

République Algérienne Démocratique et Populaire الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
Ministère de l'Enseignement supérieur ووزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
et de la Recherche Scientifique  
Université de Jijel جامعة جيجل

Faculté des sciences  
Département : Ecologie

كلية العلوم  
قسم علم البيئة والمحيط



Eco. 16/06

01  
06

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

Thème



Impact des eaux chaudes de deux stations thermales Beni-Haroun  
et Ouled Achour sur la faune et la flore des Oueds récepteurs.

Jury :  
Mr. Krika A.  
M<sup>elle</sup>. Khaled Khodja S.  
Mr. Boudjelal F.

Président  
Examinateur  
Encadreur

présenté par :  
Bouaouina M.  
Hammami M.

Année universitaire : 2005/2006

## **Remerciements**

*Au terme de ce travail, nous commençons par remercier dieu pour nous avoir donné la volonté et le courage pour terminer ce modeste travail.*

*Nous tenons à exprimer notre gratitude et nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à l'élaboration de ce mémoire.*

*Nous remercions très chaleureux vont à monsieur BOUDJELAL F. notre promoteur, qui nous a guidé et suivi tout au long de ce travail.*


*Ses critiques fructueuses ont été pour nous une source d'enrichissement. Son aide et sa disponibilité nous ont permis d'avancer dans le travail et de finaliser cette étude.*

*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.*

*Merci à tous.*

*Une corrigé*

*Krika - a*



# Sommaire

Introduction.....	01
Chapitre I : Synthèse bibliographique.....	02
I.1. Les systèmes aquatiques.....	02
I.2. Cycle hydrologique.....	02
I.3. Les cours d'eau : écosystème d'eau courante.....	03
I.4. Qualité de l'écosystème.....	04
I.5. Les différents types de pollutions.....	04
I.5.1. La pollution biologique.....	05
I.5.2. La pollution chimique .....	05
I.5.3. La pollution physique .....	05
I.5.3.1. La pollution mécanique.....	06
I.5.3.2. La pollution thermique .....	06
I.6. Paramètre de qualité des eaux.....	06
I.6.1. Paramètres physico-chimiques et leurs effets.....	06
I.6.1.1. La couleur. ....	06
I.6.1.2. L'oxygène dissous .....	07
I.6.1.3. Le pH.....	08
I.6.1.4. La conductivité électrique .....	09
I.6.1.5. La température .....	09
I.6.1.6. Le phosphore .....	11
I.6.1.7. Les nitrates .....	11
I.6.2. Paramètres biologiques .....	12
Chapitre II : Matériel et méthodes.....	13
II.1. Localisation de la zone d'étude.....	13
II.2. Méthodes d'échantillonnages.....	16
II.3. Méthodes de mesure et de dosage.....	18
II.3.1. Paramètres mesurés sur terrain.....	18
II.3.1.1. L'oxygène dissous.....	18
II.3.1.2. La température.....	18
II.3.1.3. La conductivité électrique.....	19
II.3.1.4. Le pH.....	19

---

II.3.2.Méthode de dosage.....	19
II.3.2.1. Dosage des nitrates.....	19
II.3.2.1.1. Établissement de la courbe d'étalonnage .....	20
II.3.2.1.2. Mode opératoire.....	20
II.3.2.2. Dosage des composés phosphorés.....	20
II.3.2.2.1. principe.....	21
II. 3.2.2.2. Établissement de la courbe d'étalonnage .....	21
II. 3.2.2.3. Mode opératoire .....	21
Chapitre III : Présentation et interprétation des résultats.....	22
III.1. Résultats et discussion .....	22
III.1.1. La température .....	22
III.1.2. Le pH .....	22
III.1.3. Conductivité électrique .....	24
III.1.4. Oxygène dissous .....	24
III.1.5. Nitrates .....	25
III.1.6. Phosphates .....	26
III.1.7. Rapport N/p.....	27
III.2. Faune et flore.....	28
III.3. Analyse statistique.....	30
Conclusion.....	34
Bibliographie.....	35

## *Liste des tableaux*

- Tab. I : teneur en oxygène et température de l'eau à pression atmosphérique normale.
- Tab. II : limite de tolérances des êtres vivants aquatiques, selon le pH de l'eau.
- Tab. III : Etablissement de la courbe d'étalonnage des nitrates.
- Tab. IV : Etablissement de la courbe d'étalonnage des composés phosphorés.
- Tab. V : variation des valeurs de température de l'eau en (°C).
- Tab. VI : variation des valeurs de pH de l'eau.
- Tab. VII : conductivité électrique de l'eau en ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).
- Tab. VIII : variation des teneurs en oxygène dissous de l'eau.
- Tab. IX : variation des teneurs en nitrates de l'eau.
- Tab. X : variation des teneurs en phosphate de l'eau.
- Tab. XI : rapport N/P dans les sites de prélèvement.
- Tab. XII : espèces rencontrées dans les sites des deux oueds (El-kebir et Bouslah).
- Tab. XIII : présentation de la corrélation entre les paramètres physico-chimiques de l'eau à l'Oued El-kebir.
- Tab. XIV : présentation de la corrélation entre les paramètres physico-chimiques de l'eau à Oued Bouslah.

## *Liste des figures*

Figure 01 : localisation des sites de prélèvement de la station thermale de Beni-Haroun.

Figure 02 : localisation des sites de prélèvement de la station thermale d'Ouled Achour.

Figure 03 : les sites de prélèvement des deux stations thermales (Beni-Haroun et Ouled Achour).

Figure 04 : les espèces rencontrées dans les sites des deux oueds (El-kebir et Bouslah).



# *Introduction*

## INTRODUCTION

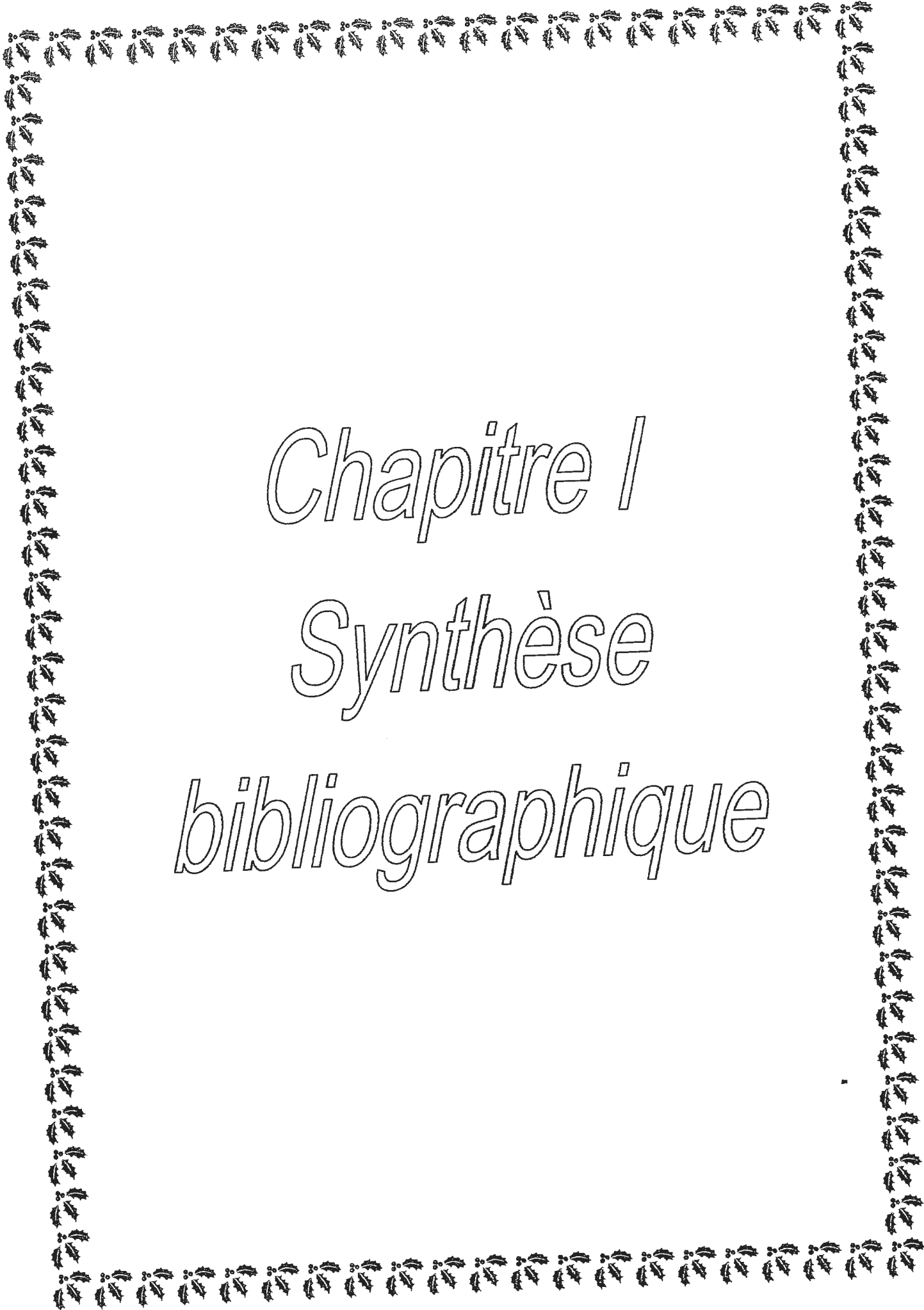
Tout le monde s'interroge sur le devenir des eaux chaudes provenant des stations thermales, une fois rejetées dans la nature, et leurs effets sur les écosystèmes des milieux récepteurs. Ceci paraît évident quand on sait que chaque espèce animale ou végétale a ces préférences thermiques comme l'indiquent les lois physiologiques.

Pour contribuer à l'étude de ce phénomène nous avons choisi de travailler sur deux stations thermales, la station de Beni-Haroun se trouvant au Nord du fameux barrage de Beni-Haroun et la station d'Ouled Achour située à proximité de la ville de Ferdjioua ; et ce afin d'étudier l'effet de leurs eaux chaudes sur les milieux récepteurs.

Ceci justifie le choix de notre thème de recherche qui s'intègre dans le cadre d'un projet de fin d'étude et qui s'intitule : « Impact des eaux chaudes de deux stations thermales : Beni-Haroun et Ouled Achour, sur la faune et la flore des oueds récepteurs ».

Pour ce faire nous allons procéder à une analyse biologique afin d'étudier la composition faunistique et floristique des milieux récepteurs. Cette analyse biologique sera suivie par une analyse physico-chimique et un traitement statistique des données dans le but de déterminer l'effet du facteur température sur la faune et la flore des Oueds récepteurs.





*Chapitre I*  
*Synthèse*  
*bibliographique*

### I.1. Les systèmes aquatiques

L'eau est un constituant essentiel de la biosphère où elle est représentée sous ses trois états : gazeux, liquide et solide. L'eau est aussi le substrat fondamental des activités biologiques et le constituant le plus important des êtres vivants.

Sur l'ensemble de la planète la quantité totale d'eau est estimée à 1 350 millions de km<sup>3</sup> dont 97% constituent les océans.

Les eaux douces continentales utilisables ne représentent que 06% de la quantité totale, soit 8.3 millions de km<sup>3</sup>.

Ces eaux douces utilisables se répartissent ainsi au :

- Eaux stagnantes : l'étude de ce type d'eau dénommée **limnologie**, comporte trois mots pour désigner ce type d'écosystème : mare, étang, lac.
- Eaux souterraines : ce sont les eaux des nappes phréatiques, qui correspondent à 97.82% des eaux douces utilisables.
- Eaux courantes : dénommées eaux à **faciès lotique** en écologie. En effet, les caractéristiques abiotiques varient de l'amont à l'aval et il n'existe pas de biotope caractéristique [10].

### I. 2. Le cycle hydrologique

Avant d'aborder la question de la surveillance de la qualité des eaux, il est important d'examiner le cycle hydrologique. Ce cycle est par ailleurs lié aux cycles biogéochimiques de tous les éléments. Il est conditionné par l'alternance d'évaporation et de condensation. La vapeur se condense sous l'effet du froid dans les parties élevées de l'atmosphère. Elle est précipitée ensuite par les pluies et les neiges puis, si elle tombe sur une terre, ruisselle et percole en direction des lacs et de la mer. Elle peut s'évaporer à nouveau à partir des surfaces d'eau libre, du sol, et même des organismes vivants. Toutefois son analyse peut s'avérer extrêmement complexe, en raison des nombreux trajets que l'eau peut emprunter [11].

La composition de l'eau change tout au long du cycle hydrologique. On pourrait penser que l'eau atmosphérique est assez pure à l'état naturel ; or, au contact du sol et du substratum rocheux, elle devient une solution diluée de sodium, de potassium de calcium, de

bicarbonates, de sulfates et de chlorures. En outre, elle peut parfois contenir des composés inorganiques et organiques. D'autres facteurs influent également sur la composition des cours d'eau, notamment l'activité humaine [15].

### I. 3. Les cours d'eau : écosystèmes d'eau courante

Un écosystème est une unité écologique de base comportant une biocénose, qui est constituée par l'ensemble des peuplements végétaux et animaux. La flore et la faune d'eau douce sont très diversifiées et comportent classiquement des représentants de tous les groupes d'organismes vivants (virus, bactéries, champignons, algues, végétaux supérieurs, invertébrés et vertébrés) et son biotope qui correspond à l'ensemble du milieu abiotique. Il est constitué par l'eau et le substrat (lit, berges), et dépend principalement de facteurs géologiques, topographiques et climatiques [08].

En un secteur donné du cours d'eau, le biotope va être défini par plusieurs paramètres, parmi lesquels :

- La vitesse d'écoulement de l'eau.
- La nature du substrat.
- La composition des berges (pente, présence de végétation, substrat...).
- La composition physico-chimique de l'eau (température, oxygène dissous, charge en éléments nutritifs, paramètres géochimiques, polluants éventuels...).

L'ensemble étant lié par un système d'interactions, il s'agit donc d'un système unitaire vivant et fonctionnel, comportant de multiples composants ayant entre eux des relations de type dynamique [14].

