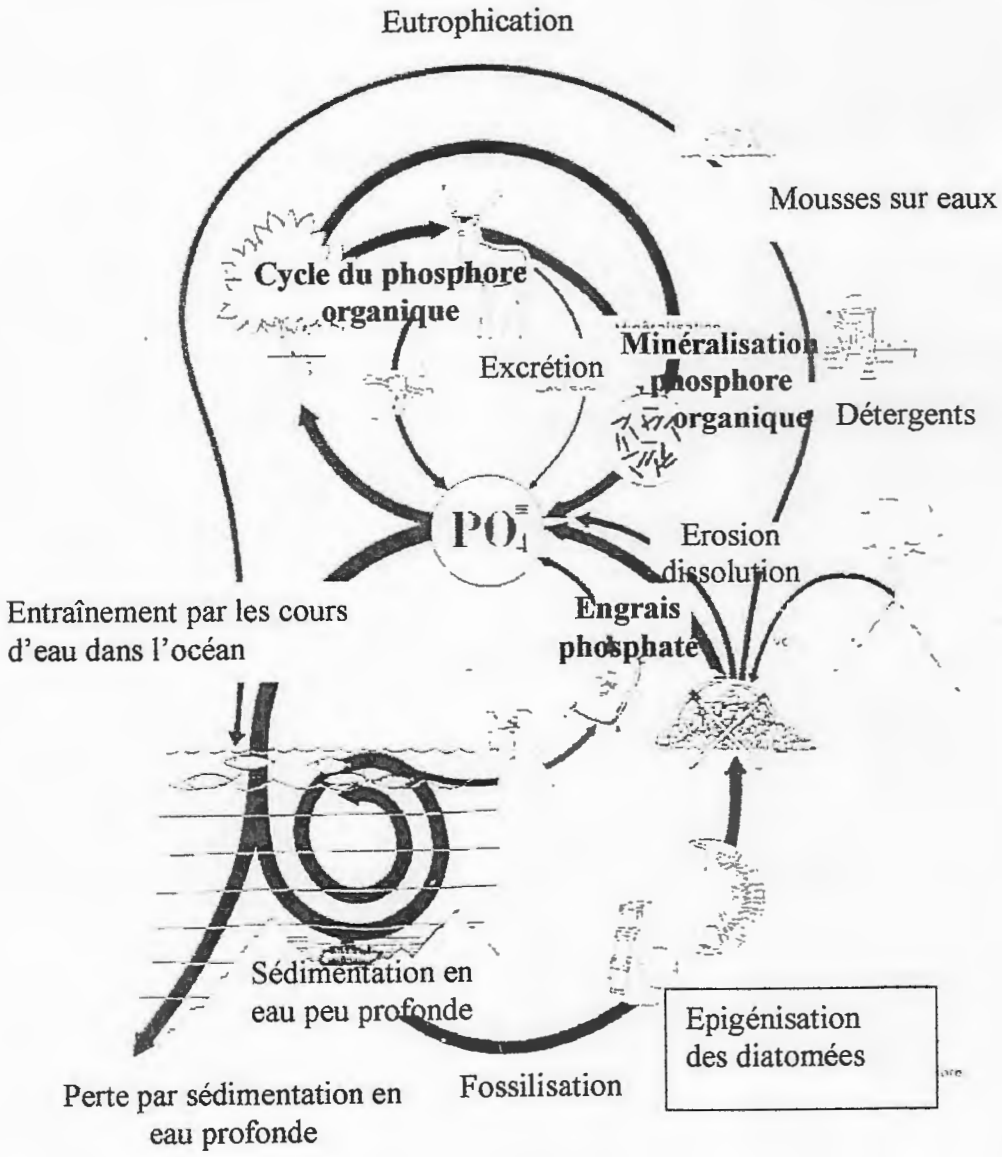


Fig. 04 : Cycle de phosphore d'après (DUVIGNEAUD, 1984).

II-3- L'impacte de la pollution aquatique sur l'écosystème

Les impactes de la pollution peuvent être classées en trois catégories principales.

II-3-1- L'impacte sanitaire

C'est-à-dire qui touche directement ou indirectement à la santé d'une population humaine.

Les conséquences sanitaires sont donc celles à prendre en compte en priorité.

Elles peuvent être liées à l'ingestion d'eau, la consommation de poissons..., mais aussi au simple contacte avec le milieu aquatique (cas de nombreux parasites).

A noter qu'il ne s'agit pas toujours de problèmes de toxicité immédiats, les conséquences sanitaires pouvant intervenir au travers de phénomènes complexes (plus loin le cas d'intoxication au mercure à MINAMATA au JAPON).

La conséquence sanitaire d'une pollution est variable dans le temps en fonction de l'usage de l'eau: par exemple, la pollution d'une nappe non exploitée n'a aucune conséquence sanitaire immédiate, mais peut en avoir longtemps après si on utilise cette eau pour l'alimentation en eau potable **(9)**.

II-3-2- L'impacte écologique :

C'est-à-dire qui ont provoqué la dégradation du milieu biologique.

Les conséquences écologiques se mesurent en comparant l'état du milieu pollué par rapport à ce qu'il aurait été sans pollution.

Ceci n'a rien d'évident, la pollution se traduisant parfois uniquement par l'accentuation d'un phénomène naturel **(3),.(9)**

II-3-3- L'impacte esthétique :

Il s'agit de pollution n'ayant pas de conséquences sanitaires ou écologiques importantes, mais perturbant l'image d'un milieu (par exemple, des bouteilles plastiques ou du goudron rejeté sur une plage).

On put inclure dans cette catégorie les problèmes du goût de l'eau.

Les conséquences esthétiques sont par définition les plus perceptibles et c'est donc celles dont les riverains et le grand public auront en premier en conscience.

On peut également distinguer deux autres conséquences liées à l'utilisation de l'eau comme produit;**(9)**.

II-3-4- L'impacte industriel :

L'industrie est un grand consommateur d'eau : il faut par exemple 1m^3 d'eau pour produire 1Kg d'aluminium.

La qualité requise pour l'utilisation industrielles est souvent très élevée, tant sur le plan chimique (minéralisation, corrosion, entartrage), que biologique (problèmes de biofauling, c'est-à-dire d'encrassement des canalisations par des organismes).

Le développement industriel peut donc être stoppé par la pollution (c'est une des raisons pour laquelle la préoccupation pollution est apparue d'abord dans les pays industrialisés) **(9)**.

II-3-5-L'eutrophisation :

II-3-5-1- Définition :

Le terme d'eutrophisation désigne l'enrichissement général d'un milieu. Il recouvre l'augmentation de la ressource en nutriments et celle consécutive, de la production primaire. Il comprend également des notions d'intensification des flux de matière et d'énergie dans l'écosystème.

Le terme d'eutrophisation, tel qu'il est maintenant le plus souvent utilisé pour désigner une dégradation et les nuisances rencontrées sur les plans d'eau ou les rivières, correspond en fait à une expression accélérée et amplifiée des phénomènes naturels, par suite des activités humaines (aménagements et rejets) **(5), (14), (17).**

II-3-5-2- Mécanismes de l'eutrophisation :

L'expression effective de phénomènes d'eutrophisation ne se fait pas obligatoirement, puisqu'elle résulte de la conjonction de multiples facteurs autres que nutritionnels, tels que la lumière disponible, la température, la vitesse de l'eau ou la nature du substrat.

On doit donc distinguer :

- le niveau de risques potentiels de nuisances, traduit par les quantités de fertilisant disponibles dans le milieu.
- L'expression effective des phénomènes, mesurée par l'intensité du développement végétale ses effets physico-chimiques sur la qualité de l'eau.

Le phosphore n'étant pas transformé en élément gazeux (à la différence de l'azote, dont une partie passe de l'eau dans l'atmosphère), l'autoépuration tend à dégrader les

formes phosphorées complexes vers des molécules plus simples; qui sont les plus assimilables par les végétaux, donc les plus fertilisantes.

Ces phosphates sont ensuite stockes dans les sédiments, ou transportés jusqu'à ce que l'évolution des conditions de milieu permettent aux végétaux de les utiliser. C'est ainsi que certains cours d'eau qui ne connaissent pas de problème apparent induisent des développements d'algues gênants dans les retenues et les lacs par le flux régulier de phosphore qu'ils y apportent.

Dans les cours d'eau, la biomasse végétale produite dépend directement de la quantité de phosphore et de l'énergie lumineuse disponibles **(5)**.

II-3-5-3- Effets globaux de l'eutrophisation :

- Altération de la faune : L'eutrophisation modérée stimule la vie piscicole, en cas d'hyper fertilisation. Les conditions physico-chimiques changent brutalement et induisent la disparition de certaines espèces de poisson (en commençant par les salmonides les plus sensibles), en outre l'accroissement de l'envasement limité sur les rivières, les zones de frayères le développement de certains espèces (truites, saumons, certaines cyprinides).
- L'eutrophisation à un effet négatif sur le plan esthétique des lacs et des cours d'eau entraînés. (odeur désagréables, changement de couleurs…) **(17)**.

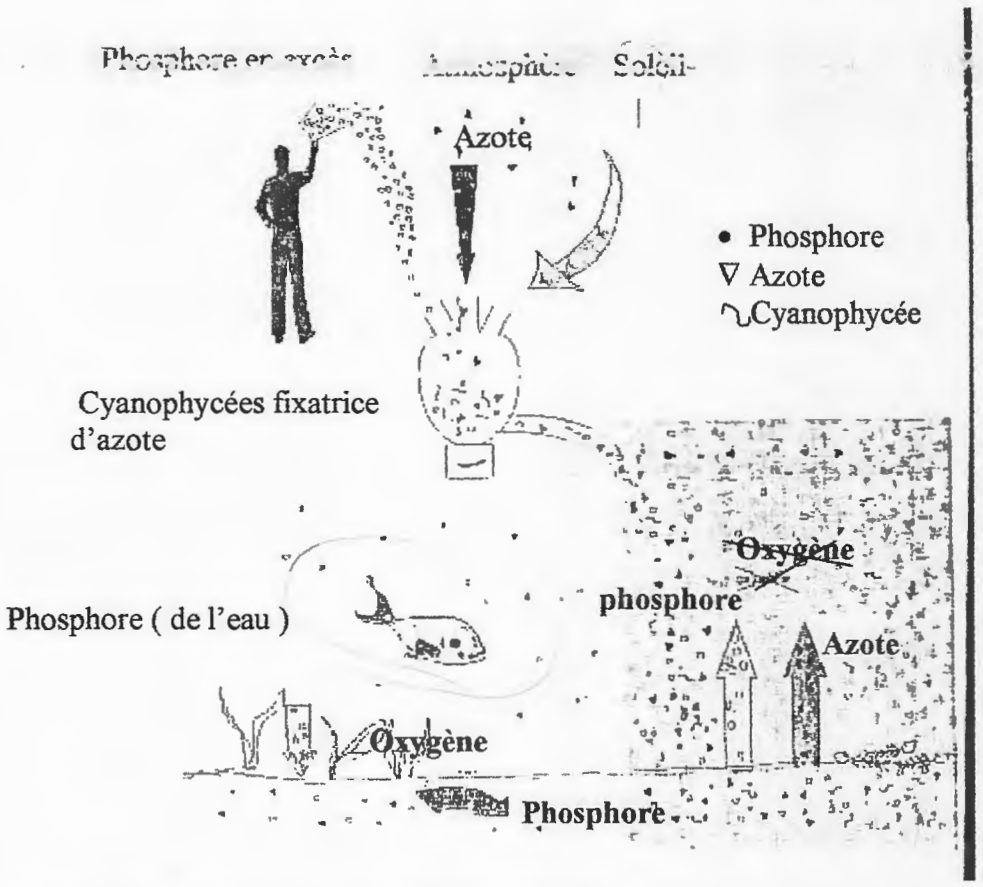


Fig.05 : Rôle de phosphore dans l'eutrophisation des eaux d'après (ROBERT, 1994)

III- Les paramètres physico chimique des eaux

III-1- Le pH

Le pH désigne la concentration en ions d'hydrogènes dans l'eau.

Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversées, il varie habituellement entre 7,2 et 7,6, notons que la dégradation de matières organiques provoquent la formation des substances acides ce qui entraîne undiminution de pH,. **(18)**

III-2- La conductivité électrique

La mesure de la conductivité permet évaluer rapidement mais très approximativement d'étudier la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution. D'une façon générale, la conductivité s'élève progressivement de l'amont vers l'aval des cours d'eau, les écarts sont d'autant plus importants que la minéralisation initiale est faible, en particulier dans les zones à substrat acide ou à sous –sol siliceux. **(18)**

III-3- La température

L'élévation de la température accélère la corrosions notamment en augmentant la mobilité des ions et donc le courant de corrosions. La température des eaux peut varie de plusieurs degrés pendant le transit en réseau- une température élevée peut favoriser des goûts ou odeurs désagréables de plus elle accélère la plus part des réactions physico-chimiques et biologiques dans les réseaux qui influe sur la croissance bactérienne. **(19)**

III-4- L'oxygène dissous :

Les taux d'oxygène dissous constituent le paramètre le plus sensible à l'apport de pollution organique dans un cours d'eau. La mesure de l'oxygène est importante en raison de son rôle considérable dans le processus d'autoépuration **(20)**.

III-5- Les Nitrates :

Toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniaque, nitrites, etc..) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique. Dans les eaux naturelles non polluées, le taux de nitrates est très variables suivant la saison et l'origine des eaux ; il peut varier de 1 a 15 mg/l et une concentration de 2 ou 3 mg / l peut être considérée comme normale.

Depuis quelques années, il a été observé une élévation lente mais inexorable et sans amorce de stabilisation de la teneur en nitrates des eaux souterraines et superficielles de certaines régions; celle-ci est souvent liée au développement des élevages, à une fertilisation excessive des zones agricoles par les engrais.

La migration des nitrates est nettement plus rapide sur les surfaces cultivables nues pendant l'hiver.

❖ **Les effets des Nitrate sur la faune et la flore**

- Des perturbations métaboliques telles que :
- Inhibition des oxydations altération de la fonction thyroïdienne.
    - Diminution de la concentration hépatique en vitamine "**A**" qui peut s'accompagner d'un ralentissement de la croissance et d'un pourcentage accru d'avortement chez les femelles gestantes (la dose de 500mg/kg chez le rat..

- Des perturbations métaboliques telles que :
  - Inhibition des enzymes microsomiques.
  - Inhibition des oxydations phosphorylantes

Tout les effets des sels solubles (phosphates, nitrates..) influencent directement et indirectement la croissance des végétaux. En effet, les hautes concentrations des fertilisants largement introduites dans les tissus des végétaux qui croissent sur ces terres surfertilisées entraîne une salinité qui entrave le développement des cultures par ses effets osmotiques et toxique. Par conséquent elle diminue les rendements de ces dernières.

Cependant toutes les cultures ne réagissent pas au même seuil de salinité.**(17), (18)**

III-6- Les Nitrites :

En l'absence de pollution, il n'y a pas ou très peu de nitrites dans les eaux; les teneurs se maintiennent à des niveaux très faible de l'ordre de 0,01 mg/l.

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant. Une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte car lui est souvent associés une détérioration de la qualité microbiologique, présentent certaines toxicités pour les êtres vivants y compris certaines bactéries anaérobies. Leur présence dans l'eau de boisson et certains aliments soulève de sérieux problèmes d'hygiène publique car ils sont capables de transformer l'hémoglobine en méthémoglobine, ce qui provoque une redoutable anémie chez les jeunes enfants. Ils peuvent aussi former dans le tube digestif des nitrosomines par réaction du catabolisme microbien des acides aminés présents dans le tube digestif de l'homme **(3), (18)**.

MATERIELS ET METHODES

I- Situation et présentation de la région de Jijel

La Wilaya de Jijel est située au Nord-Est de l'Algérie, limitée au nord par la mer méditerranée, au sud par la Wilaya de Mila, au Sud-Est par la Wilaya de Constantine, au Sud-Ouest par la Wilaya de Sétif, la Wilaya de Skikda délimite la partie est, tandis que celle de Bejaia borde la partie Ouest (fig 06).

