

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

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة تيجل

Faculté des sciences
Département : Ecologie

جامعة محمد السادس بن بيجي
كلية علوم الطبيعة والحياة
الدرجة :
726
تم الجرد :



كلية العلوم
قسم علم البيئة والمحيط

ECO.06.05

01/01

Mémoire de fin d'études pour l'Obtention du Diplôme
D'ingénieur d'état en Ecologie Végétal et environnement
Option : Pathologie des Ecosystèmes.

Thème

Evaluation spatio-temporelle de la
qualité physico-chimique
des eaux de l'oued Auljoul
alimentant le lac
de Beni-Belaid



Jury :

Mr. BOUDJLAL. F
Mr. MAYACH. B
Mr. BOULDJEDRI. M

Présidente
Examineur
Encadreur



Présenté par :

KENOUCHA SOUAD
BELAMNIGHER NADJET

Année universitaire: 2004/2005



Remerciements

Avant tout nous remercions le bon Dieu qui nous a donné le courage et la force pour continuer. Merci de nous avoir éclairer le chemin de la réussite.

*En guise de reconnaissance, nous tenant bien fort à remercier
Notre encadreur Monsieur Bouldjedri Mohamed pour la foi inébranlable qu'il a
Manifesté à l'égard de ce projet, pour ces efforts, son suivi et
Aussi pour ses encouragements.*

Merci.

Nous tenons également à exprimer notre reconnaissance aux membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger ce modeste travail.

Enfin nous tenons à remercier l'ensemble des personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de notre projet.

Merci à tous.

SOMMAIRE

- Introduction.....	1
- Synthèse bibliographique	
- Chapitre 01 : Les Eaux Naturelles	
I- Les Eaux De Surface	
I-1- Définition	2
I-1-1- les eaux courantes.....	2
I-1-2- les eaux stagnantes.....	2
I-1-2-1- eaux de rivière (partie amont).....	3
I-1-2-2- eaux de rivière (partie aval).....	3
I-1-2-3- eaux de lac.....	4
II- l'origine de cours d'eau.....	4
III- Qualité De L'eau.....	5
classe de qualité de l'eau.....	5
IV- Caractéristiques Générales Des Cours D'eau.....	7
V- Les Différents Types De Pollution Des Eaux.....	8
V-1- pollution physique.....	8
V-2- pollution chimique.....	9
V-3- pollution microbiologique.....	10
VI- Les Paramètres Physico-chimiques.....	11
VI-1- le pH de l'eau.....	11
VI-2- la température de l'eau.....	11
VI-3- la conductivité électrique.....	12
VI-4- oxygène dissous.....	12
- Chapitre 02: eutrophisation des eaux	
II-1- Définition.....	14
II-2- Contexte général de l'eutrophisation.....	14

II-3- Les mécanismes de l'eutrophisation.....	15
II-4- Activité eutrophique.....	16
II-5- Principaux effets et nuisances.....	17
II-5-1- la prolifération végétale.....	17
-les algues	
-les plantes supérieures	
II-5-2- problèmes mécaniques et hydraulique.....	18
II-5-3- Nuisances visuelles et olfactives.....	18
II-6- inconvénient de l'eutrophisation	19
-sur le tourisme	
-pour l'alimentation en eau potable	
II-7- étude de l'eutrophisation.....	19
II-8- problèmes généraux associés à l'eutrophisation.....	20
II-9- Eutrophisation et pollution trophique deux aspects d'un même problème.....	22
II-10- la lutte contre l'eutrophisation.....	23
II-10-1- réduction des apports eutrophisations.....	23
II-10-2- traitement de l'eau.....	23
II-10-3- traitement des sédiments.....	24
II-10-4- traitement écologique.....	24
II-10-5- limitation des déversements de phosphore.....	25
II-10-6- dé phosphater les pièces d'eau par oxygénation des eaux profondes	25
II-10-7- autres palliatifs possibles	25

- Partie Expérimental

Matériel Et Méthodes

1- Présentation du site	27
a)Géologie.....	27
b)Hydrologie.....	28

c) climat.....	28
2- campagnes périodes de prélèvement.....	29
3- Modes de prélèvement.....	29
4- choix et localisation des stations.....	30
5- Analyse d'échantillons.....	31
5-1- choix des paramètres.....	31
5-2- méthodes d'analyses.....	33
- température	
-pH	
-conductivité électrique	
5-2-1-Dosage de phosphate.....	34
a) principe	
b) Etablissement de la courbe d'étalonnage	
c) Mode opération	
5-2-2-dosage de nitrates.....	34
a) principe	
b) Etablissement de la courbe d'étalonnage	
c) Mode opératoire	
IV- Résultats et Discussion	
1- température.....	35
2- pH.....	36
3- conductivité électrique.....	38
4- oxygène dissous.....	40
5- phosphate.....	42
6- Nitrate.....	43
Conclusion.....	45
Références bibliographiques.....	46

Liste des abréviations

DBO : demande biochimique en oxygène .

DCO : demande chimique en oxygène.

CE : conductivité électrique.

T° : température de gélification.

IBGN : indice biologique global.

Liste des tableaux

Tableau 1 : classement des eaux de surface stagnantes et courante d'après leur qualité.

Tableau 2 : problème liés à l'eutrophisation des plans d'eau

Tableau 3 : variation des valeurs de température de l'eau

Tableau 4 : variation des valeurs du pH de l'eau

Tableau 5 : les valeurs des conductivités dans l'eau des 3 stations étudiées pendant 6 campagnes

Tableau 6 : variation des teneurs en oxygène dissous de l'eau

Tableau 7 : variations des teneurs en phosphate de l'eau

Tableau 8 : variation des teneurs en nitrates de l'eau

Liste des figures :

Fig1 : Elimination des apports de phosphates, nitrate, matière organique par le procédé PRED-BASSIN

Fig 2: traitement de l'eau par le procédé LIMNO

Fig. 3 : les températures de l'eau des trois stations durant les campagnes de prélèvement

Fig. 4 : le pH de l'eau des trois stations durant les six campagnes de prélèvement

Fig. 5 : la CE des trois stations durant les six campagnes de prélèvement

Fig. 6 : l'oxygène dissous des trois stations durant les six campagnes de prélèvement

Fig. 7 : concentration des phosphates dans l'eau des trois stations durant les six campagnes de prélèvement

Fig. 8 : concentration des nitrates dans l'eau des trois stations durant les six campagnes de prélèvement

Introduction :

INTRODUCTION :

L'eau est l'élément indispensable à toutes formes de vie dans la biosphère, cet ressource vital est de plus en plus rare , par la dégradation de sa qualité du fait qu'elle est la principale réceptrice et recitrice de nombreux polluants issus des différentes activités enthropique.

En effet, les eaux de surface sont sujette à de nombreuses contaminations, en dehors des polluants industrielles, il y'a la pollution par les éléments fertilisants issus des activités agricoles et qui peuvent générer des problèmes d'eutrophisation des écosystèmes aquatiques, ce phénomène apparaît par une prolifération de certaines espèces végétales au détriment d'autres , ce qui entraîne la disparition de certaines espèces et par conséquent une perturbation de la chaîne trophique et une diminution de la biodiversité.

Par ailleurs, la qualité d'une eau peut être contrôler par des indices biologique qui sont des bons indicateurs, mais ce nécessite un suivi et un matériel spécialisé avec une bonne connaissance en systématique des espèces aquatique et les paramètres physico-chimique, (méthode adopté pour réaliser notre travail) qui consiste à faire une évolution spatio-temporelle de la qualité physico-chimique particulièrement les nitrates et les composés phosphorés (principaux éléments d'eutrophisation) de l'eau de Oued Adjoul qui alimente le lac de Beni Belaid.

Notre travail se divise en deux volets, le premier une synthèse bibliographique, le second une étude pratique de terrain représenté par l'analyse d'échantillons prélevés mensuellement pendant six compagnes, on termine par une conclusion.

Chapitre I :

Synthèse Bibliographique

Les eaux de surface :

I. Définition : sous le terme "eaux" on rassemble celles qui coulent ou qui stagnent sur le sols, dans la nature, ou encore les eaux souterraines. Les eaux qui coulent à la surface de sol peuvent être partagées en eau artificielles (par exemple les canaux) et eaux naturelles (par exemple les fleuves; les rivières) les eaux stagnantes sont les lacs, les étangs et les retenus de barrage donc les eaux de la surface ce sont les eaux intérieurs à l'exception des eaux stagnantes on plans d'eau. (PERRAUD, 2003) *chimie de l'eau*.

Classiquement, pour les eaux de surface nous étudierons, nous distinguerons deux grandes types de milieux aquatiques:

- les eaux stagnantes (ou milieux lentiques). caractérisées par un courant de vitesse nulle ou quasi nulle ;
- les eaux courantes (ou milieux lotiques).

I.1. Les eaux courantes :

Regroupent toutes les eaux «en mouvement» sources torrents, vasseaux, rivières fleuves constituant un vaste réseau hydrographique qui mène à la mer ce sont des milieux ouverts présentant des échanges constats avec les systèmes qu'il traversent.

La violence du courant à, pour effet de désagréger et de disperses les amas de particules aussi bien que d'intensifier la pénétration de l'oxygène atmosphérique donc on plus de véhiculer la pollution, un cours d'eau en traite la fraction oxydable, transforment la matière organique en matière minérale d'où son fameux pouvoir auto -épurateur. De plus le mouvement permanent d'une eau qui court s'oppose à la prolifération végétale de pleine eau Phytoplancton et limite la croissance des végétaux adhérents (mousses) ou enracinés (herbiers) .

Grâce à la vitesse de courant et malgré la faiblesse du débit les conséquences de telles pratiques sont minimales. Ce n'est qu'à l'aval, quand les eaux ralentissent pour devenir stagnantes et que l'on doit se contenter d'eaux déjà polluées pour évacuer sa propre pollution que les problèmes surgissent (BRIGITTE et al ,2003) *cours d'eau polluées*.

I.2. Les eaux stagnantes :

Correspondent essentiellement aux lacs étangs mares et flaques .Elles conservent une certaine autonomie fonctionnelle et forment une unité .Elles se différencient par la superficie mais surtout par la permanence de l'eau, la profondeur, l'ensoleillement et le réchauffement du fond (BRIGITTE et al ,2003)

• Les eaux stagnantes aux points bas des réseaux hydrographiques non seulement les eaux stagnants reçoivent la pollution mais elles l'accumulent et la transforment subissant du même coup les effets de cette accumulation et de ces transformons . Une eau qui stagne favorise la

~~favorisée~~ sédimentation des particules en suspension et limite l'oxygénation au strict minimum permis par la diffusion qui entraîne valablement la désoxygénation des eaux profondes. Accumulés dans les fonds, les sédiments constituent les témoins du passé témoins qui peuvent s'exprimer sous l'influence de facteurs physico-chimiques et biotiques.

De plus en raison de leur immobilité les eaux stagnantes laissent tout loisir de se développer à la fois au phytoplancton aux mousses ainsi qu'aux herbiers qui profitent de la présence des sédiments pour implanter leurs racines.

On peut répartir les eaux de surface en trois catégories : eaux de rivière (partie amont), eaux de rivière (partie aval) et Eaux de lac.

La dureté de toutes les eaux de surface est modérée.

I.2.1. Eaux de rivière (partie amont) :

L'amont d'une rivière est en général situé dans une région montagneuse où la densité de population est faible et les industries pratiquement inexistantes. Les principales caractéristiques de ces eaux sont présentées ci-dessous.

- a) Turbidité élevée. Le régime des rivières étant torrentiel les eaux transportent de grandes quantités de matière en suspension.
- b) Contamination bactérienne faible. La pollution causée par l'homme ou l'industrialisation y est pratiquement inexistante.
- c) Température froide. Ces eaux proviennent soit de source soit de la fonte de couleur de neiges et des glaciers.
- d) Indice de couleur faible. Ces eaux n'ont pas eu le temps de dissoudre des matières végétales principales sources de couleur.

I.2.2. Eaux de rivière (partie aval)

L'aval d'une rivière est en général dans une région où la pollution est dense. L'agriculture développée et les industries plus ou moins nombreuses. Les eaux y sont donc habituellement de moins bonne qualité et plus difficiles à traiter qu'en amont. Les principales caractéristiques de ces eaux sont présentées ci-dessous.

- a) Contamination bactérienne élevée. Cette contamination est surtout imputable au déversement des égouts domestiques et agricoles.
- b) Contamination organique et inorganique élevée. Les eaux usées domestiques, agricole et industrielles contiennent de grandes quantités de matières organiques et inorganiques.
- c) Indice de couleur pouvant être élevé. Dans beaucoup de cas les eaux ont eu le temps de dissoudre des matières végétales qui les colorent. Signalons que le de

provenant essentiellement des précipitations (sous forme de pluie, neige ...) ou de la fonte des glaciers.

Ils constituent des écosystèmes d'eau courante (écoulement perpétuel) parties d'un hydrosystème, milieux hétérogènes abritant une grande diversité de communautés d'êtres vivants. Le bassin versant influence l'équilibre de ces communautés, le cours d'eau et son environnement terrestre (géologie, occupation des sols, activités humaines) formant un tout indissociable sur le plan fonctionnel (relations dynamique contre les divers composants de l'écosystème).

En effet, le bassin versant hydrographique peut être défini comme un espace qui reçoit l'eau des précipitations et alimente les cours d'eau par restitution du ruissellement provenant des versants. Ainsi, toutes les caractéristiques du bassin versant, à savoir la géologie, la végétation, l'occupation des sols, vont déterminer le fonctionnement des cours d'eau récepteurs.

III. Qualité de l'eau :

L'appréciation de la qualité des eaux superficielles est faite sur la base des paramètres spécifiques à une pollution organiques, azoté, phosphoré et bactérienne.

En principe il y a de nombreuses informations qui sont importantes pour juger de la qualité d'une eau. De telles données sur la qualité de l'eau peuvent être des données physique et chimique, entre autre la couleur de l'eau ou sa température. Comme indicateur important pour caractériser l'état de la qualité d'une eau, on utilise la teneur en oxygène.

En France, on divise les eaux courantes et les eaux stagnantes en fonction de leur teneur en oxygène en cinq classes de qualité de l'eau (BRIEFLRT,2001).

III.1. Classes de qualité de l'eau :

La transcription de la qualité des cours de d'eau été alors faite à partir d'une grille de qualité proposent pour une trentaine de paramètres une répartition en cinq classes effectuées d'un code de couleur. Cette échelle globale à été très utilisée, autant dans les constats que dans les objectifs à atteindre. la définition de ces classes est la suivante:

1A: qualité excellente, absence de pollution couleur bleue.

1B: qualité bonne. Pollution modérée. Couleur verte.

2: qualité moyenne ; pollution nette, couleur jaune.

3: qualité médiocre, pollution importante, couleur orange.

4: Hors classe qualité mauvaise, pollution excessive, couleur rouge. (BRIGITTE et al ,2003)

1A -qualité d'eau normale,

1B - eau possédant des propriétés requises pour la vie et la reproduction des poissons ainsi que pour la production d'eau destinée à l'alimentation humaine après traitement simple ou normal;

2-eau possédant des propriétés requises pour la vie piscicole mais la reproduction du poisson est aléatoire, et permettant la production d'eau destinée à l'alimentation humaine après traitement passé -affinage et stérilisation-;

3: eau dans laquelle la vie piscicole est aléatoire et impropre à la production d'eau destinée à l'alimentation humaine.

4: Dégradation du milieu, possibilité de mort biotique ou azoïque on considère qu'une eau est polluée lorsque la concentration en oxygène dissous est située au dessous d'une certaine valeur limite car la consommation d'oxygène dans l'eau est principalement due à des substances polluantes qui sont dégradables microbiologiquement. Quelques substances inorganiques appartiennent à cette catégorie, mais la plus part des composés qui utilisent de l'oxygène sont de nature organique. Ces substances proviennent des eaux communales ou industrielles (les eaux provenant des papeteries des tanneries des entreprises fabriquant des aliments et des abattoirs sont particulièrement polluantes)

On dispose de plusieurs possibilités pour caractériser une eau avec des indicateurs (BLIEFER, 2001)

En ce qui concerne les normes elles même ce sont des règlements (en général des décrets ministériels) qui fixent pour chaque usage de l'eau les valeurs limites admissibles eau potable eaux minérales embouteillées eau de baignade eau de chaudière, eaux d'irrigation, etc. (BRIGITTE et al, 2003)

Dans le tableau ci-dessous à côté de la teneur en oxygène. Sont données entre autres la valeur de la DBO et l'indice biologique global (IBGN)

Tableau 1 classement des eaux de surface stagnantes et courantes d'après leur qualité.

(BRITTE et al,2003)

Classe de qualité paramètres	1A excellente	1B Bonne	2 moyenne	3 médiocre	4 Très mauvaise
• Oxygène dissous (mg IL)	> 7	7-5	5-3	3-1	<1
• DBO ₅ (mg IL)	<3	3-5	5-10	10-25	>25
• DCO (mg IL)	<30	30-35	35-40	40-80	>80
• Ammonium (mg IL)	≤0.1	0.1-0.5	0.5-2	2-8	>8
• Phosphore total (mg IL)	≤0.1	0.1-0.3	0.3-0.5	0.5-3	>3
• IBGN	≥ 17	16-13	12-9	8-5	≤4
• Coliformes fécaux (100ml)	≤20	20-2000	2000-20000	>20000	-
• Taux de saturation en O ₂ (en%)	≥ 90	70-90	50-70	<50	-

La qualité des ressources en eau superficielle est fortement tributaire de l'hydraulicité et de la géographie par rapport aux sources de pollution.

Les eaux des retenues de barrages présentent généralement une bonne qualité malgré le développement de phénomène d'eutrophisation durant la période estivale pour certaines retenues.