Un cours d'eau est un terme général désignant tous les chenaux naturels, superficiels ou souterrains, qui conduit de l'eau de façon temporaire ou permanente. Parmi les cours d'eau naturels, on a l'Oued défini comme un cours d'eau temporaire dans les régions arides (principalement en Afrique du Nord et au Moyen Orient) [05].

Les cours d'eau peuvent être considérés comme des «collecteurs», alimentés par le ruissellement des eaux superficielles et la résurgence des eaux de nappe souterraine, provenant essentiellement des précipitations. 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 et le cours d'eau et son environnement terrestre.

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 nature géologique, la végétation, l'occupation des sols, vont déterminer le fonctionnement des cours d'eau récepteurs [14].

#### I. 4. Qualité de l'écosystème

L'eau est un milieu de vie. Son analyse ne peut être complète sans une évaluation de ses qualités en tant que telles. Il est souvent nécessaire de connaître la qualité non pas de l'eau prise isolément, mais du milieu aquatique dans son ensemble.

En effet, la gestion des hydrosystèmes, incitent à préserver le fonctionnement écologique des milieux aquatiques. Ainsi, la notion d'intégrité biotique ou de santé des écosystèmes nécessite de prendre en compte simultanément les paramètres chimiques, physiques et biologiques.

-*L'approche physico-chimique* caractérise les perturbations par leurs causes (présence d'éléments polluants). Elle renseigne sur la nature des polluants et éventuellement sur le flux de pollution (si on a une bonne connaissance des débits).

-*L'approche biocénotique ou biologique* caractérise les perturbations par leurs effets sur les communautés en place. Elle permet donc une appréciation globale de la qualité des systèmes d'eau courante par une mise en évidence et une évaluation des altérations des systèmes aquatiques [14].

#### I. 5. Les différents types de pollutions

La pollution des eaux se définit comme étant la modification due aux actions humaine des composantes physico-chimiques des milieux aquatiques récepteurs, ainsi que les biocénoses peuplant ces milieux [21, 18].

Un séminaire d'experts européens réuni à Genève en mars 1961 a ainsi explicitée cette notion :

« Un cours d'eau est considéré comme étant pollué lorsque la composition ou l'état de ses eaux sont, directement ou indirectement modifiée du fait de l'action de l'homme dans une mesure telle que celles-ci se prêtent moins facilement à toutes les utilisations auxquelles elles pourraient servir à leur état naturel, ou à certaines d'entre elles» [06].

Parmi les divers polluants des eaux, nous distinguerons trois catégories : celle des agents biologiques (microorganismes et matières organiques fermentescibles), celle des agents chimiques (divers substances toxiques ou modifiant les facteurs écologiques en milieu aquatique) et celle des agents physiques de la pollution.

### **I. 5.1 La pollution biologique**

La pollution biologique des eaux, se traduit par une forte contamination bactériologique, elle résulte du rejet dans les eaux continentales d'une grande variété de substances organiques fermentescibles d'origines diverses tel que les effluents urbains ou industriels [22].

Les causes de contamination des eaux par des matières organiques sont les rejets de diverses industries alimentaires hautement polluants (abattoirs, laiteries, fromagerie etc....) et eaux des égouts urbains [18,22].

### **I. 5.2. La pollution chimique**

Cette pollution se manifeste généralement tout en modifiant les facteurs écologiques en milieu aquatique. Parmi les divers polluants chimiques on distingue :

- Les produits toxiques d'origine minérale ou organiques :

\* Les substances organiques toxiques sont : les pesticides, les détergents, les hydrocarbures et les autres produits de synthèse (aldéhydes, phénols et les produits azotés) [12,22].

\* Les substances minérales toxiques sont : les sels à fortes concentration, les ions métalliques rejetés par les effluents industriels (le cuivre, le plomb, le zinc le cadmium, le chrome, le mercure et le fer) [12, 18].

- Les produits inorganiques : Ce sont de nombreux sels dissous à l'état d'ions tels que le sodium, le potassium, le calcium, le manganèse, le chlorure, le nitrate, le bicarbonate, le sulfate et le phosphate [17, 18].

### **I. 5.3. La pollution physique**

Les principales formes d'altérations physiques de l'hydrosphère sont la pollution mécanique et la pollution thermique.

### **I. 5.3.1. La pollution mécanique**

Les eaux résiduaires qui sont chargées de matières en suspension (organiques ou minérales) se déposent plus ou moins en aval produisant une pollution mécanique avec augmentation de la turbidité des eaux et changement de leur couleur naturelle [18, 21].

Les causes principales des pollutions mécaniques sont :

- L'érosion accélérée des sols, les surcharges de pâturages et les mauvaises pratiques culturales.
- Les matières solides transportées par les eaux se déposent dans les lits des fleuves et rivières en modifiant le régime des eaux [21].

### **I. 5.3.2 La pollution thermique**

Le refroidissement des centrales électriques ou nucléaire par les eaux continentales, se traduit par un rejet de chaleur dans le milieu susceptible de provoquer des troubles biocénétiques. C'est la cause principale de la pollution thermique des eaux, quoique les aciéries et d'autres industries lourdes puissent en certaines régions y contribuer de façon significative [22].

## **I. 6. Paramètres de la qualité des eaux**

Nous décrivons, dans les pages suivantes, certains paramètres utilisés pour mesurer la qualité des eaux. Certains d'entre eux s'appliquent aussi bien aux eaux douces qu'aux eaux estuariennes.

### **I. 6.1. Paramètres physico-chimiques et leurs effets**

#### **I. 6.1.1. La couleur**

Il existe deux mesures de la couleur; la *couleur vraie*, qui est la mesure des Composés colorants dissous, et la *couleur apparente*, qui résulte de la présence de matières en suspension dans l'échantillon. La couleur de l'eau est due à la présence de matières organiques et inorganiques, lesquelles absorbent des fréquences lumineuses différentes.

La couleur de l'eau peut être due à des substances minérales naturels, comme le fer et le manganèse, ou à des composés organiques, dont les plus répandus sont les algues, les protozoaires et les produits naturels de la décomposition des végétaux. Les composés

organiques et inorganiques présents dans les effluents industriels et dans les eaux agricoles peuvent également colorer l'eau.

En principe, la couleur n'est pas considérée comme un grave problème de pollution, mais, en faisant obstacle à la pénétration de la lumière, elle peut influencer sur l'utilisation à des fins domestiques, industrielles ou récréatives [07].

#### I. 6.1.2. L'oxygène dissous

L'oxygène est l'un des gaz que l'on retrouve à l'état dissous dans les eaux de surface naturelles. Il est moyennement soluble dans l'eau. La quantité d'oxygène dissous dans les eaux naturelles varie en fonction de la température, de la salinité et de la turbulence (brassage) des eaux, ainsi que de la pression atmosphérique. Elle dépend également de la respiration des organismes et du processus de réoxygénation. La décomposition des déchets organiques par les micro-organismes et l'oxydation des déchets inorganiques peuvent entraîner une désoxygénation quasi totale de l'eau [07].

Généralement, la concentration d'oxygène dissous dans les eaux de surface naturelles est inférieure à 10 mg/L. La solubilité maximale de l'oxygène atmosphérique dans les eaux douces est comprise entre environ 15 mg/L à 0°C et 8 mg/L à 25°C. Au niveau de la mer dans les eaux salées, la concentration de saturation varie de 11 mg/L à 0°C à 7 mg/L à 25°C [02].

**Tab. I : teneur en oxygène et température de l'eau à pression atmosphérique normale (Arrignon et al, 1977).**

Température de l'eau en °C	Teneur en oxygène dissous en mg/l
0	14,7
5	12,8
10	11,4
15	10,2
20	9
25	8,4
30	7,7

L'oxygène dissous dans l'eau provient soit de l'atmosphère, soit de la photosynthèse par les végétaux aquatiques, entre autres le phytoplancton [10].

L'oxygène dissous n'a aucun effet physiologique néfaste sur les êtres humains; les eaux doivent cependant contenir des quantités suffisantes d'oxygène dissous pour les poissons et les autres animaux aquatiques.

De nombreux organismes aérobies ne peuvent survivre quand la quantité d'oxygène dissous est inférieure à un certain seuil. Les besoins en oxygène dissous des différents organismes aquatiques sont fonction de la température et varient considérablement selon les organismes. Une très faible concentration d'oxygène dissous a des effets particulièrement nocifs sur les organismes aquatiques. Il a été prouvé que des concentrations inférieures à 4 mg/L nuisent à la plupart des organismes aquatiques.

L'oxygène dissous a la propriété de précipiter des substances comme le fer et le manganèse, qui donnent à l'eau un goût désagréable [07].

### **I. 6.1.3. Le pH**

Le pH, indice de l'équilibre entre les acides et les bases dans l'eau, est une mesure de la concentration des ions hydrogène en solution. Il est proportionnel au pouvoir neutralisant de l'eau et indique par conséquent les réactions chimiques possibles avec les roches, les minéraux et les sols [07].

Les valeurs du pH varient de 0 à 14. De 0 à 7 il reflète le caractère acide au milieu, de 7 à 14 il dénote un caractère basique. La neutralité est attribuée pour une valeur égale à 7 [10].

Le pH oscille entre 4 et 9 dans les eaux douces naturelles qui renferment un système tampon constitué de bicarbonates et de carbonates. En eau salée, il est compris entre 8,0 et 8,3. Le pH théorique des eaux de pluie est de 5,6, ce qui signifie que ces eaux sont légèrement acides.

Les carbonates, les hydroxydes et les bicarbonates augmentent l'alcalinité de l'eau, tandis que les acides minéraux libres et les acides carboniques en accroissent l'acidité.

Le pH de l'eau peut influencer sur la répartition des biocénoses en milieu aquatique, de même que sur la disponibilité des substances nutritives et sur la toxicité relative de nombreux oligo-éléments et par conséquent sur la survie des espèces [Tab.2].



Tab. II : limite de tolérances des êtres vivants aquatiques, selon le pH de l'eau [02].

pH<5	Limite inférieure a la survie des espèces.
5<pH<9	Tolérance pour la plupart des espèces.
6<pH<7,2	Zone optimale pour la reproduction de la plupart des espèces.
7,5<pH<8,5	Zone optimale pour le plancton.
pH>8,5	Destruction de certains algues et prolifération d'autres.
pH>9	Seuil léthal de nombreuses espèces

#### I. 6.1.4. La Conductivité électrique

La conductivité électrique est l'expression numérique de la capacité des eaux à conduire l'électricité. Elle se mesure en micro-siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) et est ramenée a une température type, soit normalement 25°C. La conductivité des eaux dépend de leur teneur en des sels dissous et de leur température.

La conductivité électrique donne une bonne idée des variations de composition des eaux, surtout de la teneur en minéraux. Elle est particulièrement sensible aux variations de la concentration de matières solides dissoutes ; cependant, elle ne fournit aucune indication sur les quantités relatives des divers constituants. Elle augmente proportionnellement avec la teneur en solides dissous. Il existe une relation empirique entre la conductivité électrique des eaux et les matières solides dissoutes totales.

Dans les eaux de surface naturelles, la conductivité électrique est comprise entre 50 et 150  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ; elle est généralement élevée dans les eaux souterraines et les eaux des régions arides. Ainsi, dans ce dernier cas, elle atteint habituellement 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Sous l'effet des effluents industriels, la conductivité électrique des eaux réceptrices peut atteindre 10 000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  [07].

#### I. 6.1.5. La température

On peut définir la température d'un corps comme étant la condition qui fait que celui-ci transfère de la chaleur à d'autres corps. Elle est habituellement mesurée à l'aide d'un

thermomètre ou d'une thermistance et s'exprime dans une échelle relative, tels les degrés Celsius (°C). La température influe sur les processus physiques, biologiques et chimiques qui se déroulent dans le milieu aquatique [07].

Par exemple, si la température de l'eau augmente, la solubilité de l'oxygène diminue et la demande en oxygène augmente, ce qui aboutit à l'asphyxie des eaux [18,22].

Les variations de température font partie du régime climatique normal. La température des plans d'eau naturels subit des variations saisonnières et diurnes. Les organismes aquatiques ont une limite supérieure et une limite inférieure de tolérance thermique à l'intérieur desquelles la croissance, l'incubation des oeufs et la migration sont optimales. Ces limites varient selon chaque espèce. Les modifications des régimes de température peuvent donc influencer sur la répartition et la composition des biocénoses aquatiques.

La température des eaux de surface dépend de plusieurs facteurs, notamment de la latitude, de l'altitude, de la saison, de l'heure, du débit et de la profondeur. Elle s'échelonne entre 0°C sous la glace et + de 40°C dans les sources thermales [07].

En effet, certaines eaux thermales, du fait de la température du réservoir, acquièrent des propriétés chimiques particulières, différentes des caractéristiques habituellement observées pour les eaux froides de surface. Du fait des températures qui peuvent être élevées dans le réservoir (200 ou 300°C), elles sont capables de dissoudre certains minéraux et s'enrichir en «oligo»éléments durant le long temps de contact, parfois plusieurs dizaines de milliers d'années, avec les roches du réservoir profond. Par ailleurs, le circuit des eaux thermales est généralement assez long. Aussi, les eaux thermales sont généralement exemptes de contaminants tels que les nitrates ou les produits xénobiotiques.

Lors de leurs remontées les eaux chaudes peuvent se refroidir au contact des couches géologiques plus superficielles. Ces variations de température modifient les caractéristiques chimiques des eaux. En effet, la solubilité des minéraux variant avec la température, les solutions peuvent se trouver saturées par rapport à certaines espèces minérales et précipiter, ce qui affecte leur teneur en éléments dissous. A l'opposé, elles peuvent devenir sous saturées par rapport à d'autres minéraux et les dissoudre si ce dernier est présent dans les couches traversées. Ceci peut provoquer une ou plusieurs précipitations de minéraux par effet d'ion commun [25].

### I. 6.1.6. Le phosphore

Le phosphore est présent naturellement dans les eaux superficielles en faible concentration ; il joue souvent le rôle de facteur limitant dans le développement.

Les phosphates présents dans l'eau proviennent des industries agricoles et alimentaires du phosphore, du traitement des eaux (phosphatation), de la fertilisation intensive des terres.