La wilaya de Jijel s'étant sur une superficie de 2.398,69 km² avec 11 Dairas et 28 Communes.

Fig. 06 : localisation de Jijel (carte Jijel 1/50000).

II- Présentation de la zone d'études

II-1- Situations géographique localisation et description :

La réserve naturelle de Beni-Belaid crée par arrêté de la Wilaya N° 786/97 du 08/11/1997, fait partie de la zone humide du même nom est située sur le littoral de la commune de Khierri Oued Adjoul, Daira d'El-Ancer.

Elle est limitée :

- Au nord par la mer méditerranée.
- Au sud par des terrains agricoles
- A l'ouest par l'embouchure de l'Oued El Kebir
- A l'est par des terrains incultes

La superficie totale de cette réserve est de 122 ha qui englobe :

- un lac (10 ha)

- des marécages (20 ha)
- une peupleraie (37 ha)
- des terrains sablonneux : dunes et plages (47 ha)
- des terrains humides et broussailles (08 ha) **(21).**

II-2- L'hydrologie

Le site de Beni-Belaid constitue le prolongement de la plaine alluviale de Belghimouz, d'une superficie de 1800 hectares drainés par un réseau hydrographique caractérisé par une fréquence élevée de confluence, des crus rapides et puissants.

La plaine favorise l'abondance des ressources en eau fluviale, le débit de l'oued El Kebir, prés du chef lieu de la daira d'El Ancer et de l'ordre de 390 HM^3, et à l'estuaire de 412 HM^3 .ce surplus, représente le débit de l'oued Adjoul qui sillonne diagonalement la plaine dans sa partie nord. Lors des crues de faible récurrence, il se produit des débordements et des inondations qui donnent lieu à la constitution de marécages persistantes et temporaires comme ceux du lac de Beni Belaid.

Le phénomène d'hydromorphie ainsi provoque, empêche la culture des sols approximativement du mois de décembre jusqu'au mois de mars –avril. Le lac de Beni Belaid est alimenté par temps d'orage par les eaux de mer via l'estuaire de Oued El Kebir , par Oued Adjoul ainsi que par les eaux de pluies et les résurgences de la nappe phréatique. Permanent, sa profondeur maximale ne dépasse pas trois mètres environ, sa superficie, fluctuant au grés des saisons sèches et humides, caractérisés par des entrées d'eau très variable, est comprise entre 5 et 10 hectares.

II-3- Caractéristiques écologiques

Le site est constitué d'un plan d'eau libre d'une superficie de 10 hectares, entouré d'une végétation lacustre composée de tamarix, de frascinus angustifolia, de phragmite et de typha, d'une peupleraie (populus alba) âgée, au sein de laquelle coulent de nombreux ruisseaux avec un sous- bois constitué de Nerium oleander, d'un cordon dunaire séparant le lac de la mer, recouvert d'une végétation infeodée à l'écosystème dunaire, d'une zone inondable qui s'assèche entièrement en étés et enfin d'un espace agricole.

- Flores : des hydrophytes : représentés notamment par :

  - Myriophyllum spicatun – ceratophyllum demersum
  - Jussia repens

  - Des hygrophiles :

- nymphea alba – lippia nodiflora.
- Cotula coronopifola.
- Lythrum sp – mentha sp.
- Juncus holoshoenus.

- Des graminées : - paspalum distichum
  - Panicum repens *
- La roselière y est largement représentée par :
  - Phragmites australis – cyperus fuscus- Inis pseudacorus
  - Lycopus europeus – juncus articulatis.
- Tamarix gallica bienvenants – Nerium oleander
- Pistacia lentiscus.

Faunes :

- l'avifaune :
  - ardea cinerea – bubulcus ibis
  - nycticorax nycticorax – botaurus stellaris
  - egretta garzetta – fulica atra
  - anas platyrchichos – tachybaptus refficolis
  - alcedo atthis
- les mammifères : sont représentés par trois (3) espèces :
  - la genette (Genetta genetta) – la loutre (lutra lutra).
  - Sanglier (sus crofa) **(22).**

II-4- Le climat

La région de Beni Belaid est sous l'influence directe de la mer méditerranée, Elle protégée par une chaîne montagneuse située en bordure d'une vallée élargie et ouverte uniquement du coté nord. La zone à laquelle il appartient est caractérisée par un bioclimat méditerranéen humide à variante douce, très pluvieuse, elle recueille plus de 1100 mm par an, avec une température moyenne annuelle de 18°C **(22).**

II-5- La géologie :

La région de Beni Bélaid Oued Zhor (Beni Ferguen) se distingue par une grande diversité lithologique et tectonique et structuraux de cet édifice, elle subdivise en trois unités structurales, du haut vers le bas de la série.

- unité de Marbouha : c'est l'unité la plus haute de la région, elle est caractérisée par le développement de faciès schisteux dans lesquels s'intercalent de grandes lames orthogneissiques.
- Unité d'El Hallam Cap Aourar : elle se distingue par la prédominance des faciès paragneissique, renfermant des silles d'amphibolites dans la région du Cap Aourar, essentiellement. Ces paragneiss renferment également, des intercalations de pegmentation et des corps granitiques.
- Unité de Beni Belaid ; c'est l'unité la plus basse de l'édifice étudié, elle est mise en évidence par la prédominances des faciès type, est une métapélite renfermant de grands prismes d'andalousites pseudomorphosées en disthène, comme celles que l'on rencontre au niveau de la plage de Beni Belaid **(23)**.

III- Prélèvement :

Les prélèvementsont effectués à partir des stations différentes quatre station de prélèvement ont été choisis (1, 2,3 stations au niveau du lac, et la quatrième station au niveau du canal qui alimente le lac).

Tous les échantillons sont accompagnés d'une fiche de renseignement comportant :

- L'origine de l'eau.
- L'adresse exacte de prélèvement (la station exacte).
- Date et l'heurede prélèvement.

Le bute de notre travail est de suivre l'évolution spatio –temporelle de la qualité physico- chimique de l'eau du lac Beni Belaid ; six compagnes de prélèvement ont été réalisées.

- Compagne n° 01 : Janvier.
- Compagne n° 02 : Février
- Compagne n° 03 : Mars.
- Compagne n° 04 : Avril
- Compagne n° 05 : Mai.
- Compagne n° 06 : Juin

Les échantillons destinés à l'analyse sont prélevés et conservés dans des flacons en polyéthylène de telle maniere que les resultats ne puissent être faussé par les présence de germes étrangers ou par le développement des bactéries contenues déjà dans l'échantillon prélevé, les échantillons sont acheminés directement au laboratoire ou on procède directement l'analyse, on ajoute quelque gouttes d'acides sulfurique pour celle qui sont distinés au conservation dans les réfrigérateur à 4°c.

❖ Le choix des sites de prélèvement

Quatre stations ont été localisées dans le périmètre du lac (figure n° 07) .

La première station (S_1) est située au nord du lac, la deuxième station (S_2) est située à 500m de la station 1 (S_1).

La troisième station (S_3) est située au Sud du lac à la distance de 500 m de la station 2 (S_2) et la quatrième station (S_4) située dans l'embouchure de Oued Adjoul à une distance de 300m de la station 3 (S_3).

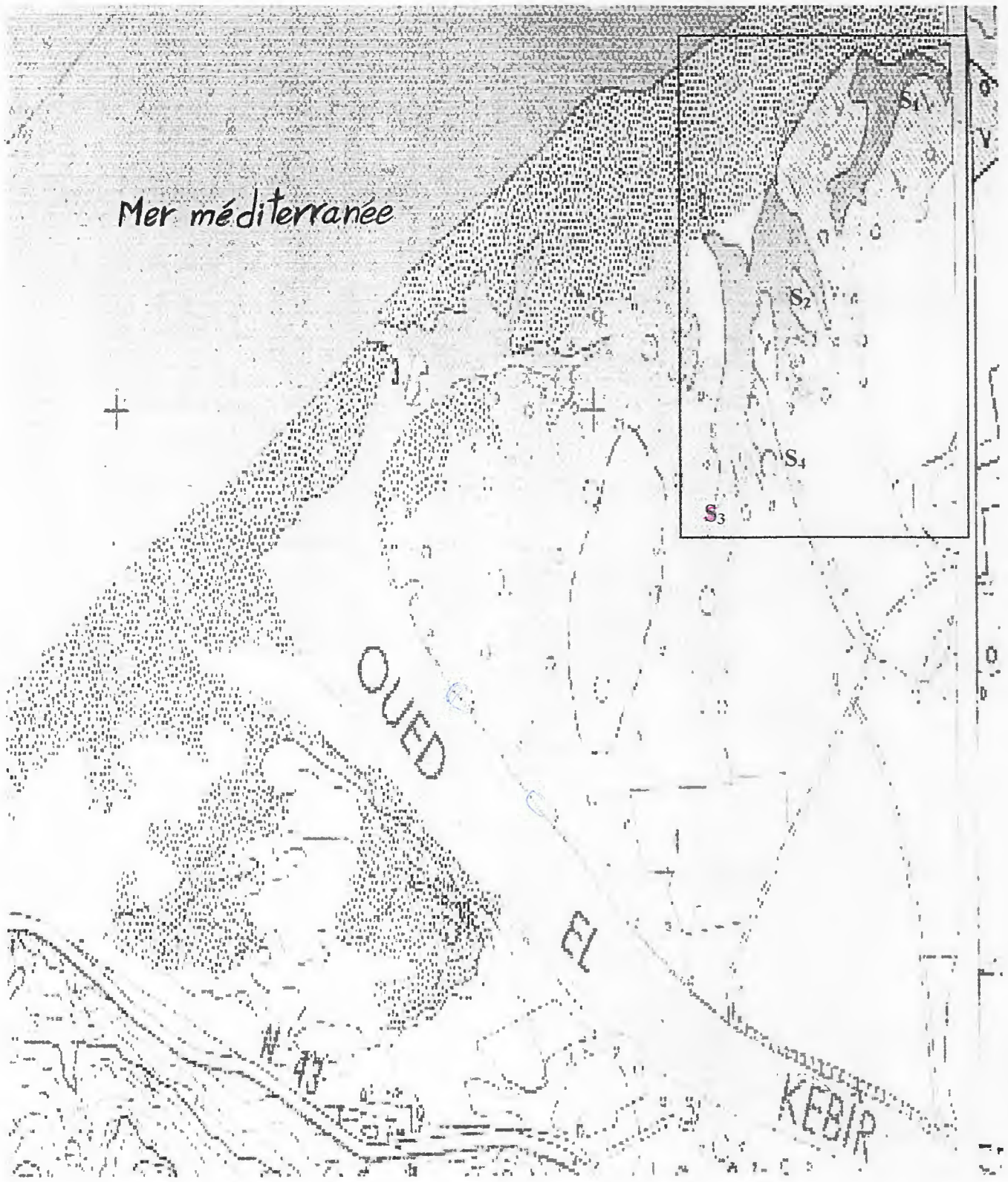


Fig .07 : Localisation du lac de Beni Belaid (carte de Jijel 1/50000).

IV- L'analyse physico – chimique :

IV-1-La mesure du pH

Désigne la concentration en ions d'hydrogènes dans l'eau, sa mesure est effectuée a l'aide d'un pH mètre de type HANNA.

Mode opératoire :

Avant l'utilisation de l'appareil, on etalonne celui –ci avec des solutions tampons de pH 4 et 10 et de pH7. On met une quantité de l'eau dans un Bécher, en suite on plonge l'électrode de l'appareil dans l'échantillon, on attend jusqu'à stabilisation de l'appareil, le pH de l'échantillon c'est la valeur affichée sur l'afficheur

IV-2- La mesure de la température

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision, en effet celle – ci joue un rôle important dans la solubilité des sels dans l'eau, et surtout des gaz dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique de l'eau et sur la détermination du pH. En même temps elle peut provoquer des odeurs et des saveurs.

Mode opératoire :

On mesure la température de l'eau avec un thermomètre précis, gradue au 1/10 de degré et étalonné, la lecture se fait après immersion de l'électrode pendant 10 minutes.

IV-3- La mesure de l'oxygène dissous

L'oxygène joue le rôle d'accepteur d'électron, toute baisse de la teneur en oxygène dissous détectée sur un réseau, peut alors être interpellée un signe de croissance biologique.

Mode opératoire :

La mesure de l'oxygène dissous a été effectue a l'aide d'un oxymetre portable de type cyberscan, l'électrode de l'appareil, est plongé dans l'eau, on attend jusqu'à stabilisation de l'appareil et on note la valeur enregistrée sur l'afficheur.

IV-4- Dosage des nitrates :

Les nitrates sont dosés par la methode de Rodier, 1996

. Les nitrates en présence de salicylate de sodium, ils donnent de paranitrosalcylate de sodium coloré en jaune.

❖ **Etablissement de courbe d'étalonnage**

Dans une série de capsule de 60 ml, introduire successivement :

Tableau 2- préparation de courbe d'étalonnage

N° de capsules	T	I	II	III	IV
Solution étalon azote nitrique (ml) (9mg/l)	0	1	2	5	10
Eau permutée (ml)	10	5	8	5	0
Solution d'azote de sodium (ml)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Acide nitrique (ml)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

- attendre 5 minutes puis :
  1. Evaporer a sec dans une étuve 75-80°c (ne pas surchauffer).
  2. Ajouter 1ml de solution de salicylate de sodium, mélanger puis évaporer – laisser refroidir.
  3. reprendre le resudu par 1ml d'acide sulfurique concentré.
  4. attendre 10 minutes.
  5. ajouter 15 ml d'eau permuté, puis10 ml d'Na OH (l'hydroxyde de sodium).
  6. effectuer les lectures au spectrophotomètre sur la longueur d'onde de 415 nm – soustraire des unités d'absorbance, lues pour les étalons, les valeur relevée pour le témoin.
- Construire la courbe d'étalonnage.

Mode opératoire :

- introduire 10 ml d'eau a analysé dans une capsule de 60 ml.
- Suivre les étapes 2, 3, 4, 5, et6 effectuées au cours de l'établissement de la courbe d'étalonnages préparé un témoins de même façon dont : introduire 10 ml d'eau permutée, puis suivre les même étapes de préparation d'échantillons.

IV-5- Dosage des phosphates : Le dosage se fait selon Rodier, 1996

Les phosphates forment avec les ions molybdiques un complexe soluble de couleur bleue, l'intensité de la coloration est en fonction de la teneur des ions phosphates dans la solution.

La mesure s'effectue au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 700 nm.

❖ **Etablissement de la courbe d'étalonnage :**

Tableau 3- préparation de la courbe d'étalonnage

1- Préparer une série de fioles (6) de 25 ml de volume comme suit :

N° de fioles	T	I	II	III	IV	V
Solution étalon fille (ml)	0	1	5	10	15	20
Eau distillée (ml) 20	20	19	15	10	5	0
Correspondance en mg (ml)/	/	/	/	/	/	/

1- introduire dans chaque fiole 1ml d'acide ascorbique, agiter.
2- Ajouter 4ml de réactif. (solution d'acide sulfurique, solution de tartrate double d'antimoine et de potassium et eau permutée)
3- Mélanger soigneusement, compléter le volume a 25ml par l'eau distillée.
4- Attendre 30 mn (stabilisation de la coloration).
5- Effectuer la lecture au spectrophotomètre sur la longueur d'onde 700 nm en cuve de 10 cm^3.
6- Tracer la courbe d'étalonnage

Mode opératoire :

Vérifier le pH de l'échantillon qui doit être compris entre 2 et 7, l'ajuster si nécessaire. Introduire 20 ml d'eau dans une fiole jaugée de 25 ml, ajouter 1 ml de solution d'acide ascorbique puis poursuivre les étapes 3, 4, 5 et 6 effectuées au cours de l'établissement de la courbe d'étalonnage.

