

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université de Jijel  
Faculté des Sciences  
Département d'écologie végétal et environnement

جامعة جيجل  
كلية العلوم  
قسم علم البيئة النباتية و المحيط

جامعة محمد السادس بن يحيى  
كلية علوم الطبيعة و الحياة  
المكتبة  
رقم الجرد : 1467



Eco.05/09

01/01

Mémoire de fin d'étude  
En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en écologie  
végétale et environnement  
Option : pathologie des écosystèmes

Thème

Etude spatio-temporelle de la qualité  
physico-chimique des eaux  
de l'Oued Djendjen (W. de Jijel)

Membres de Jury :

- ❖ Président : Mr. Youbi M.
- ❖ Examineur : M<sup>me</sup>. Ben Feridja L.
- ❖ Encadreur : Mr. Krika A.

Réalisé par :

- ❖ Adjimi Nassim
- ❖ Labiod Idris

Numéro d'ordre : ..... /.....

Session : Juin 2009

*L. I*

*A. N*

## *Remerciement*

*Nous remercions DIEU le tout  
puissant qui nous a donné la force,  
la volonté et le courage pour accomplir ce travail.*

*Nous tenons à remercier Mr **krika A** qui nous permis de  
découvrir un domaine passionnant de l'écologie. Nous le  
remercions vivement d'avoir proposé ce sujet et de nous  
encadré pendant toute cette année.*

*Nous tenons à remercier tous ceux qu'on nous entouré  
durant ces cinq ans, au sein de la promotion 2009 bien sûr.*

*Nos remerciements également les membres de jury : Mr.  
**M. Y** et **M<sup>lle</sup>. Benfridja .L**, qui ont accepté de juger  
notre travail.*

*Enfin nous exprimons notre profonde reconnaissance  
à tous les enseignants qui ont contribué  
à notre formation.*

*IDRIS & NASSIM*

# Sommaire

Sommaire.....	iii
Liste des tableaux.....	iv
Liste des figures.....	v
Introduction.....	1

## Synthèse bibliographique

1-L'eau .....	03
1-1-Définition.....	03
1-2-Classification des types de milieux aquatiques.....	03
1-2-1-Les eaux stagnantes.....	03
1-2-2-Les eaux courantes.....	03
1-2-2-Les rivières.....	03
2- La qualité de l'eau.....	04
2-1-Définition.....	04
2-2-Classes de la qualité des eaux.....	04
2-3-Facteurs influençant la dégradation de la qualité de l'eau.....	05
3- Les différentes sources de pollution des eaux.....	06
3-1- Les pollutions naturelles.....	06
3-2 Les pollutions dues aux activités humaines.....	06
3-2-1-La pollution domestique.....	06
3-2-2-La pollution urbaine.....	06
3-2-3-La pollution industrielle.....	06
3-2-4-L'agriculture.....	07
4-Conséquences de la pollution.....	07
4-1- Les conséquences écologiques.....	07
4-2- Les conséquences sur la santé humaine.....	07
4-3- Les conséquences économiques et sociales.....	08

## Matériels & méthodes

1-Présentation de la zone d'étude.....	09
--	----

1-1- Description de l'Oued Djendjen.....	09
1-2-Aperçu géologique et pédologique.....	09
1-3-Aperçus climatique .....	09
1-4-Le couverture végétale .....	09
1-5- Activité socio-économique .....	09
2-Justification de choix des paramètres physico-chimiques.....	10
2-1- La température.....	10
2-2- Le pH.....	11
2-3- La conductivité électrique.....	11
2-4- Oxygène dissous.....	12
2-5- La demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ).....	13
2-6-La demande chimique en oxygène (DCO).....	13
2-7-Les nitrites.....	14
2-8-Nitrate.....	14
3-Analyse de l'eau.....	15
3-1- Plan d'échantillonnage.....	15
3-2-Technique de prélèvements.....	16
3-3- Nature des analyses.....	16
3-3-1- Paramètres physico-chimiques.....	16
3-3-1-1- La température.....	16
3-3-1-2- Le pH.....	16
3-3-1-3- La conductivité électrique.....	16
3-3-1-4- L'oxygène dissous.....	16
3-3-1-5- La demande biochimique en oxygène.....	17
3-3-1-6- La demande chimique en oxygène.....	17
3-3-1-7-Nitrite.....	17
3-3-1-8-Nitrates.....	18
4- L'analyse statistique.....	18

## Résultats et discussion

1-Résultats.....	19
1-1-La température.....	19
1-2- Le pH .....	22
1-3-La conductivité électrique (CE).....	24
1-4. L'oxygène dissous (OD).....	25

<b>1-5. Demande biochimique en oxygène (DBO).....</b>	<b>27</b>
<b>1-6 .Demande chimique en oxygène (DCO).....</b>	<b>29</b>
<b>1-7-Nitrite (NO<sub>2</sub>-).....</b>	<b>31</b>
<b>1-8-Nitrate (NO<sub>3</sub>-).....</b>	<b>33</b>
<b>1-9-Rapport DCO/DBO<sub>5</sub>.....</b>	<b>35</b>
<b>2-Discussion des résultats.....</b>	<b>36</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>39</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>I</b>

## Annexes

<b>Annex 01.....</b>	<b>VI</b>
<b>Annex 02.....</b>	<b>IX</b>
<b>Annex 03.....</b>	<b>XI</b>
<b>Annex 04.....</b>	<b>XIII</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau I.</b>	Différents unités industrielles implantées dans la région de Jijel.....	10
<b>Tableau II.</b>	Grille de qualité des eaux de surface (Masson, 1982).....	19
<b>Tableau III.</b>	Valeurs spatio-temporelles des températures de l'eau.....	20
<b>Tableau IV.</b>	Valeurs spatio-temporelles du pH de l'eau.....	22
<b>Tableau V.</b>	Valeurs spatio-temporelles de la conductivité électrique de l'eau.....	24
<b>Tableau VI.</b>	Valeurs spatio-temporelles de l'oxygène dissous de l'eau.....	26
<b>Tableau VII.</b>	Valeurs spatio-temporelles de la demande biochimique en oxygène de l'eau.....	28
<b>Tableau VIII.</b>	Valeurs spatio-temporelles de la demande chimique en oxygène de l'eau..	30
<b>Tableau IX.</b>	Valeurs spatio-temporelles des nitrites dans l'eau.....	32
<b>Tableau X.</b>	Valeurs spatio-temporelles de nitrates de l'eau.....	34
<b>Tableau XI.</b>	Calcul du rapport DCO/DBO <sub>5</sub> .....	36
<b>Tableau XII.</b>	Matrice de corrélation globale.....	37

## Liste des figures

<b>Figure 01.</b>	Localisation de la zone d'étude.....	15
<b>Figure 02.</b>	Variations spatio-temporelles de la température de l'eau.....	20
<b>Figure 03.</b>	Variations saisonnières des températures de l'eau de l'oued Djendjen (Mars et Mai 2009).....	21
<b>Figure 04.</b>	Répartition spatiale de la température par niveau de qualité.....	21
<b>Figure 05.</b>	Variations spatio-temporelles du pH de l'eau.....	22
<b>Figure 06.</b>	Variations saisonnières du pH de l'eau de l'oued Djendjen (Mars et Mai 2009).....	23
<b>Figure 07.</b>	Répartition spatiale du pH par niveau de qualité.....	23
<b>Figure 08.</b>	Variation spatio-temporelle de la conductivité électrique de l'eau.....	24
<b>Figure 09.</b>	Répartition spatiale de la conductivité électrique par niveau de qualité.....	25
<b>Figure 10.</b>	Variation spatio-temporelle de l'oxygène dissous de l'eau.....	26
<b>Figure 11.</b>	Variations saisonnières de l'oxygène dissous de l'eau de l'oued Djendjen (Mars et Mai 2009).....	26
<b>Figure 12.</b>	Répartition spatiale de l'oxygène dissous par niveau de qualité.....	27
<b>Figure 13.</b>	Variation spatio-temporelle de la DBO <sub>5</sub> de l'eau.....	28
<b>Figure 14.</b>	Répartition spatiale de la DBO <sub>5</sub> par niveau de qualité.....	29
<b>Figure 15.</b>	Variation spatio-temporelle de la DCO de l'eau.....	30
<b>Figure 16.</b>	Répartition spatiale de la DCO par niveau de qualité.....	31
<b>Figure 17.</b>	Variation spatio-temporelle de nitrite dans l'eau.....	32
<b>Figure 18.</b>	Répartition spatiale des nitrites par niveau de qualité.....	33
<b>Figure 19.</b>	Variation spatio-temporelle de nitrate dans l'eau.....	34
<b>Figure 20.</b>	Répartition spatiale des nitrates par niveau de qualité.....	35



*Introduction.*



conséquences écologiques. Dans le deuxième chapitre nous présenterons la méthodologie analytique utilisée au cours de ce travail ainsi que le choix des paramètres étudiés.

Le troisième chapitre est consacré à la présentation des résultats obtenus ainsi d'une discussion de ces derniers. Le travail sera clôturé par une conclusion générale



*Synthèse bibliographique*

## 1-L'eau

### 1-1-Définition

Dans tout l'univers, il y a une molécule que l'homme recherche avidement, car sa découverte dans l'atmosphère d'une planète lointaine libérerait aussitôt les rêves les plus fous de l'humanité. Elle est le constituant majeur de la matière vivante. Sa formule peut s'écrire de façon très simple: H<sub>2</sub>O, l'eau. Elle est la substance minérale la plus répandue à la surface du globe. Elle constitue l'hydrosphère. Son volume est estimé à 1370 millions de kilomètres cubes.