Les modifications très importantes qualitatives et quantitatives touchant les peuplements végétaux (algues et macrophytes) et animaux sont dues essentiellement à l'augmentation des teneurs en phosphore [21].

### I. 6.1.7. Les nitrates

Leur présence dans l'eau est généralement inférieure à 5mg/l, mais on les rencontre parfois en quantité supérieure dans les eaux souterraines [01].

En excès, les nitrates deviennent nuisibles ; les plantes contenant trop de nitrates fleurissent mal d'où la diminution de la productivité. L'accumulation d'acide nitreux chez les plantes, conduit à la synthèse de nitrosamine cancérigène ; lessivés par les pluies vers les rivières et nappes liquides, les nitrates peuvent provoquer des phénomènes d'*eutrophisation* [18].

Ce processus d'*eutrophisation* se déclenche quand les eaux sont trop chargées en nitrates et en phosphates, ces deux nutriments qui permettent la croissance des algues. Quand ils sont tous les deux en grande quantité dans l'eau, les algues microscopiques (phytoplancton) et les végétaux fixés (macrophytes) se développent de façon excessive. La matière organique présente dans le fleuve augmente démesurément (la rivière devient parfois verte tellement les algues y pullulent), et quand les algues meurent, cette matière organique se décompose en consommant tout l'oxygène de la colonne d'eau, induisant ainsi l'anoxie, c'est-à-dire l'absence d'oxygène dans l'eau, et donc la mort de tous les poissons et invertébrés du milieu. Cette anoxie ne se produit pas en général dans le réseau fluvial mais dans les estuaires turbides où le transit de l'eau est fortement ralenti et où la décomposition l'emporte sur la production algale. Le phénomène d'*eutrophisation* fluvial se produit principalement au printemps et en été, quand l'ensoleillement est fort, permettant la photosynthèse par les algues, et la température élevée [20].



### I.6.2. Paramètres biologiques

Dans un écosystème, les différentes communautés sont en équilibre entre elles et avec le milieu, chaque organisme présentant des exigences particulières par rapport aux différents facteurs du milieu, mais cet équilibre est fragile. Les modifications d'une ou plusieurs caractéristiques du milieu peut le rompre. En effet, les organismes vivants sont sensibles à une large gamme d'impacts (physiques, chimiques, biologiques) et vont réagir de façon plus ou moins spécifique et plus ou moins graduée aux perturbations subies par les hydrosystèmes, qu'elles soient chroniques ou ponctuelles, d'origine chimique ou physique. Certaines espèces vont disparaître, d'autres se développent et un nouvel équilibre s'installe. Ainsi, puisque des pollutions peuvent modifier ou détruire la faune et la flore, il est possible, inversement, de prouver l'existence de pollutions à partir de l'étude des communautés animales et végétales. C'est là le fondement des méthodes biologiques de détermination de la qualité d'une eau, basées sur l'étude de matériel vivant, c'est-à-dire sur des organismes principalement aquatiques ou inféodés aux milieux aquatiques. Les méthodes biologiques d'estimation de la qualité de l'eau permettent ainsi de détecter toute dégradation chimique ou physique du milieu (souvent causée par les activités humaines), ayant pour effet la dégradation de l'habitat des peuplements de ce milieu et par conséquent un changement de la composition des peuplements [14].



*Chapitre II*  
*Matériel*  
*et*  
*méthodes*

## **II. Matériel et méthodes**

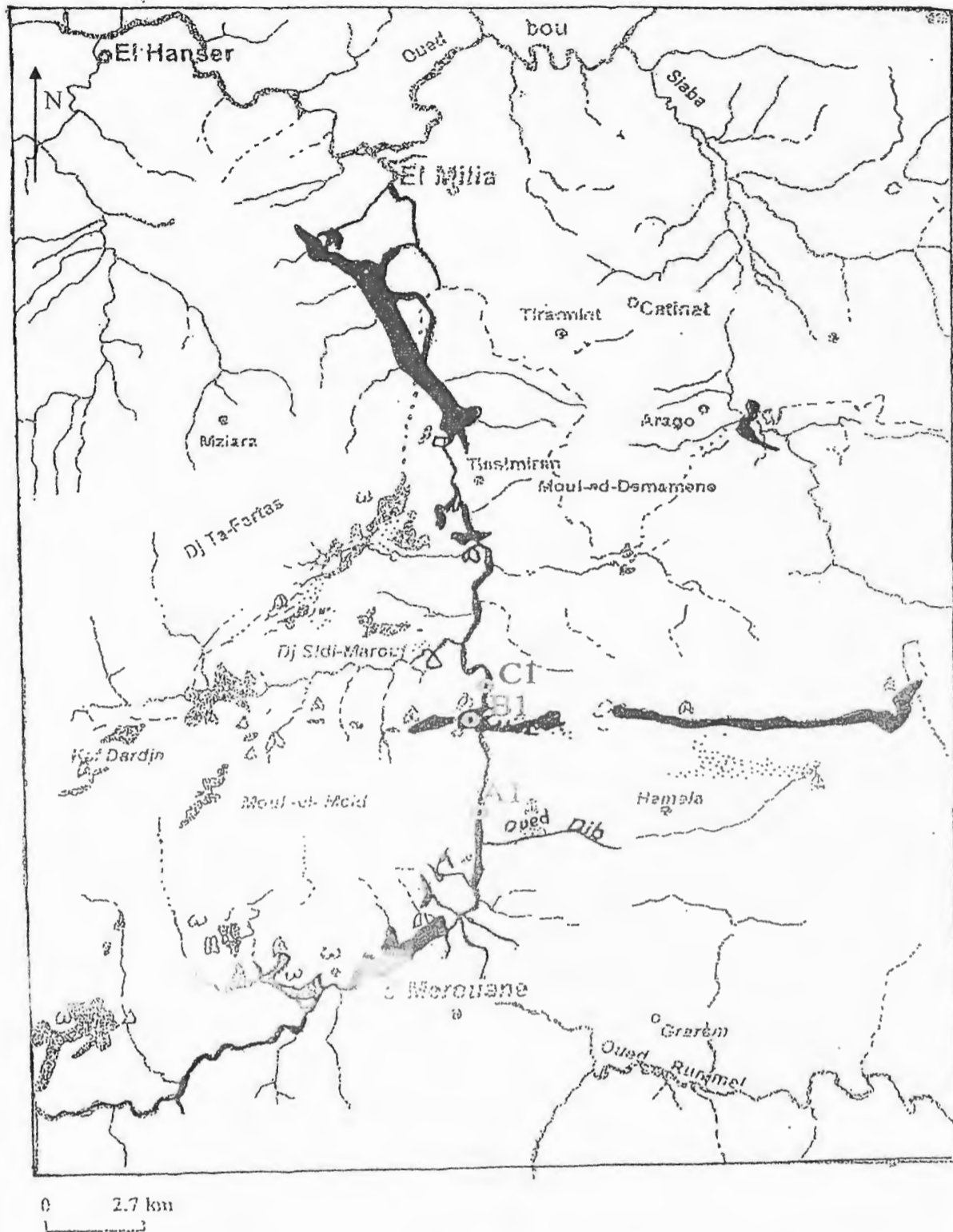
### **II. 1. Localisation de la zone d'étude**

Les deux stations thermales étudiées se trouvent dans la wilaya de Mila. La station thermale de Beni-Haroun, notée station N°1 (36° 30' N ; 6° 26' E, altitude : 497m), se trouvent au Nord du chef-lieu de la wilaya ; elle se caractérise par un aspect orographique important ; en effet elle est marquée par un relief très accidenté, montrant des contrastes topographiques remarquables, avec notamment des massifs culminants à des hauteurs très élevées et de profonds ravins et talwegs.

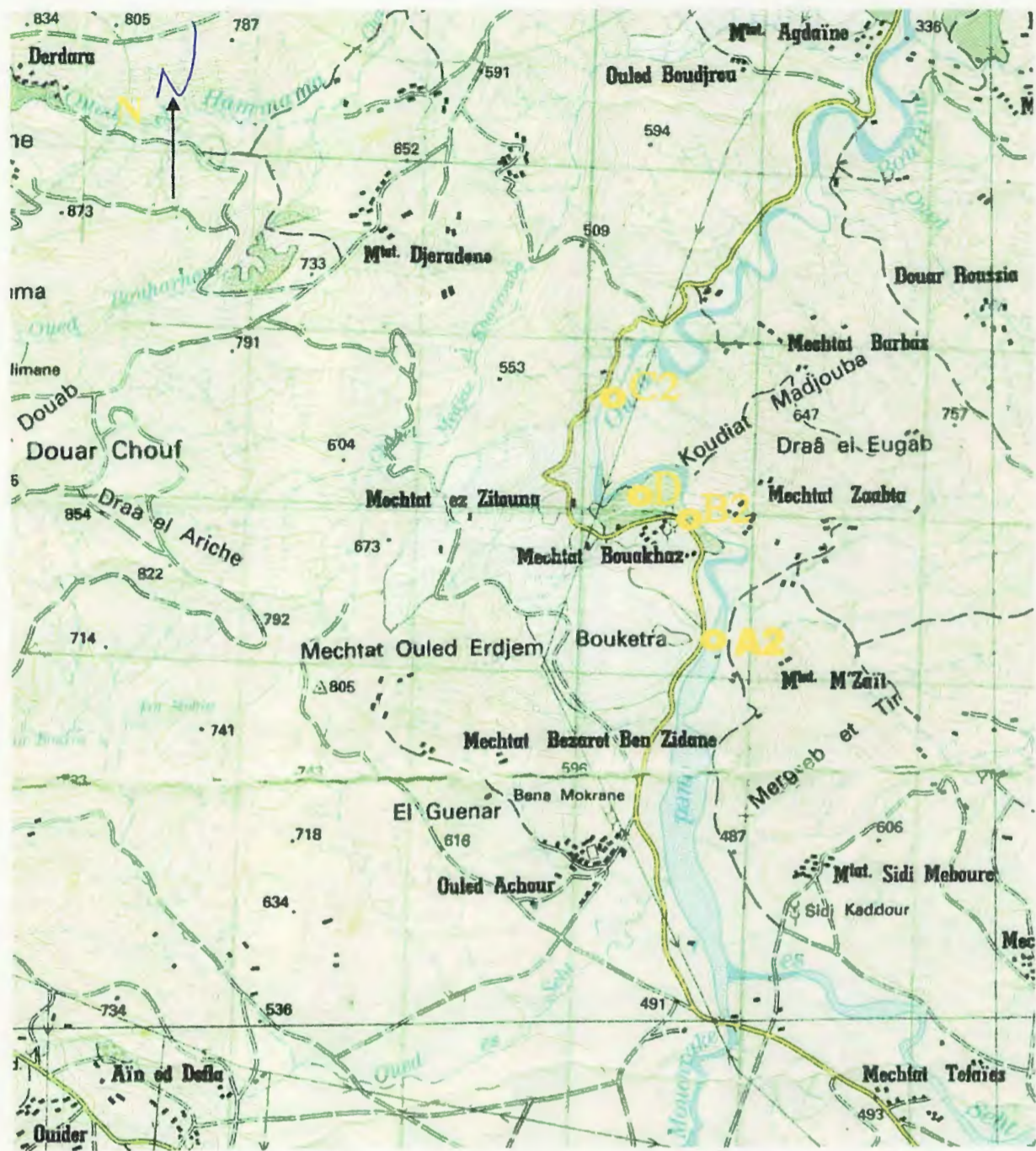
La région possède un réseau hydrographique très important représenté essentiellement par l'Oued El-kebir qui coule du Sud vers le Nord parallèlement à la nationale N°43 qui relie la wilaya de Jijel à Constantine. Plus précisément elle est situé entre la ville de Sidi-Marouf au Nord et le pont Oued Dib au Sud (Fig. 01).

La station thermale d'Ouled Achour, dite station N°2 (36° 27' N ; 5° 54' E, altitude : 597m) est localisée au Nord Ouest de la wilaya, à proximité de la ville de Ferdjioua (Fig.02).





**Fig.01 : localisation des sites de prélèvement de la station thermique de Beni-Haroun (d'après, M. Durand Delga, 1955).**



1/ 50000

**Fig.02 : localisation des sites de prélèvement de la station thermique d'Ouled Achour (d'après, INC 1991).**



## **II.2. Méthodes d'échantillonnage**

Le prélèvement d'échantillons est simple, il suffit d'immerger un récipient dans l'eau pour obtenir des échantillons représentatifs et en préserver l'intégrité jusqu'au moment de leur analyse.

L'emplacement des points d'échantillonnage et la fréquence des prélèvements doivent être définis à l'étape de la conception du travail. Ils dépendent des objectifs du travail et de la variabilité du système dans le temps et dans l'espace. Il incombe de déterminer avec précision sur le terrain l'emplacement de tous les points d'échantillonnage et de toujours prélever les échantillons exactement aux mêmes endroits. Seul un échantillonnage systématique effectué en un même endroit permet d'expliquer les variations chronologiques de la qualité des eaux. L'emplacement de chaque point d'échantillonnage, y compris la latitude et la longitude, doit donc être précisé dès la première sortie sur le terrain.

Les prélèvements sont espacés par une période d'un mois en moyenne dont les dates sont les suivantes :

-22 février 2006

-22 mars 2006

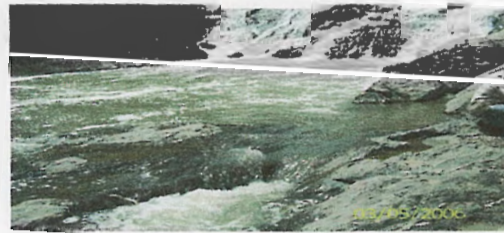
-23 avril 2006

Trois sites de prélèvement ont été choisis dans la station thermale de Beni-Haroun, ils sont notés A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub> et C<sub>1</sub> (Fig. 01) ; et quatre autres sites dans la station thermale d'Ouled Achour, ils sont notés A<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>, et D (Fig. 02), L'indice 1 désigne donc la station de Beni-Haroun et 2 la station d'Ouled Achour.