IV-6- Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO est la concentration, exprimée en mg./l d'oxygène équivalent à la quantité de dichromate consommée par les matières dissoutes et en suspension lorsqu'on traite un échantillon d'eau avec cet oxydant des conditions définies par la norme. **(24)**

Mode opératoire

Pipeter avec précaution 2ml d'échantillon dans des tubes, qui renferment des réactifs de DCO, puis remettre les bouchons avec précaution pour éviter la perte de vapeurs et un renversement accidentel, s'assurer que les bouchons sont bien fermés, puis agiter le tube avec un mouvement circulaire du poignent jusqu'à mélange du contenu, avant tous ça place le tube dans le réacteur préchauffer a 150°C pendant 2 heur, puis laisser refroidir au moins 20 minutes, puis effectue la mesure de la densité optique de la solution se fait a l'aide d'un spectrophotomètre de type (HACH) a une longueur d'onde 420 nm

IV-7- Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO_5)

L'oxygène nécessaire pour la dégradation par les micro-organismes des matières organiques biodégradables contenue dans l'eau. La consommation exprimée en milligrammes d'oxygène par litre d'eau. Cette consommation d'oxygène est très souvent mesurée après 5 jours à 20°c, on parle alors de DBO_5. **(13)**

Mode opératoire

Le dosage de la DBO_5 est effectué en incubant un échantillon d'eau (ml) enfermé à l'abri de la lumière et maintenue à 20°C pendant 5 jours. La mesure est effectuée a l'aide d'un appareil manométrique de DBO_5 type (HACH) a lecture directe, qui nécessite un minimum de préparation a l'échantillon et n'exige pas de dosages d'oxygène dissous pour les solutions. Lors de la biodégradation des matières organiques, les micro-organismes consomment l'oxygène de l'air contenu dans le flacon ; et la pression au dessus de l'échantillon diminue. Cette dépression est transmise au manomètre a mercure et la DBO_5 est sur l'échelle manométrique. Le CO_2 formé est absorbé sur de la chaux sodée.

La lecture s'effectue durant les 5 jours d'incubation. pacavous

RESULTAT ET DISCUSSION

1- Le pH :

Tableau 4 : les pH de l'eau des quatre stations étudiées pendant six compagnes de prélèvement.

Stations / Mois	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	moyenne
Janvier	3,36	3,62	7,40	7,62	5,56
Février	8,00	7,90	7,72	7,85	7,86
Mars	7,70	7,42	8,10	8,12	7,83
Avril	8,75	7,76	7,92	7,92	7,93
Mai	9,72	9,45	8,80	7,45	9,10
Juin	9,26	9,06	9,20	7,21	8,68

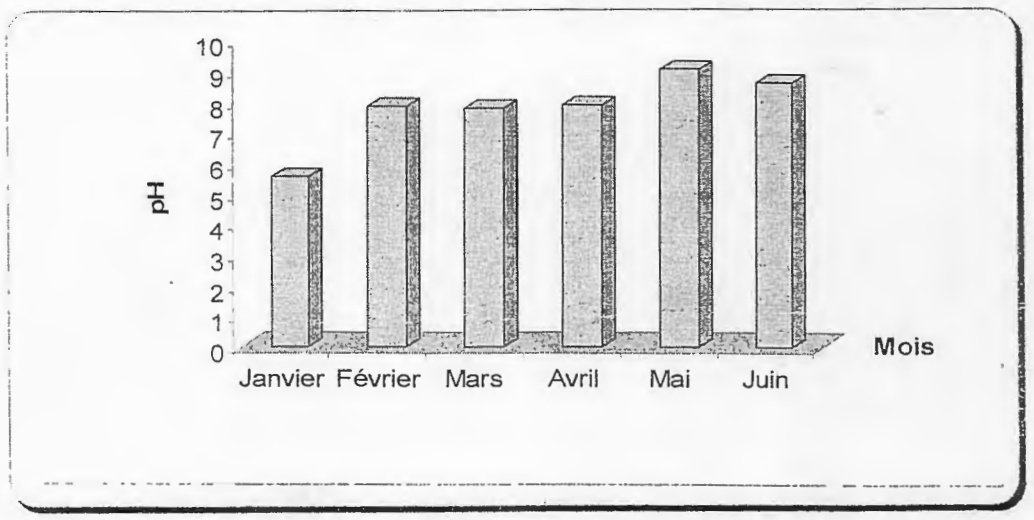


Figure 08: les valeurs moyenne du pH du lac de Beni Blaid pendant six compagnes de prélèvements.

L'eau du lac présente une certaine acidité pendant la 1ère compagne de prélèvement pH moyen égal à 5,56 figure **(8)**. Puis le pH augmente pour atteindre son maximum pendant le mois de mai (9,1).

Le pH est un élément important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau. Ce paramètre conditionne l'équilibre physico – chimique d'une eau.

Une pH compris entre 6 et 9 permet un développement a peu près correct de la faune et la flore aquatique. Les organisme vivants sont très sensibles aux variation brutales même limitées du pH, l'influence de pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les équilibres ionique des autres éléments en augmentant ou en diminuant leur toxicité **(9), (18).**

Le pH du lac est varié entre (5,5 – 8,5) d'après le journal officiel algérien à part le cas du mois de mai qui dépasse les normes.

2- La température :

Tableau 5 : les valeurs de la température de l'eau des quatre stations étudiées pendant six compagnes de prélèvement. (°C)

Stations / Mois	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Moyenne
Janvier	13,7	14	14,5	13,5	13,92
Février	11,8	10,6	11,8	11,9	11,45
Mars	17,5	17,1	18,7	18,4	17,92
Avril	24,8	23,1	24,2	23,2	23,82
Mai	22,4	26,2	20,9	20,60	22,52
Juin	23,0	18,5	21,2	21,00	20,92

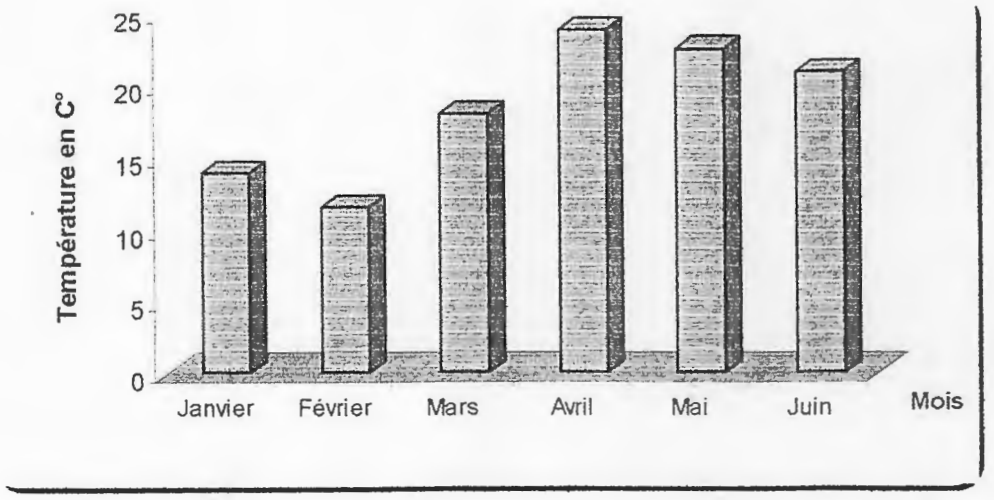


Figure 09: les valeurs moyenne de la température du lac de Beni Blaid pendant six compagne de prélèvements.

La température est un facteur écologique de première importance, influe sur la densité de l'eau et joue donc un rôle primordial dans les phénomènes de stratification des lacs et des mers.

Une élévation de température peut perturber fortement le milieu (pollution thermique) mais elle peut aussi être un facteur d'accroissement de la productivité biologique.

La température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine. **(9), (17), (25)**

Les résultats de mesure de température pendant six compagnes de prélèvement, nous confirmé que la température du lac est influencée par la température ambiante de l'air.

Le graphique (n°09) que la température du lac présente des valeurs minimales pendant les premières compagnes de prélèvement (janvier et février) puis une légère augmentation pendant les deux mois qui suivent pour atteindre un maximum durant le mois d'avril avec une température moyenne de 23,82C°. Puis une légère diminution pendant les dernières compagnes de prélèvement. La température maximale est enregistré pendant le mois de mai dans la station 04 avec 26,2 C° le mois de février est marquée par des baisses température où nous avons constaté les valeurs minimal (10,6 et 11,8°c).

3- l'oxygène dissous :

Tableau 6 : les valeurs de l'oxygène dissous dans l'eau des quatre stations étudiées pendant six compagnes de prélèvement. (mg/l)

Stations / Mois	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Moyenne
Janvier	7,50	6,75	6,95	5,14	6,58
Février	8,46	5,94	4,22	5,44	6,01
Mars	3,62	4,19	6,39	5,95	5,03
Avril	7,54	5,59	6,74	5,95	6,35
Mai	4,94	3,16	7,07	3,90	4,76
Juin	6,98	4,31	10,02	5,38	6,67

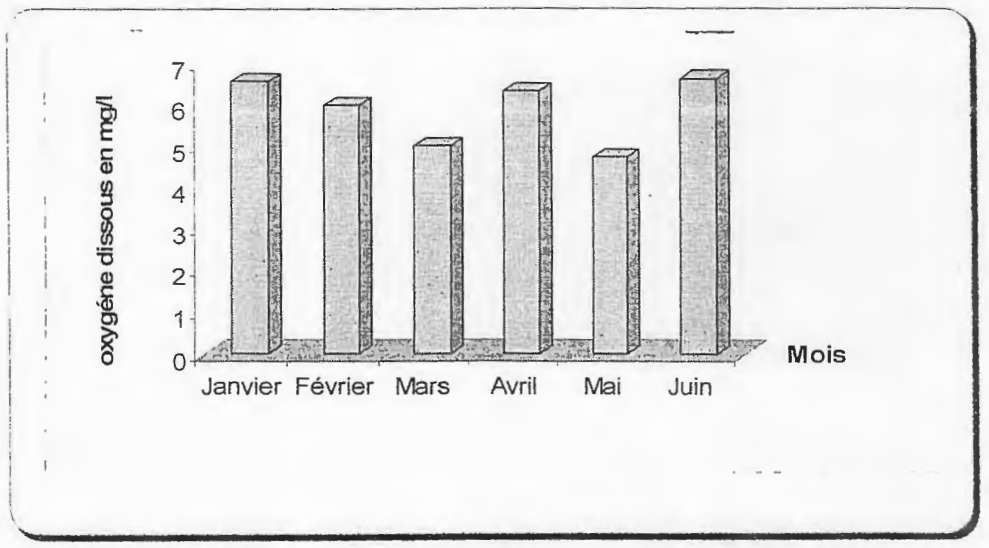


Figure 10: les valeurs moyenne de l'oxygène dissous du lac de Beni Blaid pendant six compagne de prélèvements

- Le tableau 6 montre les résultats de mesure de l'oxygène dissous dans quatre stations et pendant les six compagnes de prélèvement. Grosso modo les valeurs minimales ont été enregistrées durant le mois de mars et mai, avec moyenne minimale de (4,76mg/l) au moi de mai.

La diminution de la teneur en oxygène est un indice de présence de la matière organique..

La valeur maximale a été enregistrée dans la station n° 3 pendant le mois de juin avec (10,02 mg/l) (fig. n°10).

Ces valeurs généralement répondant aux normes des eaux potables plus de (5mg/l). (Seuils supérieurs de la classe de bonne qualité définis par les grilles métropolitaines du RNDE, 1994)

Les eaux superficielles en contact permanent avec l'atmosphère, sont généralement les plus riches en oxygène (7 à 8 mg/l) en particulier, les eaux courantes sont plutôt bien oxygénées car, la turbulence de l'eau assure une bonne alimentation en oxygène par le brassage air-eau.

La désoxygénation est toujours causée par des décomposeurs de matières organiques mais, aussi due à d'autres réducteurs. **(24) , (26).**

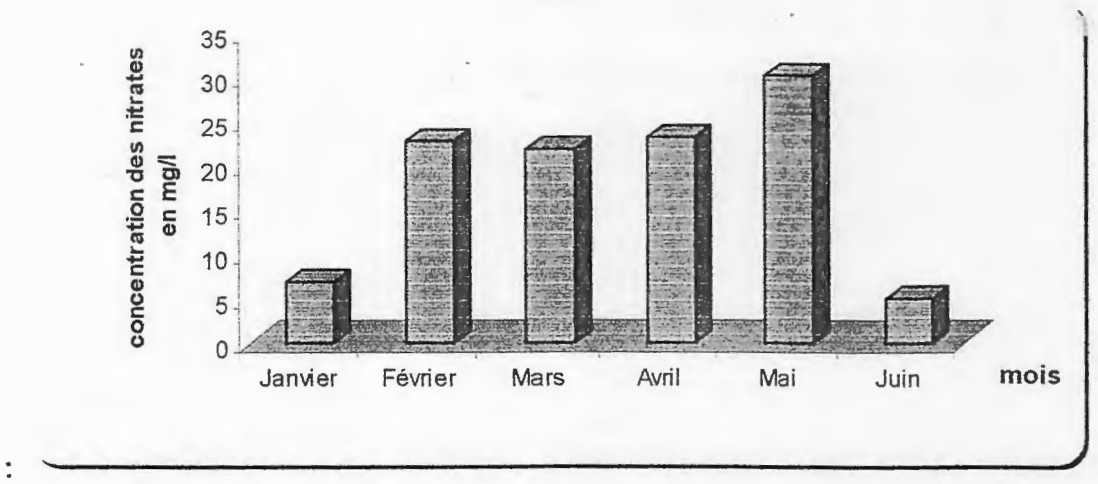
L'oxygène dissous c'est un élément indispensables à la vie et essentiel à la respiration et à la photo synthèse, la solubilité de l'oxygène dans l'eau est en fonction de la température, or cette dernière, influe aussi la consommation de oxygène.

Les valeurs moyenne de l'oxygène dissous des eaux a analysées oxille entre (4,76 a 6,67 mg/l), donc les eaux de notre étude sont des bonne qualité selon la limite des classe de qualité de cours d'eau (5-7 mg/l) (d'après la grille de référence de 1971).

4- Les nitrates

Tableau 7 : les valeurs des nitrates dans l'eau des quatre stations étudiées pendant six compagnes de prélèvement. (mg/l)

Stations / Mois	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Moyenne
Janvier	06,64	04,03	03,54	12,80	6,75
Février	20,51	23,61	26,71	20,40	22,8
Mars	24,60	23,12	20,02	19,00	21,68
Avril	03,54	38,54	27,24	23,12	23,11
Mai	38,54	32,38	21,57	28,57	30,26
Juin	15,28	2,56	1,66	0,18	4,92



:

Figure 11: les valeurs moyenne de Nitrates du lac de Beni Blaid pendant six compagne de prélèvements.

Les nitrates sont des composés très solubles et parmi les composés minéraux de l'azote, la forme cationique ammoniocale (NH_4^+).

Tout excès de nitrates dans le sol vis-à-vis des besoins des plantes à un moment donné, sera donc susceptible d'être entraîné vers les eaux superficielles ou vers les nappes souterraines.

Les nitrates ne sont pas toxique s'ils sont réduits en nitrites ; et interviennent sur en ce qui concerne la toxicité à long terme. **(2) ,(14)**

Notre résultats sont illustrés dans le tableau (n°08) qui montre des variation spacio-temporelles, la valeur la plus élevée a été enregistrer durant le mois d'avril et mai dans les stations n°2 (mois d'avril) et n°01 (mois de mai) avec (38,54 mg/l), alors que la plus faible dans le mois de juin dans la station n°04 (0,18 mg/l) or noté que la station 4 représente le canal qui alimente le lac et qui traverse toutes les terres agricole depuis le versement et jusqu'au lac et que l'oued pendant cette compagne de prélèvement est presque sec, (certains dizaines de mètres à l'aval) en ce qui concerne les variation temporelles.