IV. Caractéristiques générales des cours d'eau :

Les cours d'eau proviennent du ruissellement des eaux libre (précipitation) et des eaux de sources et de nappes (transite souterrain) ces dernières assurant leur Préentrée.

Ils évoluent naturellement depuis la source jusqu'à l'embouchure :

- Evolution du profil par érosion régressive vers un profil d'équilibre; on distingue l'amont vers l'aval.
- La région supérieure ou sont transporté des matériaux grossiers (eaux vives) pente >5% largeur <25 m
- La région moyenne ou les transports particulaire dominant

- Evolution physico – chimique de minéralisation des matières organiques de la température qui augmentent généralement de l'amont vers l'aval et de l'oxygène qui diminue.
- Evolution biologique notamment marquée chez les poissons joues à truites, ombres barbeaux brèmes.
- Différents auteurs ont cherché à établir une classification des cours d'eau qui rende compte de ces évolutions.
- Huet (1946) a établi une correspondance entre la zonation piscicole la largeur et pente des cours d'eau.
- Illies (1961) a défini à partir de la faune invertébrée différentes zones écologiques en relation avec la physico chimie de l'eau. (GAUJOUS.1995)

V. Les différents types de pollution :

La pollution de l'eau de diverses natures et de diverses origines se manifeste généralement sous quatre formes principales : elle peut être d'origine organique microbiologique toxique (minéral et organique) ou enfin être uniquement d'origine minérale par le rejet par exemple des produits fertilisants.

À chacun de ces formes de pollution correspond nécessairement une modification du milieu récepteur qui se traduit indirectement et à plus ou moins long terme par des conséquences néfastes sur l'individu la sauvegarde de la nature écologique et de l'espèce humaine passent inévitablement par un traitement de ces rejets

Nous nous proposons d'aborder successivement les différentes formes de pollution en précisant dans la mesure du possible (GAID, 1984)

V.1. Pollution physique : ou pollution mécanique :

Résulte de la présence dans l'eau de particules ou de déchets capable de colmater le lit d'un cours d'eau (cas des eaux provenant par exemple des mines d'usines de défibrage de bois de tannerie) (VAILLANT ,1974)

Les trois principaux agents physiques de la pollution sont : chaleur le transport de matières solides en suspension et la radioactivité la chaleur par élévation de la température de l'eau surtout de surface provoque des effets écologiques sur la vie aquatique (développement des microorganismes comme les algues) Elle diminue la solubilité de l'oxygène déficit renforcé par l'accroissement de l'activité biologique qui en consomme .les matières solides en suspension sont introduites par les précipitations

Et les eaux de surface .certaines particules très petites de l'ordre du micron , peuvent ainsi transiter (particules d'alestes par exemple)

La radioactive est potentiellement le plus dangereux des polluants physique c'est pourquoi tous les rejets sont sévèrement règlementés et contrôlés (CASTANY , 1982)

La pollution mécanique parmi les quelles on peut trouver :

- les modifications du bassin de réception des précipitations.
 - Les modifications du cours d'eau par déviation, canalisation enfouissent, rectification du lit.
 - L'augmentation de ressources naturelles par les lacs, barrages les successions de plans d'eau stagnant aménagés sur une rivière rapide

Les transformations du paysage rural lors des remembrements des changements de couverture du sol et de pratique culturelle.

- L'industrialisation de l'agriculture qui contribue a la dégradation de la qualité et de la quantité d'eau.
- La décentralisation de l'industrie qui pollue de petites revivre et ruisseaux a faible capacité d'autoépuration.
- La demande croissante d'énergie d'abord hydroélectrique puis thermique et maintenant essentiellement électronucléaire
- Les constructions immobilières et de voies de communication utilisant plus en plus de gravières et sablières mettant à nu les nappes phréatiques
- L'évolution de usage de l'eau dans des buts récréatifs, agricoles, industriels
- Le développement de la mécanisation qui grâce aux pompes légères peut tarir de petits cours d'eau
 - Le non entretien des canaux des berges, délaissés au profit des grandes voies navigables dont les remous dégradent les berges (c'est le batillage) (PAUL, 1998).

2 V.2. pollution chimique :

Pollution minérales par des substances non naturelles et crée généralement par les déversement des établissements industriels elle est plus ou moins nocive selon la nature des substances dissoutes dans l'eau (exemple : pollution par phénols) et selon les concentration de ces substances (VAILANT , 1974) nombre de composé organiques crée par l'industrie chimique n'existaient par l'état naturelle et leur action toxique n'était pas prévisible à priori (~~EPICENE~~ 2000) *EUGENE. Ecologie de l'eau courante*

Les effet de la pollution chimique et de la pollution organique sont d'ordre toxique sons que l'on sache toujours e que se passe exactement au niveau cellulaire (cytotoxicite)

On constate seulement la mort de différents organismes comme conséquence de l'introduction accidentelle dans les eaux de différents polluants chimique la dose l'ethale (mortelle).

Varie en fonction de la nature du polluant chimique et de celle de l'organisme cible. Ces polluants sont très variés déchets industriels minéraux et organique hydrocarbures, détergents engrais agricoles et pesticides biodégradât du pesticide est rapide 50% de organophosphorés comme exemple de polluants chimiques il faut citer les chromates et cyanures rejettes par la diverses usines qui tuent les algues et la faune a des doses aussi faible qui une partie par million (1 ppm) c a d un milligramme par litre d'eau de rivière certains herbicides employés dans les jardins et les cultures sarclées sont toxique pour les phytoplancton des eaux douces .

Le rejet d'un effluent chargé en matières organique provoque la population de microorganismes saprophytes l'un des résultats de la prolifération bactérienne et la mise en solution des nitrates et phosphates produites par la décomposition des matière organique de l'effluent polluants. Ces sels jouant le rôle d'un engrais certaines algues se mettent alors à se multiplier dans ce milieu riche en éléments nutritifs des qu'un peu d'oxygène dissous y est de nouveau disponible ce phénomène s'appelle l'eutrophisation on trouve la par exp. Oscillation a rubescent algue "bleue " donnant a l'eau une teinte rouge sang des algues vertes des diatomées cette flore s'observe dans la zone ou l'eau est tellement polluée qu'aucun poisson ne peut y vivre (~~SAMEL~~, 1976) *SAMEL*

• V.3. Pollution microbiologie :

Est dangereuse surtout s'il y dans l'eau des microbes pathogènes plutôt que l'employer l'expression de pollution microbienne il en est même par la pollution ou contamination radioactive (VAILLANT, 1974).

Les eaux d'égout contiennent une multitude d'organismes vivants apportés par les excréments d'origine humaine ou animale la nature de la population bactérienne ne pas exemple est très variée et il n'est pas possible d'en faire ici un inventaire complet. Notons toute fois la présence importante de staphylocoque, streptocoques Eshèrichiacoli....

Le rôle de ces bactéries comme témoins de pollution est connu depuis longtemps et différents rapports ont été établis entre la contamination des eaux, la présence de bactéries, et les maladies déclarées chez les individus dans le voisinage immédiate de la zone de rejet.

Un auteur à évaluer que tout être humain élimine chaque jour plusieurs milliards de germes par gramme de matières fécales dont 100 à 500 millions de coeiformes. Ainsi chez les malades atteints d'affection entéritique les bactéries pathogènes atteignent des taux élevés dans les selles (GAID, 1984). *page 5.*

Une riche microflores de bactéries et de champignons microscopiques vit dans les eaux polluées par les matières organique. On y observe une grande diversité d'espèces bactériennes.

certaines dégradent les protéines les graisses, l'amidon, d'autres les produits de décomposition de ces substances cette microflore assure la dégradation de tout polluant organique et participe à l'autoépuration progressive de l'eau de la rivière, mais pour que cette dernière se réalise, il faut que les rejet d'effluent pollué ne soient pas trop rapprochés sur le cours d'eau, en effet la masse disponible d'eau de dilution est très importants à considérer.

Certaines bactéries vivent dans des eaux ou des boues sans O_2 et y produisent du méthane CH_4 on gaz des marais ce sont des bactéries anaérobies. D'autres bactéries anaérobies métabolisent les composés azotes et produisent d'ammoniac à partir des acides aminés. D'autres bactéries du soufre réduisent l'ammoniac à partir des acides amines sulfates en sulfures et produisent du sulfure d'hydrogène. Cet H_2S réagit avec le fer particulaire et donne du sulfure de fer qui donne aux boues et linons de certaines rivières très polluées leur couleur noire caractéristique (SAMUE, 1976).

VI. les paramètres physico-chimiques :

1. Le PH de l'eau :

Le PH est une mesure du degré de caractère acide prédominance des ions H^+ sur les ions OH^- ou basique (prédominance inverse) d'une solution aqueuse .

L'eau renferme des ions H^+ et OH^- libres (qui ne sont pas combinés pour donner des molécules de liquide) le taux de concentration en ions H^+ est le potentiel hydrogène (en abrégé PH) du milieu. On l'exprime par le cologarithme de la concentration en ions H^+ , il est de 7 dans de l'eau pure à $25\text{ }^\circ\text{C}$, valeur qui définit la neutralisation. Au-dessous le milieu est acide, au dessus il est basique, si l'on introduit des substances dans l'eau pure, leurs ions se combinent avec les ions H^+ et OH^- et en modifient l'équilibre chimique. Dans la nature le PH de l'eau est compris entre 5 et 9 mais l'on en trouve de très acides (eaux de tourbières avec PH de 1,8) ou de très basique PH de 11 le PH s'évalue en laboratoire avec un PH mètre (LOUP, 1974).

Il est mesuré sur place par électrode (ou par indicateur coloré-exemple PH) en plongeant l'électrode dans l'eau à environ 6 à 8 cm de surface. (GAJONS, 1995).

2. Température :

La température conditionne la solubilité des sels, et surtout celle des gaz. Elle influe la conductivité électrique et la détermination de PH (Rodier, 1984) il est utile de connaître la température d'une eau mais les variations de celle-ci selon les saisons ou les intempéries (BOUCHTEB et al, 1972).

D'après plusieurs auteurs remond et Vuivhard, 1973, Hynes 1970, Leynard et Verrel, 1980, Taffery, 1980. la pollution thermique est causée par les eaux chaudes utilisées dans les effluent. Selon les même auteurs une augmentât de la température accélère la décomposition des matières organique présentent dans l'eau, entraînant ainsi un déficit en O_2 . de plus elle augmente le métabolisme des organisme aquatiques, causant une baisse de la résistance des macro invertébrés ou la mort de ces dernières l'élévation de la T° de l'eau à des répercutions écologiques très importante le réchauffement de l'eau peut causer un autre type dégâts

Elle est mesurée par thermosonde (ou par thermomètre).

La température est un facteur écologique important du milieu :

Les êtres vivants ont un référendum thermique exemple truite 15 C° , gardon 23 C° .

La température influe sur la densité de l'eau et joues donc un rôle primordial dans les phénomènes de stratification des lacs et de mers (thermocline), certains rejets présentent rejets présentent des écarts de T° importants avec le milieu récepteur : ce sont pas exemple le eaux de refroidissement des centrales nucléaires.

Une élévation de T° peut perturber fortement le milieu (pollution thermique) mais peut aussi être un facteur d'accroissement de la productivité biologique qui peut être mis en valeur par l'aquaculture (GAUJONS, 1995). *pollution de 1/2 aquaculture page. 40, 57*

3. conductivité électrique :

Rodier définit la conductivité électrique d'une eau comme étant la conductance d'une colonne d'eau comprise entre 2 électrodes métallique de 1 cm^2 , cette conductance s'exprime en $\mu\text{s/cm}$.

C'est la capacité d'une eau à conduire l'électricité. La conductivité des eaux dépend de leur concentration ionique et de leur température. Elle donne une bonne indicateur des changements de la composition des eaux et spécialement de leur concentration en minéraux. La conductivité augmente avec la teneur en solides dissous (Internet).

Elle est mesurée à l'aide d'un dispositif de régulation ou de compensation de) Elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre de terrain (modèle 5 WIN LF 90) équipé d'un dispositif de régulation ou de compensation de température qui permet une lecture directe à la température de référence de 20 C° (RODIER, 1984).

4. oxygène dissous :

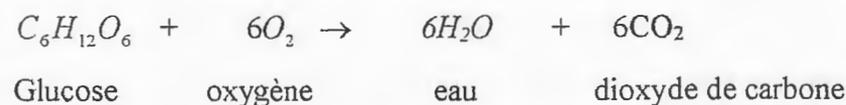
En respirant, l'être humain utilise chaque jour environ 900 g d' O_2 de l'air, l'oxygène est également nécessaire pour la vie de la plupart des autres organismes, pour qu'ils puissent maintenir les réactions chimique qui fournissent de l'énergie.

De tel organismes dits aérobies on appelle aussi aérobies les processus métaboliques qui ont lieu en présence d'oxygène

La quantité des dissous dans l'eau à un effet important sur les végétaux et les animaux qu'elle contient lors des phénomènes d'eutrophisation les désoxygénation liées à la dégradation des matières organiques ont donc des conséquences considérables pour l'environnement.

La pollution organique est de loin la forme de pollution la plus courante.

Les eaux résiduaires déversées dans les cours d'eau, les estuaires et la mer sont particulièrement riches en matières organiques sujettes à l'action des bactéries. Par ailleurs ces eaux résiduaires apportent à l'environnement aquatique des sels nutritifs générant à plus ou moins long terme des matières organique algales (pollution organique secondaire) également sujettes à la minéralisation biologique. Les bactéries assurent l'oxydation des molécules organiques en composés inorganique stables. Elles utilisent l'oxygène dissous dans l'eau pour réaliser la transformation suivante :



Du fait de l'activité bactérienne, la concentration en oxygène de l'eau est réduite mais cela est compensé par l'apport d'O₂ atmosphérique. Ce pendant la diffusion de l'O₂ à travers la couche de surface est lente : un temps de latence est nécessaire pour réapprovisionner l'O₂ consommé par l'activité bactérienne. Lorsque la concentration en oxygène toute au dessous de concentration de l'ordre de 1,5 mg/l, le taux d'oxydation bactérienne aérobie est réduite. Les bactéries anaérobies peuvent alors oxyder les molécules organique sans l'usage d'O₂, mais les produits terminaux comprennent des composés tels que H₂S (hydrogène sulfure) NH₃ (ammoniac) et CH₄ (méthane) les quels sont toxiques pour nombreux organismes, en outre ce processus est beaucoup plus lent que la dégradation aérobie, une accumulation de matière résiduaire se présente alors dans bien des cas.

Quelques effluents inorganiques s'oxydent dans l'eau sans intervention bactérienne et ces derniers aussi réduisent la teneur en oxygène de l'eau.

Chapitre II :

EUTROPHISATION

II.1. définition de l'eutrophisation :

L'eutrophisation rappelle ce qu'elle est définie, au sens habituel comme l'enrichissement des eaux en nutriments essentiellement le phosphore et l'azote qui vont favoriser la croissance des végétaux (à la fois algues et macrophytes) pour finalement induire des efflorescences microalgales (eaux colorées), des algues flottantes à la surface des eaux et des macrophytes notamment des algues sur les virages ou sur les fonds. L'eutrophisation est le processus d'enrichissement d'une masse d'eau en sels minéraux et en matière organique, produits et déversés par les activités humaines telles que la fertilisation des terres cultivées, l'urbanisation. Le rejet d'effluents industriels...etc.

Lors de sa dégradation ce matériel végétal provoque une déplétion des réserves en oxygène des plans d'eau qui en retour induit des problèmes secondaires tels que la mortalité de poissons, la libération de gaz corrosifs et autres substances indésirables tels que CO_2 , CH_4 , H_2S , des substances organoélectriques (responsables de goûts et d'odeurs), des toxines, etc.

Dans les eaux peu profondes, la croissance des macrophytes peut être prédominante sur le phytoplancton. Dans les régions d'eaux chaudes (tropicales et subtropicales), les manifestations peuvent être plus sévères (JEAN et al, 1996).

II.2. Contexte général de l'eutrophisation :

Comme dans la plupart des écosystèmes épiques, les végétaux sont à la base des chaînes alimentaires des milieux aquatiques. Organismes autotrophes, ils utilisent les éléments minéraux et l'énergie solaire pour produire leur biomasse, constitués de matières organiques, qui ensuite peuvent être utilisées par les animaux pour leur propre développement (organismes hétérotrophes).

En simplifiant beaucoup, on peut donc définir un niveau trophique selon la capacité nutritionnelle du milieu et la quantité de biomasse végétale produite. Ces niveaux sont habituellement regroupés en classes définies pour les lacs, qui vont de l'ultra-oligotrophie (très peu nourri) à l'eutrophie (bien nourri), voire à l'hypertrophie (trop bien nourri). Un milieu oligotrophe tel un petit lac de montagne est pauvre et peu productif, tandis qu'un milieu eutrophe, comme un étang de pisciculture en plaine, est riche, complexe et très productif.

Cependant, tous les excès menant à un dysfonctionnement, un système trop ou trop mal alimenté ne peut plus assurer un fonctionnement équilibré.

En climat tempéré, pour les eaux douces, et dans la quasi-totalité des cas, on sait que c'est le phosphore qui est le facteur nutritionnel limitant de la prolifération végétale, dont la prolifération végétale dans l'eau nécessite des quantités suffisantes de :

- Lumière
- Dioxyde de carbone

○ NPK (Azote, Phosphore et Potassium)

Comme le phosphore lui-même n'a pas d'effet toxique direct, il n'avait jamais été considéré comme "polluant", jusqu'à ce que les scientifiques précisent la notion de pollution nutritionnelle dans les années soixante-dix, pollution qui est maintenant considérée comme une composante importante.