### 1-2-Classification des types de milieux aquatiques

Les eaux douces continentales regroupent les eaux de surfaces et souterraines, courantes et stagnantes, pérennes ou temporaires, avec tous les intermédiaires pouvant exister entre ces différentes catégories. Classiquement, pour les eaux de surfaces que nous étudierons, nous distinguerons deux grandes catégories de milieu aquatique :

✚ Les eaux stagnantes (ou milieux lentiques), caractérisées par un courant de vitesse nulle, ou quasi nulle ;

✚ Les eaux courantes (ou milieux lotiques)

#### 1-2-1-Les eaux stagnantes

Correspondent essentiellement aux lacs, étangs, mares et flaques. Elles se différencient par la superficie, mais surtout par la permanence de l'eau, la profondeur, l'ensoleillement et le réchauffement du fond.

#### 1-2-2-Les eaux courantes

Regroupent toutes les eaux « en mouvement » : sources, torrents, ruisseaux, rivières, fleuves, constituant un vaste réseau hydrographique qui mène à la mer. Ce sont des milieux ouverts présentant des échanges constants avec les systèmes qu'ils traversent (**Genin et al, 2003**)

##### 1-2-2-1-les rivières

C'est un cours d'eaux qui possède une moyenne et encore suffisante pour permettre une bonne oxydation des eaux, on peut trouver les rivières côtières qui est un cours d'eau de faible longueur traversant une plaine côtière. Ce type de rivière est en particulier fréquent dans les pays méditerranéens, et de façon plus générale dans les régions existe une importante chaîne de montagnes à proximité du littoral (**Ramade, 1993**).

## 2- La qualité de l'eau

### 2-1-Définition

La qualité d'une eau est caractérisée par les diverses substances qu'elle contient, leur quantité et l'effet qu'elles ont sur l'écosystème et sur l'être humain. C'est la concentration de ces différents éléments qui détermine la qualité d'une eau et permet de savoir si celle-ci convient à un usage particulier. Même l'eau des rivières et des lacs les moins influencés par les activités humaines n'est pas pure.

Au cours d'une année, d'une saison et même d'une journée, la qualité de l'eau peut être très variable. Les phénomènes de ruissellement et d'érosion, de même que les précipitations et les variations du débit d'un cours d'eau influencent énormément la qualité de l'eau. En période d'étiage, les concentrations de certaines substances présentes dans l'eau peuvent être beaucoup plus élevées que pendant le reste de l'année. À l'inverse, en période de crue, certaines substances se trouvent diluées dans un plus grand volume d'eau alors que d'autres, qui atteignent le cours d'eau par ruissellement, se retrouvent en concentration plus importante. Ainsi, les concentrations des substances naturelles non dissoutes provenant d'un processus d'érosion augmentent avec le débit : c'est le cas notamment des éléments d'origine géologique (fer, aluminium, etc.) et des différentes substances (telles que les phosphates) qui y sont liées. Par ailleurs, les concentrations des divers polluants rejetés artificiellement et régulièrement dans un cours d'eau diminuent lorsque le débit augmente. Une très bonne connaissance du régime hydrologique d'un cours d'eau est donc nécessaire pour interpréter correctement les données de qualité de l'eau (Hébert et Légaré, 2000)

### 2-2-Classes de la qualité des eaux

La classe 1A, (en bleu) caractérise les eaux exemptes de pollution, aptes à satisfaire les usages les plus exigeants en qualité. La qualité est « très bonne ».

La classe 1B, (en vert) caractérise les eaux d'une qualité légèrement moindre, ces eaux peuvent néanmoins satisfaire tous les usages. La qualité est dite « bonne ».

La classe 2, (en jaune) caractérise les eaux d'une qualité « passable », suffisante pour l'irrigation, les usages industriels, la production d'eau potable après un traitement poussé. L'abreuvement des animaux est généralement toléré. Le poisson y vit normalement mais sa reproduction peut y être aléatoire. Les loisirs liés à l'eau y sont possibles lorsqu'ils ne nécessitent que des contacts exceptionnels avec elle.

La classe 3, (**en orange**) caractérise les eaux d'une qualité « mauvaise », juste apte à l'irrigation, au refroidissement et à la navigation. La vie piscicole peut subsister dans ces eaux, mais cela est aléatoire en période de faibles débits ou de fortes températures par exemple.

La classe 4, (**en rouge**) caractérise les eaux dépassant la valeur maximale tolérée en classe 3 pour un ou plusieurs paramètres. Elles sont considérées comme inaptes à la plupart des usages et peuvent constituer une menace pour la santé publique et l'environnement. La qualité est dite « très mauvaise » (**Masson , 1988**)

### **2-3-Facteurs influençant la dégradation de la qualité de l'eau**

Beaucoup de facteurs modifient la qualité de l'eau; ainsi, les substances en suspension dans l'air altèrent la composition de l'eau de pluie. La poussière, les gaz volcaniques et les gaz naturellement présents dans l'atmosphère comme le dioxyde de carbone, l'oxygène et l'azote se dissolvent ou restent pris dans les gouttes de pluie. Quand l'air contient d'autres substances comme du dioxyde de soufre, des produits chimiques toxiques ou du plomb, ces substances s'ajoutent à la pluie qui tombe sur le sol.

L'eau de pluie ruisselle sur la terre et s'infiltre dans le roc et le sol où elle dissout et absorbe d'autres composés. Ainsi, un sol riche en substances solubles comme la chaux augmentera la concentration de carbonate de calcium dans l'eau. En coulant sur des roches métallifères comme du minerai, l'eau accumulera également des métaux.

Il faut également tenir compte des eaux de ruissellement des zones urbaines qui ont elles aussi un effet sur la qualité de l'eau. En effet, celles-ci emportent les débris qui jonchent les rues jusqu'à un cours d'eau ou une autre masse d'eau et détérioreront la qualité de l'eau en augmentant la concentration de diverses substances comme les éléments nutritifs (phosphore et azote), les sédiments, les déchets animaux (coliformes fécaux et agents pathogènes), les dérivés du pétrole et le sel utilisé pour déglacer les routes.

L'industrie, l'agriculture, l'exploitation minière et la foresterie peuvent aussi altérer de façon appréciable la qualité de l'eau des cours d'eau, des lacs et des réserves souterraines. Ainsi, l'agriculture peut accroître la concentration d'éléments nutritifs, de pesticides et de matières en suspension dans l'eau. Les activités industrielles peuvent augmenter la teneur de l'eau en métaux et en produits toxiques, accroître la quantité des matières en suspension, élever la température et réduire la quantité d'oxygène dissous dans l'eau. Dans chaque cas, l'écosystème aquatique en subira

le contrecoup ou l'eau ne pourra plus servir à tous les usages, ou les deux (**Bianchi, 2006**)

### 3- Les différentes sources de pollution des eaux

Il existe deux catégories de pollution :

- ✓ Les pollutions naturelles
- ✓ Les pollutions dues aux activités humaines

🚰 pollution domestique

🚰 urbaine

🚰 industrielle

🚰 ou agricole.

#### 3-1- Les pollutions naturelles

Elle peut être due à une irruption volcanique, à des épanchements sous-marins d'hydrocarbures ou encore lorsque l'eau entre en contact avec des gisements minéraux et par un effet de dissolution ou d'érosion, cela engendre des concentrations inhabituelles en métaux lourds (**Levallois et Phaneuf, 1994**).

#### 3-2 Les pollutions dues aux activités humaines

##### 3-2-1-La pollution domestique

Elle regroupe les eaux vannes (WC), les eaux ménagères (eaux de cuisine et salle de bains) qui contiennent des graisses, du savon, des détergents... et les eaux usées rejetées par les installations collectives telles que les hôpitaux, les écoles, les commerces, les hôtels, etc...(**Fletcher et al., 1987**).

##### 3-2-2-La pollution urbaine

Elle est liée aux fortes pluies qui ont succédé à une longue période sèche. Il y a alors un risque de saturation du système d'assainissement (**Laferrière, 1988**).

##### 3-2-3-La pollution industrielle

Elle est caractérisée par sa très grande diversité. Elle va dépendre de l'activité industrielle. On peut donc retrouver des matières organiques et des graisses, des hydrocarbures, des métaux, des acides,

des produits chimiques divers, des matières radioactives (Chartrand *et al.*, 2000).

### 3-2-4-L'agriculture

Elle constitue la première cause des pollutions diffuses des ressources en eau. Ce point étant le sujet de notre travail, il sera développé et approfondi tout au long de notre dossier.

L'agriculture utilise de plus en plus de produits chimiques depuis 1945 (Chartrand *et al.*, 1999).

## 4-Conséquences de la pollution

Les effets de la pollution sont multiples:

- 🌍 Conséquences écologiques
- 👤 Conséquences sur la santé humaine
- 💰 Conséquences économiques et sociales

### 4-1- Les conséquences écologiques

Elles se traduisent par la dégradation des écosystèmes aquatiques: l'eutrophisation désigne un enrichissement des eaux en substances nutritives (azote, phosphore) provenant des rejets et des engrais utilisés en trop grande quantité. L'apport massif de ces éléments provoque la croissance anarchique d'algues et de plantes aquatiques qui consomment l'oxygène indispensable à la survie des autres espèces.