Le graphique (n°11) nous montre que la valeur moyenne maximale a été enregistré pendant le mois de mai (30,26 mg/l), les minimales ont été constaté pendant les mois de juin et janvier (4,92 et 6,75 mg/l), janvier qui représente le début de la saison agricole, le mois de juin représente la fin de la saison, le lac en ce moment est envahit par les algues utilisatrice des nitrates comme des fertilisants ce qui explique peut être la chute de la concentration des nitrates pendant le moi de juin.

Les nitrates ne sont pas eux même dangereux pour la santé mais c'est leur transformation en nitrites dans l'organisme qui présente un risque potentiel. Les nitrites transforme l'hémoglobine du sang de façon à la rendre inapte au transport de l'oxygène depuis les poumons jusqu'aux tissus.

Les nitrates du lac de Beni Belaid peuvent avoir deux origines :

- certainsmicro-organismesqui fixent l'azote de l'air et le transforment en nitrates.
- L'hyper utilisation des fertilisants en agriculture.

D'une manière générale les eaux du lac ne sont pas polluéeset répondent aux norme des eaux potable (25 mg/ l) selon (les grilles métropolitaines du RNDE, 1994).

5- Les phosphates :

Tableau 8 : les valeurs des phosphates dans l'eau des quatre stations étudiées pendant six compagnes de prélèvement. (mg/l)

Stations / Mois	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Moyenne
Janvier	0,05	0,025	0,063	0,009	0,03
Février	0,022	0,022	0,043	0,012	0,024
Mars	0,113	0,123	0,110	0,121	0,116
Avril	0,141	0,0134	0,144	0,007	0,106
Mai	0,001	0,01	0,001	0,015	0,006
Juin	0,174	0,153	0,301	0,440	0,266

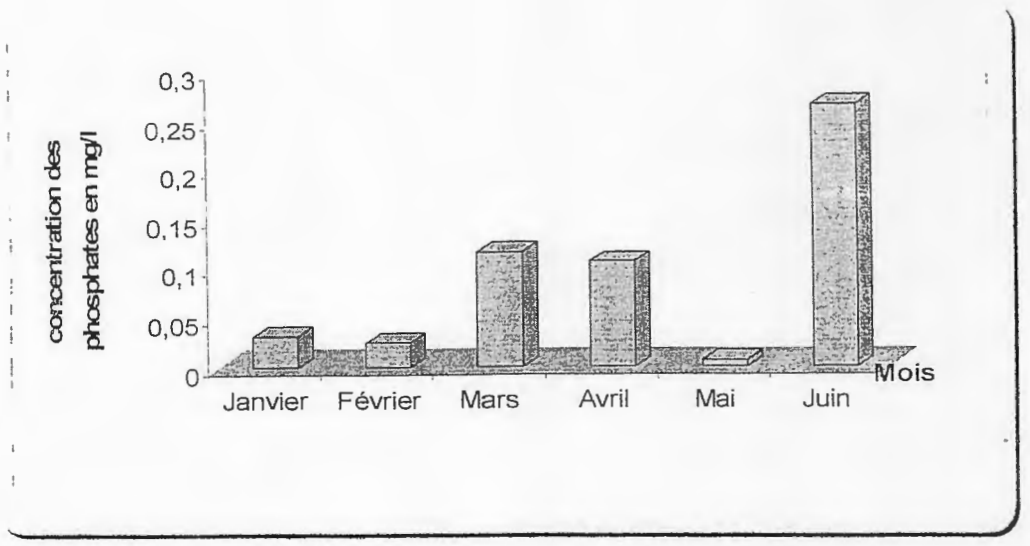


Figure 12: les valeurs moyennesdu phosphate du lac de Beni Blaid pendant six compagne de prélèvements.

Les phosphates sont généralement responsables de l'accélération des phénomènes d'eutrophisation (facteur limitant) dans les lacs ou les rivieras. Ils peuvent avoir un effet bénéfique comme sel nutritif notamment en mer où ils sont présents à faible dose (50 à 100 mg/l). Ils ne sont pas toxiques vis-à-vis des poissons. **(2), (9).**

D »après les résultats obtenus, nous avons constaté d'une manière générale que les concentrations des phosphates présentent des valeurs faible (fig n°12). La concentration minimale enregistrer pendant le mois de Mai (0,001 mg/l) dans les stations 1 et 3. Le maximum est enregistré au niveau de la station n° 04 dans la dernière compagne (juin) avec (0,44 mg/l). Ces concentrations sont très faible (des traces) et ne dépasse pas les normes préconisées (0,5mg/l) dans ce cas ces eaux sont classée de bonne qualité selon les grilles métropolitaines de RNDE, 1994).

La faible teneur en phosphates peut être due à la faible mobilité de phosphore minéral dans les sels.

6- la demande chimique en oxygène (DCO) :

Tableau 9: les valeurs de la demande chimique en oxygène (DCO) dans l'eau des quatre stations étudiées pendant six compagnes de prélèvement. (mg/l)

Stations / Mois	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Moyenne
Janvier	10	30	40	5	21,25
Février	25	25	10	5	16,25
Mars	5	20	10	30	16,25
Avril	30	35	20	20	26,25
Mai	30	5	10	15	15
Juin	35	5	15	7	15,5

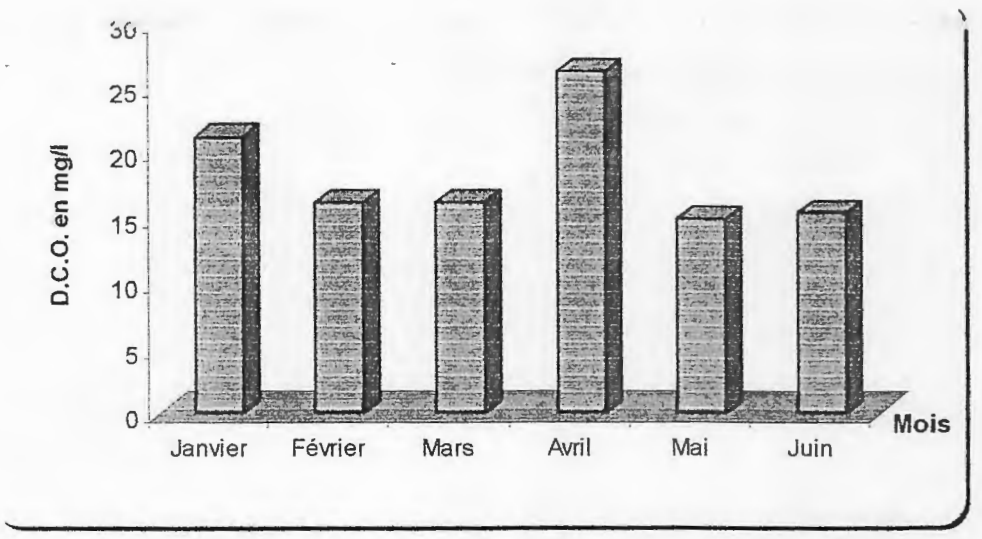


Figure 13: les valeurs moyenne de la DCO du lac de Beni Blaid pendant six compagne de prélèvements.

Le graphique (n°13) illustré les résultats de mesure obtenus après six compagnes de prélèvements. Cependant nous avons constatés que les eaux du lac sont de bonne qualité.

DCO inférieur 25 mg/l pendant toute les compagnes de prélèvements à l'exception du prélèvement de mois d'avril où nous avons enregistrés une légère dégradation de l'eau 26,25 mg/l qui considérer de qualité passable. La valeur la plus élevée a été enregistrée dans la station 3 pendant le mois de janvier avec 40 mg/l.

Dans les conditions expérimentales définies par la méthodologie, la DCO est un test permettant d'estimer la teneur en matière organique d'une eau est une mesure du carbone organique totale, à l'exception de certains composés aromatiques, tels que benzène, qui ne sont pas complètement oxydés dans les conditionsde l'essai. Elle s'exprime par la quantité 'oxygène fournie par le dichromate de potassium et nécessaire a l'oxydation des substances organiques (protéines, glucides, lipides, etc....) présente dans les eaux résiduaires. **(18), (27)**

7- la demande biochimique en oxygène (DBO_5) :

Tableau 10: les valeurs de la demande biochimique en oxygène (DBO_5) dans l'eau des quatre stations étudiées pendant quatre compagnes de prélèvement. (mg/l)

Stations / Mois	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Moyenne
Janvier	2	1	1	1	1,25
Février	4	2	1	1	2
Mars	10	4	2	1	4,25
Avril	40	14	12	13,5	19,87
Mai	/	/	/	/	
Juin	/	/	/	/	

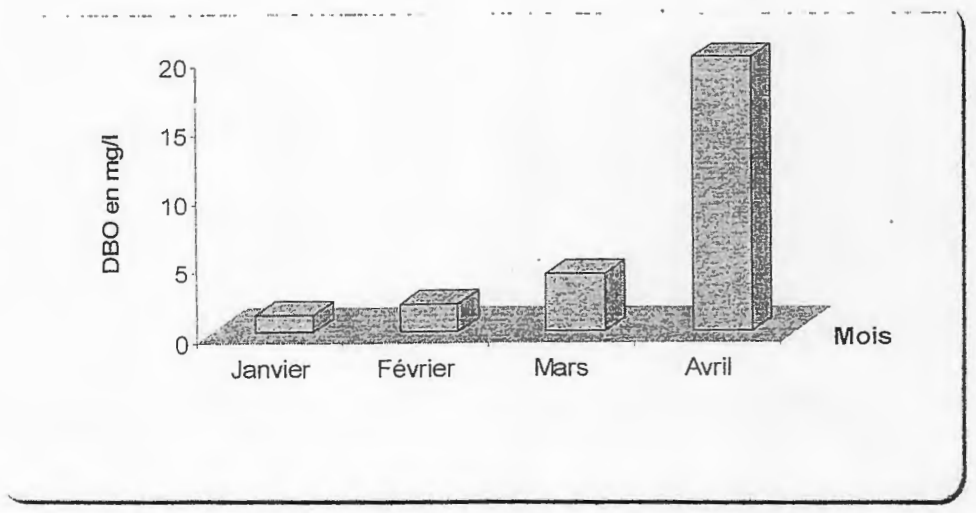


Figure 14: les valeurs moyenne de la DBO_5 du lac de Beni Blaid pendant six compagne de prélèvements.

Le graphique (14) illustre les résultats de mesure obtenus après quatre compagnes de prélèvements, cependant nous avons constatée que les eaux du lac sont de bonne qualité DBO_5 inférieur a 5 mg/l pendant toutes les compagnes de prélèvement a l'exception du prélèvement de mois d'avril où nous avons enregistré une légère dégradation de l'eau 19,87 mg/l qui considéré la qualité passable. La valeur la plus élevée a été enregistrée dans la station 01 pendant le mois d'avril avec 40 mg/l.

Les phénomènes d'autoépuration naturelle dans les eaux superficielles résultent de la dégradation des charges organiques polluantes, sous l'action de micro- organisme. Il en résulte une consommation d'oxygène ou DBO_5.

La DBO_5 est un critère de pollution bien adapté aux eaux peu ou modérément polluées. Elle exprime les besoins en oxygène d'une eau de surface ou des eaux résiduaires urbaines et industrielles. La DBO_5 constitue l'essai de laboratoire le plus simple pour connaître ce qu'on appelle la cinétique du phénomène de pollution.

Ainsi que les directive du conseil de la communauté européenne, les eaux superficielles destinées à la production d'eau alimentaire, qui subissent un traitement physique simple et décontamination microbienne, la valeur guide doit être inférieur a 3 mg/l d'O_2. Pour un traitement normal physique et chimique avec décontamination microbienne la valeur guide doit être inférieur a 5 mg/l d'O_2.**(18), (28).**

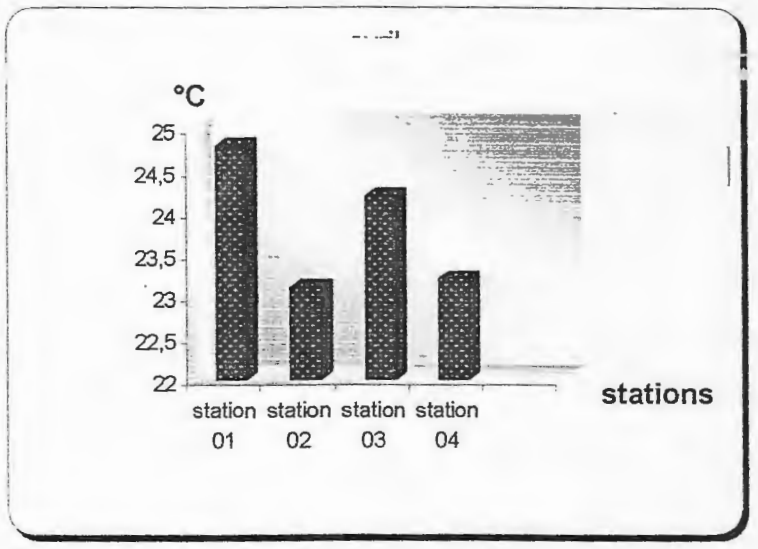


Fig.10 : les valeurs de la température de l'eau du mois d'avril

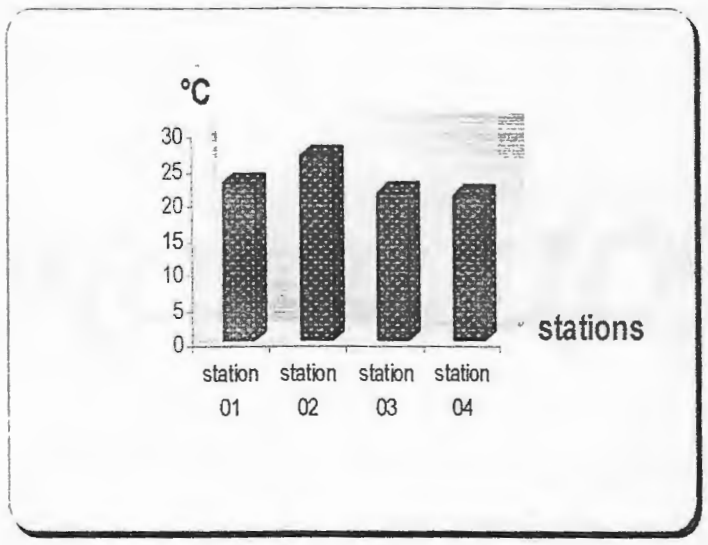


Fig.11 : les valeurs de la température de l'eau du mois de mai

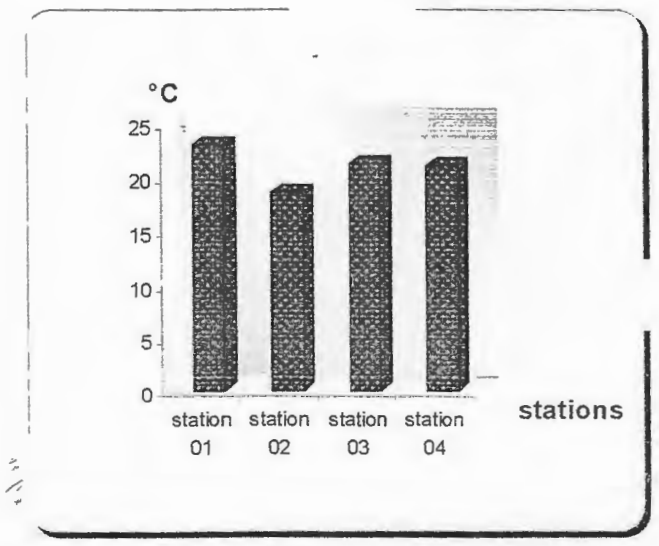


Fig.12 : les valeurs de la température de l'eau du mois de juin

CONCLUSION

L'objectif que nous somme proposés d'atteindre a travers cette étude est consacré à l'impacte de la pollution d'origine agricole et particulièrement les teneurs des eaux du lac de Beni Blaid en Nitrates et en Phosphates, pour cela, six compagnes de prélèvement on été réalisé (janvier - juin) sur quatre stations.