De la dégradation générale des eaux superficielles. On conçoit donc que les rejets de phosphore (jusqu'à 5g par jour et par habitant dans le rejet d'eaux usées domestiques soit plus de 18 tonnes par an pour une ville de 100000 habitants) puissent être à l'origine d'importants problèmes différés dans le temps ou l'espace. (BRIGITTE et al, 2003)

II.3. Les mécanismes de l'eutrophisation

L'expression effective de phénomène d'eutrophisation ne se fait pas obligatoirement puisqu'elle résulte de la conjonction de multiples facteurs autres que nutritionnelles tel que la lumière disponible, la température, la vitesse de l'eau ou la nature du substrat. On doit distinguer :

- Le niveau de risques potentiels de nuisance traduit par les quantités de fertilisants disponibles dans le milieu.

L'expression effective de ces effets physico-chimiques sur la quantité 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'autre est épurée et tend à dégrader les formes phosphorées complexes vers les molécules plus simples, qui sont les plus assimilables par les végétaux, donc les plus fertilisantes. Ces phosphates sont ensuite stockés dans les sédiments ou transportés jusqu'à ce que l'évolution des conditions de milieu permette 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 disponible. On observe cependant que des proliférations peuvent apparaître rapidement en aval d'un rejet de phosphore, et disparaître aussi rapidement si les apports cessent. En ce sens, les actions de réduction des teneurs en phosphore peuvent en principe avoir des effets immédiatement observables (BRIGITTE et al, 2003)

Les mécanismes de l'eutrophisation sont les mêmes qu'il s'agisse d'une évolution naturelle de lac ou d'un phénomène artificiel (pollution) par contre l'échelle de temps n'est pas la même : on passe ainsi de l'échelle géologique à l'échelle humaine.

Le phénomène est le suivant:

Apport de substances nutritives, notamment en phosphates.

- ✓ Augmentation de la production primaire (phytoplancton)
- ✓ Augmentation de la turbidité.
- ✓ Localisation des cloques dans la partie supérieure ; fortes poussées planctoniques en printemps (fleurs d'eau) et mortalités brusque (crises dystrophiques) notamment en été en liaison avec l'augmentation de T°
- ✓ Descente des matières organiques dans les couches profondes d'où baisse du taux d'oxygène.
- ✓ Sédimentation importante (vases putrides) d'autant plus que le lac sera peu profond (réserve d'oxygène insuffisant pour minéraliser la matière organique).
- ✓ En absence d'oxygène au fond diffusion de produits toxique (H_2S , NH_3 , NH_3 CH_4) et de sels minéraux (Fe^{2+} , Mn^{2+} , PO_4^{3-}) d'où augmentation de la densité.
- ✓ Mauvais mélange des eaux (lac méningitique): le fond n'est plus oxygène lors du brassage de l'automne ou printemps (GAUJOURS, 1995)

II.4. Activités anthropiques :

Qu'elles soient agricoles (élevage intensif lisier épandage d'engrais irrigation) industrielles ou domestiques (généralisation du tout à l'égout lessives riches en phosphates...) les activités humaines ont profondément modifié l'importance la périodicité et la composition quantitative des apports en net peuplées écosystèmes lacustres.

Lorsque sous l'effet des rejets liés à l'activité humaine le rapport pondéral N/P décline mais demeure voisin de l'optimum les importants flux estivaux d'apports Net P entraînent une croissance exubérante du phytoplancton

Certaines espèces opportunistes appartenant le plus souvent aux diatomées aux dinophycées (péridinies) ou aux chlorophycées prolifèrent de façon pléthorique. Les eaux superficielles sont alors fortement colorées phénomène connu sous le nom de fleur d'eau (le bloom des anglo-saxons).

Dans de nombreux cas l'activité anthropique conduit à un abaissement très important du rapport pondéral N/P celui-ci pouvant descendre jusqu'à 3, 4 à la sortie des égouts urbains, on pourrait alors supposer que c'est l'azote qui constitue le facteur limitant de la population algale puisque le phosphore est excédentaire. Il existe en fait dans les lacs destinés à la vie les cyanobactéries classées dans les algues bleues de l'ordre des nostocales et appelées autrefois cyanophycées qui sont aptes à assimiler directement l'azote moléculaire N_2 en profusion à l'interface air ↔ eau. Comme elles flottent grâce à leurs hétérocystes et qu'elles possèdent des nitrogénases elles peuvent piéger l'azote atmosphérique.

Elles optimisent alors le rapport N/P à 7,25 même si l'azote est déficitaire dans l'eau par rapport au phosphore.

Les réseaux trophiques vont s'en trouver très raccourci.

Le développement anarchique du phytoplancton s'accompagne d'une situation catastrophique pour le fonctionnement de l'écosystème.

Le zooplancton n'est plus en mesure d'assurer sa fonction naturelle de régulation de la biomasse des productions primaires. Seuls quelques poissons de vase comme les tanches s'en tirent à peu près.

Ce phénomène, initialement connu dans les écosystèmes lacustres, frappe aujourd'hui les rivières et les fleuves. La Loire en est un excellent exemple. Les concentrations en chlorophylle, qui traduisent le développement phytoplanctonique atteignent près de 160 mg/m³ avant le confluent des cher. Une dilution intervient après l'arrivée des eaux de la vienne qui demeurent relativement propres. (PAUL , 1998).

II.5. principaux effets et nuisances :

A titre d'illustration. Nous citons quelques exemples de phénomène et de nuisances relatifs à l'expression de l'eutrophisation accélérées et de nuisances relatifs à l'expression de l'eutrophisation accélérée des cours d'eau.

II.5.1. La prolifération végétale :

C'est le mécanisme de base de l'eutrophisation. Il peut revêtir de plusieurs formes, en fonction du type de cours d'eau et des facteurs des milieu, dont la gamme de concentration en phosphore.

Les algues :

Dans les cours d'eau lents de plaine, ce sont surtout les population de phytoplancton qui se développent selon un cycle saisonnier lie à leur dynamique spécifique. Les teneurs en pigments chlorophyllien par les quels on mesure généralement la quantité globale d'algue en suspension, peuvent atteindre 150à200 mg de chlorophylle a par m³

D'eau, alors qu'elles sont de 5 à 15 mg / m³ dans les cours d'eau non touchés. L'eau apparaît alors d'un vert soutenu et opaque ; on parle alors comme pour les lacs de "fleurs d'eau " ou de " bloom algal".

Dans les rivière plus rapide à faible profondeur ce sont plutôt les algues filamenteuses qui prolifèrent .il s'agit de végétaux unicellulaires vivant en colonies linéaire, formant macroscopiquement de longues touffes de filament verts ondulant dans le courant et couvrant souvent la totalité du fond . Ces végétaux inférieurs ont la particularité d'avoir une productivité énorme leur développement en couverture et en biomasse étant très rapide le pouvoir de colonisation est donc particulièrement fort et on assiste souvent à des «explosions» végétales qui éliminent et d'ensoleillement sont favorables on trouve souvent des peuplements importants d'algues filamenteuses (genres cladophora ,rhyzoclonium , oedogonium

,vaucheraï) en vocal proche des rejets ou les teneurs en phosphore sont maximales .elles supportent souvent très bien la pollution organique voire toxique.

Les plantes supérieures :

La présence de plantes supérieures (les macrophytes) est un signe de bonne santé de la rivière. Ces végétaux ont en particulier un rôle majeur dans la capacité biogène du milieu .il arrive toutefois que certaines espèces à forte dynamique prolifèrent en éliminant les autres espèces et en produisant une biomasse excessive pour l'équilibre trophique du milieu .il s'agit alors de signe d'eutrophisation accélérée avec l'apparition de nuisances effectives pour le usage de l'eau (pompage pêche) et une baisse de la richesse écologique générale. les espèces de macrophytes proliférantes les plus couramment rencontrées sont des potamogetons (potamogeton pectinatus) des callitriches (callitriche stagnalis, bamarulata) ainsi que des lentilles d'eau qui peuvent recouvrir entièrement la surface des eaux calmes.

Il faut cependant discerner la colonisation par les espèces à fort pouvoir de recouvrement, comme on rencontre dans certaines sources (ache, cresson), et l'envahissement par une espèce au détriment des autres, signe d'une dégradation d'équilibre biologique générale. En ce qui concerne les macrophytes, hormis les cas évidents la notion d'eutrophisation est donc plus délicate à cerner et le diagnostic souvent plus aléatoire.

II.5.2. problèmes mécaniques et hydrauliques :

Des problèmes hydrauliques peuvent apparaître, l'écoulement des eaux étant perturbé par les quantités de végétaux accumulés sur les seuils, ou provoquant l'équivalent d'une surélévation du lit. De nombreuses stations de mesure des débits sont ainsi sérieusement perturbées en période estivale. Des débordements ont aussi été observés.

La dérive importante d'algues filamenteuses dans les tronçons soumis à ces proliférations rend parfois inutilisables les prises d'eau en rivière (refroidissement d'installation, force motrice, irrigation) : les crépines et grilles de protection sont alors entièrement colmatées par des paquets d'algues compactes.

II.5.3. Nuisance visuelles et olfactives :

Certaines formes de végétaux, en particulier les algues, forment sur le fond et tous les obstacles des accumulations importantes de biomasse, sous l'aspect de paquets de filaments vert sombre, souvent chargés de vase organique. Ces dépôts constituent une pollution visuelle importante. Par ailleurs, les odeurs dégagées par la décomposition de ces algues et autres végétaux provoquent des gênes, voire des plaintes, des riverains. (BRIGITTE et al, 2003).

II.6. Inconvénient de l'eutrophisation :

Les végétaux (algues planctoniques, algues benthiques, végétaux supérieurs) après une diminution, voire une quasi disparition à l'aval des rejets, se développent ensuite fortement en raison de la richesse en sels minéraux (eutrophisation).

Cette eutrophisation a des effets positifs : absorption des sels minéraux, notamment des nitrates, oxygénation, nourriture, notamment pour des poissons (cyprinidés).

Elle a aussi des inconvénients : envahissement du cours d'eau (Navigation, aspect), colmatage du fond, déficit en oxygène nocturne, augmentation du PH parfois dangereux avec libération de toxique (NH_3) entraînant des risques de mortalité piscicole et des difficultés de potabilisation des eaux. L'eutrophisation provoque de plus souvent une "pollution retardée" lors de la décomposition des algues et des végétaux, souvent brutal et saisonnière.

Ils sont évidemment d'importance variable suivant l'utilisation du lac; on notera :

Sur le tourisme :

- aspect désagréable (couleur, odeurs...);
- limite de la pêche (les espèces prisées disparaissent);
- gêne des baigneurs à cause des algues.

Pour l'alimentation en eau potable :

La présence d'algue provoque :

- Une consommation de produits de traitement importante;
- Une taux matières organiques vésiduelles élevé;
- L'apparition de goûts et d'odeurs en distribution (géosmisme);

Sur les retenues d'eau pluviale, qui sont des systèmes comparables aux lacs, on notera les même inconvénients de l'eutrophisation, avec de plus les nuisances pour les riverains en raison de la proximité des zones urbanisées et le problème de contamination des sédiments par des micropolluants à étudier particulièrement s'il y a des relations avec la nappe phréatique.

II.7. Etude de l'eutrophisation :

L'étude de l'eutrophisation portera en particulier sur :

- les apports en nutriments (matières organique, N, P...);
- les paramètres physicochimique de l'eau, en prenant en compte les phénomènes de stratification;
- l'étude du phytoplancton : dosage de chlorophylle, comptage, identification des algues;
- l'analyse de sédiments : potentiel redox, granulométrie, matières organiques, micropolluants (métaux lourds ..) (GAUJONS, 1995)

De nombreuses études ont montré que ces caractéristiques sont principalement déterminées par la disponibilité biologique en azote et plus encore, par la disponibilité en phosphore. Les nitrates (composés azotés) sont surtout produits par l'activité des bactéries nitriques du sol. Très solubles, les nitrates, s'ils ne sont pas absorbés par les plantes. Sont aisément lessivés par les eaux d'infiltration. En revanche, les phosphates c composés phosphorés) sont peu solubles.

La petite quantité qui s'échappe avec les eaux d'infiltration se trouve généralement sous forme de particules.(ENCARTAn, 2004).

II-8-Problème généraux associés à l'eutrophisation :

Les problèmes pratiques les plus courants causés par l'eutrophisation des lacs, réservoirs et retenues sont portés dans le tableau (2)

Les risques sanitaires présentés par les baigneurs sont dus à des pH élevés (dermatites, conjonctivites), à la gale des nageurs dans les climats chauds, à la *bilharziose* et plus rarement, à des diarrhées dues à l'ingestion d'algues productrices de toxines. Schistosomiasis et bilharziose sont indirectement liées aux macrophytes* qui offrent habitat et nourriture aux mollusques et oiseaux d'eau porteurs des cercaires vecteur de l'infection.

Les algues bleues-vertes (cyanobactéries*) sont moins menaçantes pour l'homme que pour le bétail qu'elles peuvent empoisonner. Cependant l'accumulation excessive de nitrate dans les eaux de boisson peut provoquer la méthémoglobinémie de l'enfant.

Tableau 2: Problèmes liés à l'eutrophisation des plans d'eau :

Problème	Cause	
	prolifération de microalgues planctoniques	prolifération de macrophytes et d'algues littorales
1. altération de la qualité de l'eau : goût et odeur, couleur, filtration		
floculation, sédimentation et autres difficultés de traitement	+++	+
désoxygénation, formation de fer, manganèse, CO ₂ , NH ₄ , CH ₄ H ₂ S	++	+
corrosion de tuyaux et d'autres réalisations humaines.	++	+
2. altération des usages récréatifs de l'eau		
aspect inesthétique	++	+
danger pour les baigneurs	-	++
risques sanitaires	+	+
3. altération des pêche		
mortalité de poissons	+	-
production d'espèces moins "nobles"	++	++
4. altération de la capacité de résistance des matériaux et des installations		
envasement, colmatage des tuyaux et des filtres, réduction du débit.	+	+

+++ : très fréquent, ++ : fréquent, + : quelquefois.

L'eutrophisation est généralement considérée comme indésirable, car un plan d'eau eutrophe présente des caractéristiques rarement compatibles avec les utilisations auxquelles il est destiné (potabilisation de l'eau, zone de loisirs, irrigation). Toutefois, il faut signaler que l'accroissement de la productivité à tous les niveaux trophiques caractéristiques du processus d'eutrophisation, peut dans certains cas, présenter des aspects positifs. La recherche d'une productivité accrue pour la pisciculture ou d'autres formes d'aquaculture est un des rares cas où l'eutrophisation n'est pas perçue négativement. En général, la production piscicole augmentant avec l'apport de nutriments, les lacs et réservoirs eutrophes peuvent être d'excellentes zones de pisciculture. La production totale de poissons est généralement plus élevée dans les eaux eutrophes mais elle comprend des espèces moins « nobles » qu'en eaux oligotrophes (RYDING et RAST, 1994, p. 36).

II.9. Eutrophisation et pollution trophique deux aspects d'un même problème :

Eutrophisation et pollution trophique correspondent toutes deux à un enrichissement des eaux en nutriments - à une augmentation du potentiel énergétique de l'écosystème- mais cela sous deux formes différentes. Dans les deux cas, c'est l'augmentation du temps de transit de l'eau qui conditionne le phénomène.

Dans l'eutrophisation, ce sont les nutriments minéraux qui permettent la production phytoplanktonique. Ou bien, lorsqu'ils sont en excès (notamment le phosphore), température et lumière deviennent des facteurs amplificateurs de la production primaire. L'écosystème est autotrophe - la production d'oxygène par la photosynthèse étant supérieure à sa perte par respiration (rapport P/R > 1). C'est ce que traduit le cycle quotidien de l'oxygène dissous, avec une sursaturation diurne. Mais l'eutrophisation extrême peut conduire à des phase d'explosions algales, de blooms, suivies de phases de dégénérescence - mortalité et biodégradation du phytoplancton. L'eutrophisation devient alors une pollution trophique différée.

Dans le phénomène de biodégradation qui suit une pollution trophique, ce sont les Bactéries hétérotrophes-chimio-organotrophes et chimiotrophes - qui se développent. Elles sont consommatrices d'oxygène, et la courbe en sac de sa concentration témoigne de l'activité bactérienne. L'écosystème est hétérotrophe, mais le résultat final de la biodégradation est un apport de nutriments minéraux - source d'eutrophisation différée.

Par deux voies différentes - apports de nutriments minéraux ou organiques, on aboutit bien à l'accroissement du potentiel énergétique de l'écosystème. Les deux phénomènes peuvent se succéder sur un profil longitudinal de rivière. Ils peuvent également être simultanés.

II.10. la lutte contre l'eutrophisation :

Les phénomènes d'eutrophisation sont généralement réversibles .toute fois on notera que les traitement réellement efficaces sont très coûteux

10.1. Réduction des apports eutrophisants :

Il s'agit avant tout de diminuer les apports de phosphates, secondairement de nitrates et de matière et de matière organique.

Ceci nécessite généralement un traitement poussé de tous les rejets .

l'élimination des apport peut être complète : c'est le cas du lac d'Annecy , doté d'un réseau d'assainissement traitement localisé dans la retenue avec le procédé Ppred- BASSIN (a qua technique).voir la fig1.