Certaines substances toxiques déversées dans un cours d'eau peuvent pénétrer dans les chaînes alimentaires. C'est le phénomène de la bioamplification. Une faible partie de ces substances est évacuée par excrétion, mais le reste s'accumule dans certains organes (foie, muscles, graisse...) des poissons herbivores.

Ceux-ci sont mangés par les poissons et les oiseaux carnivores, qui sont contaminés à leur tour, concentrant encore davantage les substances toxiques.

Les espèces qui se trouvent à l'extrémité supérieure de la chaîne alimentaire, y compris l'homme, sont ainsi exposées à des teneurs en substances toxiques beaucoup plus élevées que celles qui se trouvent au départ dans l'eau (Andral *et al.*, 2001).

### 4-2- Les conséquences sur la santé humaine

Elles sont différentes selon le mode de contamination qui peut être par ingestion, par contact ou par contamination intermédiaires, c'est à dire, la consommation de poissons contaminés par une eau polluée (Ramade, 1993).

#### 4-3- Les conséquences économiques et sociales

Elles peuvent avoir plusieurs aspects :

Pour la production d'eau potable, la pollution peut réduire le nombre de ressources utilisables, augmenter le coût des traitements de potabilisation ou celui du transport de l'eau. La dégradation des ressources peut devenir un frein au développement industriel, car l'industrie consomme beaucoup d'eau et les exigences de qualité de l'eau sont parfois très élevées.

En cas de pollution, l'exploitation des milieux aquatiques (pisciculture, loisirs...) sera restreinte.

Une eau de mauvaise qualité aura aussi une conséquence sur la production agricole car l'agriculture a recours aux eaux brutes, non traitées, pour l'irrigation des sols.

L'eau a comme propriété de dissoudre la plupart des substances minérales ou organique et de mettre en suspension les matières insolubles. En conséquence, tous les polluants de l'eau peuvent se retrouver très loin en aval du lieu de contamination. Les eaux sont généralement acheminées vers des stations d'épurations et à la sortie d'usine, la majorité des polluants sont éliminés (**Levallois et Phaneuf, 1994**).





*Matériels et méthodes*

## **1-Présentation de la zone d'étude**

### **1-1- Description de l'Oued Djendjen**

L'Oued Djendjen prend naissance dans les massifs des Babors, au niveau de la région d'Erraguen, avec une direction d'écoulement Est-Ouest puis Nord-Sud.

Le bassin versant de l'Oued s'étend sur une superficie de l'ordre de 525km<sup>2</sup>, dont 80 km<sup>2</sup> est située dans la wilaya de Sétif. Les crues enregistrées dans ce cours d'eau sont de l'ordre de 600 m<sup>3</sup>/s, le largueur de l'Oued est de 30 à 50 m, tandis que le lit majeur pendant la période des crues varie de 100 à 400 m.

### **1-2-Aperçu géologique et pédologique**

La zone d'étude appartient au domaine du massif métamorphique et atlasique connu localement sous le nom de chaîne de Babors. Un ensemble de terrains sédimentaires du secondaire et le tertiaire, ainsi que des terrains métamorphiques peuvent être aperçu dans cette région.

L'ensemble est composé de collines qui sont de formation marneuses et d'une plaine littorale étroite. Il y a dépôt alluvionnaire sur le littoral et le long des cours d'eau.

Les sols sont de type brun calcaire à caractère vertique présentant une texture lourde, d'épaisseur variable développée sur marne.

### **1-3-Aperçus climatique**

Du fait de sa position géographique, la wilaya de Jijel est caractérisée par un climat méditerranéen à hiver doux température moyenne en Janvier 8.3°C avec un minimum de 1.8°C. L'été est par contre, sec et chaud avec une température moyenne en Août de 30°C atteignant un maximum de 42 °C. En général, la région de Jijel appartient à un étage humide.

### **1-4-Le couvert végétale**

Elle est représentée par la présence de diverses espèces faisant partir aux différentes strates connues, le Tamarix et le Peuplier noir de la strate arborée, le lentisque et laurier rose de la strate arbustive, et Cystus (Cyste) de la strate herbacée. Ils sont à noter que la présence de ces espèces se répète régulièrement dans les quatre stations échantillonnées.

### **1-5- Activité socio-économique**

La wilaya de Jijel est liée principalement à certaines activités reflétant la nature de la région, telle que la pêche, la récolte de liège et l'agriculture. Ceci, n'a pas empêché l'implantation de certaines unités industrielles dans le cadre du développement économique qu'a connue la région (Tableau I). Parmi ces unités, on peut citer le cas de société africaine de verre (AFRICAVER) et d'EURO SIJICO (conserverie de TAHER) qui déversent directement leurs rejets dans l'Oued de Djendjen.

Outres ces activités industrielle, l'activité agricole constitue le nerf de l'économie wilayal, elle est axée essentiellement sur les cultures maraîchères.

**Tableau I.** Différents unités industrielles implantées dans la région de Jijel.

UNITE INDUSTRIELLE	REJETS LIQUIDES M3/J	LIEU DE REJET
Tannerie de Jijel (TAJ)	800m3/j	Oued moutrasse +Mer
Tannerie magesserie khenifer d'El Milia	150m3/j	Oued El kebir
Société africaine de verre (AFRICAVER)	1250m3/j	Oued Djendjen
EPIC SANELZ Central thermique	2088036m3/j	Mer
EURL SIJICO ( conserverie de TAHER)	480m3/j	Oued Djendjen
SOCIETE CERAMIQUE SAINTAIRE D'EL MILIA	89,32m3/j	Oued El Kebir
ENOF : complexe de kaolin d'El Milia	42,8m3/j	Chaaba
Unité briqueterie de TAHER	16,5m3/j	Fosse septique
JIJEL liège (J/E) Etanchéité	80m3/j	Mer

## 2-Justification de choix des paramètres physico-chimiques

L'intérêt croissant porté à la qualité de l'eau dans ces multiples aspects et usages, conduit à définir pour les eaux usées un certains nombres de paramètres physico-chimiques, dans le but de diagnostiquer le degré de pollution et par conséquent les effets néfastes sur l'environnement.

### 2-1- La température

Il est utile de connaître la température d'une eau mais, les variations de celle-ci selon les saisons ou les intempéries (**Mounier, 1933**). La température conditionne la solubilité des sels, et surtout celle des gaz. Elle influe la conductivité électrique et la détermination de pH (**Rodier, 1984**). Cependant, ce facteur par sa très grande importance, peut être très dangereux et menacer l'équilibre écologique d'une rivière.

D'après plusieurs auteurs (**Bremond et Vuichard, 1973 ; Hynes, 1970 ; Leynaud et Verrel, 1980 ; Tuffery, 1980**) la pollution thermique est causées par les eaux chaudes, utilisées dans les systèmes de refroidissement des usines, rejetées directement dans les effluents. Selon les mêmes auteurs, une augmentation de la température accélère la décomposition des matières organiques présentent dans l'eau, entraînant ainsi un déficit en oxygène. De plus, elle augmente le métabolisme des organismes aquatiques, causant une baisse de la résistance des macros invertébrées ou la mort de ces derniers

(Clegg, 1974). L'élévation de la température de l'eau a des répercussions écologiques très importantes. Le réchauffement de l'eau peut causer un autre type de dégâts : Bremond et Vuichard (1973) et Tuffery (1980) ont trouvé, qu'il exacerbe la toxicité de certaines substances comme le cyanure de potassium qui est doublée pour une élévation de la température de 10 °C.

Par ailleurs, ce facteur a une grande importance dans la répartition longitudinale des espèces et dans la durée de leurs cycles saisonniers (Mathey et coll, 1984), il peut être à la base d'un développement planctonique important.

## 2-2- Le pH

Le pH est le nombre variant de 0 à 14 exprimant la quantité d'ions  $H_3O^+$  présents dans une solution. Dans la nature, le pH de l'eau est compris entre 5 et 9. On peut trouver des eaux très acides (eaux de tourbières avec un pH de 1.8) et des eaux très basiques (pH de 11) (Loup, 1974).

La mesure du pH est très importante. Ce paramètre conditionne l'équilibre physico-chimique d'une eau. Cet équilibre dépend de l'origine de ces eaux qui peut être naturelle (nature géologique du lit et du bassin versant de la rivière) ou artificielle, provenant des rejets domestiques, des eaux résiduaires des tanneries et des teintureries, utilisant des colorant acides ou basiques (Bremond et Vuichard, 1973).

D'après plusieurs auteurs (Dussart, 1966 ; Clegg, 1974 ; Leynaud et Verrel, 1980), l'activité photosynthétique provoque dans le milieu naturel d'importantes variations du pH. Pendant la journée, l'absorption intense du gaz carbonique ( $CO_2$ ) entraîne une élévation du pH, Le mécanisme inverse intervient pendant la nuit. Généralement, le pH est élevé en été, quand la photosynthèse est rapide, et bas en hiver où la plupart de la végétation de l'été se décompose. Sa valeur change dans l'espace et dans le temps.