Les sites A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> : sont deux sites de prélèvement correspondant à la partie amont de chaque station.

Site A<sub>1</sub>Site A<sub>2</sub>

Les sites B<sub>1</sub> et B<sub>2</sub> : sont deux sites de prélèvement correspondant au point de rejet des eaux des stations thermales.

Site B<sub>1</sub>Site B<sub>2</sub>

Les sites C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> : sont deux sites de prélèvement correspondant à la partie aval de chaque station.

Site C<sub>1</sub>Site C<sub>2</sub>

Le site D est une source naturelle d'eaux chaudes située dans la station thermale N° 02.



Site D : source naturelle d'eau chaude

**Fig. 03 : les sites de prélèvement des deux stations thermales (Beni-Haroun et Ouled Achour).**

## II. 3. Méthode de mesure et de dosage

### II. 3.1. Paramètres mesurés sur le terrain

Les divers paramètres, notamment le pH, la conductivité, l'oxygène dissous et la température, ont été mesurés sur les lieux de l'échantillonnage, et les valeurs sont établies *in situ*, après avoir prélevé l'échantillon

#### II. 3.1.1. L'oxygène dissous

On a déterminé la teneur en oxygène dissous directement, à l'aide d'un appareil de mesure de l'oxygène dissous (Oxymètre), *in situ* car les concentrations de celui-ci subissent de fortes variations dans un court laps de temps. Les valeurs sont exprimées en mg/L.

#### II. 3.1.2. La température

La température est mesurée à l'aide d'un thermomètre électronique.

- a) On rince le thermomètre avec une partie de l'échantillon d'eau.
- b) On immerge le thermomètre dans l'échantillon jusqu'à ce que la lecture se stabilise.
- c) On inscrit la température en degrés Celsius (°C).

#### II. 3.1.3. La conductivité électrique

La conductivité est mesurée *in situ* avec un conductimètre; et on prend la mesure le plus tôt possible, car la conductivité peut varier avec le temps. Les lectures obtenues sont en fonction de la température et sont exprimées en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

#### II. 3.1.4. Le pH

Le pH est mesuré *in situ*; Le mesurage s'effectue à l'aide d'un pH-mètre électronique.

### II. 3.2. Méthodes de dosage

La spectrophotométrie d'absorption moléculaire (colorimétrie) est la première méthode qui a facilité l'analyse hydrologique, l'emploi de nombreux réactifs organiques pour le développement des réactions colorées a permis un accroissement tant de ces possibilités que de sa sensibilité. Bénéficiant de nombreuses années d'expériences, applicables à de nombreuses substances, elle est devenue d'utilisation courante dans l'analyse de l'eau. Le principe des chaînes automatiques d'analyse spectrophotométrique est basé sur le faisceau lumineux de longueur d'onde donnée lorsqu'il traverse une solution colorée, La fraction de la lumière incidente est absorbée en fonction de la concentration du composé coloré [23].

**II. 3.2.1. Dosage des nitrates**

Le dosage des nitrates fait appel à des méthodes relativement complexes avec une très grande probabilité de présence de constituants interférents ; de ce fait, la détermination des nitrates est délicate. Pour chaque type d'échantillon, le choix de la méthode est déterminé par la concentration à doser et les interférences probables.

L'échantillon doit être limpide, s'il est turbide il doit être filtré sur membrane 0,45µm, en présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrophotométrique.

**II. 3.2.1.1 Etablissement de la courbe d'étalonnage**

Dans une série de capsules de 60ml, introduire successivement (Tab. III) :

**Tab. III : Etablissement de la courbe d'étalonnage des nitrates.**

N° de capsules	I	II	III	IV	V
Solution d'étalon 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

**II. 3.2.1.2. Mode opératoire**

Introduire 10 ml d'eau dans une capsule de 60 ml, 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  $\lambda = 415$  nm et tenir compte de la valeur lie pour le témoin, se reporter à la courbe d'étalonnage.

Pour une prise d'essai de 10 ml, la courbe donne directement la teneur en azote nitrique exprimée en mg/L d'eau. Pour obtenir la teneur en nitrate ( $\text{NO}_3$ ), multiplier ce résultat par 4,43 [23].

### II. 3.2.2. Dosage des composés phosphorés

Le phosphore peut exister dans les eaux en solution ou en suspension, à l'état minérale ou organique. Les composés phosphorés qui sans hydrolyse ou minéralisation, répondent au test spectrophotométrie sont considérés comme étant des orthophosphates. L'hydrolyse en milieu acide fait apparaître le phosphore hydrolysable et la minéralisation, le phosphore organique. Chaque fraction (phosphore en solution ou en suspension) peut être séparée analytiquement en orthophosphates, phosphore hydrolysable et phosphore organique [23].

#### II. 3.2.2.1. Principe

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les orthophosphates donne un complexe phosphomolybdique qui réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue susceptible d'un dosage spectrophotométrie, certains 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.

#### II. 3.2.2.2. Etablissement de la courbe d'étalonnage


Tab. IV : Etablissement de la courbe d'étalonnage des composés phosphorés.

Numéro des fioles	T	1	2	3	4	5
Solution étalon de phosphore à 1mg (ml)	0	1	5	10	15	20
Eau permutée (ml)	20	19	15	10	5	0
Correspondance en mg de phosphore	0	0,001	0,005	0,010	0,015	0,020

**II.3.2.2.3. Mode opératoire**

Vérifier le pH de l'échantillon qui doit être compris entre 2 et 7 l'ajuster si nécessaire. Introduire 20 ml d'eau dans une fiole jaugée de 25 ml, ajouter 1 ml de solution d'acide ascorbique puis poursuivre comme pour l'établissement de la courbe d'étalonnage [23].

Les données obtenues sont soumises à un traitement statistique qui consiste à comparer les différentes valeurs obtenues par les différents paramètres, par le test de Kriskal-wallis qui sera exposé en détail dans le chapitre III (présentation et interprétation des résultats).



*Chapitre III*  
*Présentation et*  
*interprétation*  
*des résultats*

### III. Présentation et interprétation des résultats

#### III. 1. Résultats et discussion

##### III.1.1. Température

Les valeurs de température de l'eau semblent être variables d'un site à l'autre, l'eau se réchauffe de janvier à juin. Les plus faibles températures de l'eau de l'Oued El-kebir sont relevées au mois d'avril 10.5°C au site A<sub>1</sub> et les plus élevées au mois d'avril 28.2°C au site B<sub>1</sub>.

Par contre la plus faible valeur de température de l'eau sur Oued Bouslah est relevée au mois de février 8.1°C au site A<sub>2</sub> et la plus élevée au mois de mars 13.35°C au site C<sub>2</sub> (Tab. : V). Dans la source naturelle d'eau chaude les valeurs sont comprises entre 33.15°C au mois de février et 35.1°C au mois de mars.

**Tab. V : variation des valeurs de température de l'eau en (°C)**

Sites P	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	D
22/02/2006	13.10	25.25	17.15	08.10	13.20	08.50	33.15
22/03/2006	14.85	22.90	12.35	11.70	11.90	13.35	35.10
23/04/2006	10.50	28.20	14.30	12.00	13.20	12.80	34.20

P : prélèvements

La température de l'eau dépend directement de la température ambiante et la température des eaux chaudes de deux stations thermales 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 d'ions, molécules, gaz...etc.

##### III. 1.2. pH

Le pH des eaux de deux Oueds récepteurs d'eau chaude (El-kebir et Bouslah) est alcalin, dans le premier entre 7.77 et 9.17, la valeur la plus élevée est relevée au mois de février 9.17 au site C<sub>1</sub>, la plus faible étant observée au mois d'avril 7.77 au site B<sub>1</sub>.



Le pH présente de légères variations d'un site à un autre, au cours du même prélèvement, l'amplitude est inférieure ou égale à 1.4.

Dans le deuxième entre 7.60 et 9.32, la valeur plus élevée relevée au mois de février 9.32 au site C<sub>1</sub>, la plus faible valeur observée au mois de février 7.60 au site B<sub>2</sub>, le pH varie d'un site à l'autre au cours du même prélèvement, l'amplitude est inférieure ou égale à 1.80. A la source naturelle d'eau chaude le pH est de 6.75 au mois de mars et avril, est 7.55 au mois de février (Tab. : VI).

**Tab. VI : variation des valeurs de pH de l'eau**

Sites p	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	D
22/02/2006	9.10	8.69	9.17	9.29	7.60	9.32	7.55
22/03/2006	8.55	8.14	8.75	8.87	8.79	8.67	6.75
23/04/2006	8.63	7.77	8.53	8.69	8.83	8.48	6.75

Le pH représente le degré d'acidité ou d'alcalinité du milieu aquatique. Un pH compris entre 5 et 9 permet un développement à peu près correct de la faune et la flore aquatique [02].

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 [23]. Il joue également un grand rôle dans l'absorption et l'accumulation des métaux, plus le pH est acide, plus les plantes en accumulent.

Ces variations de pH peuvent aussi être dues à d'autres facteurs comme les précipitations qui par le phénomène de percolation, entraînent les nitrates et les nitrites des engrais chimiques des champs voisins aux sites A<sub>2</sub> et C<sub>2</sub> (situées en zones agricoles).

Les variations des pH sont également dues à la présence d'algues, dont l'activité pendant la journée entraîne une absorption intense de gaz carbonique, donc l'élévation du pH et précipitation des carbonates [19].

On signale que toute variation dans la teneur en Co<sub>2</sub> modifie la teneur en ions H<sup>+</sup>, donc le pH [09].

### III.1.3. Conductivité électrique

Les valeurs de conductivité de l'eau semblent être variables d'un site à l'autre, les valeurs extrêmes relevées pour les deux oueds. A l'Oued El-kebir sont 510  $\mu\text{S}/\text{cm}$  au mois de mars au site A<sub>1</sub>, sont 3540  $\mu\text{S}/\text{cm}$  au mois de mars au site B<sub>1</sub>.

A Bouslah sont 830  $\mu\text{S}/\text{cm}$  au mois de mars au site C<sub>2</sub>, et 2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  au mois d'avril au site B<sub>2</sub>, dans le site naturel d'eau chaude, la conductivité électrique varie de 4060  $\mu\text{S}/\text{cm}$  jusqu'à 4890  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Tab. : VII).

**Tab. VII : conductivité électrique de l'eau en ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )**

Sites p	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	D
22/02/2006	1.13	3.12	1.34	1.37	1.45	1.55	4.06
22/03/2006	0.51	3.54	0.65	1.47	1.55	0.83	4.89
23/04/2006	1.15	3.15	1.30	1.45	1.64	2.00	4.27

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale des eaux de rivières. Elle est liée à la qualité des sels ionisables dissous [23]. Les valeurs supérieures à 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  indiquent une très forte charge en éléments minéraux.

### III.1.4. Oxygène dissous

Les valeurs d'oxygène dissous relevées au niveau du site A<sub>1</sub> dans l'Oued El-kebir sont les plus fortes (13.38 mg/l au mois de février), la valeur la plus faible est celle enregistré dans le site B<sub>1</sub> au mois d'avril (8.43 mg/l) (Tab. : VIII).

Par ailleurs à l'Oued Bouslah, la plus forte concentration est relevée au mois de février 12.6 mg/l au site C<sub>2</sub>, la plus faible valeur est relevée au mois d'avril 10.63 mg/l au site B<sub>2</sub>. Au site naturel d'eau chaude l'oxygène dissous est compris entre 2.32 mg/l et 6.66 mg/l (concentrations relativement faibles).

**Tab. VIII : variation des teneurs en oxygène dissous de l'eau**

Sites P	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	D
22/02/2006	13.38	09.72	12.70	12.50	11.43	12.60	06.66
22/03/2006	12.60	12.16	13.06	11.57	12.15	11.02	05.04
23/04/2006	12.20	08.43	12.10	11.87	10.63	11.00	02.32

L'oxygène est un élément indispensable à la vie et essentiel à la respiration et à la photosynthèse. La solubilité de l'oxygène dans l'eau est fonction de la température qui influence aussi la consommation de l'oxygène.

### III.1.5. Nitrates

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'anaérobie [23].

Dans nos prélèvements on remarque :

-A l'Oued El-kebir, la concentration la plus élevée est de 78.35 mg/l au mois d'avril au site A<sub>1</sub> et la plus faible 22.69 mg/l au mois de mars au site B<sub>1</sub>.

-A l'Oued Bouslah, la teneur la plus élevée est de 127.70 mg/l enregistrée au mois de février au site B<sub>2</sub> et la plus faible 65.22 mg/l au mois d'Avril au site B<sub>2</sub>. Dans le site naturel d'eau chaude la teneur varie entre 7.17 mg/l au mois de février et 14.23 mg/l au mois d'avril (Tab. : IX).

**Tab. IX : variation des teneurs en nitrates de l'eau**

Sites P	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	D
22/02/2006	42.50	23.75	49.32	95.76	127.70	68.00	07.17
22/03/2006	57.87	22.69	50.2	112.80	101.57	107.00	09.81
23/04/2006	78.35	46.54	46.29	91.98	65.22	86.42	14.23

Les variations de nitrates peuvent être dues à plusieurs facteurs :

-Les précipitations qui par le phénomène de percolation, entraînent les nitrates et nitrites des engrais chimiques des champs voisins aux stations A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> et C<sub>2</sub>.

-Certains détergents de rejets domestiques.

-L'effet du barrage sur la courante des eaux de l'Oued El-kebir et l'effet des eaux chaudes des deux stations thermales qui contiennent des concentrations importantes de nitrates.

### III.1.6. Phosphates

Des teneurs supérieures à 0.5 mg/l de phosphate doivent être considérées comme un indice de pollution [23].

A l'Oued El-kebir On constate que la teneur la plus élevée (13.1 mg/l) est enregistrée au mois d'avril au site A<sub>1</sub> et la teneur la plus faible 2.8 mg/l au mois de février au site B<sub>1</sub>.

A l'Oued Bouslah la teneur la plus élevée est 9.7 mg/l au mois d'avril au site C<sub>2</sub>, la teneur la plus faible (4.2 mg/l) au mois de février au site C<sub>2</sub>. Dans le site naturel d'eau chaude la teneur est comprise entre 5.6 mg/l au mois de février et 9.5 mg/l au mois de mars (Tab. : X).