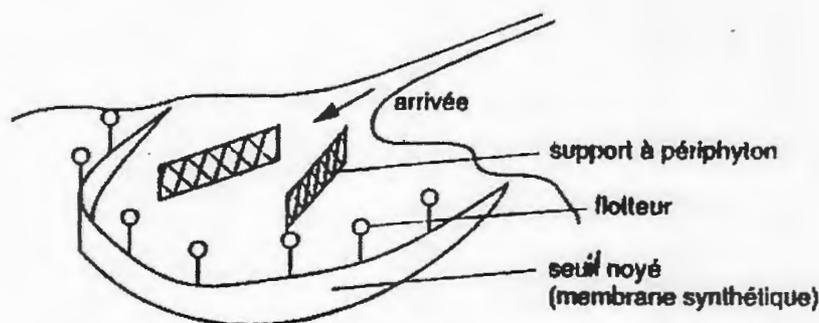


Fig1 : Elimination des apports de phosphate, nitrate, matière organique par le procédé PRED-BASSIN

Dans ce procédé la nuisance en amont d'un seuil noyé provoque l'accroissement du temps de séjour hydraulique dans une partie du lac ce que permet d'obtenir des conditions de lagunage , on peut également combiner l'installation de supports synthétiques a périphyton(micro algues fixées).

10.2 Traitement de l'eau :

Par aération de surface : turbines, jets d'eau procédé efficace dans les périodes critique , mais limité au temps d'aération par aération de fond (hy polimnion) : on peut envoyer de l'oxygène(coûteux) ,ou de l'air comprimé dans le procédé LIMNO (a qua technique) voir la fig2 , l'eau aérée est refoulés par air lift a l'horizontale : il n'y a pas de dé stratification.

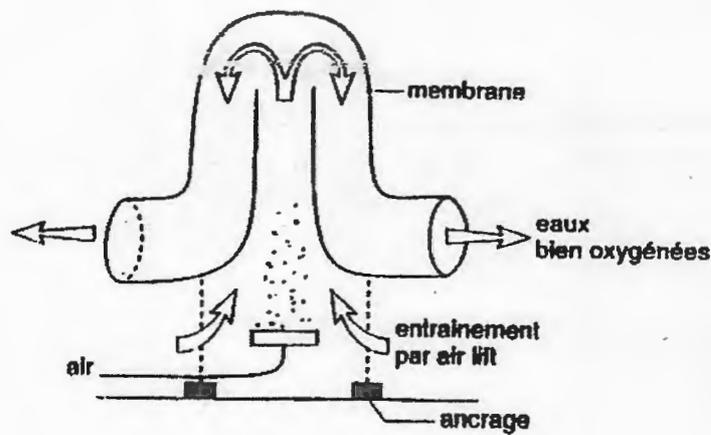


Fig 2 : Traitement de l'eau par la procédé LIMNO

On peut également en voyer l'air comprimé par une rampe d'aération en polyéthylène : on provoque alors une dé stratification du plan d'eau
 ..par traitement chimique : on peut , a titre curatif ou préventif , utiliser des sels de cuivre ou autres produit algicides pour inhiber les poussées planctonique . ce procédé peut être utile sur des retenues de petites dimension la période optimum de traitement étant au printemps avant la poussée algale .

10.3. Traitement des sédiments :

Les sédiments ont une grande importance dans le phénomène d'eutrophisation , notamment en raison du relargage des phosphates (sous forme de fepo_4) lorsque le milieu devient consiste

*en son extraction (curage) : techniques traditionnelles, pratique par de nombreux sociétés de dragage.

Problème de destination des boues extraites .une solution originale consiste dans le traitement des bouse in situ qui permet la restitution directe de l'eau épurés et limite les opération de transport.

En son traitement chimique un traitement classique consiste a stabiliser le sédiment par un apport de craie.

Certains produit a base de craie sont « enrichis » avec des bactéries , dont l'efficacité reste a démontrer. On peut également stabiliser les sédiments avec du chlorure ferrique ou les oxyder en injectant du nitrate de calcium.

10.4. Traitement écologique :

Dans certains cas particuliers (exemple retenues pluviales artificielles) l'introduction d'espèces végétales ou animales peut être tente au delà des classiques poissons rouges ;

canards et cygnes des bassins d'agrément les carpes chinoises (amour) peuvent notamment être expérimentées .

10.5. Limitation des déversements de phosphore :

C'est de loin la solution la plus efficace : elle implique une éducation des consommateurs et un effort des industriels et des gestionnaires des collectivement il faut à tout prix limiter l'apport de phosphate dans les eaux naturelles c'est pourquoi la communauté européenne ,suivie par la loi française a ordonné que l'an 2000 toutes les stations d'épuration de plus de 10 000 équivalentes habitants déjà construites et toute celles à bâtir, soient équipées d'un système de déphosphatation c'est de cette façon en prévenant l'arrivée des eaux usées dans le lac d'Annecy que cette magnifique pièce d'eau à été sauvegardée d'une eutrophisation irréversible.

Pour cela, un égout contournant la totalité du lac à du être construit pour récupérer les effluents domestique d agricoles qui sont retraits dans une station d'épuration en aval d'Annecy. Il en va de même pour le bac du bourget a chambéry pour lequel on a du percer un tunnel sous la « dent du chat » afin de récupérer les eaux usées qui jusque-la convegeaient toutes dans le lac le principe de la déphosphoration dans les station dépuration est simple Il est celui du cycle du phosphore dans les lacs. IL consiste à ajouter en fin de traitement de chlorure ferrique .cette forme oxydée du fer complexe le phosphore qui précipité.

10.6. Déphosphater les pièces d'eau par oxygénation des eaux profondes :

Souvent l'excès de phosphore provient du recyclage interne des lacs avec un largage par les sédiments de cet élément qui remonte .pour l'essentiel, ce processus est lié à la libération du phosphore par certains ions métalliques (fer, manganèse ...) lorsque ceux-ci passent d'une forme oxydée complexant le P à une forme réduite le libérant. Cette réduction étant induite par la désoxygénation des eaux profendes, sous l'effet de l'activité microbienne, l'insufflation d'air ou d'oxygène dans les couches inférieures de la colonne d'eau, permet le maintien des ions métalliques sous forme oxydée. Cela entraîne une adsorption du phosphore qui précipite sur le sédiment.

10.7. Autres palliatifs possibles :

Une autre méthode pratiquée aux Etats -unis et en Pologne , consiste a manipuler les réseaux trophiques puisque le développement d'une valeur d'eau traduit un déséquilibre de la biocénose avec un déficit de la capacité des prédation des herbivores il est possible de stimuler cette prédation par une modification artificielle de l'organisation hiérarchique de la biocénose .

Le principe consiste en une introduction massive de super prédateurs c tels que le brochet ou la truite. Ces dernière réduisent de façon drastique la biomasse des poissons

zooplanctonophages C_2 le zooplancton C_1 libéré de sa pression de prédation se développe ainsi de manière considérable. Il exerce alors une régulation importante de biomasse phyto planctonique p_1 en tout état de cause cette méthode ne peut comme la précédente être considérée que comme un palliatif momentané aux problème d'eutrophisation et n'en élimine pas les causes (MEDOVI,1998).

Matériels et Méthodes

Matériel et méthodes :

1. Présentation du site :

La réserve Naturelle de Beni Belaïd créée par arrêté de Wilaya N° 786/97 du 08/11/1997, fait partie de la zone du même nom et est située sur le littoral de la Commune de Kheiri 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.

A vol d'oiseau, elle se trouve à 30 Kms à l'Est de la Ville de Jijel.

On y accède à partir de la Route Nationale 43, par la bifurcation donnant sur le CW 32 située à l'Ouest d'El-Ancer.

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 broussailleux (08 Ha).

L'écosystème de cette zone est formé par cinq types de milieux caractérisés notamment par un couvert végétal associé à une faune particulière.

A. Géologie:

La plaine de Beni Belaïd est située dans l'une des séries complexes de la zone côtière du secteur des massifs anciens de la petite Kabylie, elle est délimitée par des chaînes montagneuses formées essentiellement de terrains métamorphiques et recouvertes de lambeaux oligo-miocènes (argilo-grésseux) et traversées par des roches éruptives datant du miocène. Ces montagnes d'âge jeune sont très accidentées, entaillées par des vallées profondes à évolution morphologique très rapide. La plaine, elle-même se caractérise par des dépôts de charriages d'alluvions d'argiles, de limans de sable fin et grossier du quaternaire

B. Hydrologie :

Le site constitue le prolongement de la plaine alluviale de Belghiniouz, d'une superficie de 1800 hectares, drainée par un réseau hydrographique caractérisé par une fréquence élevée de confluence, des crues rapides et puissantes. La plaine favorise l'abondance des ressources en eau pluviale, le débit de l'Oued El Kebir près du chef lieu de la Daira d'El Ancer est de l'ordre de 390 HM³ et à l'estuaire de 412 HM³. 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 persistants et temporaires comme ceux du lac de Béni-Belaid.

Le phénomène d'hydromorphie ainsi provoqué 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'usage 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

C. Climat :

Le site est sous l'influence directe de la mer méditerranée, il est protégé par une chaîne montagneuse située en bordure d'une vallée élargie et ouverte uniquement du côté nord

2. Campagnes période de prélèvements :

D'après (ECKENFELDER,1982) les campagnes de mesures en rivière devraient être réalisés lorsque de l'oxygène dissous est présent en tout point de la rivière. Une période de faible débit et de haute température sont souhaitables, et il est important d'éviter les périodes de crues.

On a choisie la période d'accalmie pour nos prélèvements, qui s'étale sur ~~six~~ six mois, (Janvier jusqu'à Juin) pour avoir un taux de dilution le plus faible.

Nos campagnes d'échantillonnage sont faites le même jour, débutant de l'amont à l'aval.

En suivant le cours d'eau, les prélèvements sont fait dans le sens opposé du ruissellement à 1 mètre environ de la berge et à 25 cm de profondeur, en suivant les directives de "Rodier 1984". Les prélèvements sont espacés par une période d'un mois en moyenne dont les dates sont les suivantes :

- 23 janvier 2005.
- 26 février 2005.
- 28 Mars 2005.
- 23 avril 2005.
- 30 Mai 2005.
- 14 Juin 2005.

3. Mode de prélèvement :

Les prélèvements de l'eau ont été faite au milieu du lit de l'oued en plein courant à une profondeur d'environ 50 cm ou à mi-profondeur si la hauteur de l'eau est faible (inférieur à 50 cm). Il est impératif de prélever loin des rives et des obstacles naturels ou artificiels, en dehors des zones mortes et des remous, tout en évitant la remise en suspension des dépôts (Rodier, 1996).L'échantillon doit être homogène et représentatif.

L'eau a été prélevée, dans des flacons en polyéthylènes nettoyés par l'acide nitrique et l'eau distillée. Avant le prélèvement les flacons sont rincés trois fois avec de l'eau à analyser, puis remplie jusqu'au bord, fermée de telle façon qu'il n'y ait aucune bulle d'air,

4. choix et localisation des stations :

Un choix de trois stations de prélèvement a été retenu afin d'étudier les variations de quelques paramètres physicochimiques le long de l'oued Adjoul. Les stations sont numérotées (1 à 3) de l'amont vers l'aval et sont représentées sur la carte. « schéma »

Station 1: sur l'affluent principal de l'oued en amont de l'oued les prélèvements ont été effectués sous le pont. Cette station représentative comme source naturelle représente la qualité des eaux d'un oued naturel.

Station 2: station de milieu canal :

Cette station nous permet de mesurer l'influence des rejets agricoles d'une grande exploitation sur la qualité des eaux d'un oued récepteur.

Station 3: A l'embouchure de l'oued Adjoul dans le lac de Beni-Belaid les prélèvements ont été faits à l'intersection de l'oued et le lac. Cette station les analyses révéleront la qualité des eaux déversées dans le lac.



Schéma : localisation des stations du prélèvement de long de Oued Adjoul

5. Analyse d'échantillons :

5.1. Choix des paramètres :

- la température :

La température est un facteur physique important et qui a une grande influence sur l'activité biologique d'un cours d'eau.

D'après (RAMADE, 1982. LOUP, 1974) l'élévation de la température de l'eau est une pollution, elle modifie le taux d'oxygène dissous. En effet l'eau dissout par contact, tous les gaz d'autant mieux que sa température est plus basse. (LEYNAUD, 1982. RAMADE, 1982) souligne que le rejet de chaleur est susceptible de provoquer de très graves perturbations dans le milieu récepteur.

Cette pollution thermique des rivières polluées par des matières organiques et qui proviennent directement des nombreuses Industries qui utilisent l'eau comme fluide de refroidissement, et par ce biais aggrave le déficit en oxygène.

L'élévation de la température provoque également une modification de la taille de la particule colloïdale et qui intervient à son tour dans la rapidité des réactions chimiques.

-Le pH :

Le pH est une mesure physico-chimique donnant les indications sur les déversements anormaux de rejets fortement basiques ou acides. Il a une grande influence sur l'activité des microorganismes responsables de l'épuration biologique.

Le pH constitue une mesure de la concentration des ions H^+ dans l'eau. Il est de 7 dans l'eau pure à 25°C, si l'on introduit des substances dans l'eau pure, leur ions se combinent avec les ions H^+ et OH^- et en modifie l'équilibre chimique. Les sels d'aluminium et de fer accroissent l'acidité tandis que les carbonates la diminuent.

La stagnation de l'eau favorise la croissance des algues et autres micro-organismes dont l'activité change le PH (LOUP, 1974).

J- La Conductivité électrique :

La conductivité électrique est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes de 1 cm^2 , de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm , on mesure la résistance opposée au passage du courant entre les deux électrodes plongées dans le liquide à analyser, cette conductibilité s'exprime en siemens S/cm (TOUAHER, 1992).

C'est un indice global pour détecter l'origine de certains polluants (LEYNAUD, 1980). En plus, une conductibilité élevée traduit généralement une salinité élevée.

- l'oxygène dissous :

D'après (LEYNAUD 1980), la saturation en oxygène de l'eau à la température considérée est assurée par les échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère à travers l'interface air eau. (J-LOUP 1974 ECKENFELDER 1982) ajoutent que la fonction chlorophyllienne des végétaux aquatiques élève la teneur de l'oxygène dissous dans l'eau. L'oxydation biologique des matières organiques carbonées joue un rôle très important dans la diminution du taux d'oxygène dans l'eau (ECKENFELDER 1982).

-Nitrate :

L'azote peut être présent dans l'eau sous quatre formes principale : l'azote organique, qui comprend essentiellement des composés de métabolisme protéique comme l'urée, l'acide urique, l'azote ammoniacal (N-NH_4^+ : l'azote des nitrites ou azote nitreux (N-NO_2^- et l'azote nitrates ou azote nitrique (N-O_3^- l'ensemble de ces formes azotées constitué l'azote global NGL (FRANK, 2002).

La pollution azotée peut être à l'origine de plusieurs problèmes dans la plus aigue provient de la toxicité de l'ammoniaque pour la faune de plus d'arrivé d'ions d'ammonium dans le milieu récepteur entrée une consommation d'oxygène due à la nitrification bactérienne qui peu être nuisible à la faune. Un autre problème plus chronique due à la pollution azotée est le phénomène d'eutrophisation du milieu naturel (les modifications des conditions physico-chimique toxicité directe des algue pour la faune aquatique) (FRANCK, 2002)

-Phosphates :

Le phosphore est présent sous différentes formes : le phosphore organique (phosphorine, phospholipides ...) et le phosphore minérale (PO_4^{-3} , $\text{H}_2\text{PO}_4^{-4}$)

Le phosphate correspond en fait aux orthophosphates car l'ion phosphate, PO_4^{-3} , n'existe en solution que pour les PH basique (Franck, 2002)

Les phosphates font partie des ions facilement fixés par le sol des teneurs supérieurs à 0,5 mg/l permettent de suspecter la pollution d'une eau naturelle.

Les eaux de surface peuvent être contaminées par des rejets industrielles et domestique ou par lessivage des terres cultivées renferment des engrais phosphates, ou traités par certains pesticides, les eaux souterraines peuvent l'être par des infiltration en provenance de dépôts de fumier et de lisier, la présence de phosphore dans les eaux des surfaces entraîne un développement importante des algues, microscopique mais aussi macroscopique qui caractérisent le phénomène d'eutrophisation (FRANCK, 2002)

5.2. Méthodes d'analyses :

- température:

La température a été mesurée à l'aide d'un thermomètre à l'ecture digitale 1/10 de degré en suivant les précaution données par (RODIER , 1984)

On évite le rayonnement solaire direct et l'influence de la chaleur dégagée par l'opérateur pendant la mesure de la température de l'air.

- Le pH :

Le pH a été mesuré sur terrain avec un pH mètre à électrode combinée (HANNA)

-La conductivité électrique:

Les mesures de la conductivité ont été faite sur le lieu de prélèvement des échantillons à l'aide d'un conductimètre de terrain à électrode combinée(modèle suntex SC -120) les valeur sont données en $\mu\text{s}/\text{cm}$ et NS/cm a 20°c .

- L'oxygène dissous :

Pour nos six campagne de prélèvements nous avons utilisé un oxymètre de terrain (dissolved oxégen $\text{c}^\circ/\text{f}^\circ$; data metr do 300 séries)

L'oxymétrie nous donne directement les résultats en mg/l d'o dissous et pourcentage de saturation.

5.2.1. Dosage de phosphate :**a) Principe :**

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les orthophosphates donnent un complexe phosphomolybrique qui réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleu susceptible d'un dosage spectrophotométrique. Certaines formes organiques pouvant être hydrolysées au cours de l'établissement de la coloration et donner des orthophosphates, le développement de la coloration est accélérée par l'utilisation d'un catalyseur, le tartrate double d'antimoine et de potassium.

b) Etablissement de la courbe d'étalonnage du spectrophotomètre :

l'étalonnage a été fait selon la méthode suivante :

Numéro des fioles	T	I	II	III	IV	V
- solution étalon de phosphore à 1 mg (ml).	0	1	5	10	15	20
- Eau permutée (ml)	20	19	15	10	5	0
- Correspondance en milligrammes de phosphore.	0	0,001	0,015	0,010	0,015	0,020

Introduire dans chaque fiole 1 ml de solution d'acide ascorbique, agiter puis ajouté 4 ml de réactif, mélanger soigneusement, compléter éventuellement le volume à 25 ml. attendre 30 minutes la stabilisation de la coloration et effectuer les mesures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 700 ou 800 nm en cuve de 1 cm. Construire la courbe d'étalonnage.

c) 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 25ml, ajouter 1ml de solution d'acide ascorbique puis poursuivre comme pour l'établissement de la courbe d'étalonnage. Tenir compte de la valeur lue pour le témoin. se reporter à la courbe d'étalonnage.