## 2-3- La conductivité électrique

Plusieurs auteurs (Dussart, 1966 ; Bremond et Vuichard, 1973 ; Rodier, 1984) ont défini la conductivité électrique d'une eau comme étant la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1  $cm^2$ ). Cette conductance s'exprime en  $\mu s/cm$ .

La conductivité électrique nous renseigne avec une bonne approximation sur la salinité d'une eau. Elle est étroitement liée à la concentration des substances dissoutes et à leurs natures. Or, si les sels minéraux sont dans l'ensemble de bons conducteurs, ce n'est pas la cas des matières organiques et colloïdales qui n'ont qu'une très faible conductance. Une conductivité élevée, traduit soit des pH anormaux, soit le plus souvent une salinité élevée provoquée par des rejets salins. Parmi les industries à rejets salins, on trouve : les mines de potasse, les eaux des mines de houille et de lignite ;

les eaux de lavage de la houille par voie humide ; les eaux résiduaires de mines de fer ou de gisements de pyrénéites ...etc.

Dans le cas des eaux résiduaires, chargées de matières organiques, cette mesure ne donnera pas forcément une idée immédiate de la charge du milieu. Notons aussi que la température modifie beaucoup la conductivité électrique d'une solution. En général, elles varient dans le même sens.

Les sels dissous dans l'eau exercent une pression osmotique sur les organismes qui y vivent. Dans le cas d'une variation brusque en sels des eaux, on assiste à des migrations et parfois même des mortalités dans les populations animales. Une pression osmotique très élevée peut provoquer au niveau des branchies et d'autres organes externes, un phénomène de diffusion à travers les parois cellulaires qui peut être fatale.

#### 2-4- Oxygène dissous

Les eaux superficielles en contact permanent avec l'atmosphère, sont généralement les plus riches en oxygène (7 à 8 mg/L) (**Mounier, 1933**). En particulier, les eaux courantes sont plutôt bien oxygénées car, la turbulence de l'eau assure une bonne alimentation en oxygène par le brassage air-eau. Cependant, la solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend encore de la salinité du milieu, de la température et de la pression atmosphérique. A une pression normale de 760 mb, le taux de saturation en oxygène dissous est de 12.5 mg/L à 20 °C (**Dussart, 1966 ; Clegg, 1974**).

**Leynaud et Verrel (1980) ; Cabridenc (1980)** ont montré que la présence de substances tels que les détergents et la formation de nappe continue d'hydrocarbures et de mousse, interdisent tout échange gazeux entre la rivière et l'atmosphère, ce qui ralentit considérablement le transfert d'oxygène et de ce fait, perturbe les processus d'autoépuration.

**Hynes (1970)** a montré que la désoxygénation est toujours causée par des décomposeurs de matières organiques mais, aussi due à d'autres réducteurs. D'après les recherches effectuées par **Connoly (1995)**, l'eau doit avoir un taux de saturation en oxygène de 80 % pour maintenir les poissons et les autres organismes en vie.

Des teneurs anormalement faibles en oxygène peuvent présenter des effets néfastes, se traduisant par des migrations, des adaptations ou par des mortalités massives, par l'accélération des mouvements respiratoires chez les poissons, ce qui favorise la pénétration des éléments toxiques (**Bremond et Vuichard, 1973 ; Leynaud et Trocherie, 1980**) et la disparition des macroinvertébrés inféodés aux zones oxygénées tels que les plécoptères et les éphéméroptères (**Hynes, 1970**).

### 2-5- La demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

La demande biochimique en oxygène est représentée par la quantité d'oxygène dissous nécessaire pour la dégradation par voie biologique des matières organiques présentes dans 1 litre d'eau à 20 °C et pendant 5 jours (DBO<sub>5</sub>). Elle nous renseigne sur la teneur en matières organiques présentes dans l'eau (**Riviere, 1980**).

Le test de la DBO<sub>5</sub> a constamment fait l'objet de discussion améliorée et précisée dans des conditions de pH, de température et de salinité. Il constitue un moyen valable de l'étude des phénomènes naturels de destruction des matières organiques (**Rodier, 1984**). Il nous indique les caractéristiques d'eau vis-à-vis du bilan de l'oxygène.

La température accélère considérablement la vitesse de dégradation de la matière organique aggravant ainsi la pollution en été (**Hynes, 1960 ; Leynaud et Verrel, 1980**).

La DBO<sub>5</sub> est un indicateur crucial de la santé d'une rivière, certains organismes vivant dans l'eau sont très importants pour en assurer l'équilibre. Ils décomposent les matières organiques en des substances moins complexes, mais, ces organismes ont besoin de l'oxygène pour leur existence. Une DBO<sub>5</sub> élevée indique que l'oxygène est en déficit et que les organismes vont mourir et qu'il n'y a pas de renouvellement de l'oxygène perdu (**Connolly, 1995**). L'augmentation de la charge en matières dégradables, par conséquent de la DBO<sub>5</sub> entraîne une augmentation parallèle des bactéries et des cyanophycées, et une diminution de la diversité de phytoplancton (**Angeli, 1980**).

L'effet principal d'un rejet de matières organiques dégradables dans le milieu naturel est la consommation d'oxygène qui en résulte (**Bremond et Vuichard, 1973**).

L'oxygène est un élément fondamental du maintien et du développement de la flore et de la faune présents dans le milieu naturel.

La valeur déterminée par l'organisation mondiale de la santé pour la DBO<sub>5</sub> est de 4 mg/L. Dépassant cette valeur, l'eau n'est plus consommable car, elle peut être favorable au développement de bactéries et de germes pathogènes ou indésirables (**Kemp, 1970**). Lorsqu'il s'agit d'eaux de surface, la valeur de base pour la DBO<sub>5</sub> est de 6 mg/l, norme utilisée notamment en Belgique.

### 2-6-La demande chimique en oxygène (DCO)

La pollution par les matières organiques dégradables, ou non dégradables est essentiellement due aux rejets industriels et urbains. Les matières organiques sont des substances consommant indirectement l'oxygène, leur dosage s'exprime en quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation à partir d'un oxydant commun. Les oxydants les plus couramment utilisés sont les biocarbonates de potassium et les permanganates de potassium.

### 2-7-Nitrites

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés. Ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniaque et les nitrates. Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniaque, soit à la réduction des nitrates.

Ils ne représentent qu'un stade intermédiaire et sont facilement oxydés en nitrates, leur présence dans l'eau est donc rare et en faible quantité (**Rejsek, 2002**).

L'ion nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) s'oxyde facilement en ion nitrate et, pour cette raison, se retrouve rarement en concentration importante dans les eaux naturelles. (**Hébert et Légaré, 2000**).

### 2-8-Nitrates

Les nitrates se trouvent naturellement dans les eaux provient en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Ils constituent le stade final de l'oxydation de l'azote et ils se trouvent naturellement dans les eaux de surface ainsi que dans les eaux souterraines (**Rejsek, 2002**).

Les principales sources de rejet du nitrate sont les effluents industriels et municipaux ainsi que le lessivage des engrais inorganiques azotés utilisés pour fertiliser les terres agricole (**Gaudreau et Mercier, 1998**).

### 3-Analyse de l'eau

#### 3-1- Plan d'échantillonnage

Quatre stations ont été localisées dans le périmètre d'étude d'une manière systématique (figure 01). La première station est située près de la localité (Hameau)



Figure 01. Localisation de la zone d'étude.

de Tahar Oussaf sous le pont reliant ce hameau avec celui de Laricha. La deuxième station est située près du lieu dit Chabet Es Sdjira au niveau d'un méandre, la troisième station est située juste à côté du lieu dit domaine Boukhalfa Ammar, tandis que la quatrième station est localisée à l'embouchure de l'Oued.



### 3-2-Technique de prélèvements

Les techniques de prélèvement sont celles décrites par **RODIER (1984)**. La quantité d'eau à prélever tient compte des dosages à effectuer, et pour certaines analyses, des conservations ont été utilisées. Les prélèvements de l'eau doivent se faire 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.

Il est impératif de prélever loin des rives et à des obstacles naturels ou artificiels, en dehors des zones mortes et des remous, tout en évitant la remise en suspension des dépôts (**RODIER, 1981**).

Les échantillons ont été prélevés dans des bouteilles en polyéthylène et conservés au froid (T °C de 0 à 4 °C) en attendant le dosage.

### 3-3- Nature des analyses

#### 3-3-1- Paramètres physico-chimiques

##### 3-3-1-1- La température

La température a été mesurée sur le terrain à l'aide d'un thermomètre digital de terrain. Les précautions décrites par **Rodier (1984)**, ont été prises en considération ; éviter l'influence du rayonnement solaire direct (prise à l'ombre) et celle de la chaleur dégagée par l'opérateur lors de la prise de la température de l'air. La température de l'eau est lue après immersion du thermomètre pendant 5 minutes à 10 cm de profondeur en moyenne.

##### 3-3-1-2- Le pH

Il a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre électrique modèle (WTW H1801) en plongeant l'électrode dans l'eau à environ 6 à 8 cm de surface. Les résultats sont exprimés en unité pH.

##### 3-3-1-3- La conductivité électrique

Elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre de terrain (modèle 5WTW 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, 1989**). Les résultats sont exprimés en  $\mu\text{s}/\text{cm}$  à 20 °C.