Les résultats obtenus nous ont permis de tirer les conclusions suivantes :

- le pH mesuré dans les quatre stations d'étude et pendant les six compagne de prélèvements a généralement tendance a être neutre.
- La température de l'eau présente des faibles variations qui son tout a fait dans les normes.
- L'oxygène dissous présente des variations qui répondent aux normes.
- La demande chimique en oxygène de l'eau présente également des variations qui semble être dans les normes.
- La demande biochimique en oxygène de l'eau présente des légères fluctuations mais elle ne dépasse pas la norme.
- Enfin, en ce qui concerne les nitrates et les phosphates les résultats montre que l'eau présente des teneurs faibles sous forme de trace.

A partir de ces résultats nous pouvons conclure que les eaux du lac de Beni Blaid. Pour le moment sont de bonne qualité. Notons que le lac est un site préféré pour un nombre important d'oiseaux migrateurs il mérite d'être protéger contre tout sorte d'agression et de pollution, et plus particulièrement les fertilisants provenant de l'activité agricole. L'hyper fertilisation peut engendré des problèmes d'eutrophisation du milieu aquatique et causé une dégradation de la valeur écologique globale du lac.

RECOMMANDATION

Depuis les années 80 une intense fertilisation a été appliquée par les agriculteurs pour augmenter le rendement. L'impacte de cette hyper fertilisation sera apparais surment plus tard. Dans le contexte nous proposons aux décideurs de prendre le précautions pour protéger les espaces naturelset ceci par :

- l'encouragement de la bio- diversité dans l'espace rurale.
- La sensibilisation des agriculteurs aux impactes de l'utilisation excessive des engrais sur l'environnement.
- l'abaissement des charges en nitrates et en phosphates dans les eaux superficielles.
- Réduire au maximum l'utilisation des engrais et des pesticides.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

Référence Bibliographique

(1) BRULT. J & MONOD. J., 1989. Mémento technique de l'eau. Edition dégrement, Paris. P 592. Tome 1.

(2) OVALI. M. S ., 2001. Traitement des eaux. O.P.U. Algérie p3.

(3) RAMADE. F., 2000. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. 2ème édition, Dunod.

(4) FAURIE. C., FERRA. Ch., MEDORI. P., DEVAUX. J. et LOUIS HEMPTINNE. J., 2003. Ecologie approche scientifique et pratique. 5ème édition. London. Paris. New York.

(5) GENIN. B., CHAVIN. Ch. ; 2003. Cours d'eau et indice biologique : Pollution-méthodes- IBGN. 2ème édition. pp 40-46.

(6) VILAGENES. R ., 2003. Eaux environnement et santé publique : introduction a l'hydrologie. 2ème édition, Londres- Paris- New York. p18.

(7) DESJARDINS. R., 1990. Les traitements des eaux. 2ème édition revue, l'école polytechnique de Montréal.

(8) BONTON. J ., 1993. Introduction a l'étude des eaux douces, eaux naturelles, eaux usées, eaux de boissons. 2ème édition cebedoc 170 V diffusion lavoisier.

(9) GAUJOUS. D., 1995. La pollution des milieu aquatique : aide mémoire. 2ème édition, tec et doc. P219.

(10) CHEBBO. G., MOUCHEL.J.M. SUGET. A & GOUSEILLES. M., 1995. La pollution des rejets urbain par temps de pluies: flux, nature et impacte. TSM l'eau. P796.

(11) MEINCK. F. et al., 1970. Les eaux résiduaires industrielles. 4ème édition. P 865.

(12) BARBAULT. R., 1995. Écologie générale- structure et fonctionnement. 3ème édition. Abréges Masson.

(13) GERARD. G., 1999. L'eau : Tom 2 usage et polluants. 4ème trim. Paris. pp 195-196.

(14) MICHEL. R., 1996. le sol : interface dans l'environnement ressource pour le développement. Masson, Paris, Milan, Barcelone. pp 140-142.

(15) KETTAB. A., 1974. Traitement des eaux : les eaux potable office des publications universitaire. pp 105-106.

(16) DUVIGNEAUD. P., 1984. La synthèse écologique. 2ème édition revue et corrigée. P202.

(17) BOUTEKRABET. R., ZERGUINE D & MEKHLOUFI. S., 1984. Les eaux de nautes pleines setifiennes (superficielle et souterraine) inventaire, analyse de quelque élément chimique et synthèse des études réalisées OTI (1974) et Bech tel (1975). Incidence sur l'environnement. Thèse d'ingénieur d'état de l'université de Sétif. P65.

(18) RODIER. J., 1996. Analyse de l'eau : eaux naturelle, eaux résiduaire et eaux de mer. 8ème édition. Dunod. pp 1015-1045.

(19) BERNUF. J., CORDONNER. J., 1991. Traitement des eaux. Edition technique. P306.

(20) RODIER. J., 1984. Analyse de l'eau : eaux naturelle, eaux résiduaire et eaux de mer. Édition. Bordas- Paris. p 1365.

(21) FRANCK. J., 2002. Analyse des eaux : centre régional de documentation pédagogique d'aquitaine. Paris. pp 186-191.

(22) http//.www. Jijelinfo.com

(23) Office Fédéral de l'environnement, des forets et du paysage. OFEFP. Bérn 2003. Rapport.

(24) MOUNIER. P., 1993. Parvie analyse chimique et toxicologique des eaux potable. Ed. Médical Maloine. Paris. p342.

(25) RAMAD. F., 1993. Dictionnaire encyclopédie d'écologie et sciences d'environnement. et des sciences international. P 822.

(26) HYNES. H.B.N., 1970. Chemistry of natural water research, vols. pp 279-311.

(27) ECHENFILDER. W. W., 1981. Gestion des eaux usées urbain et industrielle. Technique et document. Paris. pp 1-4.

(28) VAILLANTS. J. R., 1974. Perfectionnement et monveautes pour l'épuration des eaux industrielle. Edition Egrolles. Paris. pp 21-25..

(29) Encyclopédie, encarta, 2003.

ANNEXES

Annexe 01 : de préparation des réactifs pour analyse physico-chimiques

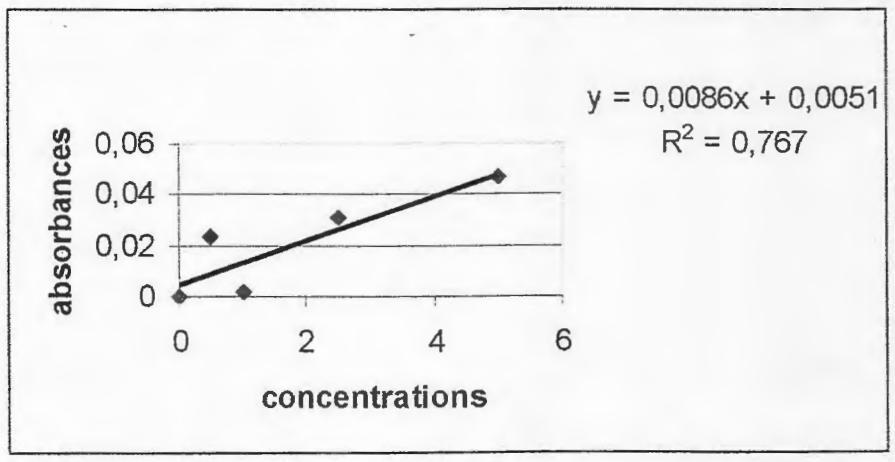
1- dosage des nitrates

Réactif	Quantité additionner
Solution de solycylate de sodium à 1% a renouveller toutes les 24 heures	
Acide sulfirique concentré (d = 1,84)	
Solution d'hydroxyde de sodium	
hydroxyde de sodium	200 g
Sel disodique de l'acide ethyléne diomine tétracetique	50 g
Eau permuté q.s.p	1000 ml
Solution d'azoture de sodium	
Azoture de sodium	0,05 g
Eau permuté q.s.p	100 ml
Solution mére étalon azoté nitrique à 100 mg/l	0,1 g/l
Nitrate de potassium anhydre	0,722 mg
Eau permuté q.s.p	1000 ml
Solution fille étalon d'azote nitrique à 5 mg/l	0,005 g/l

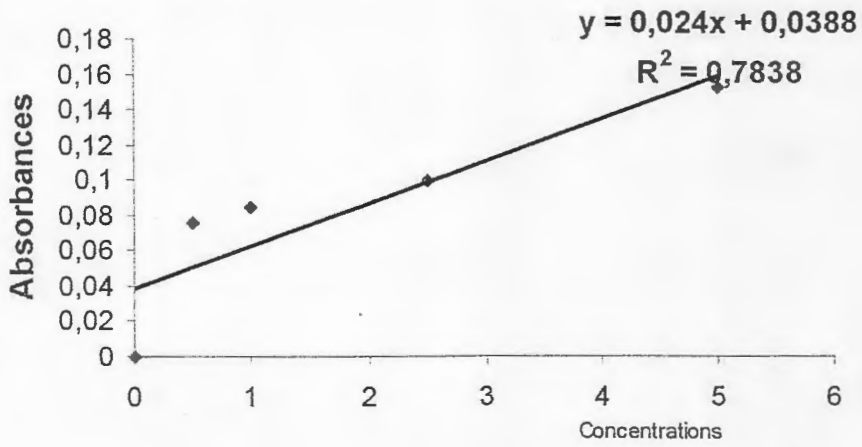
2- Dosage des phosphates :

Réactif	Quantité additionner
Solution d'acide sulfirique (d = 1,84 / à 15%)	40 g/l
Solution de molybdate d'ammonium	
Solution d'acide ascorbique	20 g/l
Acide ascorbique	2 g
Eau permuté q.s.p	100 ml
Solution de tartrate double d'antimoine et de potassium	
Tartrate double d'antimoine et de potassium	0,28 g
Eau permuté q.s.p	100 ml
Acide sulfirique a 15%	
Mélange	
Solution d'acide sulfirique	50 ml
Solution de tartrate double d'antimoine et de potassium	5 ml
Solution de molybdate d'amonium	15 ml
Eau pérmuté q.s.p	100 ml
Solution mére étalon de phosphore	0,05 g/l
Dihydrogénophosphate de potassium	0,2197 g
Eau pérmutée q.s.p	100 ml
Solutionfille étalon	0,001 g/l

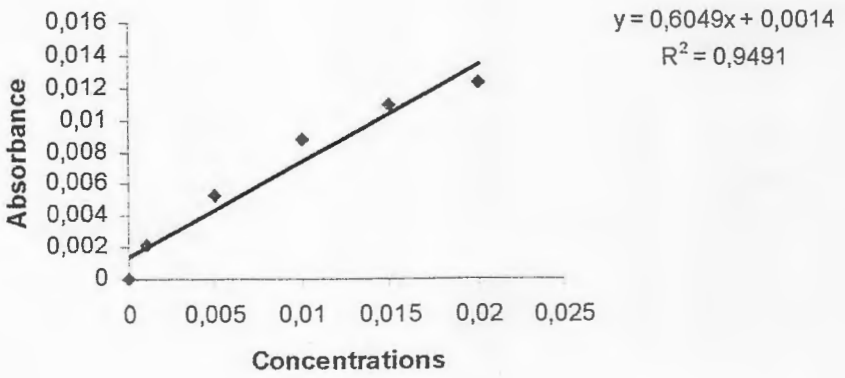
Annexe 2 : les courbes d'étalonnage



Courbes d'étalonnage de nitrate N°1



Courbes d'étalonnage de nitrate N°2



Courbes d'étalonnage de phosphate

Annexe N°3 : Normes :

Selon l'agence française d'eau potable (AEP) les rivières sont classées en quatre catégories plus une par défaut (G aurjours, 1995).

- 1A : excellente qualité. Tous usage possible.
- 1B : bonne qualité- Traitement de potabilisation simple.
- 2 : qualité passable- baignade interdit.
    - Traitement de potabilisation poussé.
    - Reproductions aléatoires de poissons.
    - Abrouvage des animaux tolérables.
    - Usage industriel de l'eau possible.
- Qualité médiocre
    - Survie aléatoire des poissons
    - Irrigation tolérable.
    - Utilisation impossible : abrouvage, baignade, loisirs, eau industrielle sauf refroidissement.
- H2rs catégorie : pollution excessives, cours d'eau inaptes a tous usages (sauf navigation).

Norme AEP

La limite des classes de qualité des cours d'eau d'après la grille de référence de 1971.

	1A/1B	1B/2	2/3	3/HC	Unité
Paramètre physico chimique					
Température	20	22	25	30	°C
PH minimum	6,5	5	5,5		
pH maximum	8,5	9	9,5		
Conductivité	400	750	1500	3000	u $s.cm^{1-1}$
O_2 dissous	7	5	3	>0	Mg/l
O_2 dissous	90	70	50	>0	%
DBO_5	3	5	10	25	Mg/l
DVO	20	25	40	80	Mg/l
No_3 (nitrate)		/	44	100	Mg/l

Annexe N°4

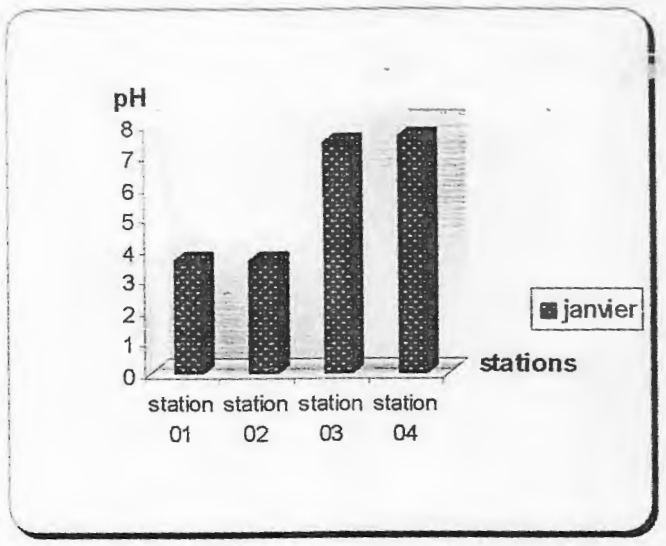


Fig.01 : les valeurs de pH du mois de Janvier.