5.2.2. Dosage de nitrates :**C-Principe**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitro salicylate sodium, colore en jaune et susceptible d'un dosage spectrophotométrique.

1. Résultat et discussion :

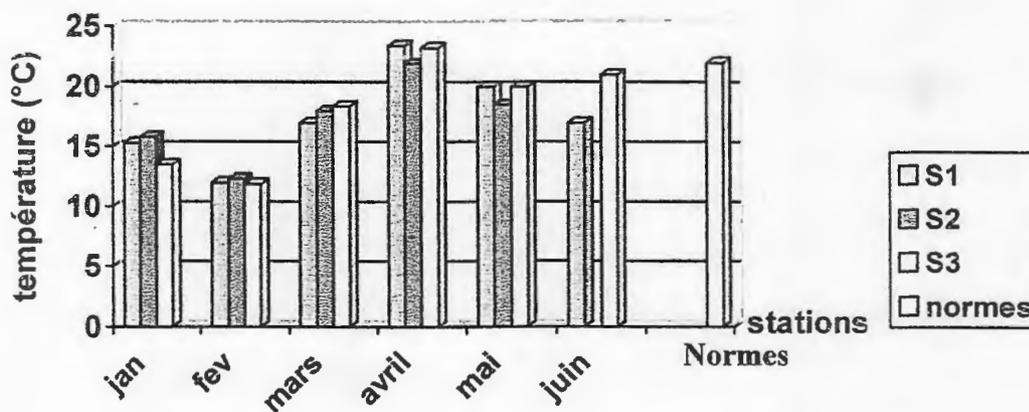
1.1.1. Variation en fonction des stations et des campagnes (spatio-temporelle) :

Nous observons que les valeurs de températures de l'eau semblent être moins variables d'une station à d'autre la même campagne par contre les variations sont d'une manière générale temporelle, l'eau se réchauffe de janvier à juin. Les plus faibles température de l'eau de Oued adjoul sont relevée au mois de février 11,9 à la station 3 et les plus élevée au mois d'avril 23,4 C° a la station 1.

Tableau (3) variation des valeurs température de l'eau : (°C)

Compagnes	Station 1(°C)	Station 2 (°C)	Station 3 (°C)	Ecart-type	Moyenne
23-01-2005	15,3 °C	15,8	13,5	1.209	14.8
26-02-2005	12	12,3	11,9	0.208	12.06
28-03-2005	17	18	18,4	0.721	17.8
23-04-2005	23,4	21,9	23,2	0.814	22.83
30-05-2005	20	18,5	20	0.866	19.5
14-06-2005	17	sèche	21	2.828	19

température



Fig(3) : variation de la température de l'eau des trois (03) stations durant les six (06) campagnes de prélèvement.

La température de l'eau dépend directement de la température ambiante qui reflète les variations saisonnières et représente un facteur éminent dans la biologie des êtres vivants aquatiques. Elle est nécessaire pour déterminer les équilibres chimiques entre les diverses espèces en présence (ions, molécules, non dissociées, gaz solides). Après coup les conditions climatiques dans lesquelles l'échantillonnage s'est déroulé et d'expliquer d'éventuelles anomalies dans les résultats.

Les résultats obtenus durant la deuxième campagne de prélèvement (mois de février) dans les trois stations permettent de constater une faible fluctuation des valeurs de la température de l'eau dans l'espace (d'une station à une autre) ceci est confirmé par l'écart type faible (l'écart type=0.208) (moyenne = 12,06°C). et c'est le cas pour toutes les autres campagnes de prélèvement. Il atteint le maximum au niveau de la quatrième campagne mois d'avril avec (ecart type=0.814) (moyenne=22.83) et le minimum au niveau de la deuxième campagne citée précédemment. Dans l'ensemble des moyennes spatiales, les valeurs de la température de l'eau semblent être dans les normes (moins de 22°C) 'seuil supérieur de la classe de bonne qualité définis par les grilles métropolitaines du RNDE, 1994). Donc en générale la t° de l'eau du oued adjoul varie temporellement, et répond aux normes de la classe de bonne qualité (moins de 22°C).

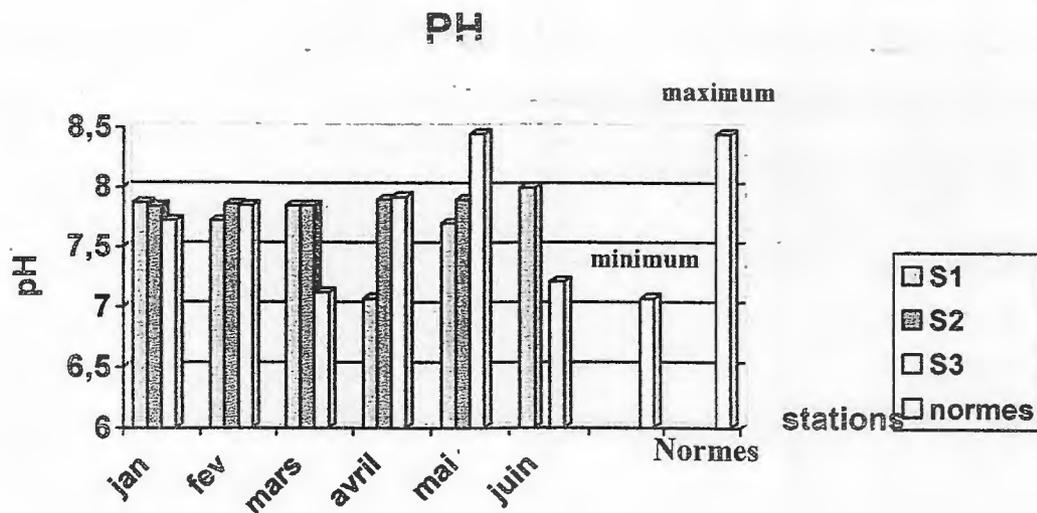
1.2.PH :

1.2.1.Variation en fonction des stations et des campagnes (spatio-temporelle) :

Le PH des eaux de Oued Adjoul est alcalin entre 7,07 et 8,45 la valeur la plus élevée est relevée au mois de Mai 8,45 à la station 3, la plus faible étant observée au mois d'avril 7,07 à la station 1 (tableau). Le PH présente de légères variations d'une station à une autre, au cours du même prélèvement, l'amplitude est inférieure ou égale à 1.

Tableau(4) : variation des valeurs du PH de l'eau :

campagne	Station1	Station2	Station3	Moyenne	Ecarte-type
23-01-2005	7.87	7.84	7.62	7.77	0.136
26-02-2005	7.72	7.86	7,85	7.81	0.078
28-03-2005	7.85	7.85	8,12	7.94	0.155
23-04-2005	7.07	7.90	7,92	7.60	0.486
30-05-2005	7.70	7,90	8,45	8.01	0.388
14-06-2005	8	séche	7,21	7.60	0.55



Fig(4) : les variations de PH des 03 station durant les 06 campagnes de prélèvement.

Le pH représente le degré d'acidité ou d'alcalinité du milieu aquatique. Un pH compris entre 6 et 9 permet un développement à peu près correct de la faune et la flore aquatique. Les organismes vivants sont très sensibles aux variations brutales mêmes limitées du pH. L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les équilibres ioniques des autres éléments en augmentant ou en diminuant leur toxicité (Gaujons, 1995). Il joue également un grand rôle dans l'absorption et l'accumulation des métaux, plus le pH est acide, plus les plantes en accumulent.

Pour le pH des Oued Adjoul, notre étude a montré que les valeurs se concordent avec les normes nationales et internationales (7,07 – 8,45), le pH augmente généralement de l'amont vers l'aval.

Le pH de l'eau de notre étude pendant la première campagne dans l'ensemble des stations représente une faible variation dans ces valeurs (écart type = 0,136)(moyenne = 7,77), c'est pareil pour toutes les autres campagnes, il présente la valeur maximale au niveau de la cinquième campagne (mois de Mai) avec (écart type =0,388) (moyenne =8,01), et le minimum au niveau de la quatrième campagne (écart type = 0,486) (moyenne = 7,60). On constatant les valeurs du pH des moyennes spatiales on remarques qu'il sont dans les normes (5,55 – 8,5)(journal officiel de la république algérienne N° 46 , 1993) .

On se basant sur l'ensemble des moyennes du pH spatiales et temporelles on peut dire que l'eau du Oued Adjoul est presque neutre et ne représente pas de variations considérables que ce soit spatiales ou temporelle et que ces valeurs sont dans les normes (5,5 – 8,5)

Ces variations de pH peuvent aussi être dues à d'autres facteurs. Les précipitations qui par le phénomène de percolation, entraînent les nitrates et les nitrites des engrais chimiques de champs voisins aux stations (02) et (03) sont situées en zones agricoles, les variations de pH dues à plusieurs facteurs : par la présence d'algues, dont l'activité photosynthétique pendant la journée entraîne une absorption intense de gaz carbonique donc l'élévation du pH et précipitation des carbonates (LEYNAUD, 1980). Janvier et février une période de crue précédant notre prélèvement, fait que le pH a diminué suite à une dilution et diminution des ions (Dussart, 1966). Au mois de mai et juin une petite élévation du pH due à la rareté des précipitations et le fort ensoleillement avec une forte activité photosynthétique des plantes aquatiques. On signale que toute variation dans la teneur en CO_2 modifie la teneur en ions H^+ , donc le pH (Dussart, 1966).

1.3. La conductivité :

1.3.1. Variation en fonction des stations et des campagnes (spatio-temporelle) :

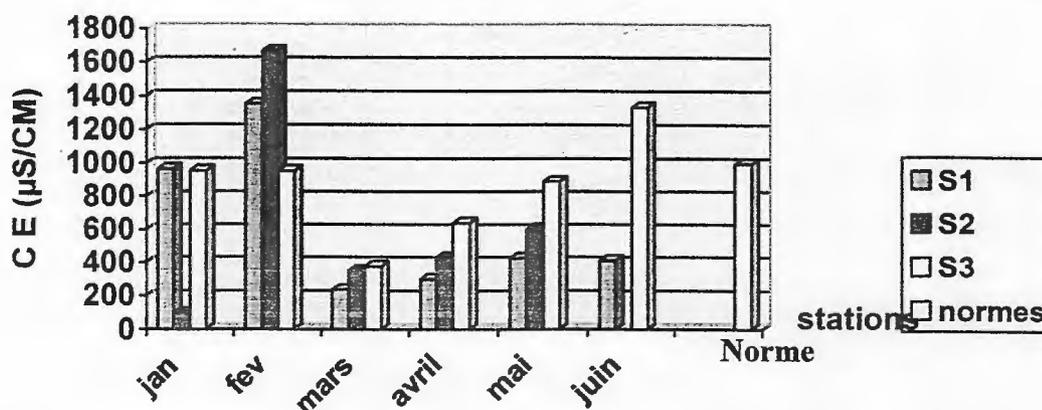
L'examen du tableau N° [5] permet de constater que les valeurs de conductivité de l'eau semblent être moins variables d'une station à l'autre, les variations sont d'une manière générale temporelle.

Les valeurs extrêmes relevées pour l'Oued-Adjoul (tableau [5]) sont (239 $\mu\text{s}/\text{cm}$) au mois de mars à la station 1 sont (1669 $\mu\text{s}/\text{cm}$) au mois de février à la station 2.

Tableau [5] les valeurs des conductivités dans l'eau des 3 stations étudiées pendant 6 campagnes de prélèvement en ($\mu\text{g}/\text{l}$)

Compagnes	Station 1	Station 2	Station 3	Moyenne	Ecart-type
23-01-2005	966 μs	96,5 μs	965	965.33	0,577
26-02-2005	1355 $\mu\text{s}/\text{cm}$	1669 $\mu\text{s}/\text{cm}$	965	1329.66	352,683
28-03-2005	239	352	378	323	73,898
23-04-2005	301	443	642	462	171,292
30-05-2005	428	603	892	641	234,322
14-06-2005	413	sèche	1363	888	671,75

conductivité électrique



Fig(5) : la conductivité électrique de l'eau dans les station durant toutes les campagnes de prélèvement.

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale des eaux de rivières. Elles sont liées à la qualité des sels ionisables dissous (Rodier, 1996) des valeurs supérieures à 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indiquent une très forte charge d'éléments minéraux ce qui n'est pas le cas pour nos campagnes hormis la S1 et S2 de la 2^{ème} campagne on a obtenu des valeurs supérieures à 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ce qui peut être expliqué par le fait que la minéralisation de la matière organique, s'accélère dans des eaux à température élevée.

Les résultats notent que les valeurs de la conductivité électrique sont plus ou moins variables pour l'ensemble des campagnes.

On observe une CE très élevée dans la deuxième campagne avec (écart-type 352,683 $\mu\text{S}/\text{cm}$)(moyenne = 1329,66) et la valeur minimale dans la troisième campagne avec (323 $\mu\text{S}/\text{cm}$) (moyenne = 73,898).

Ces résultats reflètent une minéralisation qui semble être dans les normes (moins de 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$) sauf dans la première et la deuxième campagne avec moins (1329,66 et 965,33) de janvier et février.

On considère les valeurs moyenne que la conductivité de l'eau de Oued Adjoul ne dépassent pas les normes pour l'ensemble des variations spatiales et temporelles a part dans les deux mois de janvier et février.

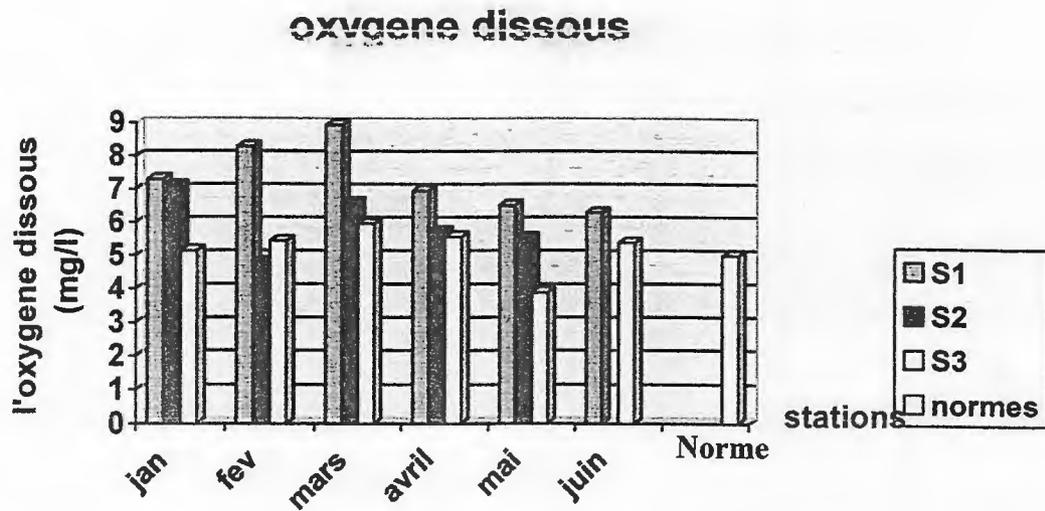
1.4.O₂ dissous :

1.4.1.Variation en fonction des stations et des compagnes (spatio-temporelle) :

Les valeurs pourcentage de saturation en oxygène relevées au niveau dès la station 1 sont le plus forte, respectivement 89,5 % au mois de mars, la valeur la plus faible est celle enregistrée dans la stations 2 ; 45,2 % d'O₂ au mois de février.

Tableau (6) : variation des teneurs en oxygène dissous de l'eau.

Compagnes	Station 1	Station 2	Station 3	Moyenne	Ecarte-type
23-01-2005	72,8 % (7,30 mg/l)	70,1 % (7,11 mg/l)	50 % (5,14 mg/l)	6.51	1,196
26-02-2005	82,6 % (8,30 mg/l)	45,2 % (4,8 mg/l)	50,50 % (5,44 mg/l)	6.18	1,863
28-03-2005	89,5 % (8,95 mg/l)	70 % (6,60 mg/l)	60,7 % (5,59 mg/l)	7.04	1,723
23-04-2005	77,7 % (6,96 mg/l)	65,7 % (5,72 mg/l)	65,4 % (5,56 mg/l)	6.08	0,766
30-05-2005	86 % = 6,52 mg/l	70,4 % = 5,52	49,3 % = 3,90 mg/l	5.31	1,322
14-06-2005	84,7 % = 6,30 mg/l	sèche	5,38mg/l= 69,5 %	5.84	0.65



FIG(6): l'oxygène dissous dans l'eau des 03station pendant toutes les campagnes de prélèvement.

C'est un élément indispensable à la vie et essentiel à la respiration et à la photosynthèse, la solubilité de l'oxygène dans l'eau.

L'eau est fonction de la température or cette dernière influence aussi la consommation de l'oxygène.

A la première campagne de prélèvement dans l'ensemble des stations la variation des concentrations en oxygène dissous ne sont pas remarquable avec (écart type = 1,196) (moyenne = 6,15) la variation entre les stations atteint le maximum au mois de mars avec (écart type = 1,723 mg/l)(moyenne = 7,04mg/l)par ailleurs le minimal est observé au niveau de la cinquième campagne mois de Mai avec(ecarte type=1.322)(moyenne=5.31) toutes les compagnes répondent aux normes (plus de 5 mg/l)(seuil supérieurs de la classe de bonne qualité définis par les grilles métropolitaines.