##### 3-3-1-4- L'oxygène dissous

Il est mesuré par une méthode électrochimique à l'aide d'un oxymètre de terrain (modèle WIW OXI 330/SET).

La surface de dosage est constituée par deux électrodes métalliques en contact avec un électrolyte convenable, est séparée du milieu à examiner par une membrane organique perméable préférentiellement à l'oxygène. L'appareil est équipé d'un dispositif de correction de la salinité.

La mesure se fait par immersion de la sonde à 6 cm de la surface dans le cours d'eau pendant deux minutes pour respecter la circulation du liquide, comme il est recommandé par le mode d'emploi de l'appareil. La lecture se fait en mg d'oxygène par litre et en % de saturation à une référence de 20 °C. La sonde est préalablement étalonnée par exposition dans l'air.

### **3-3-1-5- La demande biochimique en oxygène**

Nous avons utilisé un DBO-mètre fonctionnant selon le système WARBURG qui permet d'enregistrer une dépression. Les échantillons sont introduits dans des enceintes thermostatées. Ils sont mis à incuber en présence d'air pendant 5 jours. Les micro-organismes présents dans l'échantillon, consomment l'oxygène dissous qui est remplacé en permanence par l'oxygène en provenance du volume d'air, situé au dessus de l'échantillon. L'anhydride de carbone piégé par l'hydroxyde de sodium, crée une dépression qui sera mesurée. Les résultats sont lus directement sur la colonne de mercure multiplié par le coefficient de dilution. Les résultats sont exprimés en mg/L d'oxygène consommé.

### **3-3-1-6- La demande chimique en oxygène**

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité exprimée en milligramme qui est consommée par les matières oxydables (organiques ou minérales), dans les conditions de l'essai, contenus dans 1 litre. Elles sont oxydées par un excès de dichromate de potassium en milieu acide en présence de sulfate d'argent (jouant le rôle de catalyseur d'oxydation) et de sulfate de mercure (agent complexant des chlorures). L'excès de dichromate est déterminé à l'aide d'une solution titrée de sulfate de fer (II) et d'ammonium (0.25 N) (**Rodier, 1984**). La DCO est exprimé en mg/L d'Oxygène.

### **3-3-1-7-Nitrite**

Suivant l'origine des eaux, la teneur en nitrites est assez variable. La méthode à la sulfanilamide a une sensibilité de l'ordre de quelques microgrammes par litre. Il sera nécessaire d'en tenir compte pour l'interprétation des résultats et de prendre toutes précautions utiles pour la pureté des réactifs et la propreté de la verrerie.

Sous l'action des phénomènes biologiques, l'équilibre entre l'ammoniaque, les nitrites et les nitrates peut évoluer rapidement. Il convient donc de procéder au dosage des nitrites le plus tôt possible après le prélèvement en le conservant à 4°C.

Dans un milieu chlorhydrique, l'acide sulfanilique en présence d'ion ammonium et du phénol, forme avec les ions  $\text{NO}_2^-$  un complexe coloré en jaune dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrite (**Rodier 2005**).

### 3-3-1-8-Nitrates

Le dosage des nitrates fait appel à des méthodes relativement complexes avec une grande probabilité 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.

Les méthodes spectrophotométriques exigent un échantillon limpide : Les échantillons turbides doivent être filtrés sur membrane 0,45  $\mu\text{m}$  après avoir vérifié qu'elle ne contient pas de nitrates. De plus, les colorations développées sont très sensibles aux interférences.

En présence de salicylate de sodium, les nitrites donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrophotométrique (**Rodier 2005**).

## 4- L'analyse statistique

Pour le calcul des statistiques élémentaires et pour une meilleure illustration des résultats nous avons procédé au calcul des moyennes et d'écart types. L'analyse statistique proprement dite est effectuée en faisant appel à l'analyse de la variance (ANOVA), le test de "Student" ainsi que la matrice de corrélation. Tous les calculs ont été effectués en utilisant le logiciel *STATISTICA* (version 6.0) et *Origine* (version 6.0). Pour illustrer nos résultats, nous avons réalisé des histogrammes.



*Résultats et discussion.*

## 1-Résultats

Les paramètres retenus pour l'appréciation de la qualité des eaux superficielles de l'Oued Djendjen sont des paramètres spécifiques à une pollution organique et azotée. Ces derniers font l'objet d'une appréciation on utilise " la grille de qualité des eaux de surface" (Tableau II). Cette dernière fixe cinq classes de qualité, Chaque classe est illustrée par une couleur particulière.

- 🌟 Classe de qualité excellente : bleue.
- 🌟 Classe de qualité bonne : verte.
- 🌟 Classe de qualité passable : jaune.
- 🌟 Classe de qualité mauvaise : orange.
- 🌟 Classe de qualité très mauvaise : rouge.

**Tableau II.** Grille de qualité des eaux de surface (Masson, 1982).

Code couleur	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Classe de qualité	Très bonne Classe (1A)	Bonne Classe (1B)	Passable Classe (2)	Mauvaise Classe (3)	Très mauvaise Classe (4)
<b>1-Matière organique et oxydable</b>					
Oxygène dissous (mg/LO <sub>2</sub> )	>7	7-5	5-3	3-1	<1
DBO <sub>5</sub> (mg/L O <sub>2</sub> )	<3	3-5	5-10	10-25	>25
DCO (mg/L O <sub>2</sub> )	<30	30-35	35-40	40-80	>80
<b>2-Nitrites</b>					
Nitrites (mg/L NO <sub>2</sub> )	0.03	0.3	0.5	1	>1
<b>3-Nitrates</b>					
Nitrates (mg/L NO <sub>3</sub> )	2	10	25	50	>50
<b>4-Température</b>					
Température (°C)	20	21.5	25	28	>30
<b>5-Conductivité électrique (µs/Cm)</b>					
CE (µs/Cm)	<400	400-1300	1300-2700	2700-3000	>3000
<b>6-Acidification</b>					
pH	6.5 - 7.5	7.5 - 8.5	5.5 - 6.5	8.5 - 9	<5.5 ou >9

### 1-1-La température

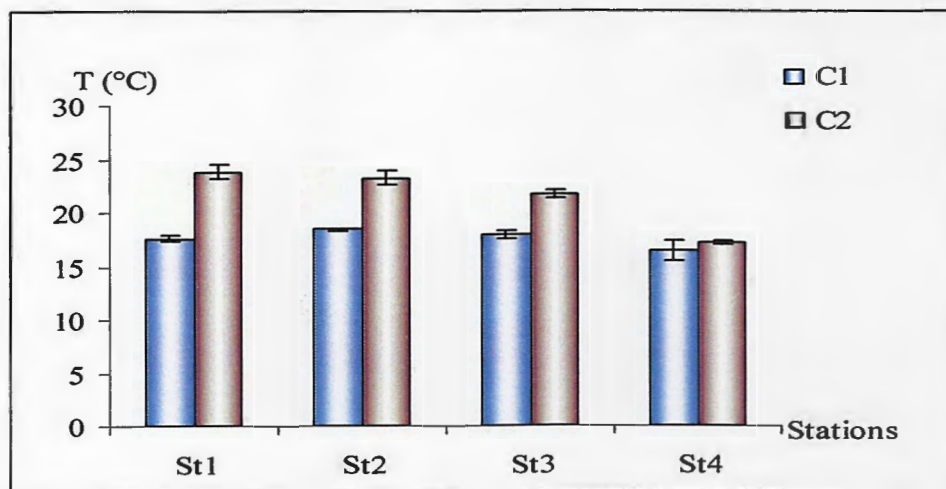
Les résultats sont portés dans le tableau (III) et illustrés graphiquement dans les figures (02) et (03). Pendant la première campagne, les eaux de l'Oued Djendjen se caractérisent par des températures

qui fluctuent entre  $23,86 \pm 0,66^{\circ}\text{C}$  pour la (St01) et  $16,4 \pm 0,91^{\circ}\text{C}$  pour la (St04); les valeurs intermédiaires pour les stations (St02) et (St03) sont respectivement :  $23,33 \pm 0,75^{\circ}\text{C}$  et  $21,73 \pm 0,32^{\circ}\text{C}$ . En effet, l'analyse de la variance fait apparaître un effet station hautement significative pour cette première campagne de prélèvements ( $F=8.01$ ;  $p<0.01$ ) (annexe 01).

Cependant, les valeurs de la deuxième campagne sont comprises dans un intervalle variant en moyenne de  $18,4 \pm 0,17^{\circ}\text{C}$  pour la (St02) à  $17,26 \pm 0,25^{\circ}\text{C}$  pour la (St04). Les stations (St01) et (St03) enregistrent respectivement des valeurs moyennes de température de  $17,66 \pm 0,30^{\circ}\text{C}$  et  $17,96 \pm 0,37^{\circ}\text{C}$ . De même, l'analyse de la variance fait apparaître un effet station hautement significatif ( $F=91.79$ ;  $p<0.001$ ) (annexe 01).