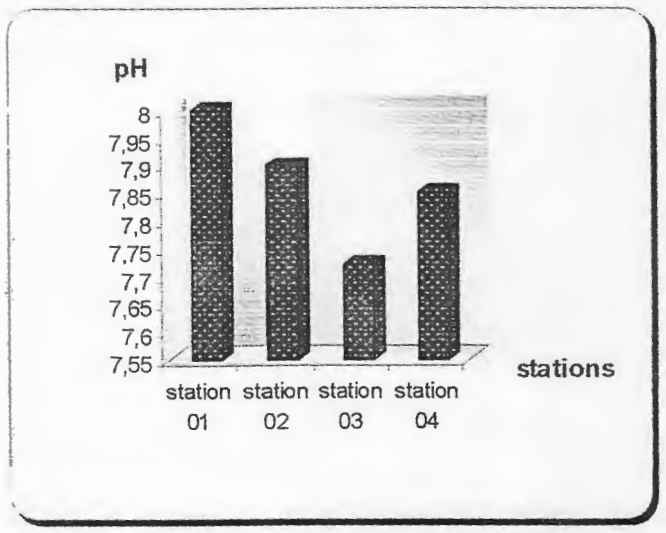


Fig.02 : les valeurs de pH du mois de février

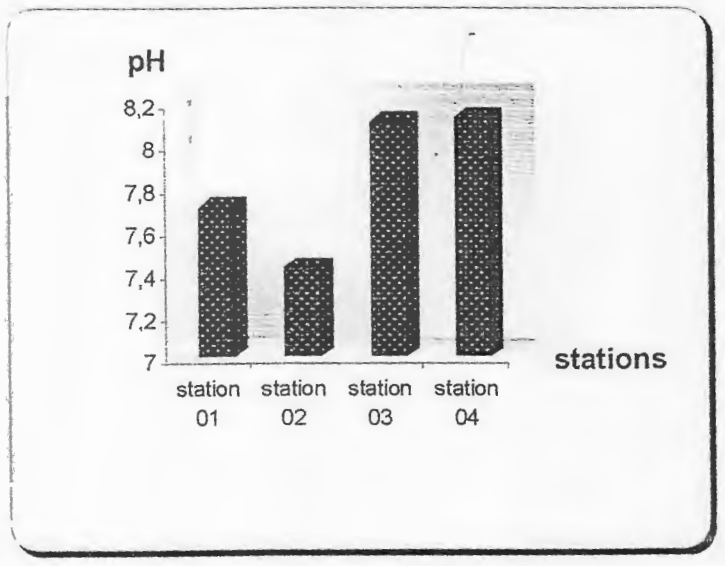


Fig.03 : les valeurs de pH du mois de mars

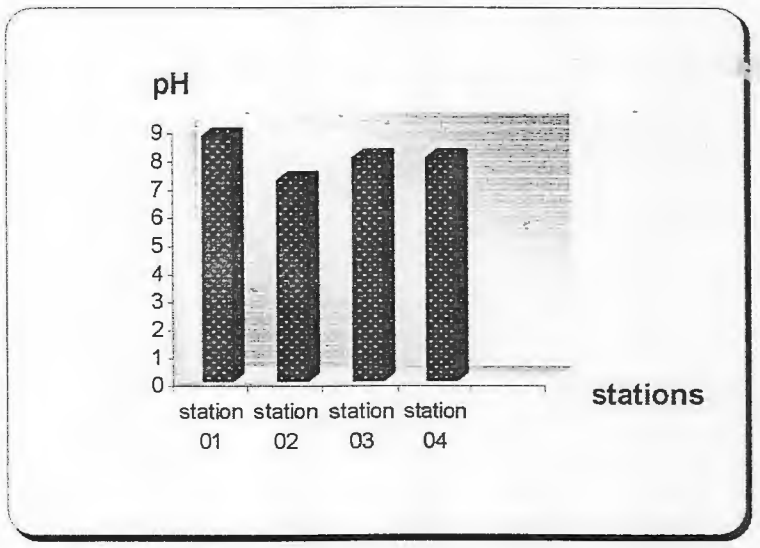


Fig04 : les valeurs de pH du mois d'avril.

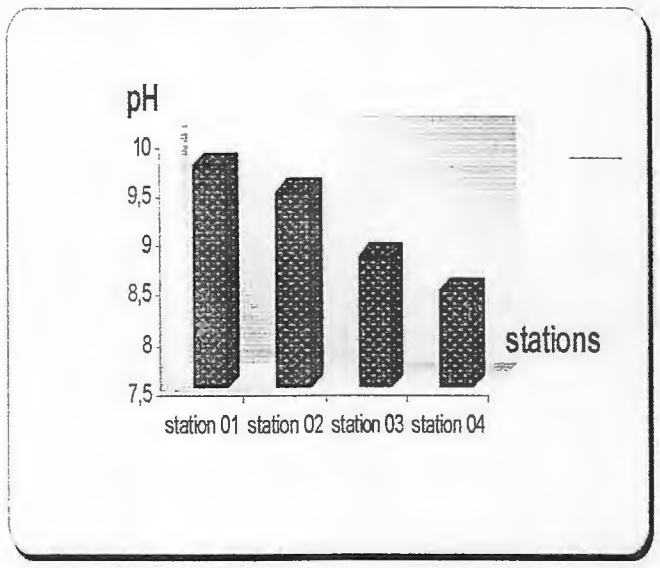


Fig.05 : les valeurs de pH du mois de mai.

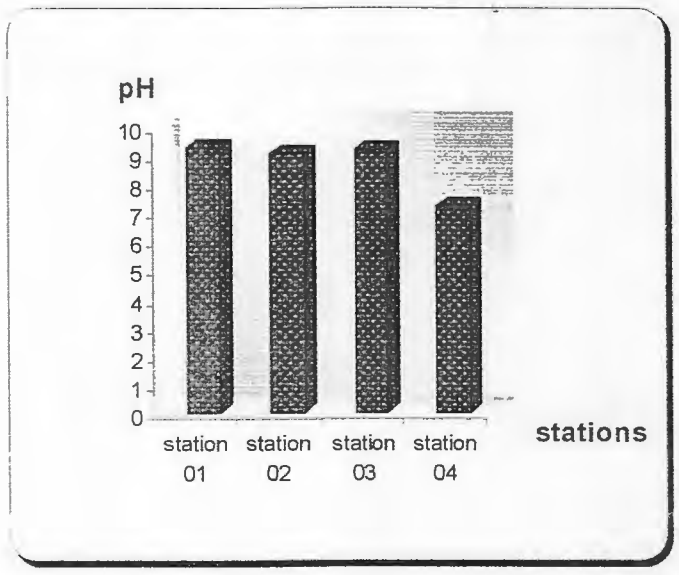


Fig06: les valeurs de pH du mois de juin.