Tab. X : variation des teneurs en phosphate de l'eau

Sites P	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	D
22/02/2006	03.40	02.80	04.30	05.10	04.50	04.20	05.60
22/03/2006	07.90	05.70	08.20	05.90	06.50	09.20	09.50
23/04/2006	13.10	10.00	09.50	09.20	09.50	09.70	09.10

Le phosphore provient essentiellement de produits lessiviels de champs agricoles ; c'est le cas des sites A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> et C<sub>2</sub> et des déjections humaines contenues dans les rejets domestiques comme dans les sites : A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>.

Le barrage joue un rôle important dans les fluctuations du débit de l'Oued El-kebir ce qui développe parfois l'eutrophisation, les eaux chaudes contiennent des concentrations importantes de phosphate.

### III.3.2. Rapport N/P

Le rapport entre les nitrates et les phosphates qui conduit au développement optimal des algues est appelé le rapport de Redfield. Il est de l'ordre de 7 en poids de N/P, c'est celui que l'on mesure dans les végétaux aquatiques. Si le rapport de N/P dans la colonne d'eau est supérieur à 7, ceci signifie que le phosphore est le facteur limitant : c'est lui qui va arrêter la croissance des algues, quand il aura été consommé. C'est l'inverse qui est vrai quand le rapport de Redfield est inférieur à 7, ce sont les nitrates qui vont être le facteur limitant de la croissance des algues [20].

**Tab. XI : rapport N/P dans les sites de prélèvement**

Sites p	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	D
22/02/2006	12.5	8.48	11.46	18.77	28.37	16.19	1.28
22/03/2006	7.32	3.98	6.12	19.11	15.62	11.63	1.03
23/04/2006	5.98	4.65	4.87	9.99	6.86	8.90	1.56

Les résultats obtenus au (Tab XI), démontrent que le rapport N/P, est supérieur à 7 au premier prélèvement, ce qui est expliqué par l'excès des nitrates, résultant du lessivage par la pluie des nitrates agricoles.

La rareté des précipitations et la décomposition des nitrates, provoquent la diminution de celles-ci dans l'eau, simultanément avec l'élévation saisonnière de la température, est par conséquent elles deviennent le facteur limitant. Ce qui explique leurs déficits au deuxième et au troisième prélèvement.

Enfin, les nitrates et les phosphates présentent des teneurs variables dans le temps et dans l'espace, ce qui reflète la variabilité des activités agricoles saisonnières.

### III.2. Faune et flore

Les espèces rencontrées dans les sites étudiés des deux oueds (El-kebir et Bouslah) sont représentées au (tableau XII).

**Tab. XII : espèces rencontrées dans les sites des deux oueds (El-kebir et Bouslah)**

Espèces		Sites						
		A1	B1	C1	A2	B2	C2	D
La faune	Insectes	<i>Acilins sp.</i>					+	
		<i>Gerris najas</i>	+		+			
		<i>Libellula sp.</i>						
La faune	Poisson	Barbeau		+				
		Anguille		+				
La faune	Amphibien	Grenouille verte			+		+	+
La flore	Macrophytes	<i>Acorus Calamus</i>	+		+			
		<i>Glyceria maxima</i>						+
		<i>Juncus effusus</i>					+	
		<i>Scirpus lacustris</i>	+		+			
		<i>Sparganium erectum</i>	+		+			
		<i>Tamarix africana.</i>	+		+		+	

+ : Espèce présente

La macroflore est limitée au bord des deux oueds, parmi lesquelles, on trouve : *Acorus calamus* au site C<sub>1</sub>, *Scirpus lacustrice*, *Sparganium erectum* aux sites A<sub>1</sub> et C<sub>1</sub>, *Tamarix sp.* aux sites A<sub>1</sub>, C<sub>1</sub> et A<sub>2</sub>, *Juncus effusus* aux sites C<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> et D, *Glyceria maxima* au site D. Ils sont introuvables aux sites B<sub>1</sub> et B<sub>2</sub>, qui sont des points de rejets des deux stations thermales chargées par les détergents et les produits lessiviels.

La Macrofaune est représentée par :

- Les poissons existent dans le site B<sub>1</sub>, car la température d'eau est compatible, ils sont représentés par le barbeau et l'anguille.

-Les Amphibiens sont représentés par la grenouille verte aux sites C<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> et D.

-Les insectes sont peu représentés : *Gerris najas* aux sites A<sub>1</sub> et C<sub>1</sub>, *Acillus sp.* au site C<sub>2</sub>, *Libellula sp.* au site D.



*Scirpus lacustris*



*Sparganium erectum*



*Tamarix sp.*



*Gerris najas* (Hétéroptère)

*Libellula sp.**Juncus effusus***Fig. 04 : les espèces rencontrées dans les sites des deux oueds (El-kebir et Bouslah).****III. 3. Analyse statistique**

Pour comparer les différents sites dans chaque station thermale, nous avons testé la signification des différences entre valeurs observées pour chaque paramètre par le test statistique de Kruskal-Wallis qui est un test non paramétrique, basé sur le classement par ordre croissant de l'ensemble des observations. On effectue la somme des rangs de chaque colonne  $R_i$  (rang moyen en cas d'égalité) et on calcule l'indice  $H$  :

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

Appelons :

$n$  : le nombre total d'observations

$k$  : le nombre de colonnes

$n_i$  : le nombre d'observations de la colonne  $i$

On cherche la valeur limite ( $H_{lim}$ ) dans la table du  $X^2$  à  $k-1$  ddL, au seuil de 5%.

- Si  $H_{cal} \leq H_{lim}$  : il n'y a pas de différences significatives entre les sites de prélèvements.
- Si  $H_{cal} > H_{lim}$  : les différences observées entre les sites de prélèvements sont significatives [04].



## ❖ Application du test statistique

## ▪ Température (cas de la station thermale de Beni Haroun)

Sites p	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>
P <sub>1</sub>	13.1	25.25	17.15
P <sub>2</sub>	14.85	22.9	12.35
P <sub>3</sub>	10.5	28.2	14.3

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> : prélèvements

On classe les valeurs de température par ordre croissant, et on remplace chaque valeur par son rang, avec la détermination de la somme des rangs par colonne. Enfin on calcul l'indice de Kruskal-Wallis H.

Sites p	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>
P <sub>1</sub>	3	8	6
P <sub>2</sub>	5	7	2
P <sub>3</sub>	1	9	4
R	9	24	12
R <sup>2</sup>	81	574	144
R <sup>2</sup> /n <sub>i</sub>	27	191.33	48

- Calcul de l'indice de Kruskal-Wallis :  $H_{\text{cal}} = 31.51$

- On cherche la valeur limite dans la table du  $\chi^2$  à  $\lambda - 1$  ddL, au seuil de 5% :  $H_{\text{lim}} = 5.991$

La valeur calculée est supérieure à la valeur limite [  $H_{\text{cal}} > H_{\text{lim}}$  ], donc il y'a une différence significative entre les sites de prélèvement.

L'application du test statistique a été faite pour tous les paramètres de la même manière que pour la température (Annexe 03), l'examen des tableaux de (température, oxygène dissous, pH, conductivité électrique, nitrate, phosphate), qui correspond à une synthèse entre les variations de chaque paramètre en fonction des deux stations thermales étudiées et des sites de prélèvement au niveau de chaque station, par l'indice statistique de Kruskal-Wallis

qui démontre que les différences sont significatives entre les sites de prélèvements, cela signifie que les valeurs obtenues des différents paramètres varient de l'amont en aval dans chaque station. Cela signifie qu'il y a un facteur qui intervient aux fluctuations des données.

L'analyse statistique de l'ensemble des paramètres physicochimiques met en évidence leurs corrélation (Tab. : XIII) et (Tab. : XIV).

**Tab. XIII : présentation de la corrélation entre les paramètres physico-chimiques de l'eau à l'Oued El-Kebir.**

Paramètres corrélation	T° et pH	T° et O2 dissous	T° et C E	T° et N	T° et P
r	- 0.62	- 0.84	+ 0.89	- 0.66	- 0.29
signification de r	N S	S	S	S	N S

r : coefficient de corrélation.  $\alpha = 5\%$

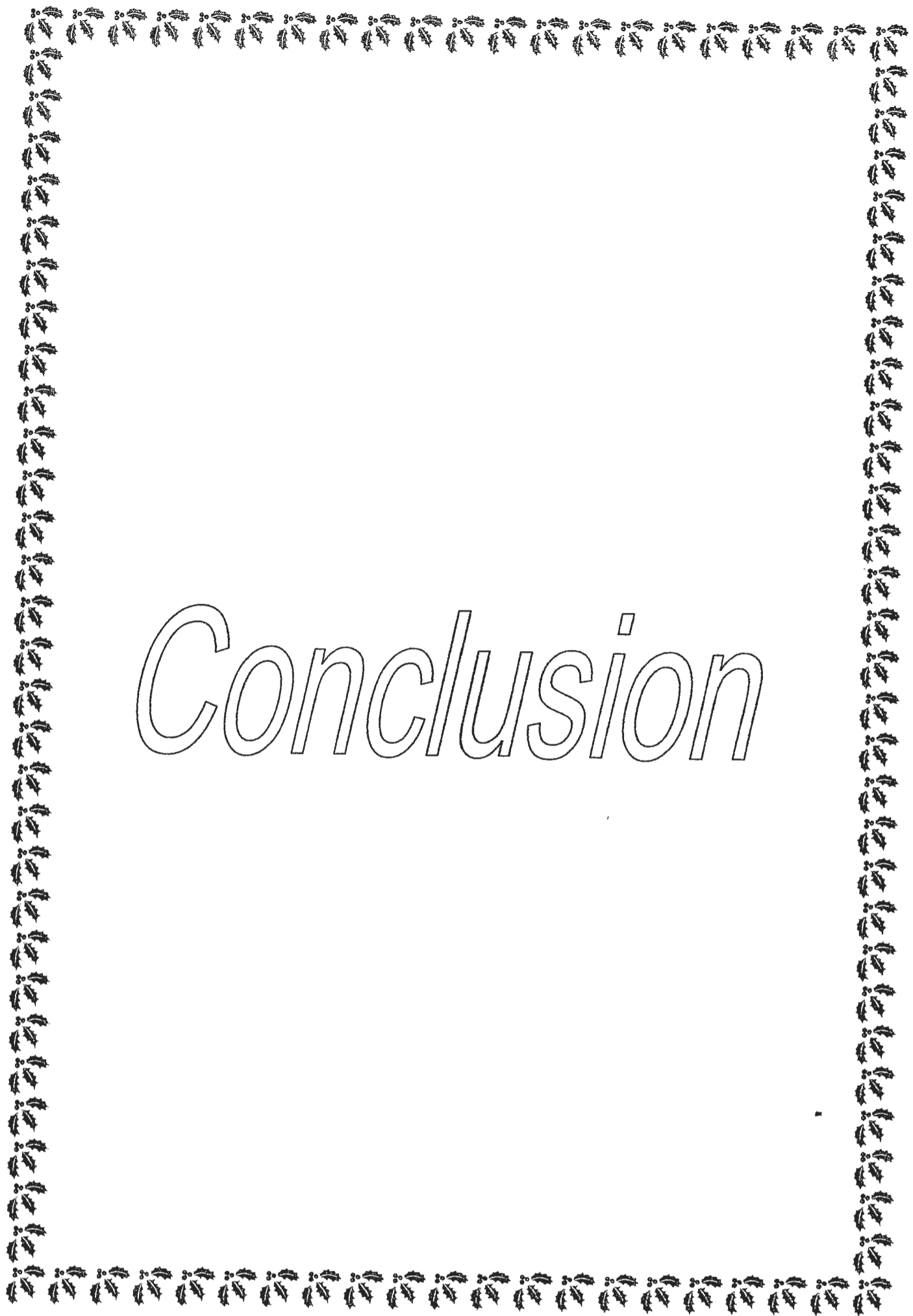
S : significatif. N S : non significatif.

**Tab. XIV : présentation de la corrélation entre les paramètres physico-chimiques de l'eau à l'Oued Bouslah**

Paramètres corrélation	T° et pH	T° et O2 dissous	T° et C E	T° et N	T° et P
r	- 0.90	- 0.95	+ 0.96	- 0.87	+ 0.3
Signification de r	S	S	S	S	N S

La signification du coefficient de corrélation est marquée principalement entre la température et les autres paramètres, l'une est négative comme le cas de la température et l'oxygène dissous, la température et le pH, la température et les nitrates. Ce qui explique vraiment leur diminution simultanée avec l'augmentation de la température, cette dernière affecte la solubilité des gaz, sur tout celle de l'oxygène. Ainsi que la vitesse des réactions chimiques, ce qui influe directement sur le pH et les nitrates.

L'autre est positive c'est celle de la conductivité électrique et la température. La conductivité est liée à la teneur en sels minéraux (électrolysables), la température, par le fait dissoudre ou précipite les éléments minéraux, provoque des variations de la concentration ionique, ce qui influe directement sur la conductivité électrique.



# *Conclusion*

## Conclusion

Ce travail avait pour objectif d'étudier l'effet thermique des eaux chaudes provenant de deux stations thermales (Beni-Haroun et Ouled Achour) sur la flore et la faune des Oueds récepteurs.

L'analyse biologique montre que les sites étudiés, dans les deux stations thermales, sont très pauvres en espèces animales et végétales (une dizaine d'espèces pour chaque catégorie). Cette pauvreté se manifeste de plus en plus dans les sites correspondant à des zones de rejet d'eau chaude, elle est moins nette pour les sites amont et aval.

Par ailleurs, le traitement statistique des données montre une évolution significative de tous les paramètres physico-chimiques dans le temps et dans l'espace, ceci fait penser à l'intervention du facteur géographique et qui dit facteur géographique dit composition physico-chimique de l'eau chaude considérée à sa source.

L'analyse statistique montre également que, parmi les paramètres physico-chimiques étudiés, le facteur température est le plus déterminant (son évolution avec les autres paramètres est la plus significative).