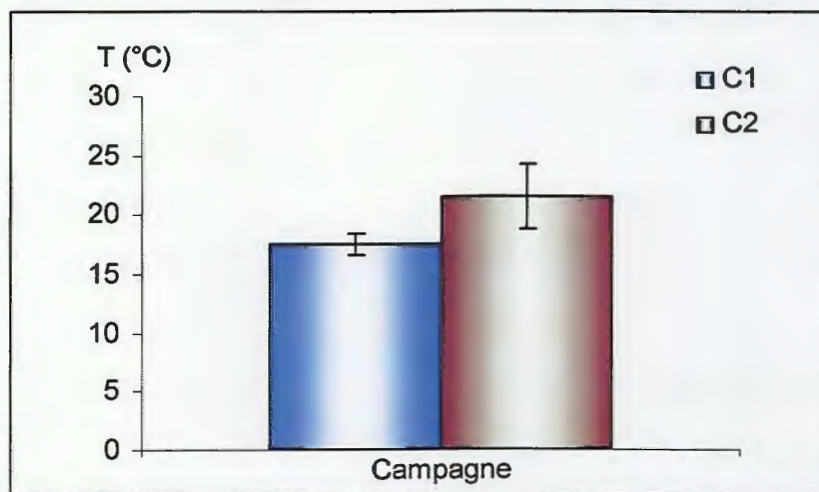
**Tableau III.** Valeurs spatio-temporelles des températures de l'eau.

Stations Campagnes		Station 01	Station 02	Station 03	Station 04
T (°C)	Campagne N°1	24,3	24,1	21,6	16,2
		24,2	23,3	22,1	15,6
		23,1	22,6	21,5	17,4
	<b>Moy ± écart-type</b>	$23.86 \pm 0.66$	$23.33 \pm 0.75$	$21.73 \pm 0.32$	$16.4 \pm 0.91$
	Campagne N°2	17,4	18,5	18,4	17
		17,6	18,5	17,7	17,3
		18	18,2	17,8	17,5
<b>Moy ± écart-type</b>	$17.66 \pm 0.30$	$18.4 \pm 0.17$	$17.96 \pm 0.37$	$17.26 \pm 0.25$	



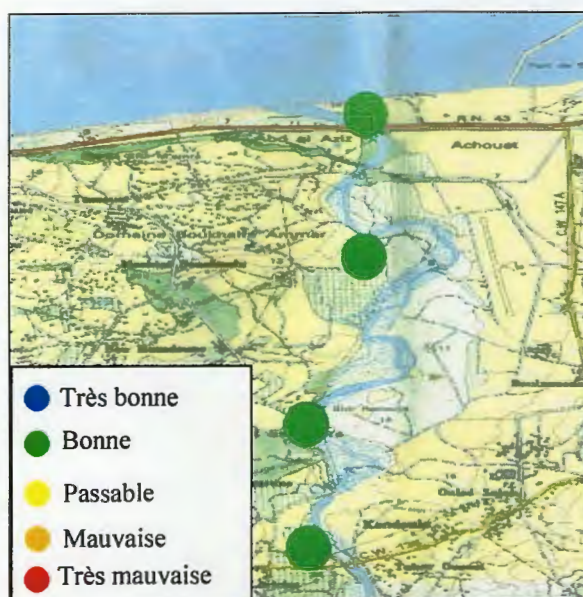
**Figure 02.** Variations spatio-temporelles de la température de l'eau.

De plus, la température de l'eau varie en fonction des saisons, cette variation saisonnière est confirmée par le test de student (annexe 02) dont l'effet est hautement significatif ( $t=4.72$  ;  $p<0.001$ ) (Figure 03).



**Figure 03.** Variations saisonnières des températures de l'eau de l'Oued Djendjen (Mars et Mai 2009)

Pour les deux campagnes, la température moyenne des eaux est de  $19,57^{\circ}\text{C}$ , cette dernière et selon la grille de qualité des eaux (Tableau II) est bonne au niveau de 100 % des stations comme le montre la figure (04).



**Figure 04.** Répartition spatiale de la température par niveau de qualité.

## 1-2- Le pH

Le pH indique le caractère acide ou basique de l'eau. L'observation du tableau (IV) et de la figure (05) ; montre que pour la première campagne, les valeurs moyennes du pH varient entre  $8,36 \pm 0,13$  pour la station (St01) et  $7,14 \pm 0,06$  pour la station (St04). Les valeurs intermédiaires sont de l'ordre de  $7,51 \pm 0,43$  et  $8,24 \pm 0,01$  enregistrées respectivement pour les stations (St 03) et (St 04).

L'analyse de la variance fait apparaître un effet station hautement significatif ( $F=19,55$  ;  $p<0,001$ ) (annexe 01).

Pour la deuxième campagne de prélèvement, le pH marque un maximum de l'ordre de  $8,40 \pm 0,04$  pour la station (St 01) et un minimum de l'ordre  $8,01 \pm 0,07$  pour la station (St 04). Les stations (St 02) et (St 03) marquent toutes deux une valeur intermédiaire identique de l'ordre de  $8,15 \pm 0,01$ . De même, l'analyse de la variance manifeste un effet station hautement significatif ( $F=36,34$ ;  $p<0,001$ ) (annexe 01).

Tableau IV. Valeurs spatio-temporelles du pH de l'eau.

Stations Campagnes	Station 01	Station 02	Station 03	Station 04
	Campagne N°1	8,51	7,21	8,24
8,32		7,32	8,23	7,11
8,25		8,01	8,26	7,1
<b>Moy ± écart-type</b>	<b><math>8,36 \pm 0,13</math></b>	<b><math>7,51 \pm 0,43</math></b>	<b><math>8,24 \pm 0,01</math></b>	<b><math>7,14 \pm 0,06</math></b>
Campagne N°2	8,34	8,14	8,15	7,94
	8,41	8,16	8,17	8,03
	8,45	8,16	8,15	8,08
<b>Moy ± écart-type</b>	<b><math>8,40 \pm 0,04</math></b>	<b><math>8,15 \pm 0,01</math></b>	<b><math>8,15 \pm 0,01</math></b>	<b><math>8,01 \pm 0,07</math></b>

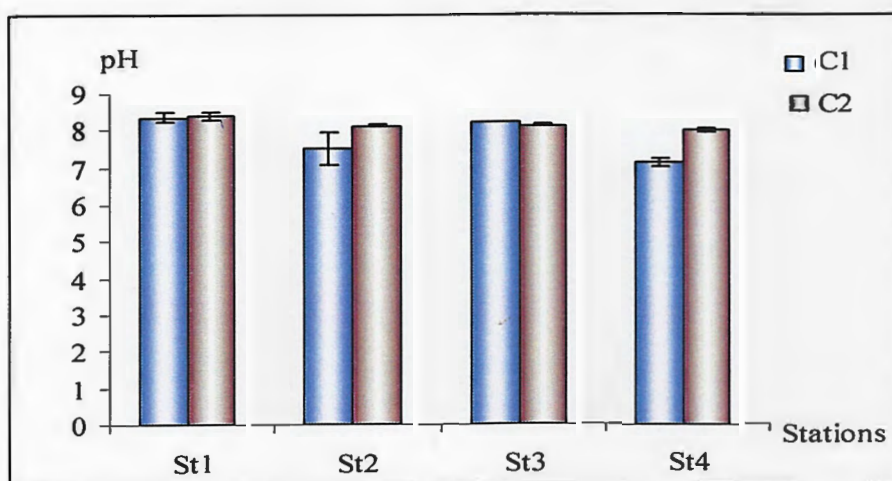
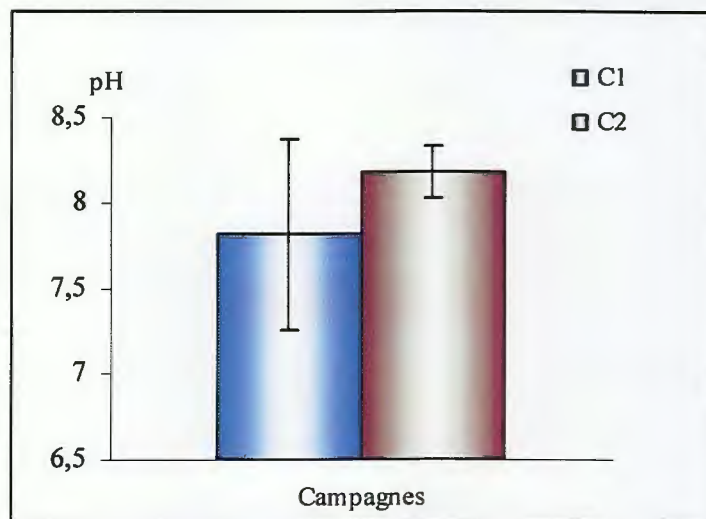


Figure 05. Variations spatio-temporelles du pH de l'eau.

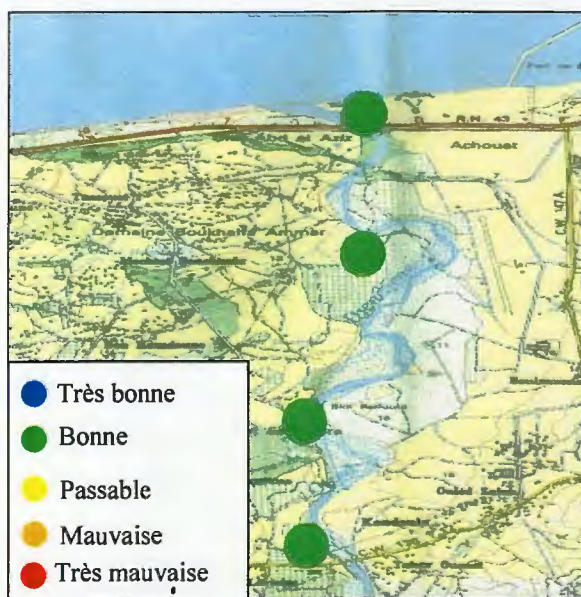


Les résultats du tableau (IV) indiquent que l'alcalinité des eaux de l'Oued Djendjen est beaucoup plus prononcée pendant la deuxième campagne de prélèvement. Ceci est confirmé par le test de Student (annexe 02) dont l'effet est hautement significatif ( $t=2.18$  ;  $p<0.05$ ) (Figure 06).