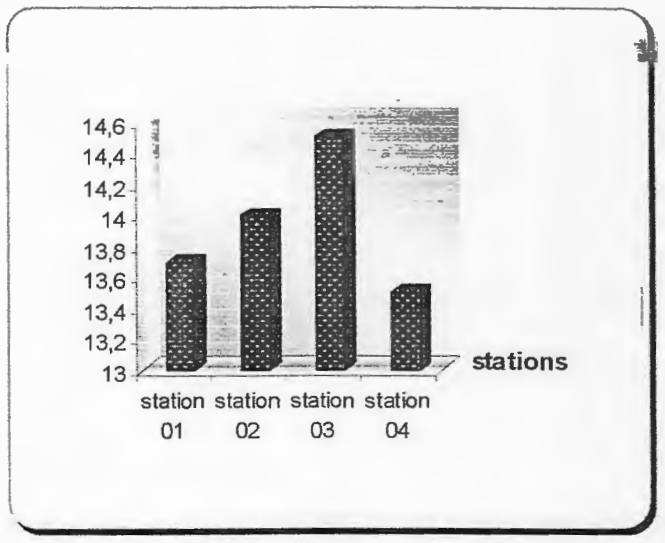


Fig.07 : les valeurs de la température de l'eau du mois de Janvier

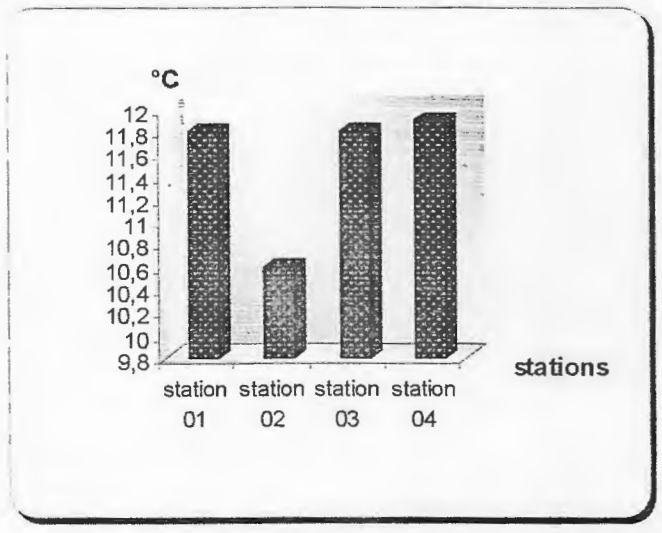


Fig.08 : les valeurs de la température de l'eau du mois de février

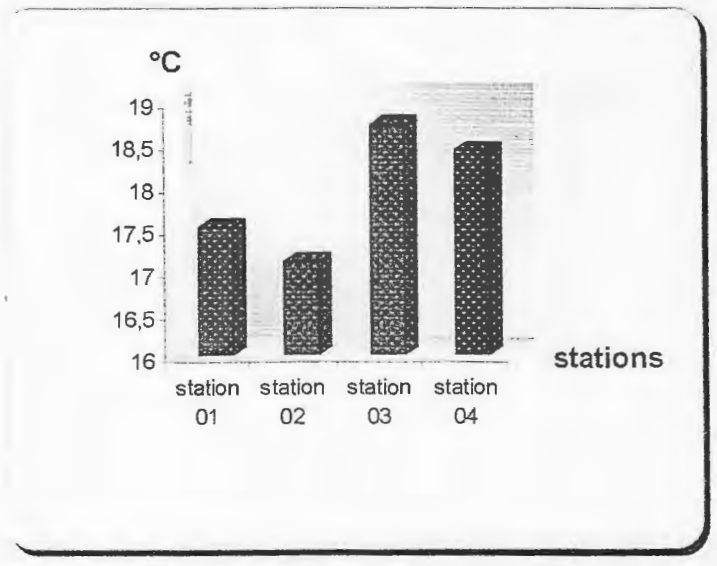


Fig.09 : les valeurs de la température de l'eau du mois de mars

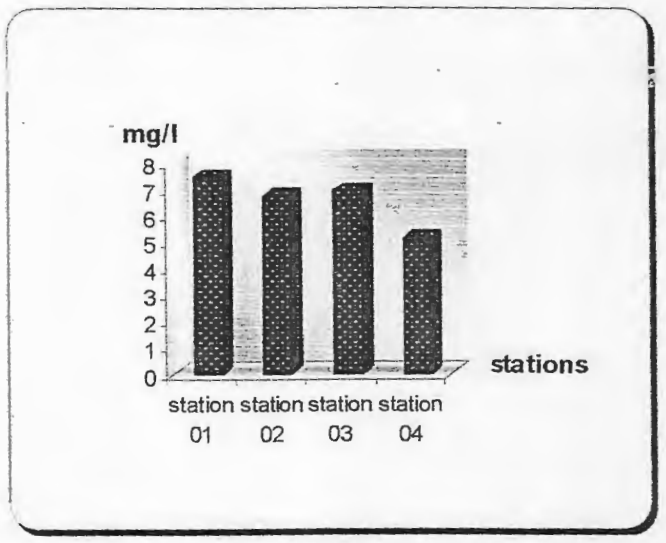


Fig.13 : les valeurs de l'oxygène dissous du mois de Janvier

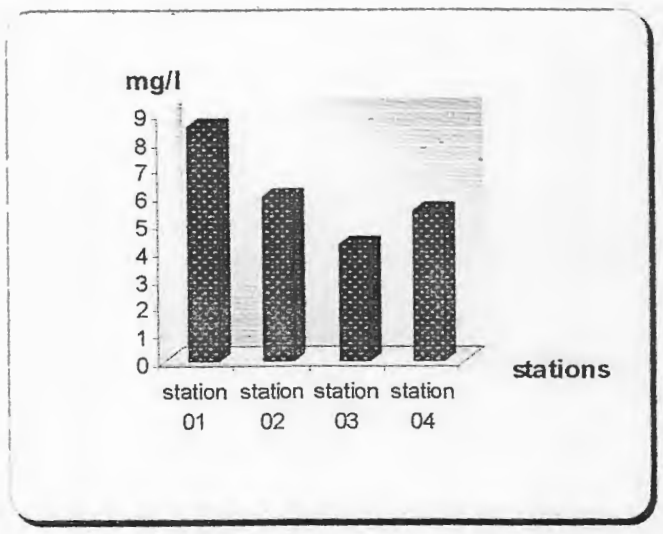


Fig.14 : les valeurs de l'oxygène dissous du mois de février

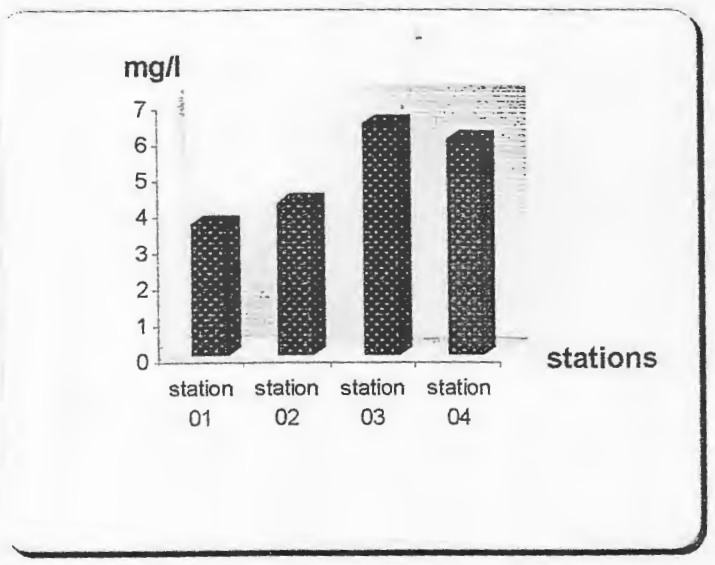


Fig.15 : les valeurs de l'oxygène dissous du mois de mars

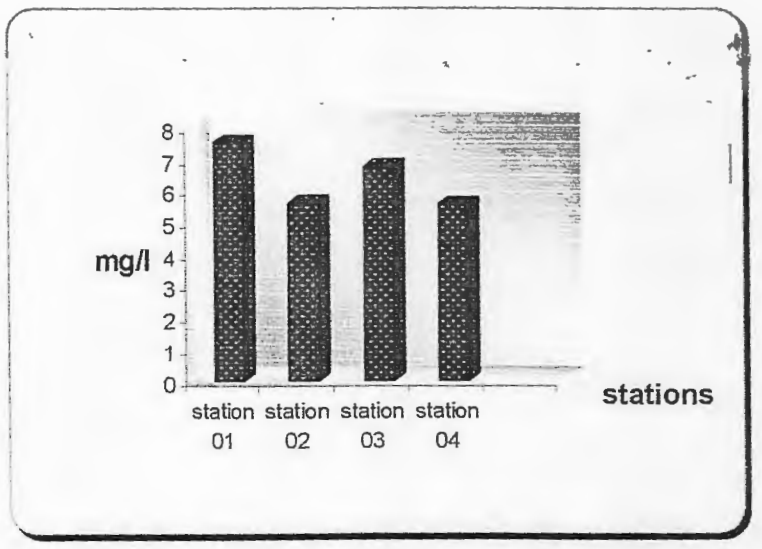


Fig.16 : les valeurs de l'oxygène dissous du mois d'avril

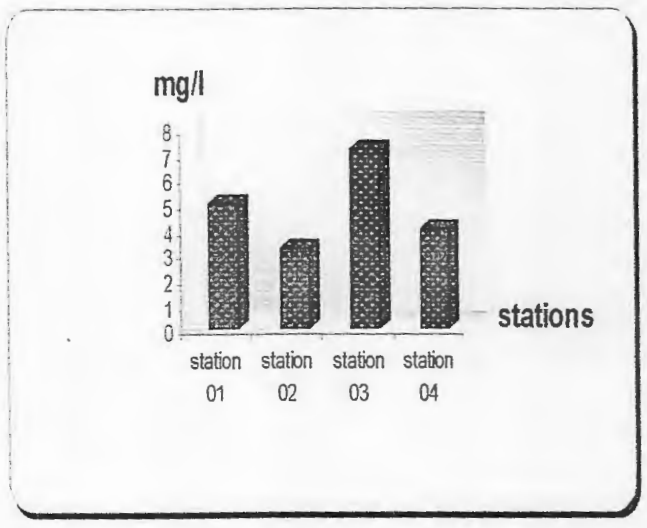


Fig.17 : les valeurs de l'oxygène dissous du mois de mai

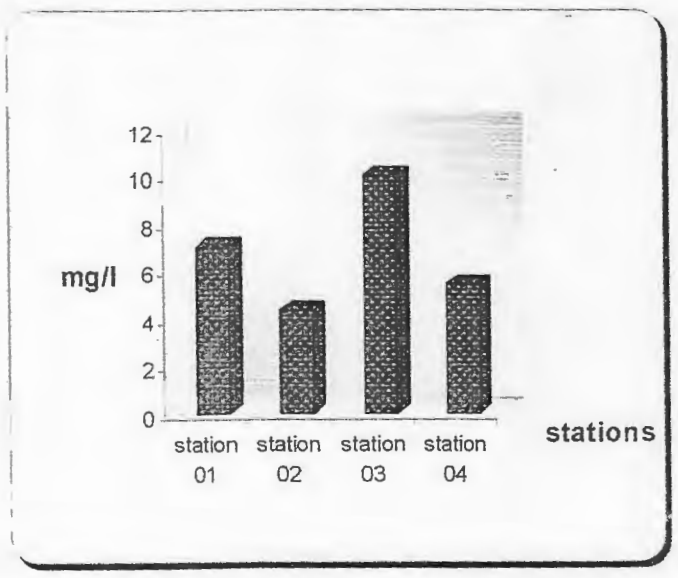


Fig.18 : les valeurs de l'oxygène dissous du mois de juin

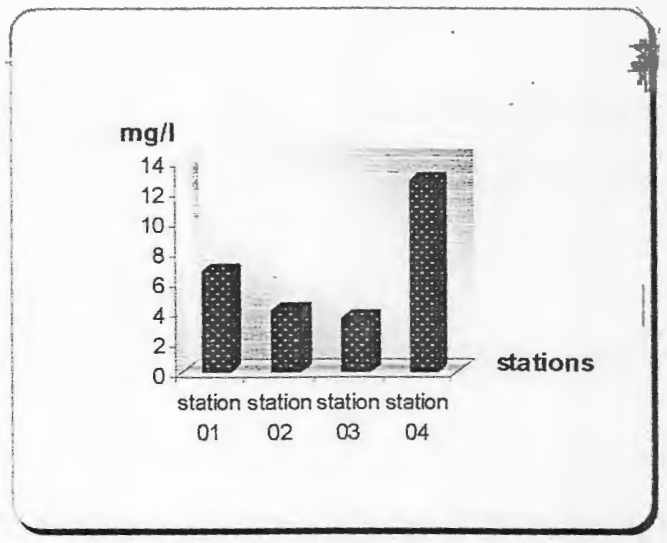


Fig.19 : les valeurs de nitrate du mois de Janvier

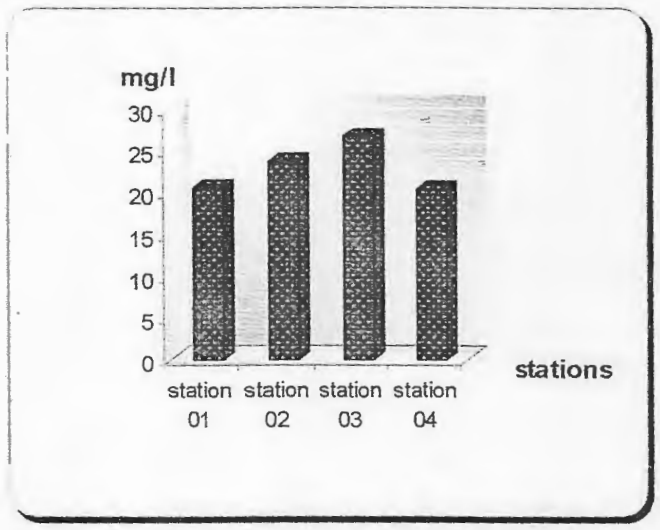


Fig.20 : les valeurs de nitrate du mois de février

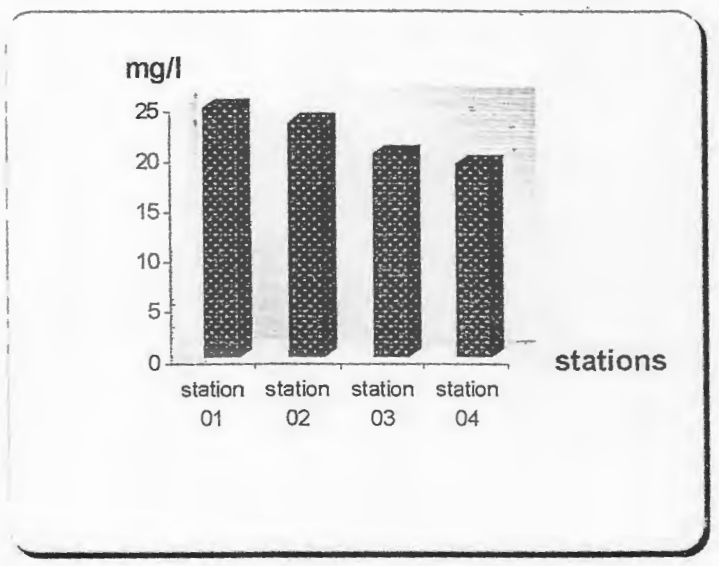


Fig.21 : les valeurs de nitrate du mois de mars

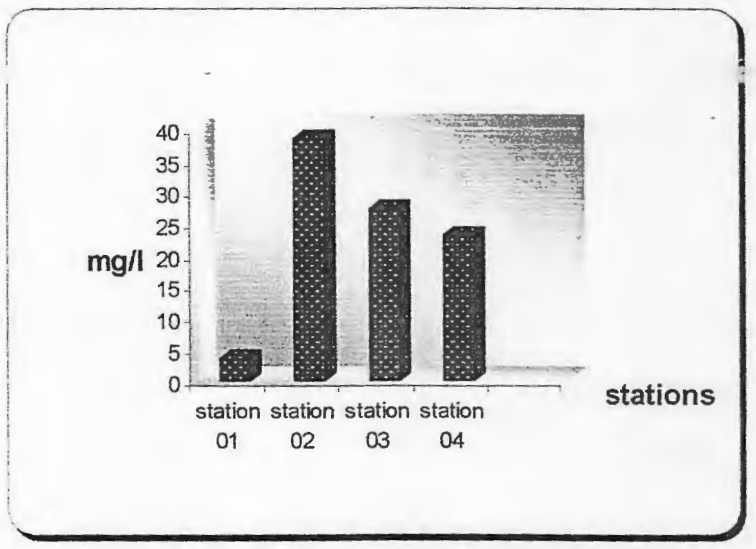


Fig.22 : les valeurs de nitrate du mois d'avril

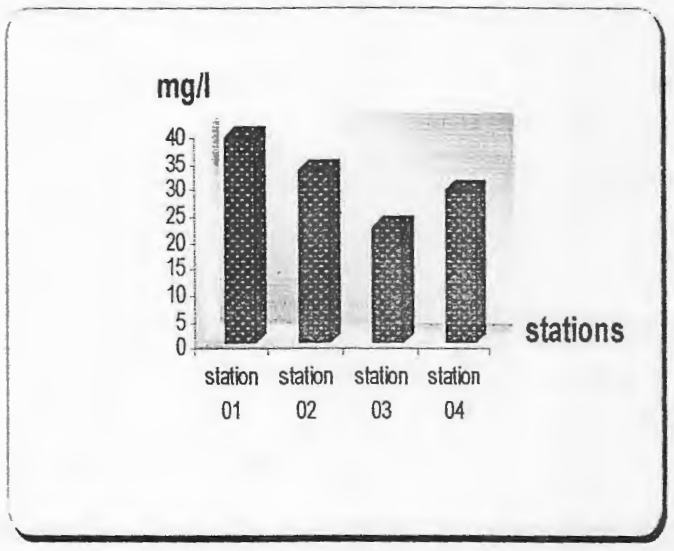


Fig.23 : les valeurs de nitrate du mois mai

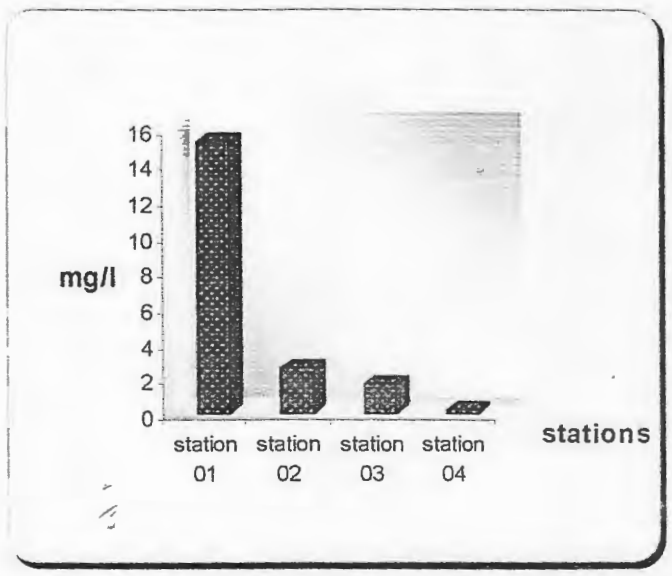


Fig.24 : les valeurs de nitrate du mois de juin

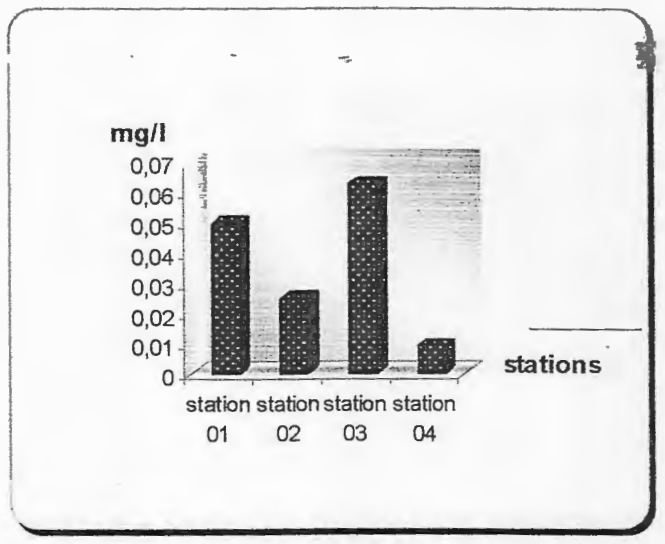


Fig.25 : les valeurs de phosphate du mois de Janvier

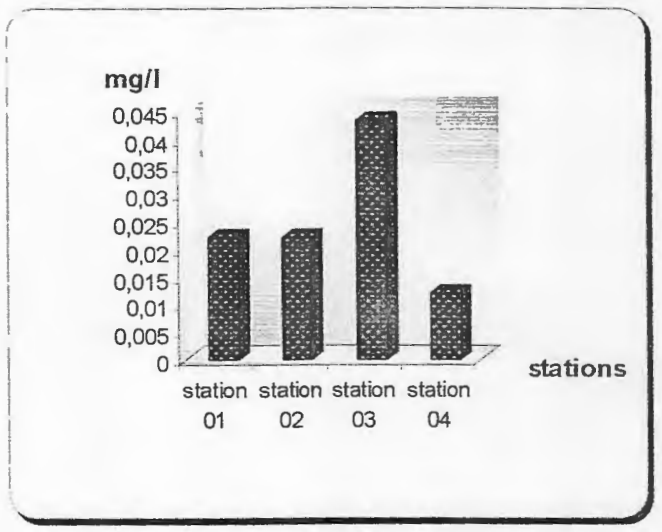


Fig.26 : les valeurs de phosphate du mois de février

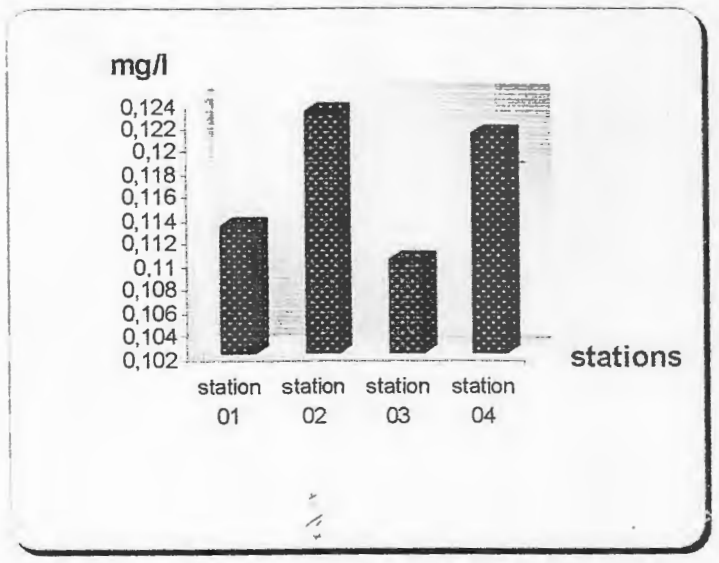


Fig.27 : les valeurs de phosphate du mois de mars

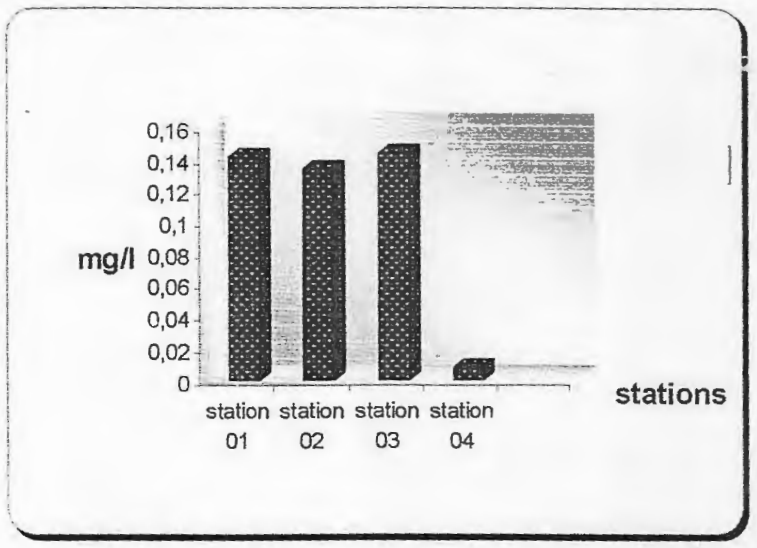


Fig.28 : les valeurs de phosphate du mois d'avril

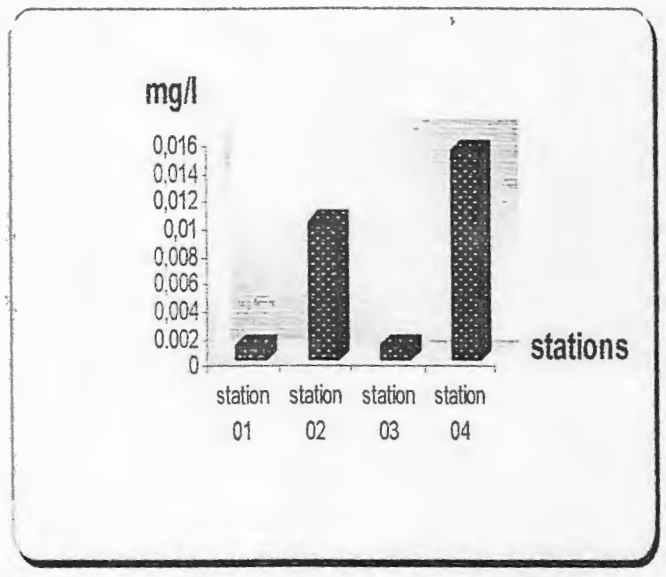


Fig.29 : les valeurs de phosphate du mois de mai

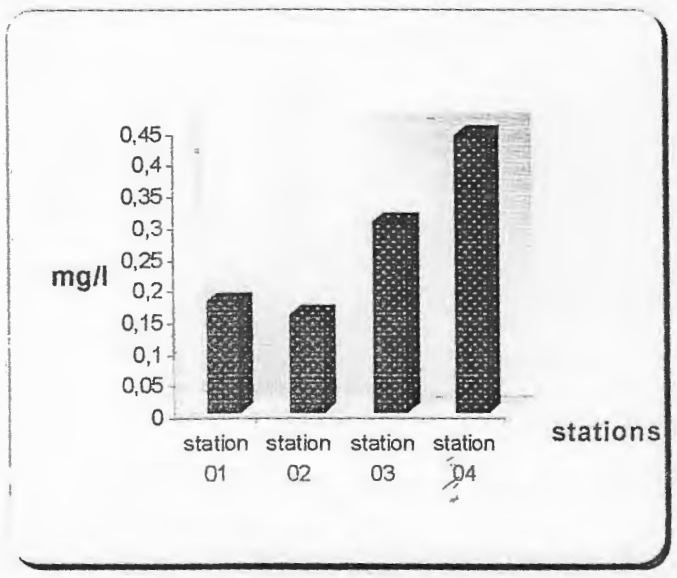


Fig.30 : les valeurs de phosphate du mois de juin

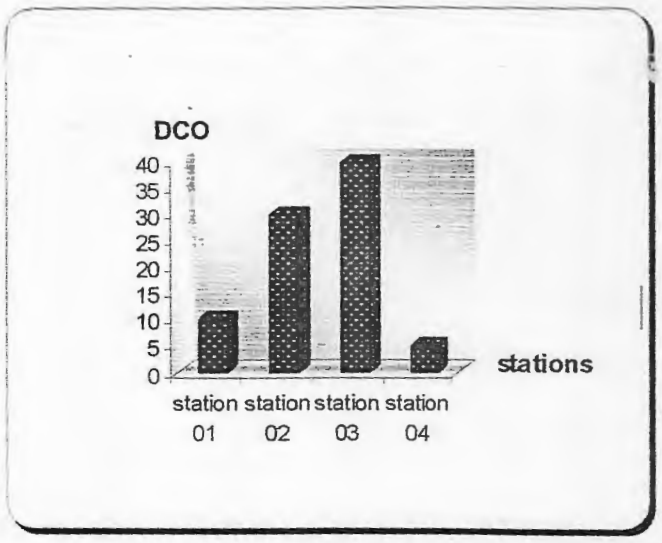


Fig.31 : les valeurs de DCO du mois de Janvier

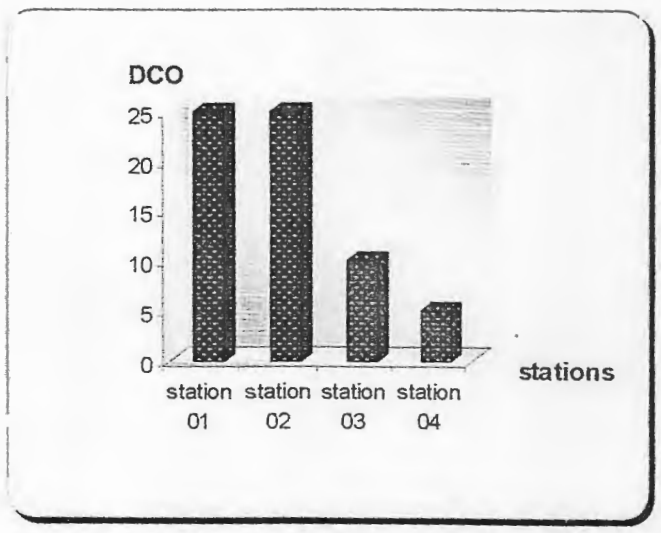


Fig.32 : les valeurs de DCO du mois de février

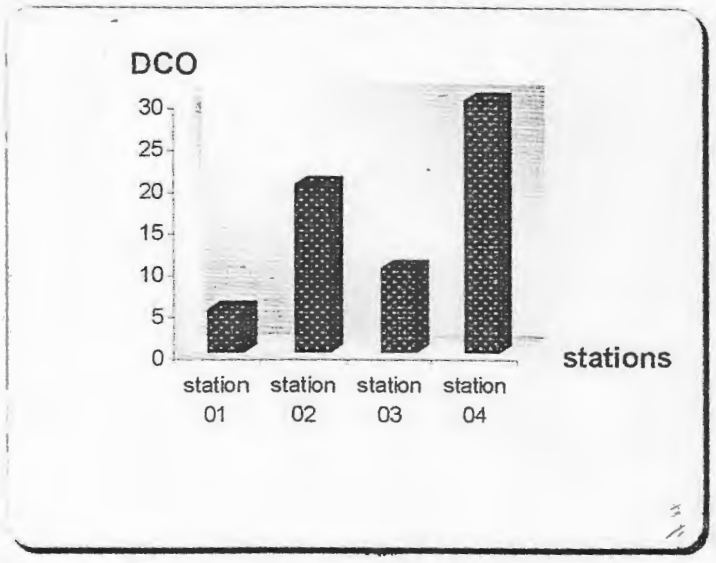


Fig.33 : les valeurs de DCO du mois de mars