Donc on peut conclure que le taux d'oxygène dissous observé représente une teneur supérieur aux normes (5 mg/l). ce qui peut être traduit soit par l'activité biologique qui n'est pas importante dans l'eau qui ne consomme pas beaucoup d'oxygène , soit par une forte activité photosynthétique des plantes aquatiques

Résultats et discussions

1.5.Phosphate :

1.5.1. variation en fonction des stations et des campagnes (spatio-temporelle) :

Tableau(7) : variation des teneurs en phosphate de l'eau.

Compagnes	Station 1	Station 2	Station 3	Moyenne	Ecarte-type
23-01-2005	0,009	0,012	0,01	0,010	0,001
26-02-2005	0,016	0,027	0,021	0,021	0,005
28-03-2005	0,10	0,11	0,12	0,11	0,01
23-04-2005	0,14	0,17	0,04	0,10	0,068
30-05-2005	0,022	0,042	0,016	0,026	0,013
14-06-2005	0,44	sèche	0,016	0,228	0,299

Phosphate

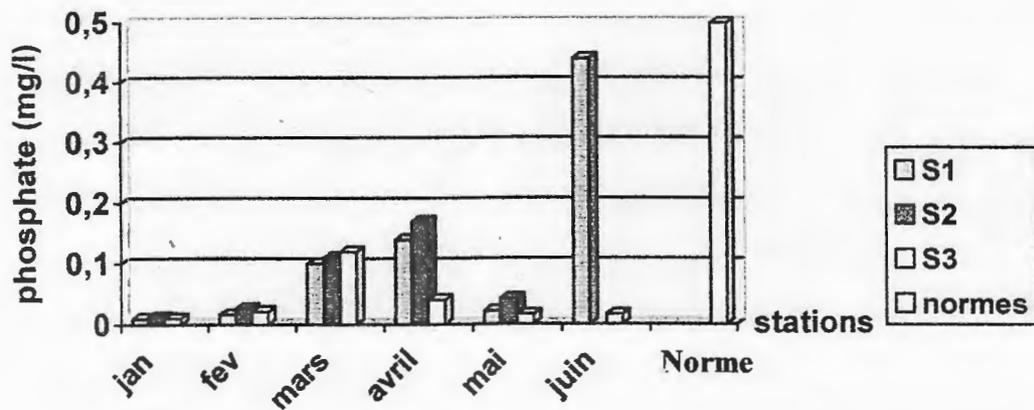


Fig (7): Concentration des phosphate dans l'eau des 03 station durant toutes les prélèvement.

D'après RODIER, 1996 des teneurs supérieures à 0,5 mg/l de phosphate doivent constituer un indice de pollution. On constate que pour la première campagne et dans l'ensemble des stations, les variations de concentration en phosphates ne présentent pas de grand changement avec un écart type de (0,001 mg/l)(moyenne = 0,010 mg/l) il présente la valeur maximale au niveau de la sixième campagne (mois de juin) avec (écart type = 0,299 mg/l)(moyenne=0,228) et le minimum au niveau de la première campagne précédemment citée.

Donc, dans l'ensemble des moyennes temporelle on remarque que les concentrations en phosphate ne dépassent pas les normes (moins de 0,5 mg/l) (et les espèceurs de la classe de bonne qualité définis par les grilles métropolitaines du RNDE, 1994).

En général, les teneurs notées en phosphate dans les moyennes (spatiales et temporelles) de l'eau du Oued Adjoul répondent aux normes de la classe de bonne qualité (moins de 0,5 mg/l).

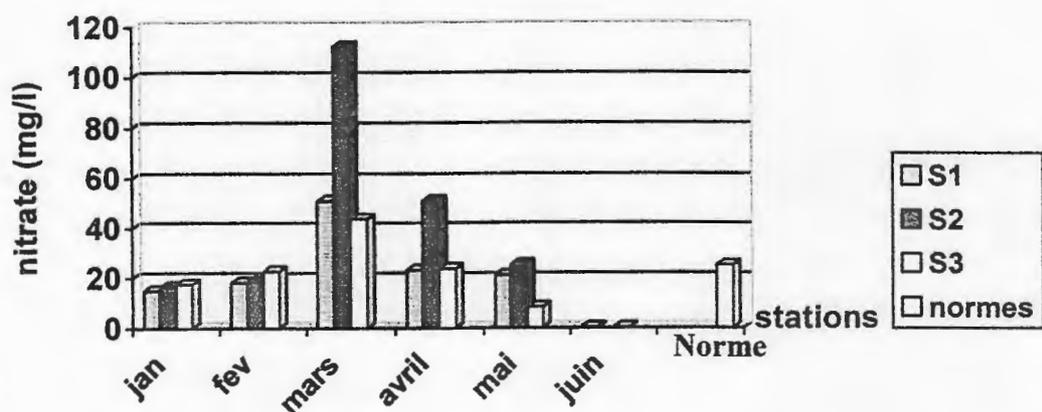
1.6.Nitrates :

1.6.1.Variation en fonction des stations et des compagnes (spatio-temporelle) :

Tableau (8) variation des teneurs en nitrate de l'eau :

Compagnes	Station 1	Station 2	Station 3	Moyenne	Ecarte-type
23-01-2005	14,88	16,43	17,45	16.25	1.290
26-02-2005	17,98	18,47	22,59	19.68	2.530
28-03-2005	50,94	112,26	43,72	68.97	37.660
23-04-2005	23,12	50,94	23,66	32.57	15.908
30-05-2005	21,09	25,21	8,19	18.16	8.879
14-06-2005	0.16	sèche	0.18	0.17	0.014

Nitrate



Fig(8) : Concentration des nitrate dans l'eau des 03 station durant toutes les prélèvement.

Selon RODIER, 1996 les nitrates participent au phénomène d'eutrophisation en période de faible oxygénation (période estivale). Les nitrates peuvent jouer un rôle de donneurs d'oxygène et éviter l'anaérobiose.

Les nitrates ont une toxicité indirecte par le fait qu'ils se transforment en nitrites, en ce qui concerne la toxicité à long terme les enquêtes épidémiologiques statistiquement valables ne font pas apparaître de phénomènes de cancérogenèse avec ces deux types de sels cette intoxication provoquée par l'absorption de petite dose de nitrate est en réalité due aux nitrites formés par réduction des nitrates sous l'influence d'une action bactérienne.

A la première campagne (janvier) dans l'ensemble des stations la variation des concentrations en nitrates ne représente pas de grandes fluctuations avec écart type de (1,290 mg/l)(moyenne = 16,25) la variation des concentrations inter stationnaires prend le maximum avec écart type considérable de 37,60 mg/l)(moyenne = 68,97 mg/l) au niveau de la troisième campagne (mars) et un minimum avec (0,014 mg/l)(moyenne = 0,17 mg/l) au niveau de la sixième campagne (juin).

On observe les concentrations moyennes en nitrates dans les deux campagnes, troisième (mars) et quatrième (avril) ont dépassé les normes (moins de 25 mg/l). Mais dans les autres campagnes (janvier, février, mai, juin) les concentrations moyennes en nitrates répondent aux normes de la classe de bonne qualité (moins de 25 mg/l).

Conclusion

Conclusion générale :

La présente étude est consacrée à une évaluation spatio-temporelle de la qualité physico-chimique, particulièrement la teneur des nitrates et des composés phosphorés dans les eaux de Oued Adjoul, alimentant le lac de l'éco-complexe de Beni Belaid, cet Oued est la résultante de plusieurs « chaâba » et ruisseaux du bassin versant limitrophe, il traverse une plaine où il y a une activité agricole intense (plasticulture) qui pourrait avoir un impact sur la qualité chimique des eaux en l'occurrence les nitrates et phosphates (principaux éléments fertilisants) qui favorisent l'eutrophisation ; enfin l'oued vient se déverser dans le lac.

Des prélèvements d'échantillons ont été effectués au niveau de trois stations pendant six mois (Janvier jusqu'à Juin) ; les résultats d'analyse enregistrés montrent que la qualité générale des eaux de cet oued semble être peu altérée. Ainsi le pH a tendance à être neutre ; l'oxygène dissous présente des variations temporelles qui sont supérieures aux normes ; la conductivité électrique présente des variations temporelles plus ou moins croissantes et qui semblent être dans les normes. Hormis le cas des stations 1 et 2 de la dixième campagne qui peuvent être des erreurs de manipulation, la température est aussi dans les normes requises.

Enfin les nitrates et les phosphores présentent des teneurs variables dans le temps et dans l'espace et qui reflètent la variabilité des activités agricoles saisonnières mais ils restent toujours inférieurs aux normes admissibles.

A la lumière de ce qui vient d'être exposé nous pouvons en conclure qu'à l'heure actuelle les eaux de Oued Adjoul sont des eaux naturelles non encore polluées, ou du moins n'ont pas encore atteint le seuil de pollution alarmant qui peut avoir des conséquences indésirables sur les écosystèmes aquatiques récepteurs.

Référence Bibliographique

BIBLIOGRAPHIE :

- Bouchtab . K ;1984 .** Contribution a l'étude de la pollution organique par les azotes et la microbiologie de l'Oued El Kebir (mémoire de D.E.S en écologie) université de Constantine p 39.
- Brigitte. G. Christian chauvin; Françoise M; 2003.** cour d'eau pollution. Méthodes IBGN et indices biologiques Ed. Educagri p 49.
- Bliefert.C et Perrand . G; 2003.** chimie de l'environnement, l'air, eau, sols, déchet. Ed paris.
- Castant. G; 1982.** Principes et méthodes de l'hydrologie Ed Dumod Paris p 224.
- Claud. F; Christiane. F; Paul. M; Jean. D; 2003.** écologies 5ème édition.
- Dellarras. C; 2003.** Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux Ed Paris.
- Dussart. D; 1966.** Limnologie, l'étude des eaux continentale. Ed GAUTHIERVILLARS Paris.
- Eckenfelder. W; 1981.** Gestion des eaux usées urbaines et industrielles caractérisations techniques d'épuration. Aspects économiques. Ed paris p14, 25.
- Encyclopédie ENCARTA 2005 .**
- Eugene. A ; 2000.** Écologie des eaux courantes. Ed Paris 9 162.
- Gaujons. D; 1995.** La pollution des milieux aquatiques. Aide mémoire. Ed Paris 1995 p 40, 57.
- Gaid. A;1984.** Epuration biologique des eaux usées urbaines. Ed Alger 1984 p 5.
Eme édition Durod
- Gauthier.V; La pollution des eaux continentales.** Indices sur les biocénoses aquatiques. Ed Bordas Paris 1980 p 281.
- Gérard. G; 1999.** L'eau : usage et polluants. Ed paris
- Guy. M 1987 .**point sur l'épuration et le traitement des effluents. Ed Lavoisier Paris.
- Hoestland. H; 1979.** Dynamique des populations et qualité de l'eau. Ed Bordas p 275.
- Jean. G. Lacaze;** l'eutrophisation des eaux marines et continentales causes, manifestation, conséquences et moyen de lutte. Ed Marketing S.A, Paris.
- Leynaud . G; Verrel. J; 1980.** Modification du milieu aquatique sous l'influence des pollutions Ed Gauthier
- Loup. J; 1974.** les eaux terrestres,hydrologie continentale. Ed Masson et Cie Paris.
- Mansourie. S; 1972.** Contribution à l'étude des eaux l'Oued Kebir Rhumel par un traitement physico-chimique (coagulation – floculation) Constantine (mémoire d'ingénieur d'état en écologie) p 26.

Faurie. C; Ferra. Ch; Medort. P, devaux. Jet Hemptinne. J ; 2003. écologies approche scientifique et pratique, 4^{ème} édition paris p 203. 5^{ème} édition p 157.

Frank. J ; 2002. Analyse des eaux. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine . Paris p 186 – 191.

Ramade. F; 1982. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et science de l'environnement. Ed, Ediscience internationale

Ramade. F; 1993. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et science de l'environnement. Ed, Ediscience internationale.

Ramade.F. 2000.

Raymond. D; 1990 .le traitement des eaux 2^{ème} édition

Rodier. J; 1984. L'analyse de l'eau naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer 7^{ème} édition Ed Bordas Paris.

Rodier J; 1996. L'analyse de l'eau naturelles eaux résiduaires et eaux de mer 8^{ème} édition Durod.

Ryding. S; Rast. W; les contrôles de l'eutrophisation des lacs et des réserves, sciences de l'environnement. Ed Masson Unesco.

Smuel. P; 1976. L'homme et son environnement. Paris. p 146

Vaillant. J; 1974. Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires industrielles. Ed Paris.

Matériel spécial :

- capsule de 60ml
- bain marie + étuve 75-80°C.
- fiolle jugée 1l

b)Etablissement de la courbe détalonnage :

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

numéro de capsules	T	I	II	III	IV
-Solution étalon d' N nitrique 5mg /l(ml)	0	1	2	5	10
-Eau permutée (ml)	10	9	8	5	0
-Correspondance en mg /l d'azote nitrique	0	0.5	1	2.5	5
-Solution d'azoture de sodium (ml)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
-acide acétique (ml)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

1. attendre 5 minutes puis évaporer à sec au bain marie ou dans une étuve portée à 75 – 80 °C.
2. ajouter 1 ml de solution de salicylate de sodium, mélanger puis évaporer laisser refroidir.
3. reprendre le résidu par 1 ml d'acide sulfurique concentré.
4. attendre 10 mn puis ajouter 15 ml d'eau permutée puis 10 ml de solution hydroxyde de sodium qui développé la couleur jaune.
5. effectuée les lectures au spectrophotomètre a longueur d'onde de 415nm.
- 6 soustraire des unités l'absorbance lues pour les étalons, la valeur relevée pour le témoin, construire la courbe d'étalonnage.

c) Mode opératoire :

Introduit 10 ml d'eau dans une capsule de 60 ml (pour des teneurs en azote métrique supérieures à 10 mg/l opérer une dilution). Alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium. Pour suivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage. Préparer de la même façon un témoin avec 10 ml d'eau permutée.

Effectuer les lectures au spectrophotomètre à $\lambda = 415 \text{ nm}$ et tenir compte de la valeur lue pour le témoin se reporte à la courbe d'étalonnage. Multiple le résultat par 4,43 le résultat en mg /l.

ANNEXE

Annexe 01

Annexe des solutions d'analyse physicochimique :

1. détermination du PH :

Solution tampon PH = 9, PH=7, PH=4.

Matériel : PH mètre

2. Dosage des nitrates :

Réactifs	Quantité additionnée
1. solution de salicylate de sodium à 1%	
2. Acide sulfurique concentré $d = 1,84$	
3. solution d'hydroxyde de sodium	
a. hydroxyde de sodium	200 g
b. sel d'E.D.T.A	50 g
c. eau permutée	q.s.p 1L
4. solution d'azoture de sodium	
a. azoture de sodium	50 mg
b. eau permutée	qsp 100 ml
5. solution mère étalon d'azote nitrique	722 mg
a. nitrate de potassium anhydre	Qsp 1000 ml
b. eau permutée	5 mg / l
6. solution fille étalon d'azote nitrique.	

3. Dosage des phosphates :

Réactifs	Quantité additionnée
1. solution d'acide sulfurique $d = 1,84$	15 %
2. solution de molybdate d'ammonium	40 g/l
3. solution d'acide ascorbique	20 g/l
a. acide ascorbique	2 g
b. eau permutée	Qsp 100 ml
4. solution de tartrate double antimorine de potassium	2,8 g/l

a. tartrate double d'antimoine et de potassium	0,28 g
b. eau permutée	100 ml
5. solution d'acide sulfurique	50 ml
- solution de tartrate double d'antimoine et de potassium	5 ml
- solution de molybdate d'ammonium	15 ml
- eau permutée	qsp 100 ml
6. solution mère étalon à 50 mg/l de phosphore	219,7 mg
a. dihydrogène nophosphate de potassium desséché à l'entre à 100 C°	
b. eau permutée	q.sp 100 ml
7. solution fille étalon à 1mg/l de phosphate.	