Grosso modo le facteur température est le facteur qui influence le plus la répartition des espèces animales et végétales dans les zones de rejet d'eau chaude.

Ceci revient à considérer que la température conditionne les possibilités d'existence des organismes aquatiques en fonction de leurs limites de tolérances.

Nous terminerons ce bref aperçu par les remarques suivantes :

- ❖ Les facteurs écologiques agissent en interaction. L'étude d'un facteur isolé n'indique donc qu'un aspect d'une réalité plus complexe.
- ❖ Pour une même espèce, les limites de tolérance vis-à-vis d'un facteur varient selon les stades du cycle vital, selon l'importance des autres facteurs de l'environnement.



# *Bibliographie*

## *Bibliographie*

- [01] : AEA-G. et DDASS. (2002). Qualité des eaux de surface bassin de l'Adour.
- [02] : Arrignon J. et al. (1998). Aménagement piscicole des eaux douces. 5<sup>ème</sup>Ed. Tec ET Doc.
- [03] : Bohy M. (2003). Caractérisation de sources de pollution composées d'un mélange de solvants chlorés en aquifère alluvial. CNRS. 186p.09.
- [04] : Boursin J. (1981). Statistique. Ed. Vuibert. Paris. 120p. pp86-91.
- [05] : Carbonnel J. (1997). Cours d'eau.
- [06] : Colas R. (1976). La pollution des eaux. Ed. Presses universitaires de France. 128p. pp7.
- [07] : DGEI. et DQE. (1979). Références sur la qualité des eaux : Guide des paramètres de la qualité des eaux. Ottawa. Canada.
- [08] : Duquet M. (1998). Glossaire d'écologie fondamentale. Ed. Nathan. Paris. 128p. pp18, 20,43,
- [09] : Dussart D. (1966). Limnologie, l'étude des eaux continentales. Ed. Gauthier Villars. Paris.
- [10] : Faurie C. et al. (1998). Ecologie approche scientifique et pratique. Ed. Tec et Doc. Paris. 339p. pp157-160.
- [11] : Frontier S. (2001). Ecosystèmes : structure, fonctionnement, évolution. Ed. Dunod. Paris.447p. pp62-63

- [12] : Gaid A. (1984). Epuration biologique des eaux usées urbaines. Ed. Office des publications universitaires. Alger.
- [13] : Gaujons D. (1995). La pollution des milieux aquatiques. Aide mémoire. Ed. Paris. p140, pp57
- [14] : Genin B. et al. (2003). Cours d'eau et indices biologiques : pollution-méthodes – IBGN. Paris. 180p. pp124-130.
- [15] : Hugh J. et al. (1994). Surveillance de la qualité des eaux de surface. Canada. 107p. pp13, 22-32, 53, 75.
- [16] : Hutchinson G. (1957). A treatise on limnology, vol. 1, chemistry of lakes, John Wiley and Sons, N.Y.
- [17] : Kemmer F. (1984). Manuel de l'eau. Ed. ISBN. Paris
- [18] : Laffont R. (1975). La pollution. Ed. Grammont. Paris. 142p.pp34.
- [19] : Leynaud G. et al (1980). Modification du milieu aquatique sous l'influence des pollutions. Ed. Gauthier-villars. Paris
- [20] : MIQUEL G. (2003). Rapport sur «la qualité de l'eau et de l'assainissement en France». Paris. 195p.pp72.
- [21] : Pessonp P. et al (1980). Pollution des eaux continentales. 2<sup>ème</sup> Ed. Gauthier-villars. Paris.
- [22] : Ramade F. (1982). Eléments d'écologie. Ed. Hc Graw- hill. Paris. 286p.pp107.
- [23] : Rodier J. (1996). L'analyse de l'eau. 8<sup>ème</sup> Ed. DUNOD. Paris.



- [24]: Stanciof E. (1992). Clean water: A guide to water quality monitoring for volunteer monitors of coastal waters, maine/new hampshire sea grant marine advisory program et university of maine cooperative extension. Orono.
  
- [25] : Valles V. (1997). Cours sur les eaux thermales.
  
- [26] : INC. (1991). Extrait de carte de Ferdjioua.
  
- [27] : M Durand Delga. (1955). Extrait de carte de Mila.
  
- **Sites d'Internet**  
[http : //www.AFNOR.fr](http://www.AFNOR.fr)  
[http : //www.CNRS.fr](http://www.CNRS.fr)  
[http : //www.earth.google.com](http://www.earth.google.com)

# Annexe



## Annexe 01

### Matériel utilisé :

- Capsule de 60 ml
- Bain marie + étuve 75-80 °C
- Fiole jaugée 1l
- pH-mètre

### 1. Dosage des nitrates :

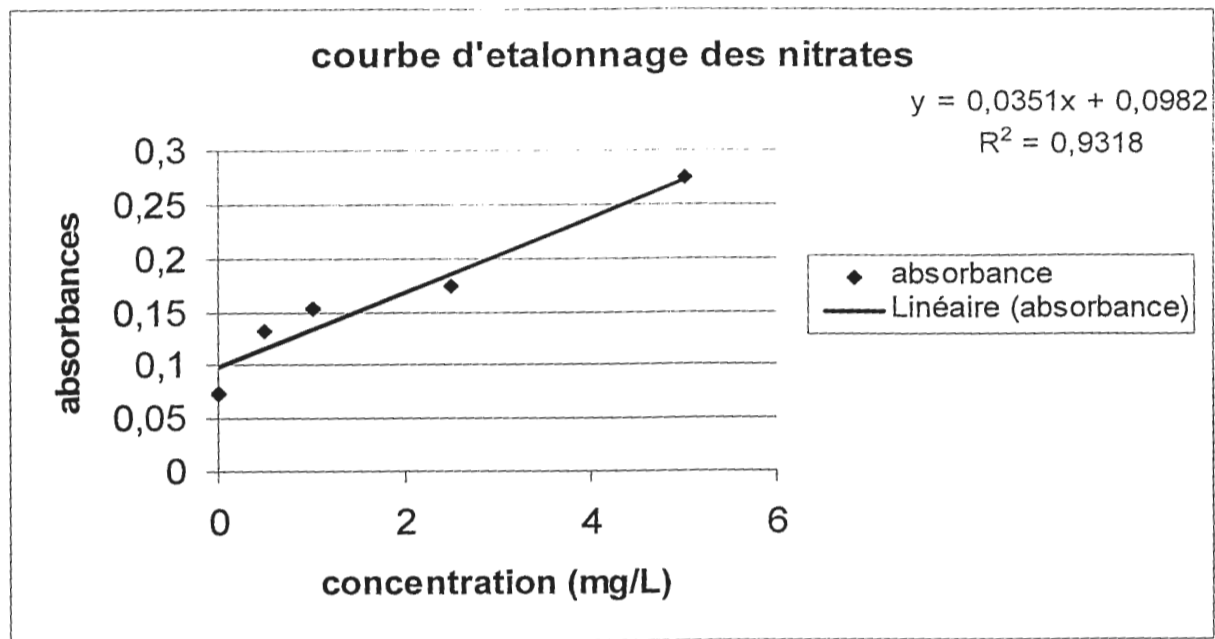
Réactifs	Quantité additionnée
1. Solution de salicylate de sodium à 1%	
2. Acide sulfurique concentré $d = 1.84$	
3. Solution d'hydroxyde de sodium	
a. hydroxyde de sodium	200g
b. sel d'E.D.T.A	50g
c. eau permutée	q.s.p 1L
4. Solution d'azoture de sodium	
a. azoture de sodium	50mg
b. eau permutée	q.s.p 100mL
5. Solution mère étalon d'azote nitrique	
a. nitrate de potassium anhydre.	722mg
b. eau permutée	q.s.p 100 mL
6. Solution fille étalon d'azote nitrique	5mg/L

## 2. Dosage des phosphates :

Réactifs	Quantité additionnée
1. solution d'acide sulfurique $d = 1.84$	15%
2. Solution de molybdate d'ammonium	40g/L
3. solution d'acide ascorbique	20g/L
a. acide ascorbique	2g
b. eau permutée	q.s.p 100mL
4. solution de tartrate double antimoine de potassium.	2.8g/L
a. tartrate double d'antimoine et de potassium	0.28g
b. eau permutée	100mL
5. solution d'acide sulfurique	50mL
-solution de tartrate double d'antimoine et de potassium	5mL
-solution de molybdate d'ammonium	15mL
-eau permutée	q.s.p 100mL
6. solution mère étalon à 50mg/L de phosphore	
a. dihydrogénophosphate de potassium desséché a l'entre à 100°C	219.7mg
b- eau permutée	q.s.p 100mL
7. solution fille étalon à 1mg/L de phosphate.	

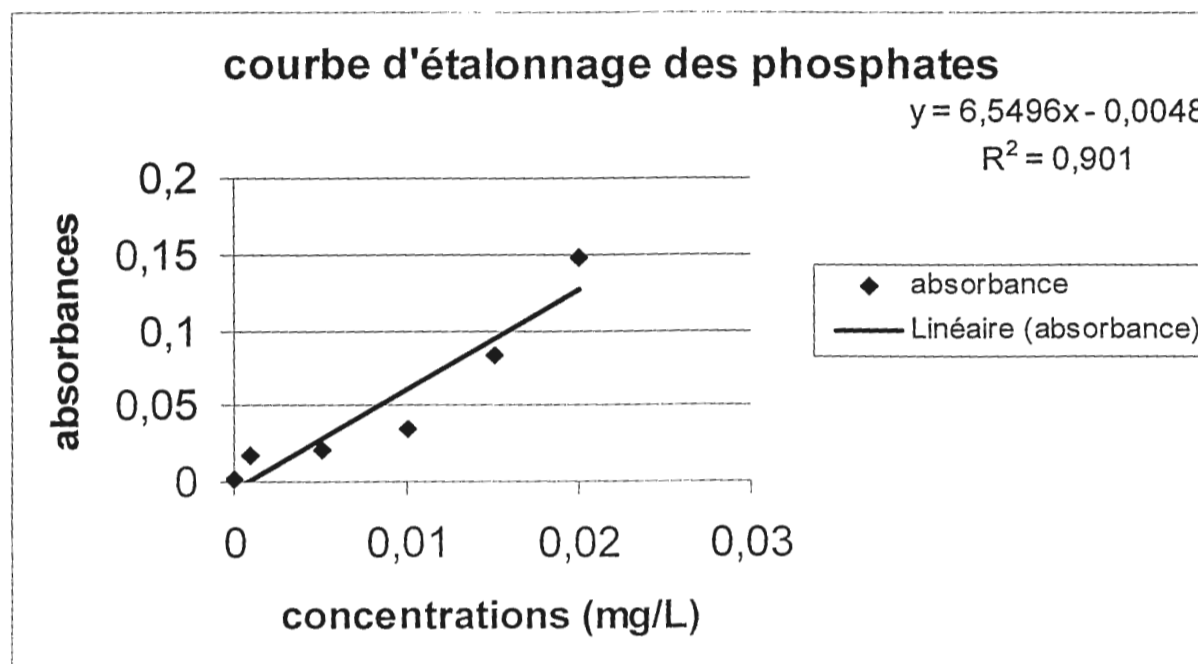
**Courbe d'étalonnage des nitrates:**

Concentration	Absorbance
0	0.073
0.5	0.132
01	0.154
2.5	0.174
05	0.274



**Courbe d'étalonnage des phosphates:**

Concentration	Absorbance
0	0.001
0.001	0.017
0.005	0.021
0.01	0.035
0.015	0.084
0.02	0.147



## Annexe 02

Présentation des valeurs des différents paramètres mesurés sur terrain et résultats d'analyse au laboratoire.

❖ Premier prélèvement (22/02/2006)

\* Station N°01

paramètres	Sites		
	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>
PH	9,10	8,69	9,17
T (°C)	13,1	25,25	17,15
C (µs/cm)	1.13	3.12	1.34
O <sub>2</sub> dissous (mg/l)	13,38	9,72	12,70
N (mg/L)	42.5	23.75	49.32
P (mg/L)	3.4	2.8	4.3

\* Station N°02

paramètres	Sites			
	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	D
PH	9,29	7,6	9,32	7,55
T (°C)	8,1	13,2	8,5	33,15
C (µs/cm)	1,37	1,45	1,55	4,06
O <sub>2</sub> dissous (mg/l)	12,5	11,43	12,6	6,66
N (mg/l)	95.76	127.70	68	7.17
P (mg/l)	5.1	4.5	4.2	5.6

❖ Deuxième prélèvement (22/03/2006)

\* Station N°01

paramètres	Sites		
	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>
PH	8,55	8,14	8,75
T (°C)	14,85	22,9	12,35
C (µs/cm)	0,51	3,54	0,65
O <sub>2</sub> dissous ( mg/l )	12,60	12,16	13,06
N (mg/l)	57.87	22.69	50.2
P (mg/l)	7.9	5.7	8.2

\* Station N°02

paramètres	Sites			
	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	D
PH	8,87	8,79	8,67	6,75
T (°C)	11,7	11,9	13,35	35,1
C (µs/cm)	1,47	1,55	0,83	4,89
O <sub>2</sub> dissous (mg/l)	11,57	12,15	11,02	5,04
N (mg/l)	112.8	101.57	107	9.81
P (mg/l)	5.9	6.5	9.2	9.5



❖ Troisième prélèvement (23/04/2006)

\* Station N°01

paramètres \ sites	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>
PH	8,63	7,77	8,53
T (°C)	10,5	28,2	14,3
C (µs/cm)	1,15	3,15	1,3
O <sub>2</sub> dissous mg/l	12,2	8,43	12,1
N (mg/l)	78.35	46.54	46.29
P (mg/l)	13.1	10	9.5

\* Station N°02

paramètres \ Sites	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	D
PH	8,69	8,83	8,48	6,75
T (°C)	12	13.2	12.8	34.2
C (µs/cm)	1,45	1,64	02	4,27
O <sub>2</sub> dissous (mg/l)	11,87	10,63	11	2,32
N (mg/l)	91.98	65.22	86.42	14.23
P (mg/l)	9.2	9.5	9.7	9.1

### Annexe 03

Les résultats de l'analyse statistique par le test du kruskal-wallis appliqué sur les deux stations.