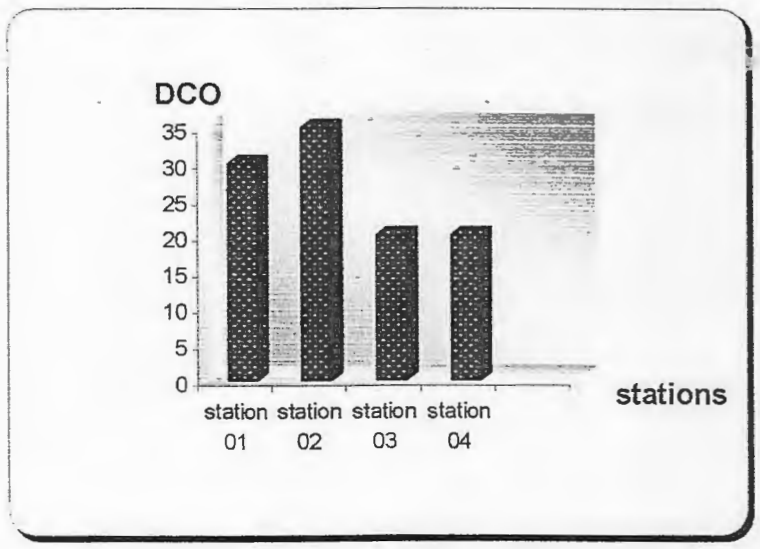


Fig.34 : les valeurs de DCO du mois d'avril

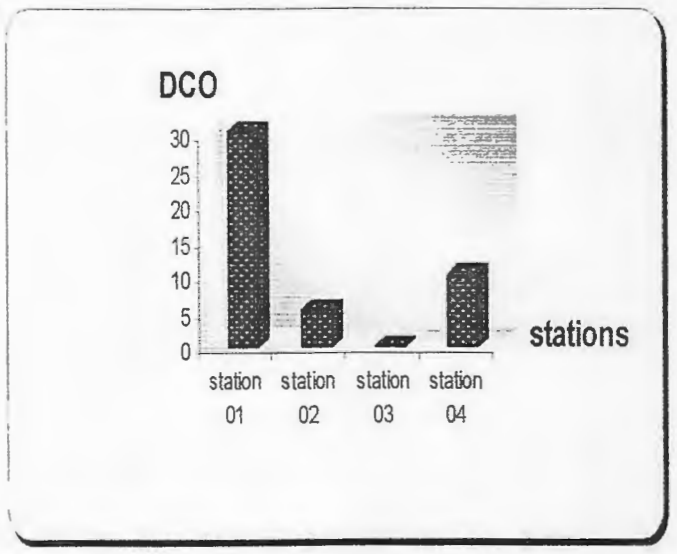


Fig.35 : les valeurs de DCO du mois de mai

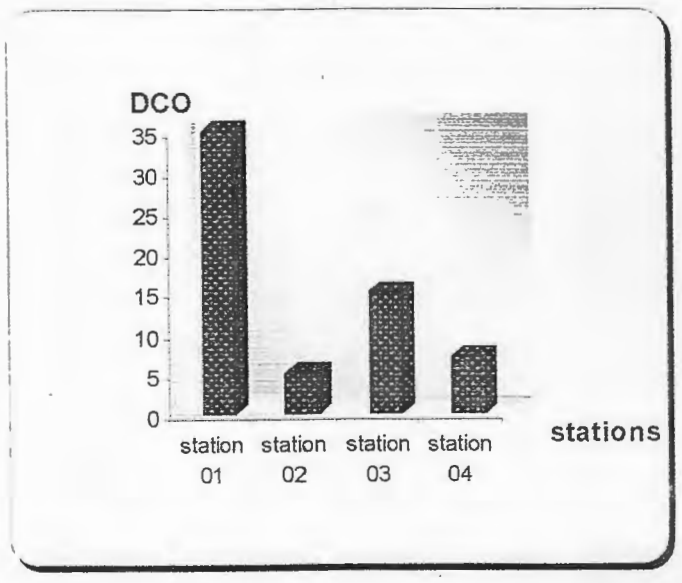


Fig.36: les valeurs de DCO du mois de juin

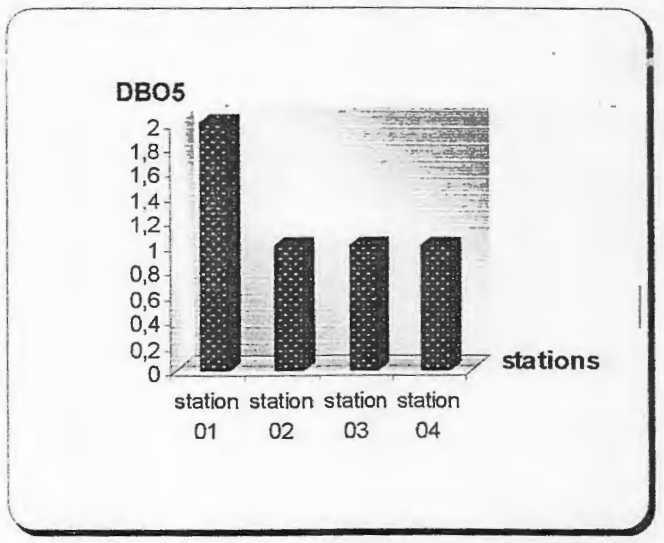


Fig.37 : les valeurs de DBO_5 du mois de Janvier

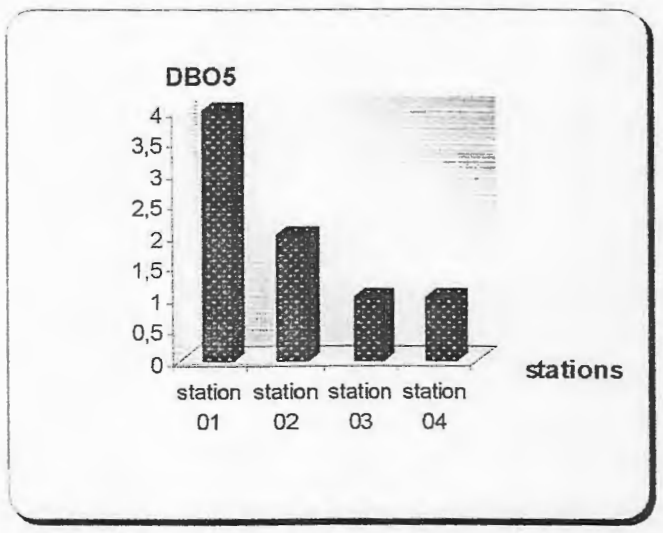


Fig.38 : les valeurs de DBO_5 du mois de février

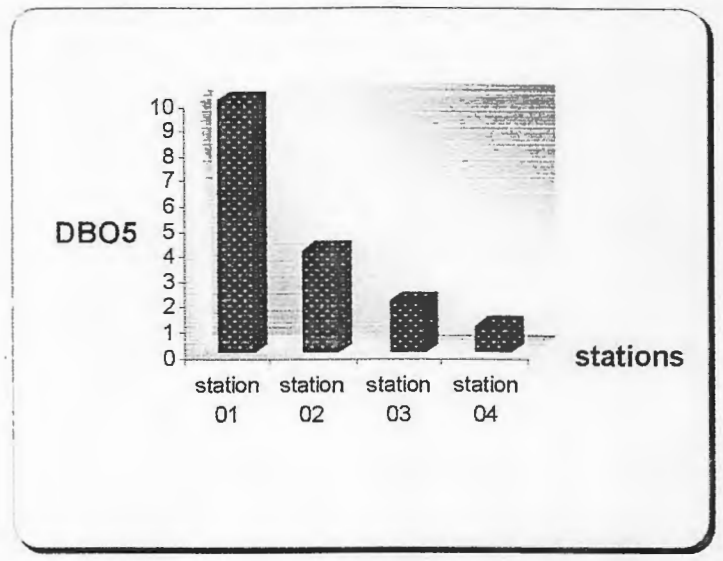


Fig.39 : les valeurs de DBO_5 du mois de mars

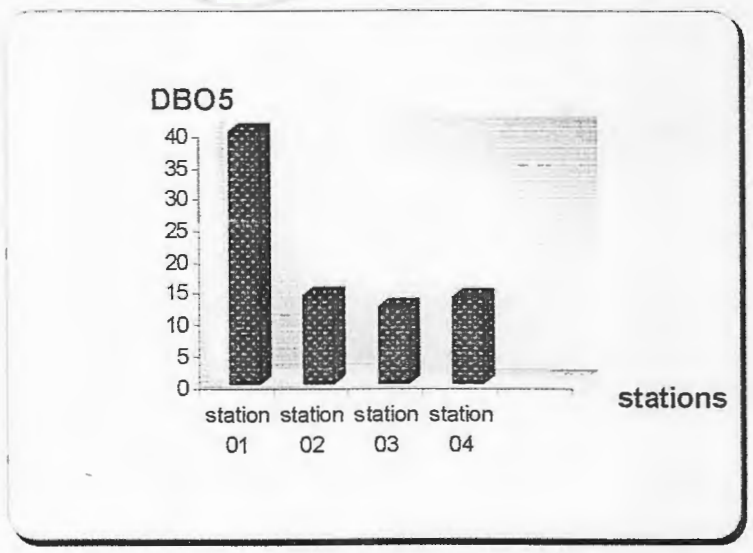


Fig.40 : les valeurs de DBO_5 du mois d'avril

Présenté par :
BENASKEUR Linda
KADDOUR Nabila

Date de Soutenance
Septembre 2005

TITRE : IMPACTE DE L'ACTIVITÉ AGRICOLE SUR LES EAUX DE L'ECOCOMPLEXE DE BENI BELAID

Nature du diplôme : Diplôme d'ingénieur d'état en écologie végétal et environnement.
Option : Pathologie des Ecosystèmes

Résume

Afin d'évaluer l'impacte de la pollution agricole sur les eaux du lac de Beni Blaid une compagne de prélèvement a été effectuée de janvier au mois de juin a une fréquence d'un mois. Quatre stations ont étés choisis. Les échantillons prélevés ont été analysés au niveau de laboratoire où nous avons évalué la teneur des nitrates et des phosphates. Les résultats obtenus montre que les eaux du lac sont de bonne qualité

Mots clé :. Pollution agricole, qualité de l'eau, lac, phosphate, nitrate, DCO, DBO_5, Oxygène dissous

الملخص

لمعرفة تأثير الزراعة على تلوث مياه بحيرة بني بلعيد قمنا بتحاليل فيزيوكيميائية لمياه البحيرة لمدة 6 أشهر من جانفي إلى جوان، خاصة تقدير النترات والفوسفات.

لقد بين التحليل الفيزيوكيميائي من خلال تقدير النترات والفوسفات أن هذه المياه تستجيب للمعايير المعمول بها وهي بذلك ذاتنوعية جيدة.

الكلمات المفتاحية: التلوث الزراعي، نوعية المياه، البحيرة، الفوسفات، النترات، DCO ؛ DBO_5 و الأكسيجين المنحل

Summary

In order to evaluate the agricultural pollution in B.B lake water, a series of sample has been taken. Duce a month from January to June.

Four station trace been chosen. The samples taken have been analyzed the laboratory, when the contents of nitrates and phosphates have been evaluated the results obtained show the water of the lake are a good quality.

Key Word: agricultural pollution, water quality, lakes, phosphates, nitrates, DCO, DBO_5. Dissolved oxygen