Courbe détalonnage de nitrate N°1

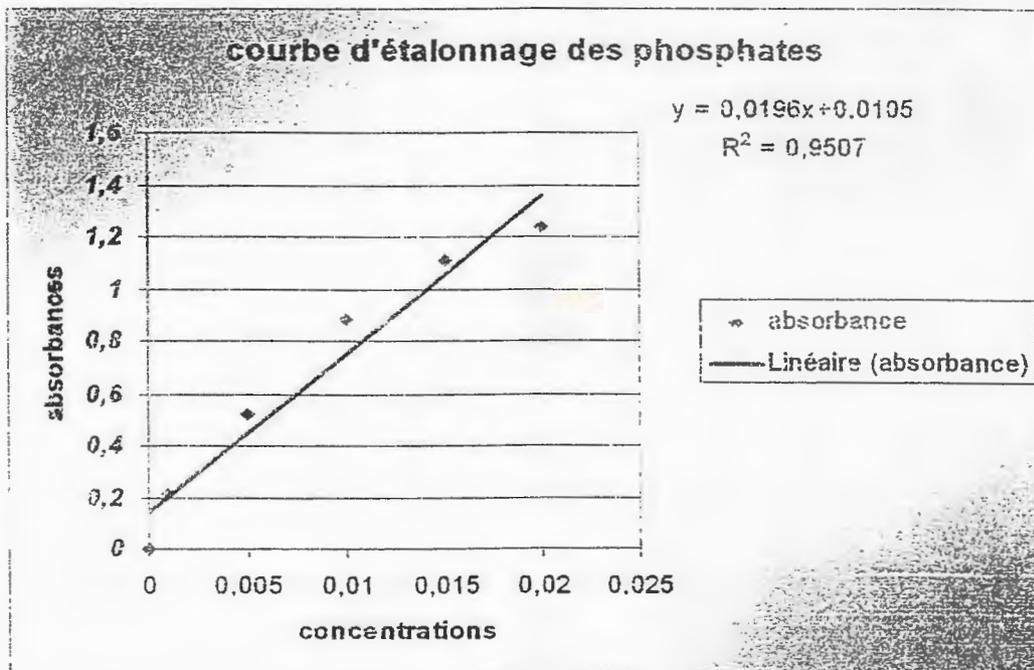
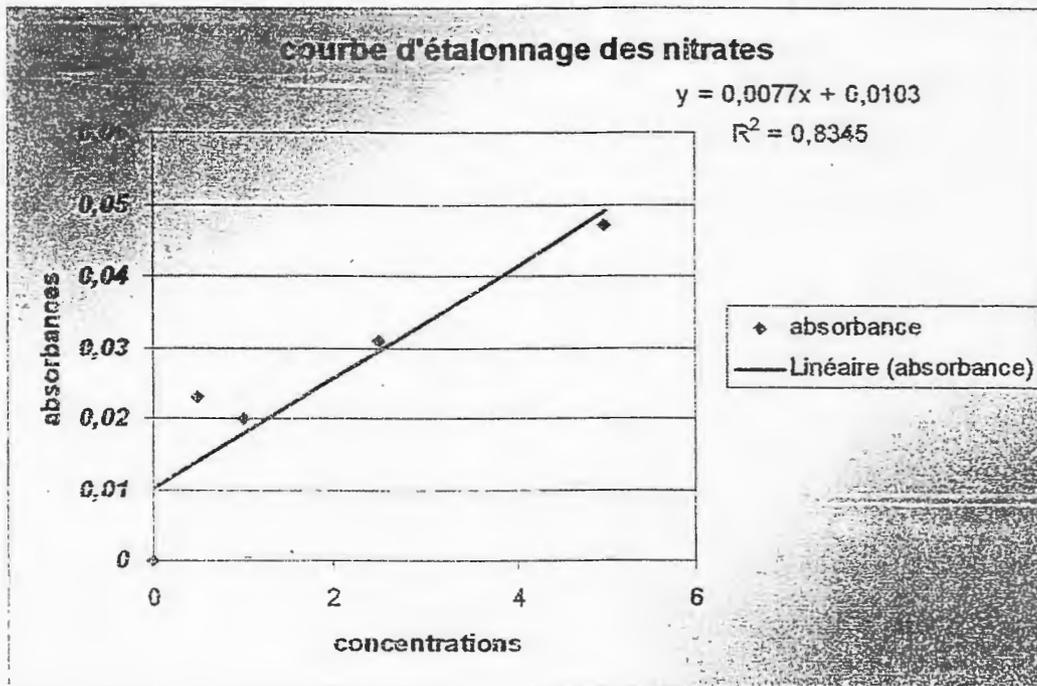
Concentration	Absorbances
0	0
0,5	0,023
1	0,002
2,5	0,031
5	0,047

Courbe détalonnage de phosphate N°1

Concentration	Absorbances
0	0
0,001	0,002
0,005	0,005
0,01	0,0088
0,015	0,011
0,020	0,012

Courbe détalonnage de nitrate N°2

Concentration	Absorbances
0	0
0,5	0,075
1	0,084
2,5	0,099
5	0,152



Annexe 02

Température :

Variation en fonction des stations :(spation)

Tableau 1 : les température l'eau des trois (3) station durant la première campagne de prélèvement

	<i>Station 1</i>	<i>Station 2</i>	<i>Station 3</i>
Température	15,3	15,8	13,5
T°C			

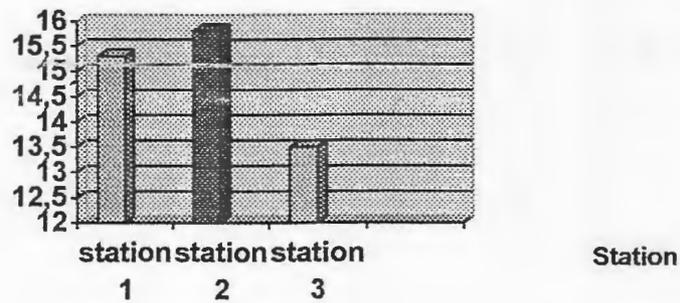


Fig1 : les température l'eau des trois (3) stations durant la première campagne de prélèvement.

Tableau 2: les températures de l'eau des trois (3) stations durant la deuxième campagne de prélèvement.

	<i>Station 1</i>	<i>Station 2</i>	<i>Station 3</i>
Température	12	12,3	11,9
T°C			

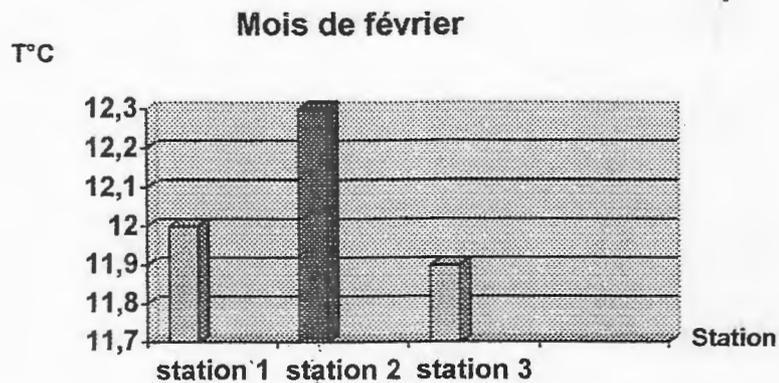
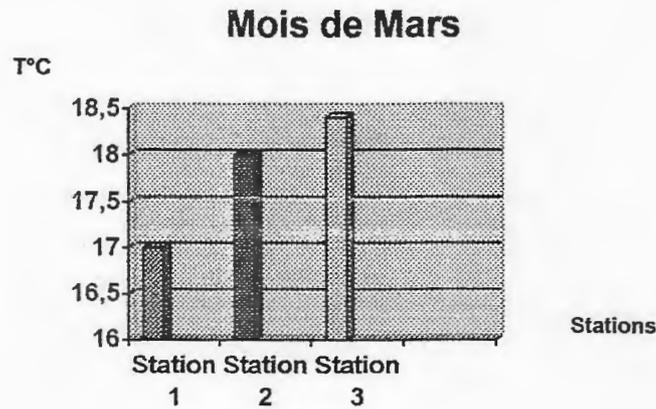


Fig2 : les températures de l'eau des trois (3) stations durant la deuxième campagne de prélèvement.

Tableau 03: les températures de l'eau des trois (3) stations durant la troisième campagne de prélèvement.

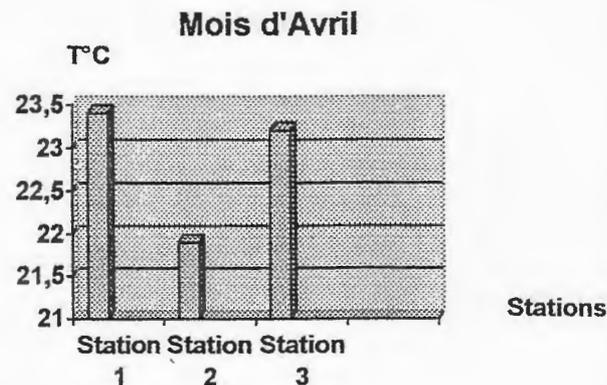
	<i>Station 1</i>	<i>Station 2</i>	<i>Station 3</i>
Température	17	18	18,4



Fig(3) : les températures de l'eau des trois (3) stations durant la troisième campagne de prélèvement.

Tableau04 : les températures de l'eau des trois (3) stations durant la quatrième campagne de prélèvement.

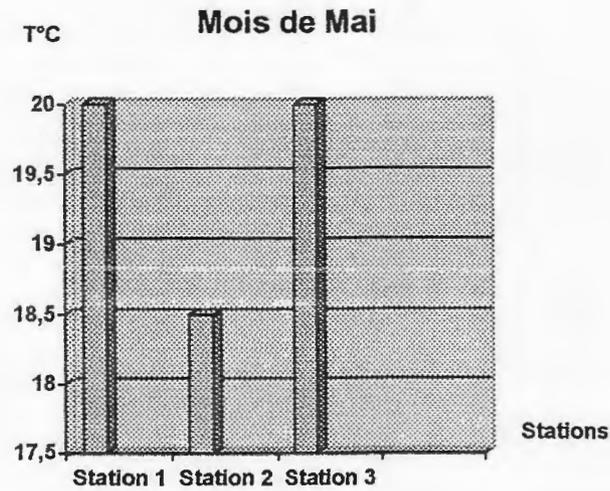
	<i>Station 1</i>	<i>Station 2</i>	<i>Station 3</i>
Température	23,4	21,9	23,2



Fig(4) : les températures de l'eau des trois (3) stations durant la quatrième campagne de prélèvement.

Tableau 05 : les températures de l'eau des trois (3) stations durant la cinquième campagne de prélèvement.

	<i>Station 1</i>	<i>Station 2</i>	<i>Station 3</i>
Température	20	18,5	20



Fig(5) : les températures de l'eau des trois (3) stations durant la cinquième campagne de prélèvement.

Tableau 06: les températures de l'eau des trois (3) stations durant la sixième campagne de prélèvement.

	<i>Station 1</i>	<i>Station 2</i>	<i>Station 3</i>
Température	17	sèche	21

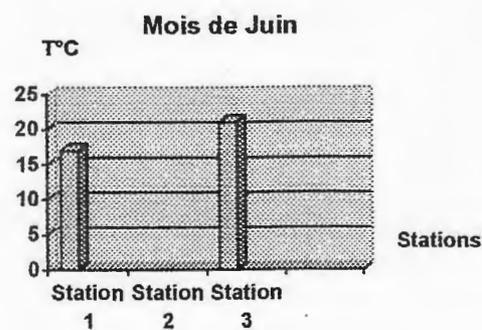
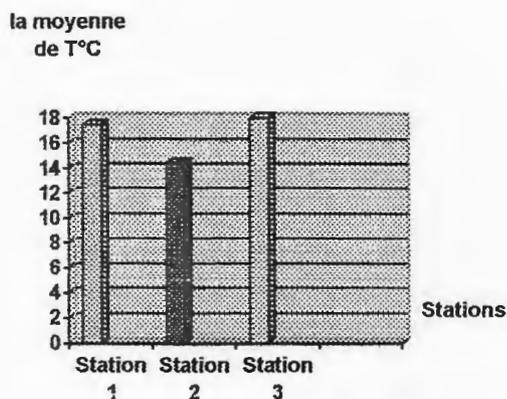


Fig 6: les températures de l'eau des trois (3) stations durant la sixième campagne de prélèvement.

les valeurs de température obtenus dans l'eau (moyenne, minimale, et maximale) pour chaque stations étudiées.



pH

-Tableau (07): les PH de l'eau des trois (3) stations durant la première campagne de prélèvement.

	Station 1	Station 2	Station
p H	7,87	7,84	7,62

Mois de Janvier

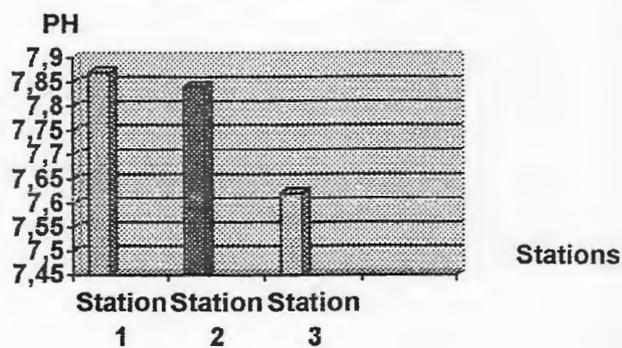
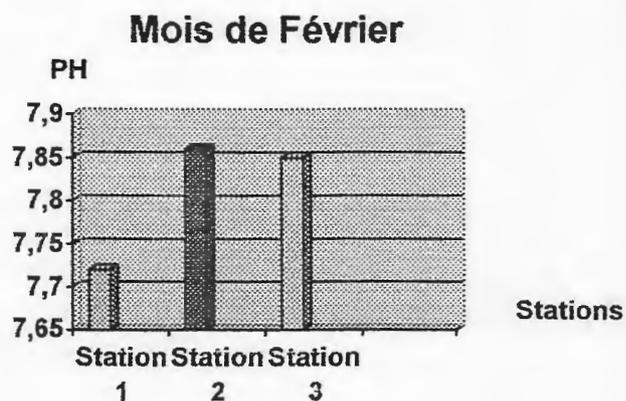


Fig (7): les PH de l'eau des trois (3) stations durant la première campagne de prélèvement.

Tableau 08 : le PH de l'eau des trois (3) stations durant la deuxième campagne de prélèvement.

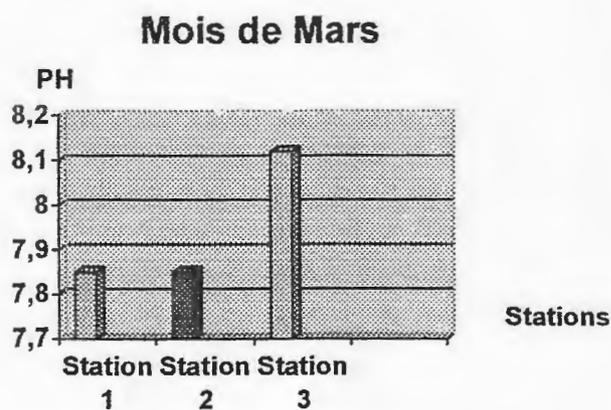
	<i>Station 1</i>	<i>Station 2</i>	<i>Station 3</i>
PH	7,72	7,86	7,85



Fig(8) : les PH de l'eau des trois (3) stations durant la deuxième campagne de prélèvement.

Tableau 09 : le PH de l'eau des trois (3) stations durant la troisième campagne de prélèvement.

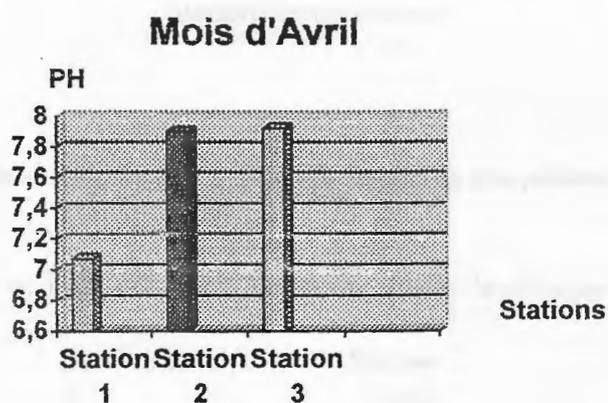
	<i>Station 1</i>	<i>Station 2</i>	<i>Station 3</i>
PH	7,85	7,85	8,12



Fig(9) : les PH de l'eau des trois (3) stations durant la troisième campagne de prélèvement.

Tableau 10: le PH de l'eau des trois (3) stations durant la quatrième campagne de prélèvement.

	<i>Station 1</i>	<i>Station 2</i>	<i>Station 3</i>
PH	7,07	7,90	7,92



Fig(10) :PH de l'eau des trois (03) stations durant la quatrième campagne de prélèvement.

Tableau 11 : le PH de l'eau des trois (3) stations durant la cinquième campagne de prélèvement.

	<i>Station 1</i>	<i>Station 2</i>	<i>Station 3</i>
PH	7,70	7,90	8,45

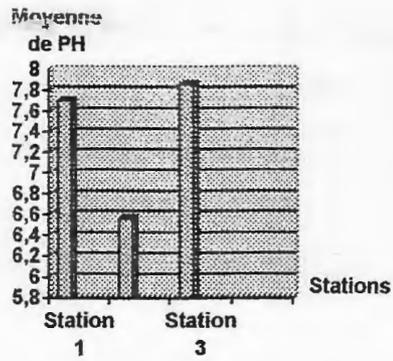


Fig13 : les PH moyennes de l'eau obtenues dans 3 station étudiée

CE

Variation en fonction des stations (spatiale) :

Tableau 14 : la Conductivité électrique de l'eau des trois (3) stations durant la première campagne de prélèvement.

	Station 1	Station 2	Station 3
CE	966	965	965

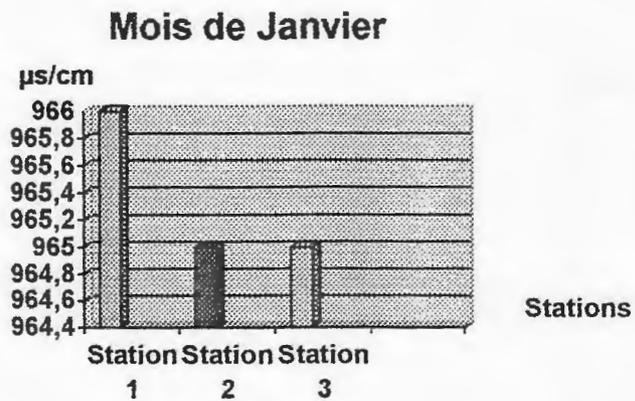


Fig 14: CE de l'eau des trois (03) stations durant la première campagne de prélèvement.

Tableau 15: la Conductivité électrique de l'eau des trois (3) stations durant la deuxième campagne de prélèvement.