**Figure 06.** Variations saisonnières du pH de l'eau de l'oued Djendjen (Mars et Mai 2009).

Pour les deux campagnes, la valeur moyenne du pH des eaux est de 7.99, cette dernière et selon la grille de qualité des eaux (Tableau II) est bonne au niveau de 100 % des stations comme le montre la figure (07).



**Figure 07.** Répartition spatiale du pH par niveau de qualité.

### 1-3-La conductivité électrique

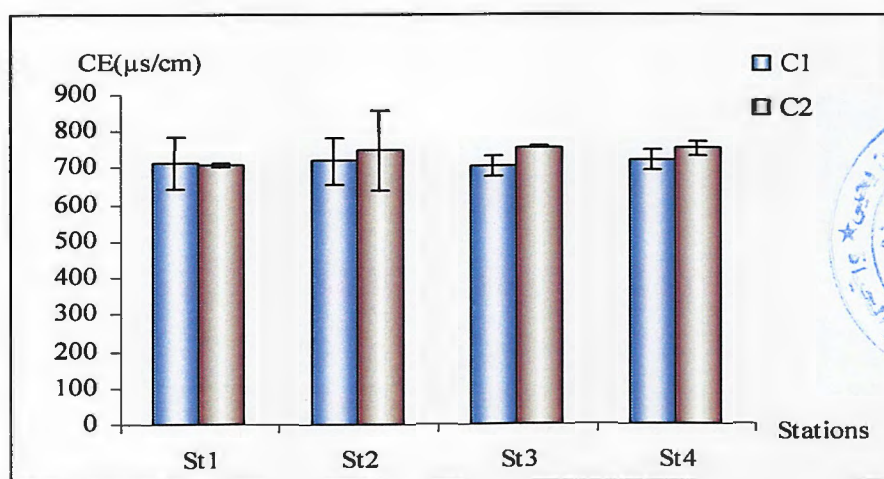
C'est la mesure du courant conduit par les ions présents dans l'eau. D'après les résultats du tableau (V) ; il se manifeste que les valeurs moyennes de la conductivité électrique de la première campagne sont comprises entre un maximum de  $720 \pm 28,93 \mu\text{S/cm}$  pour la (St04) et un minimum

de  $703 \pm 27,22 \mu\text{S/cm}$  pour la (St03), tandis que les valeurs moyennes enregistrées pour les (St01) et (St02) sont respectivement de l'ordre de  $712,33 \pm 70,59 \mu\text{S/cm}$  et  $716,33 \pm 62,74 \mu\text{S/cm}$ .

Pour la deuxième campagne, les valeurs obtenues, nous ont permis de déduire que la totalité des stations étudiées présentent des valeurs plus élevées que celles de la première campagne, la plus basse valeur était de l'ordre de  $710,33 \pm 5,5 \mu\text{S/cm}$  enregistrée au niveau de la station (St01) tandis que la plus élevée était de l'ordre de  $754,33 \pm 3,78 \mu\text{S/cm}$  enregistrée au niveau de la station (St03). Les valeurs moyennes enregistrées pour les deux autres stations (St02) et (St04) sont respectivement :  $746 \pm 111,53 \mu\text{S/cm}$  et  $750,66 \pm 19 \mu\text{S/cm}$ . Cependant, l'effet station et l'effet campagne n'ont pas été mis en évidence par l'analyse statistique.

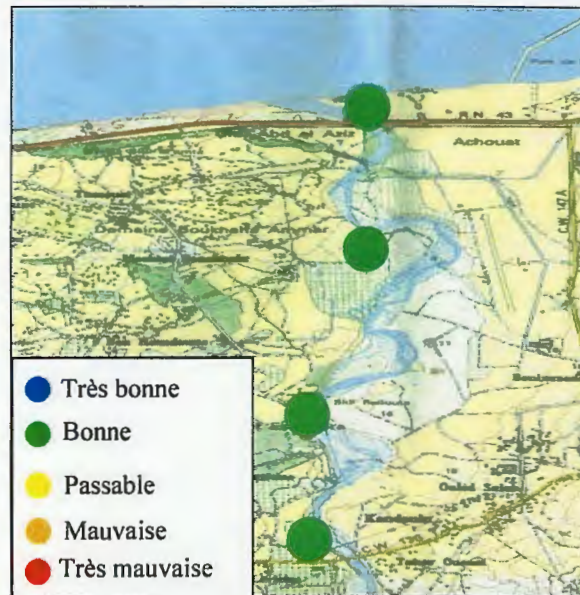
**Tableau V.** Valeurs spatio-temporelles de la conductivité électrique de l'eau.

Stations Compagnes		Station 01	Station 02	Station 03	Station 04
		CE ( $\mu\text{S/cm}$ )	Campagne N°1	650	741
698	763			732	741
789	645			699	732
<b>Moy <math>\pm</math> écart-type</b>	$712,33 \pm 70,59$		$716,33 \pm 62,74$	$703 \pm 27,22$	$720 \pm 28,93$
Campagne N°2	705		619	757	732
	710		828	756	770
	716	791	750	750	
<b>Moy <math>\pm</math> écart-type</b>	$710,33 \pm 5,50$	$746 \pm 111,53$	$754,33 \pm 3,78$	$750,66 \pm 19$	



**Figure 08.** Variations spatio-temporelles de la conductivité électrique de l'eau.

Pour les deux campagnes, la valeur moyenne de la conductivité électrique des eaux est de 726.5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , cette dernière et selon la grille de qualité des eaux (Tableau II) est bonne au niveau de 100 % des stations comme le montre la figure (09).



**Figure 09.** Répartition spatiale de la conductivité électrique par niveau de qualité.

#### 1-4-L'oxygène dissous (OD)

Selon les résultats du tableau (VI), constatons que les teneurs moyennes en oxygène dissous des quatre stations de la première campagne, varient entre une valeur maximale de  $8,01 \pm 0,10$  mg /L pour la (St01) et une valeur minimale de  $6,5 \pm 0,44$  mg /L pour la (St04) ; les valeurs intermédiaires enregistrées dans les stations (St02) et (St03) sont respectivement :  $7,12 \pm 0,31$  mg /L et  $6,93 \pm 0,66$  mg /L. En effet, l'analyse de la variance fait apparaître un effet station hautement significative pour cette première campagne de prélèvements ( $F=6,46$  ;  $p<0,01$ ) (annexe 01).

Pour la deuxième campagne, les valeurs obtenues, nous ont permis de déduire que la totalité des stations étudiées présentent des valeurs moins élevées que la première campagne, la plus basse valeur était de l'ordre de  $2,32 \pm 0,27$  mg /L pour la (St04) et la plus élevée était de l'ordre de  $7,30 \pm 1,41$  mg /L pour la (St01), tandis que les valeurs moyennes enregistrées pour les (St02) et (St03) sont respectivement :  $4,99 \pm 0,07$ mg/L et  $3,43 \pm 0,15$  mg/L. De même, l'analyse de la variance fait apparaître un effet station hautement significatif ( $F=26,43$  ;  $p<0,001$ ) (annexe 01) (figure 10).

Tableau VI. Valeurs spatio-temporelles de l'oxygène dissous de l'eau.

Stations Campagnes		Station 01	Station 02	Station 03	Station 04
OD (mg/l)	Campagne N°1	8,1	6,83	6,2	6,2
		7,9	7,45	7,1	6,3
		8,03	7,1	7,5	7,01
	<b>Moy ± écart-type</b>	<b>8,01 ± 0.10</b>	<b>7,12 ± 0.31</b>	<b>6,93 ± 0.66</b>	<b>6,50 ± 0.44</b>
	Campagne N°2	6,02	5,05	3,51	2,12
		7,07	4,91	3,26	2,21
		8,83	5,03	3,54	2,63
<b>Moy ± écart-type</b>	<b>7,30 ± 1.41</b>	<b>4,99 ± 0,07</b>	<b>3,43±0,15</b>	<b>2,32 ± 0.27</b>	

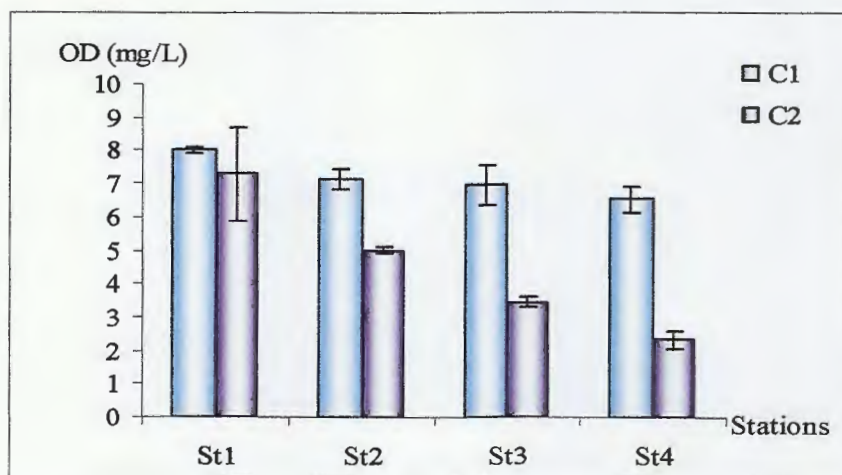


Figure 10. Variations spatio-temporelles de l'oxygène dissous de l'eau.