\* Station N° 01

pH

prélèvements \ Sites	Sites		
	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>
P <sub>1</sub>	8	6	9
P <sub>2</sub>	4	2	7
P <sub>3</sub>	5	1	3
R	17	9	19
R <sup>2</sup>	289	81	361
R <sup>2</sup> / n <sub>i</sub>	96.33	27	120.33

$$H_{cal}=28.41$$

$$H_{lim}=5.991$$

Oxygène dissous

prélèvements \ Sites	Sites		
	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>
P <sub>1</sub>	9	2	7
P <sub>2</sub>	6	5	8
P <sub>3</sub>	4	1	3
R	19	8	18
R <sup>2</sup>	361	64	324
R <sup>2</sup> / n <sub>i</sub>	120.33	21.33	108

$$H_{cal}=28.55$$

$$H_{lim}=5.99$$

### Conductivité

prélèvements \ Sites	Sites		
	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>
P <sub>1</sub>	3	7	6
P <sub>2</sub>	1	9	2
P <sub>3</sub>	4	8	5
R	8	24	13
R <sup>2</sup>	64	574	169
R <sup>2</sup> / n <sub>i</sub>	21.33	191.33	56.33

H<sub>cal</sub>=31.06

H<sub>lim</sub>=5.991

### Nitrate

prélèvements \ Sites	Sites		
	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>
P <sub>1</sub>	3	2	6
P <sub>2</sub>	8	1	7
P <sub>3</sub>	9	5	4
R	20	8	17
R <sup>2</sup>	400	64	289
R <sup>2</sup> / n <sub>i</sub>	133.33	21.33	96.33

H<sub>cal</sub>=28.72

H<sub>lim</sub>=5.991

Phosphore :

prélèvements \ Sites	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>
P <sub>1</sub>	2	1	3
P <sub>2</sub>	5	4	6
P <sub>3</sub>	9	8	7
R	16	13	16
R <sup>2</sup>	256	169	256
R <sup>2</sup> /n <sub>i</sub>	85.33	56.33	85.33

H<sub>cal</sub>=25.6

H<sub>lim</sub>=5.991

\* Station N° 02

PH

prélèvements \ Sites	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	D
P1	11	04	12	03
P2	10	08	06	1.5
P3	07	09	05	1.5
R	28	21	23	06
R <sup>2</sup>	784	441	529	36
R <sup>2</sup> /n <sub>i</sub>	261.33	147	176.33	12

H<sub>cal</sub>=39.03

H<sub>lim</sub>=7.815

### Température

sites prélèvements	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	D
P1	01	7.5	02	10
P2	03	04	09	12
P3	05	7.5	06	11
R	09	19	17	33
R <sup>2</sup>	81	361	289	1089
R <sup>2</sup> /n <sub>i</sub>	27	120.33	96.33	363

$$H_{cal}=39.73$$

$$H_{lim}=7.815$$

### Oxygène dissous :

Sites prélèvements	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	D
P1	10	07	11	03
P2	08	12	06	02
P3	09	04	05	01
R	27	23	22	6
R <sup>2</sup>	729	529	484	36
R <sup>2</sup> /n <sub>i</sub>	243	176.33	161.33	12

$$H_{cal}=38.75$$

$$H_{lim}=7.815$$

**Conductivité électrique :**

Sites prélèvements	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	D
P1	02	3.5	6.5	10
P2	05	6.5	01	12
P3	3.5	08	09	11
R	10.5	18	16.5	33
R <sup>2</sup>	110.25	324	272.25	1089
R <sup>2</sup> /n <sub>i</sub>	36.75	108	90.75	363

H<sub>cal</sub>=39.16

H<sub>lim</sub>=7.815

**Nitrate :**

Sites prélèvements	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	D
P1	08	12	05	01
P2	11	09	10	02
P3	07	04	06	03
R	26	25	21	06
R <sup>2</sup>	676	625	441	36
R <sup>2</sup> /n <sub>i</sub>	255.33	208.33	220.5	12

H<sub>cal</sub>=46

H<sub>lim</sub>=7.815

**Phosphore :**

Sites prélèvements	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	D
P1	03	02	01	04
P2	05	06	8.5	10.5
P3	8.5	10.5	12	07
R	16.5	18.5	21.5	21.5
R <sup>2</sup>	272.25	342.5	462.25	462.25
R <sup>2</sup> /n <sub>i</sub>	90.75	114.08	154.08	154.08

$$H_{cal}=33.17$$

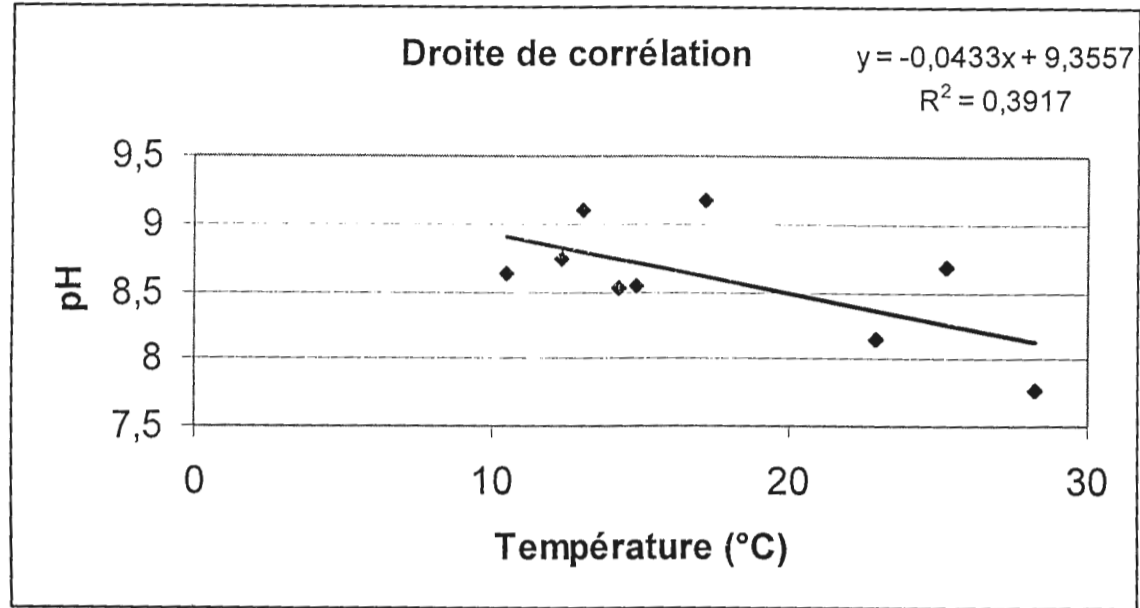
$$H_{lim}=7.815$$

## Annexe 04

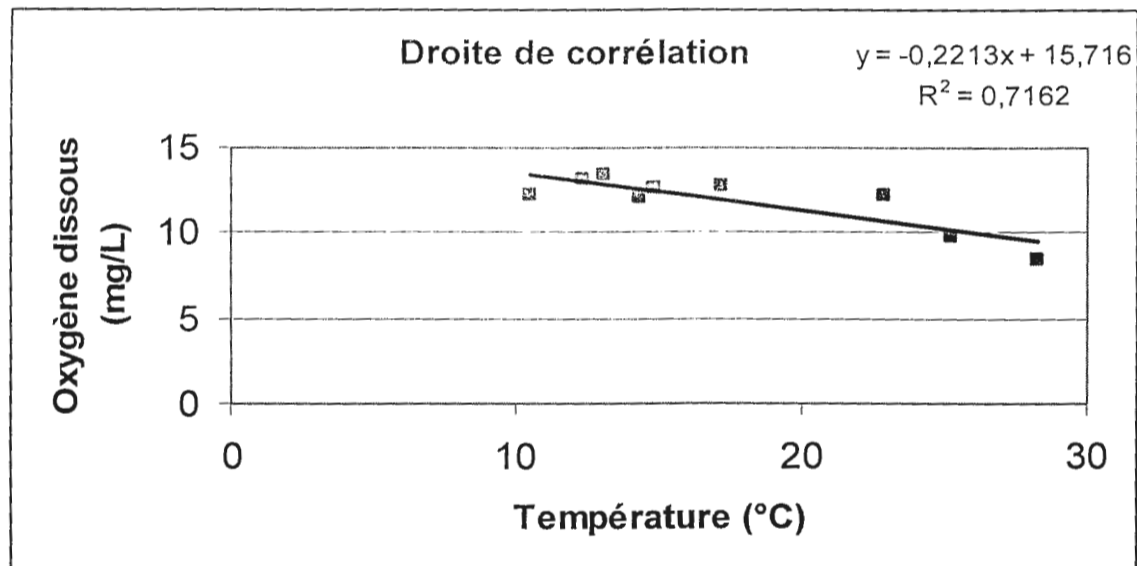
Courbe de tendance représente la corrélation entre les paramètres des deux oueds

### -Station N° 01

Courbe 01 : corrélation entre température et pH

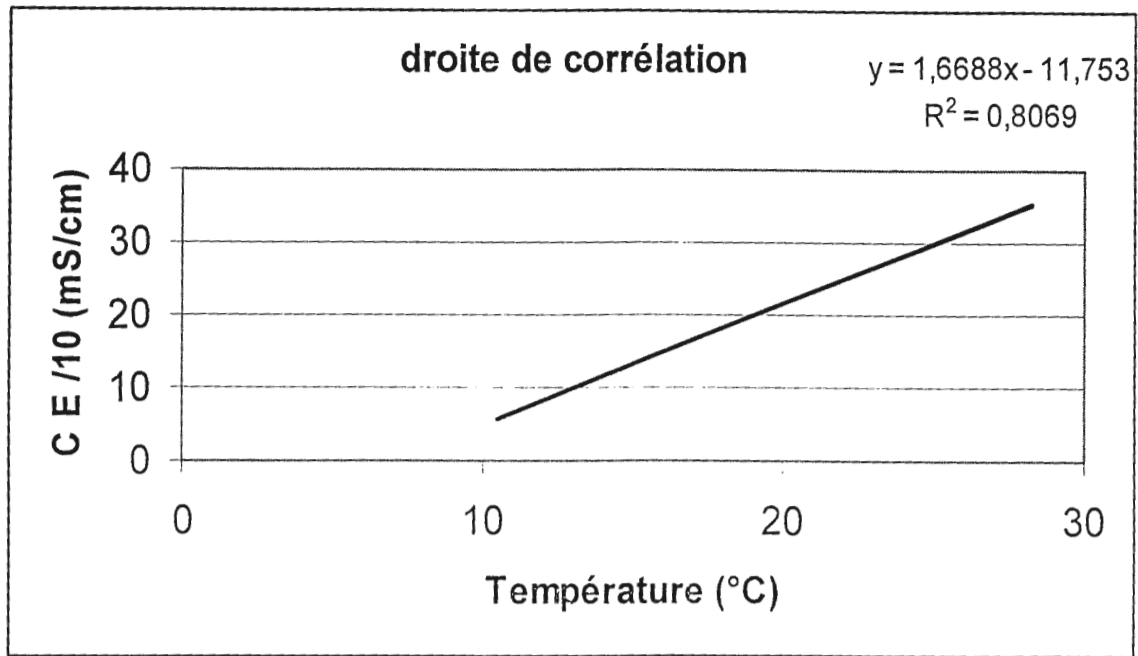


Courbe 02 : corrélation entre température et oxygène dissous

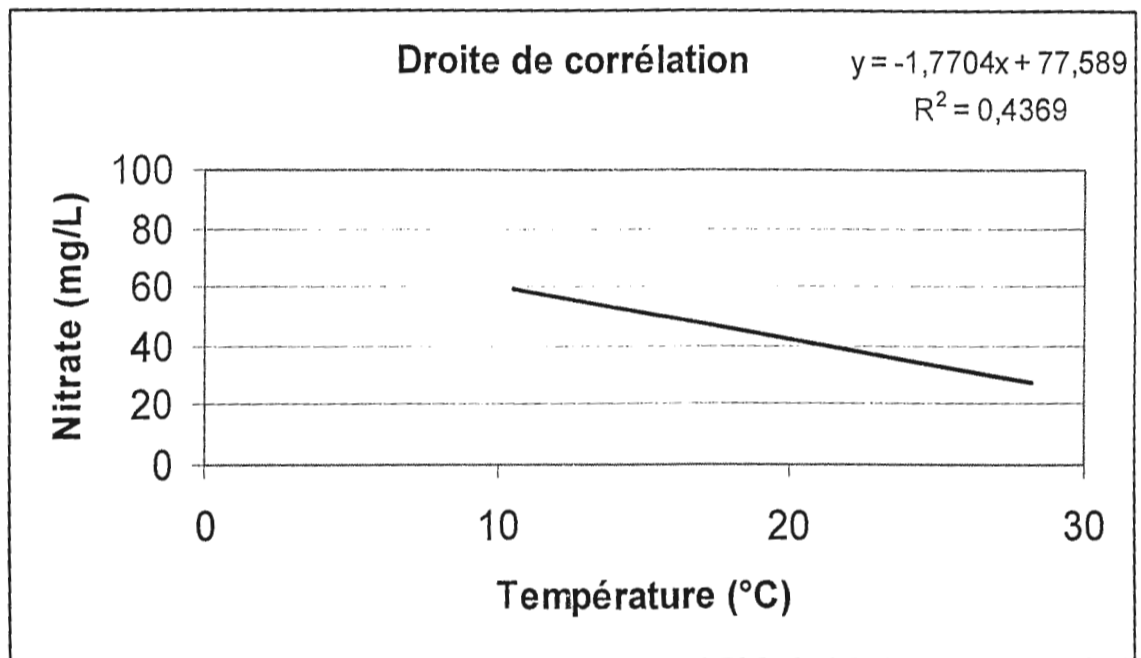




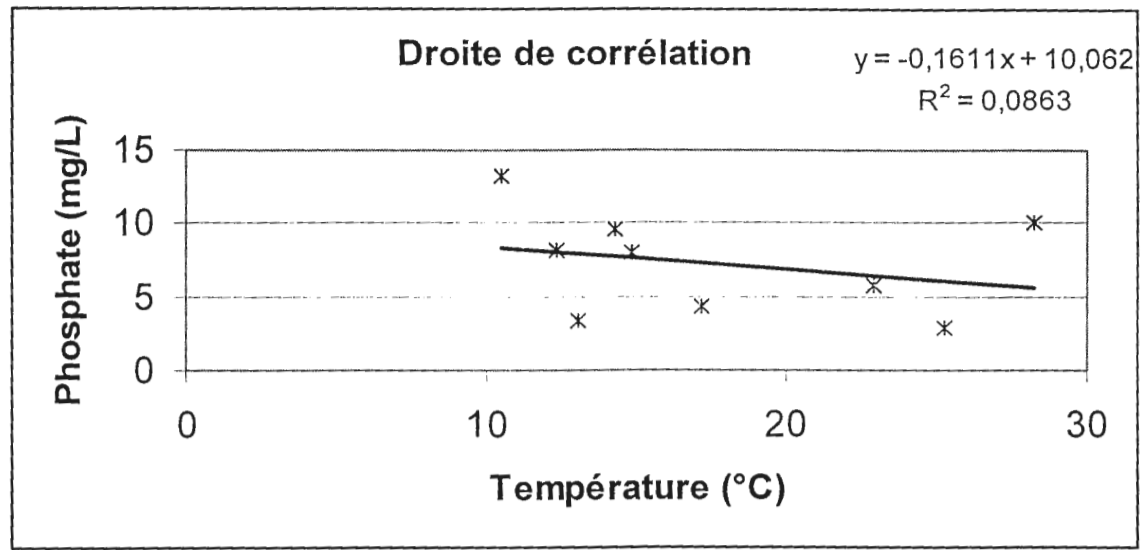
Courbe 03 : corrélation entre température et C E