	<i>Station 1</i>	<i>Station 2</i>	<i>Station 3</i>
CE	1355	1669	965

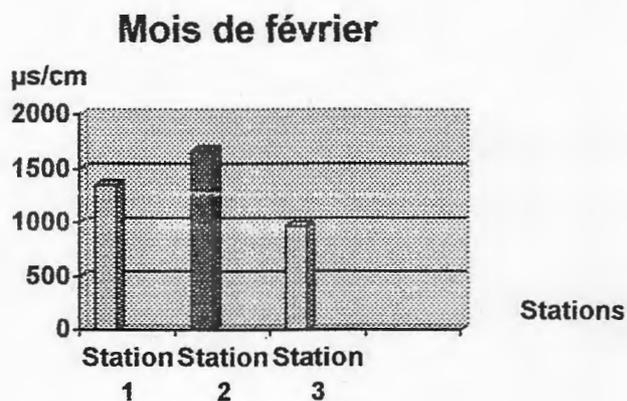


Fig15 : CE de l'eau des trois (03) stations durant la deuxième campagne de prélèvement.

Tableau16 : la Conductivité électrique de l'eau des trois (3) stations durant la troisième campagne de prélèvement.

	<i>Station 1</i>	<i>Station 2</i>	<i>Station 3</i>
CE	239	352	378

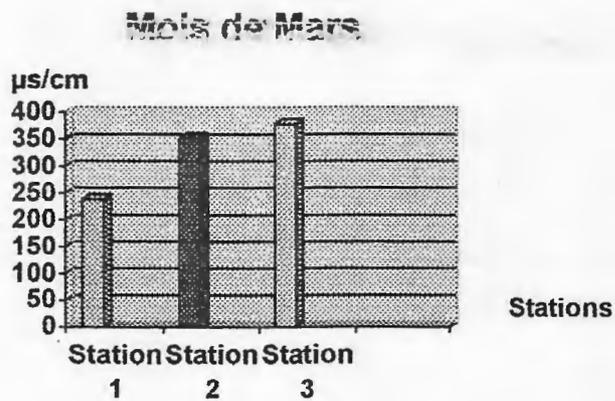


Fig16 : CE de l'eau des trois (03) stations durant la troisième campagne de prélèvement.

Tableau17 : la Conductivité électrique de l'eau des trois (3) stations durant la quatrième campagne de prélèvement.

	<i>Station 1</i>	<i>Station 2</i>	<i>Station 3</i>
CE	301	443	642

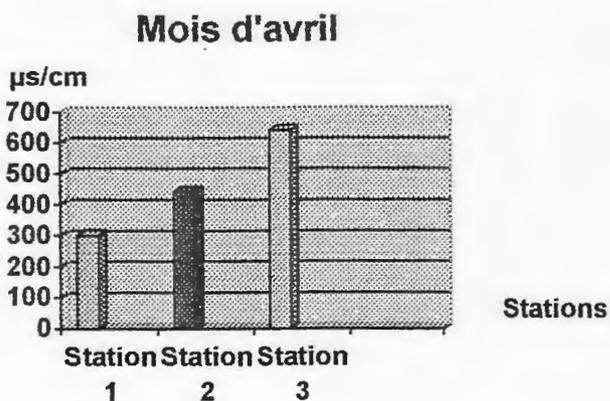


Fig17 : CE de l'eau des trois (03) stations durant la quatrième campagne de prélèvement.

Tableau 18 : la Conductivité électrique de l'eau des trois (3) stations durant la cinquième campagne de prélèvement.

	<i>Station 1</i>	<i>Station 2</i>	<i>Station 3</i>
CE	428	603	892

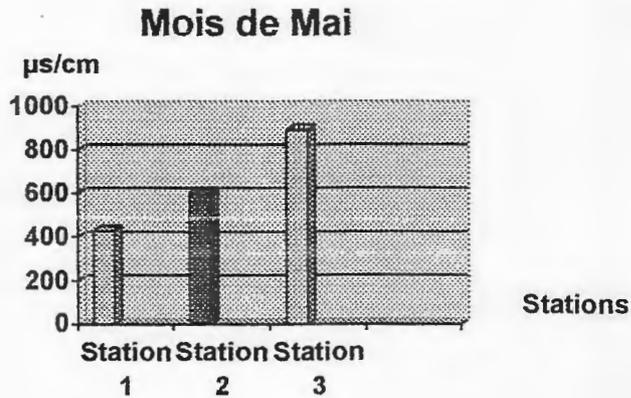


Fig 18 : CE de l'eau des trois (03) stations durant la cinquième campagne de prélèvement.

Tableau 19: la Conductivité électrique de l'eau des trois (3) stations durant la sixième campagne de prélèvement.

	<i>Station 1</i>	<i>Station 2</i>	<i>Station 3</i>
CE	413	sèche	363

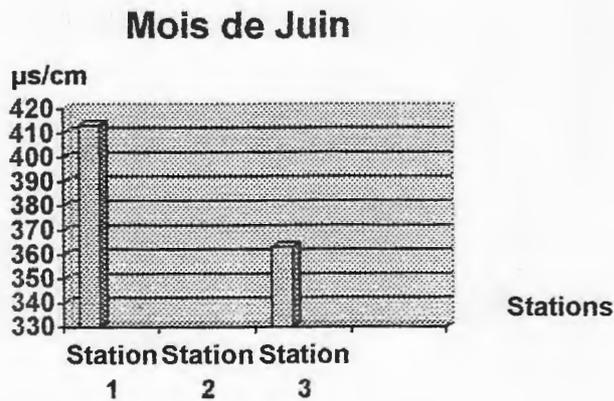


Fig19 CE de l'eau des trois (03) stations durant la sixième campagne de prélèvement.

L'oxygène dissous

Variation en fonction des stations (spatiale) :

Tableau20 : l'oxygène dissous de l'eau des trois (3) stations durant la première campagne de prélèvement.

	<i>Station 1</i>	<i>Station 2</i>	<i>Station 3</i>
l'oxygène dissous	7,30	7,11	5,14

Mois de Janvier

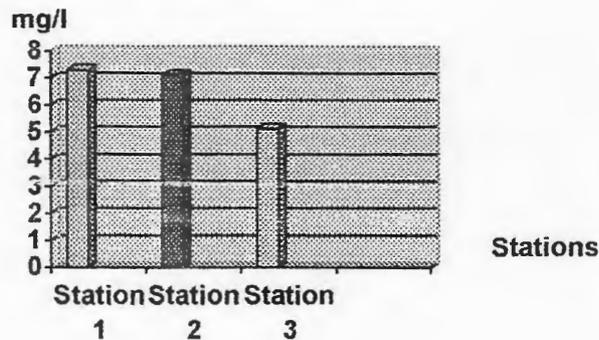


Fig20: les températures de

l'eau des trois (03) stations durant la première campagne de prélèvement.

Tableau21 : l'oxygène dissous de l'eau des trois (3) stations durant la deuxième campagne de prélèvement.

	<i>Station 1</i>	<i>Station 2</i>	<i>Station 3</i>
l'oxygène dissous	8,30	4,8	5,44

Mois de Février

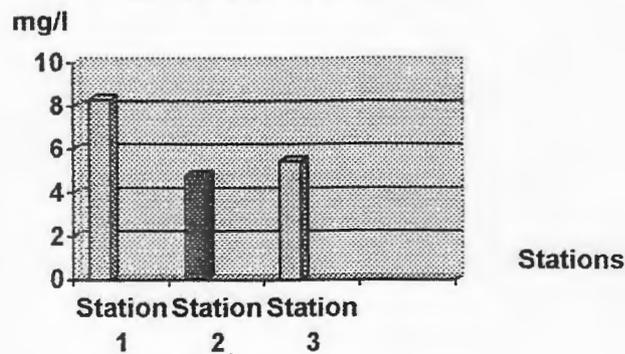


Fig21 l'oxygène dissous de l'eau des trois (03) stations durant la deuxième campagne de prélèvement.

Tableau 22: l'oxygène dissous de l'eau des trois (3) stations durant la troisième campagne de prélèvement.

	<i>Station 1</i>	<i>Station 2</i>	<i>Station 3</i>
l'oxygène dissous	8,95	6,60	5,59

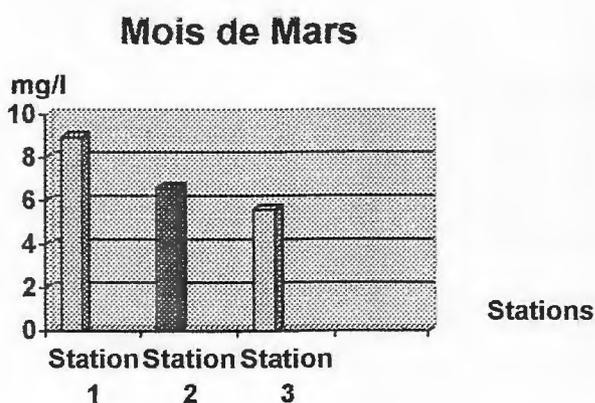


Fig22 : l'oxygène dissous de l'eau des trois (03) stations durant la troisième campagne de prélèvement.

Tableau 23: l'oxygène dissous de l'eau des trois (3) stations durant la quatrième campagne de prélèvement.

	<i>Station 1</i>	<i>Station 2</i>	<i>Station 3</i>
l'oxygène dissous	6,96	5,72	5,56

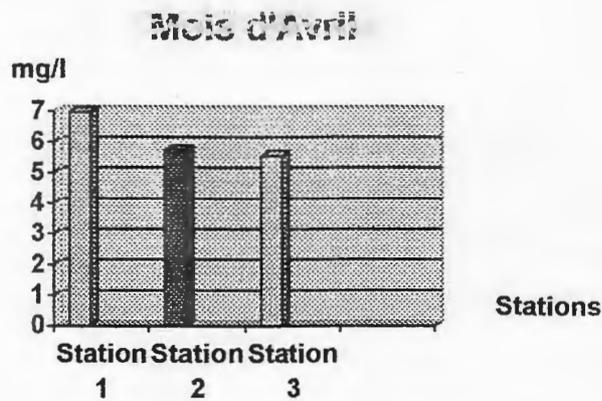


Fig23 : l'oxygène dissous de l'eau des trois (03) stations durant la quatrième campagne de prélèvement.

Tableau24 : l'oxygène dissous de l'eau des trois (3) stations durant la cinquième campagne de prélèvement.

	<i>Station 1</i>	<i>Station 2</i>	<i>Station 3</i>
l'oxygène dissous	6,52	5,52	3,90

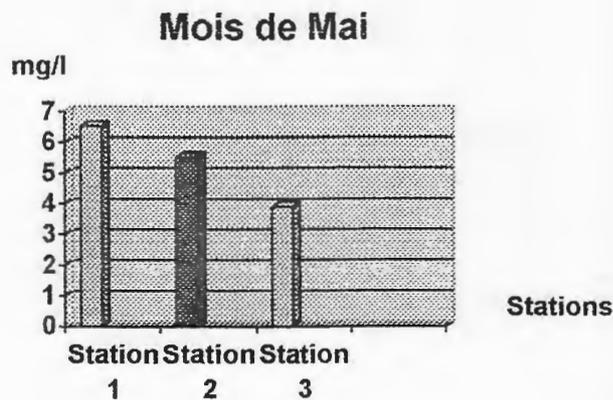


Fig24 l'oxygène dissous de l'eau des trois (03) stations durant la cinquième campagne de prélèvement.

Tableau25 : l'oxygène dissous de l'eau des trois (3) stations durant la sixième campagne de prélèvement.

	<i>Station 1</i>	<i>Station 2</i>	<i>Station 3</i>
l'oxygène dissous	6,30	sèche	5,38

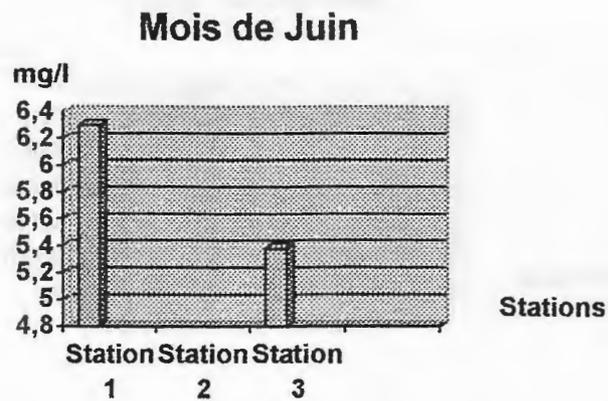
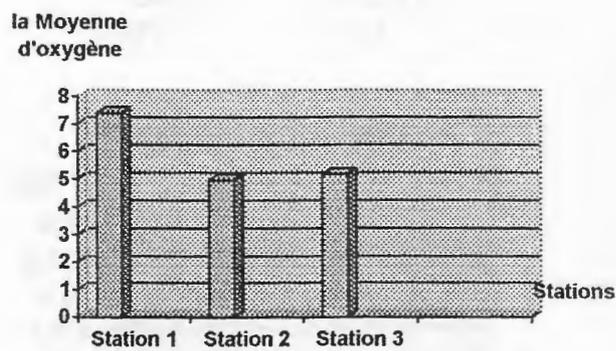


Fig25 l'oxygène dissous de l'eau des trois (03) stations durant la sixième campagne de prélèvement.



Phosphate :
Variation en fonction des stations :(spation)

Tableau (26) Concentration des phosphate dans l'eau des trois (3) station durant la première campagne de prélèvement.

	Station 1	Station 2	Station 3
Phosphate	0,009	0,012	0,01

Mois de Mars

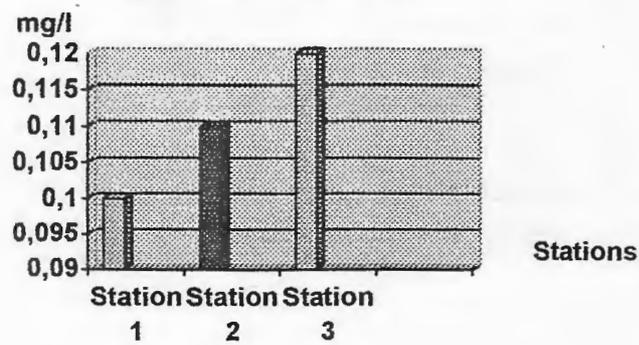


Fig28 : la Concentration des phosphate dans l'eau des trois (3) stations durant la troisième campagne de prélèvement.

Tableau (29) Concentration des phosphate dans l'eau des trois (3) station durant la quatrième campagne de prélèvement.

	Station 1	Station 2	Station 3
Phosphate	0,14	0,17	0,04

Mois d'Avril

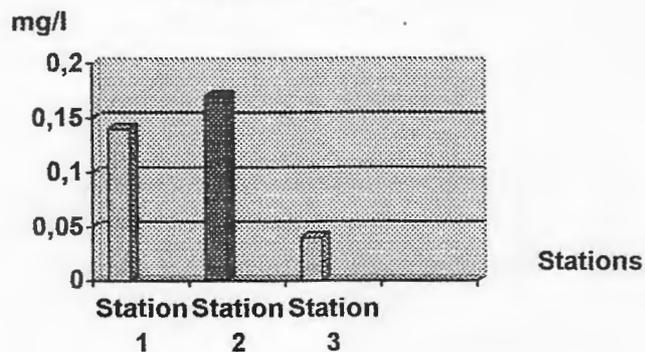


Fig29 : la Concentration des phosphate dans l'eau des trois (3) stations durant la quatrième campagne de prélèvement.

Tableau (30) Concentration des phosphate dans l'eau des trois (3) station durant la cinquième campagne de prélèvement.

	Station 1	Station 2	Station 3
Phosphate	0,022	0,042	0,016

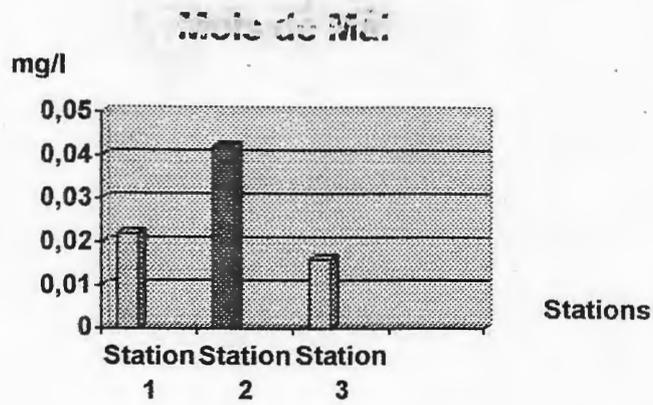


Fig30 : la Concentration des phosphate dans l'eau des trois (3) stations durant la cinquième campagne de prélèvement.

Tableau (31) Concentration des phosphate dans l'eau des trois (3) station durant la sixième campagne de prélèvement.

	Station 1	Station 2	Station 3
Phosphate	0,44	sèche	0,44

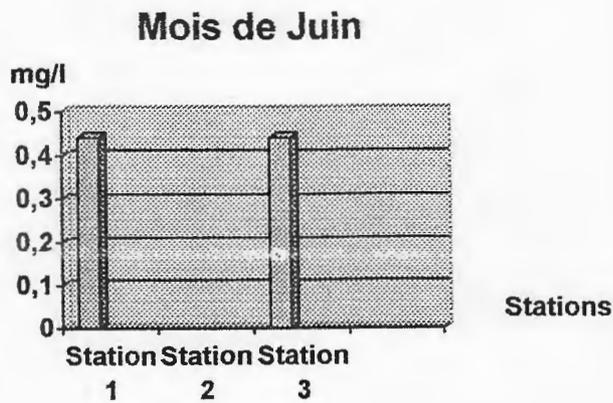


Fig31 : la Concentration des phosphate dans l'eau des trois (3) stations durant la sixième campagne de prélèvement.

Nitrates :
Variation en fonction des stations :(spation)