Courbe 04 : corrélation entre température et nitrates

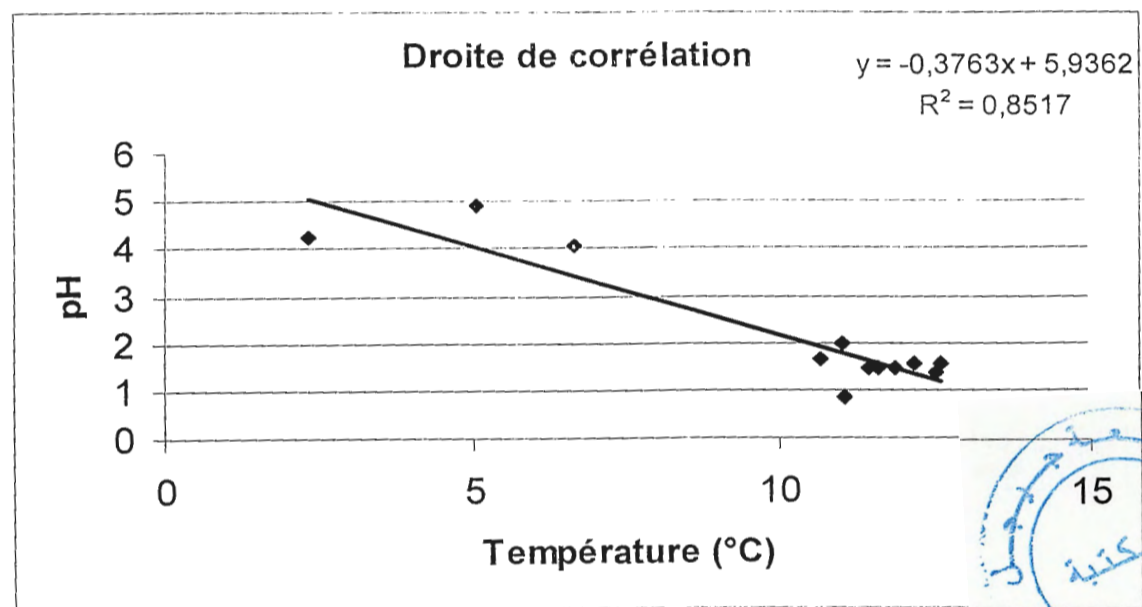


Courbe 05 : corrélation entre température et phosphate

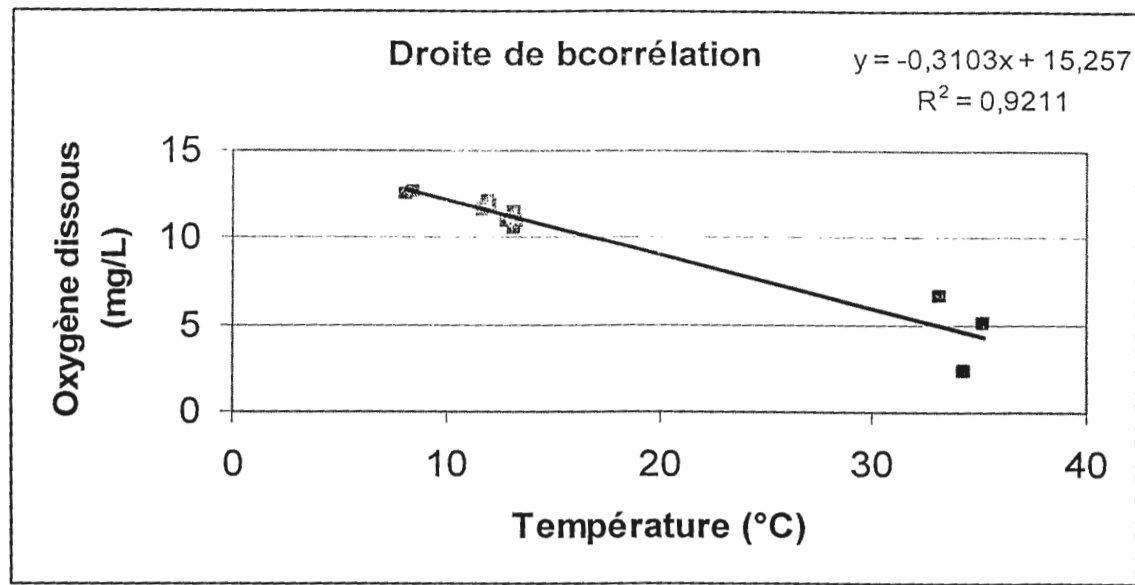


-Station N° 02

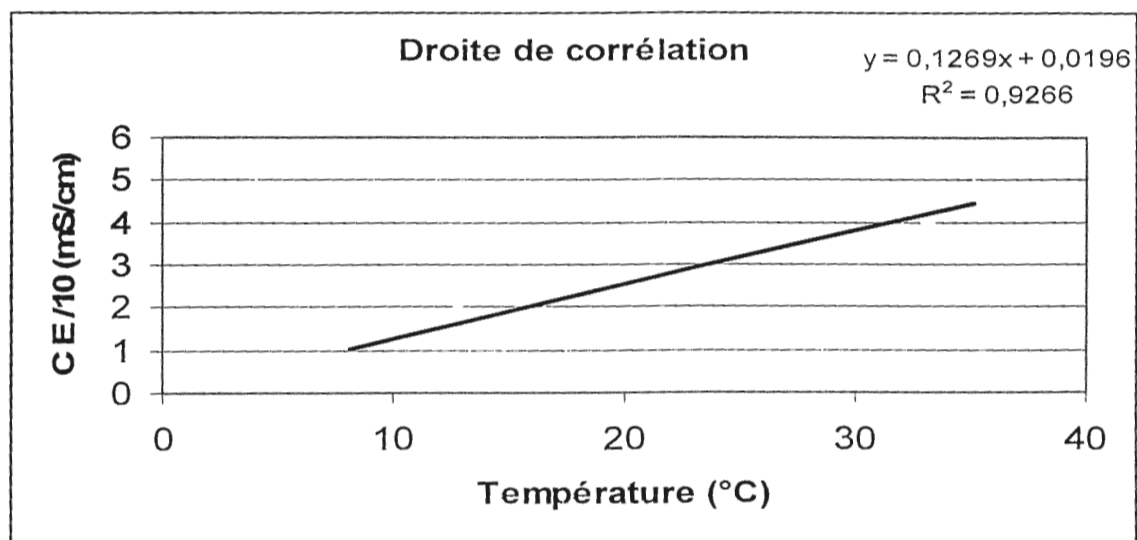
Courbe 06 : corrélation entre température et pH



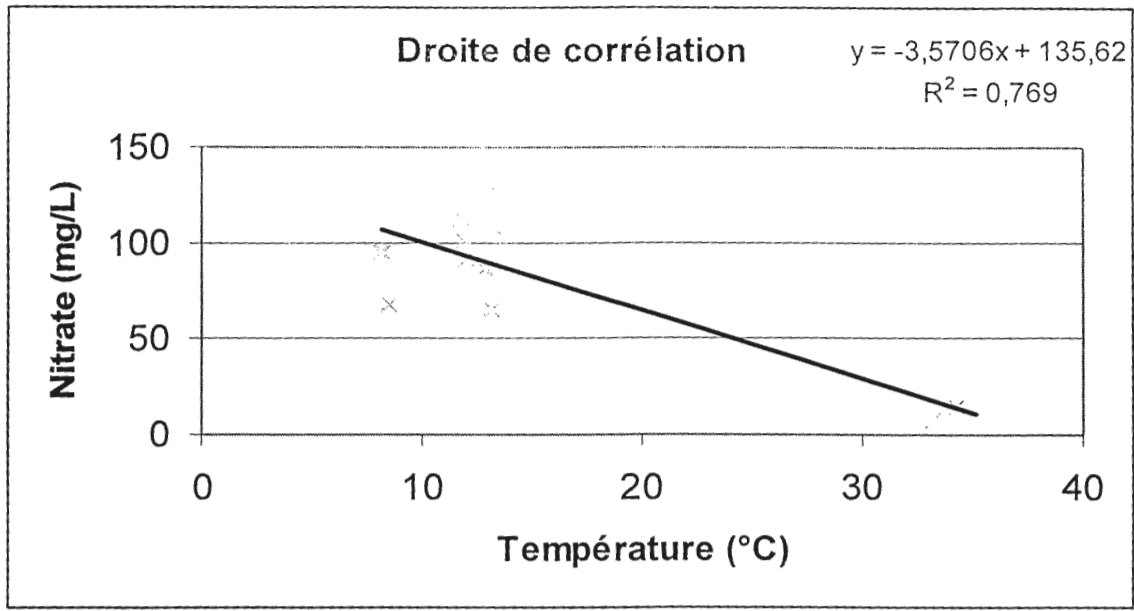
Courbe 07 : corrélation entre température et oxygène dissous



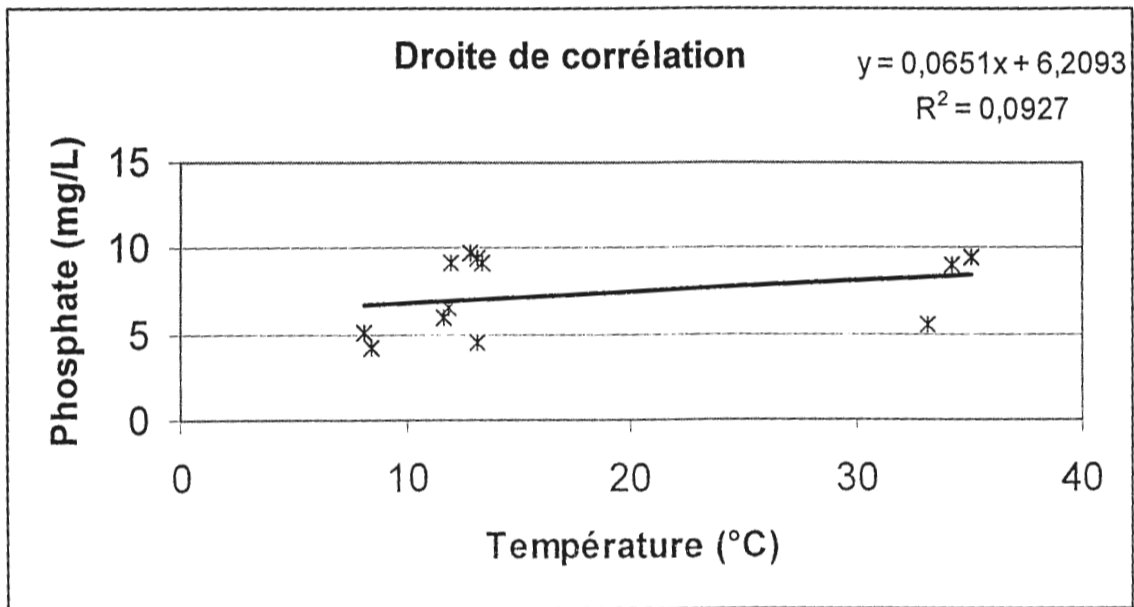
Courbe 08 : corrélation entre température et C E



Courbe 09 : corrélation entre température et nitrate



Courbe 10 : corrélation entre température et phosphate



**Thème:**

Impact des eaux chaudes de deux stations thermales (Beni Haroun et Ouled Achour) sur la faune et la flore des oueds récepteurs.

Noms et prénoms des étudiants :	Date de soutenance
❖ Hammami Mokhtar ❖ Bouaouina Mohamed	16/07/2006

**Résumé :**

L'étude des paramètres physico-chimiques des eaux des deux oueds (El-kebir et Bouslah), a mis en évidence l'impact de la température des deux stations thermales (Beni Haroun et Ouled Achour) sur les paramètres physico-chimiques et la répartition des espèces aquatiques des oueds récepteurs.

**Summary :**

Study of the physicochemical parameters of water of the two wadis (El-kebir and Bouslah), put in evidence impact temperature of the two thermal spas (Beni Haroun and Ouled Achour) on the physicochemical parameters and the repartition of the watery spices of the wadis receptors

**ملخص:**

دراسة مياه الوادي الكبير ووادي بوسلاح أظهرت تأثير درجة الحرارة لحمامي بني هارون و أولاد عاشور على العوامل الفيزيوكيميائية و إعادة التوزيع النباتي و الحيواني.