Dans ces circonstances, les résultats du test de "Student" (annexe 02) fait apparaître une variation saisonnière significative ( $t=-4.21$  ;  $p<0.001$ ) (figure 11).

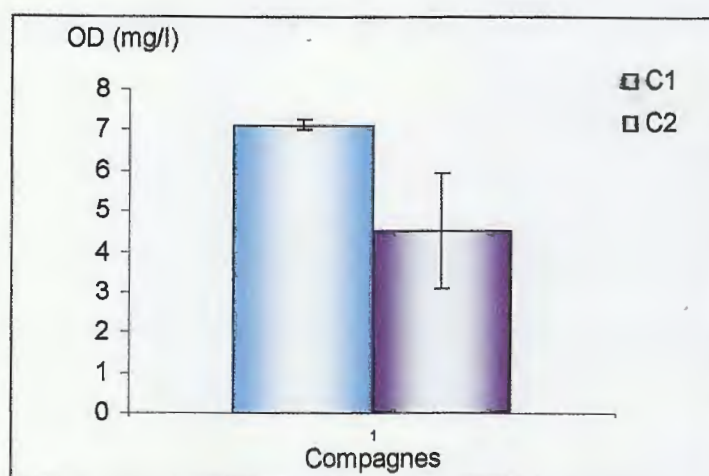
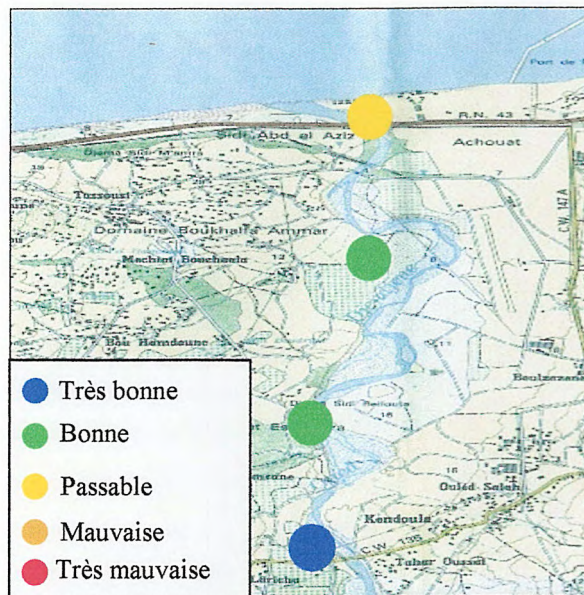


Figure 11. Variations saisonnières de l'oxygène dissous de l'eau de l'oued Djendjen (Mars et Mai 2009)

Pour les deux campagnes, la teneur moyenne de l'oxygène dissous des eaux est de 5,82 mg /L, cette dernière est selon la grille de qualité des eaux (Tableau II) est très bonne au niveau de 25% des stations, bonne au niveau de 50 % des stations et passable au niveau de 25% des stations comme le montre la figure (12).



**Figure 12.** Répartition spatiale de l'oxygène dissous par niveau de qualité.

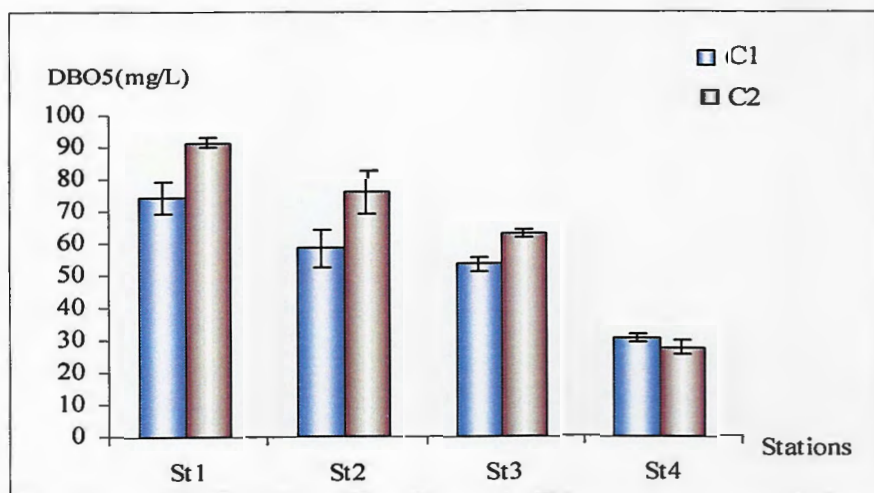
### 1-5- La demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

La DBO<sub>5</sub> est une mesure indirecte de la quantité de la matière organique biodégradable. Selon les résultats du tableau (VII) et de la figure (13), les deux campagnes de prélèvements sont caractérisées par une diminution de la teneur de la DBO<sub>5</sub> d'amont en aval. Pour la première campagne, les valeurs moyennes de la DBO<sub>5</sub> varient de 74,33 ± 4,93 mg /L pour la (St01) à 30,66 ± 1,15 mg /L pour la (St04) avec des valeurs intermédiaires : 58,66 ± 5,85 mg /L pour la (St02) et 53,66 ± 2,08 mg /L pour la (St03). En effet, l'analyse de la variance fait apparaître un effet station hautement significative pour cette première campagne de prélèvements (F=60,89 ; p <0,001) (annexe 01).

Cependant, pour la deuxième campagne de prélèvement, les valeurs moyenne de la DBO<sub>5</sub> varient entre de un maximum de 91,53 ± 1,56 mg /L pour la (St01) et minimum de l'ordre de 27,8 ± 2,1 mg /L pour la (St04); tandis que les valeurs moyennes intermédiaires sont de l'ordre de 76 ± 6,85 mg /L pour la (St02) et 62 ± 1,12 mg /L pour la (St03). De même, l'analyse de la variance fait apparaître un effet station hautement significatif (F=161,01 ; p<0,001) (annexe 01).

**Tableau VII.** Valeurs spatio-temporelles de la demande biochimique en oxygène de l'eau.

Stations Campagnes		Station 01	Station 02	Station 03	Station 04
<b>DBO<sub>5</sub></b> (mg /l)	<b>Campagne N°1</b>	80	52	52	30
		72	61	53	32
		71	63	56	30
	<b>Moy ± écart-type</b>	74.33 ± 4.93	58.66 ± 5.85	53.66 ± 2.08	30.66 ± 1.154
	<b>Campagne N°2</b>	90,1	83,6	63,3	29,3
		93,2	74,1	61,3	28,7
		91,3	70,3	61,4	25,4
<b>Moy ± écart-type</b>	91,53 ± 1,56	76 ± 6,85	62 ± 1,12	27,8 ± 2,1	

**Figure 13.** Variations spatio-temporelles de la DBO<sub>5</sub> de l'eau.

Cependant, le test de Student ne montre aucune signification de la variation saisonnière.

Pour les deux campagnes, la demande biochimique moyenne en oxygène des eaux est de 59,33 mg/L, cette dernière est selon la grille de qualité des eaux (Tableau II) est très mauvaise au niveau de 100 % des stations comme le montre la figure (14).

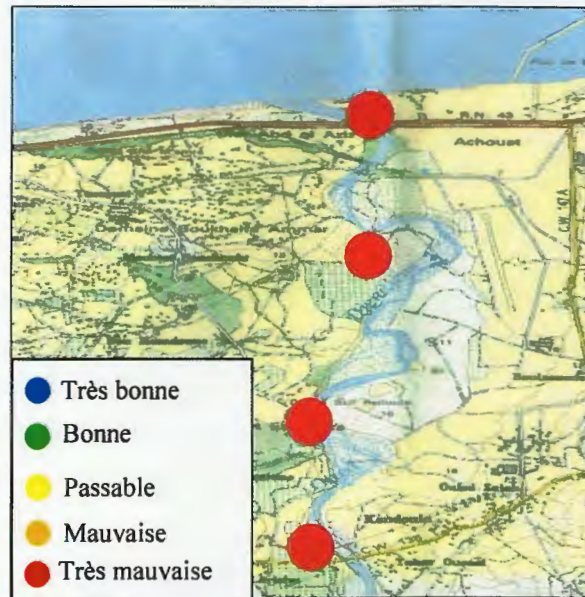


Figure 14. Répartition spatiale de la DBO<sub>5</sub> par niveau de qualité.

### 1-6- La Demande chimique en oxygène (DCO)

La mesure de la DCO est une détermination de la matière organique dans l'eau basée sur son oxydabilité par le bichromate. D'après les résultats obtenus (tableau VIII et figure 15) au cours de notre étude, la première campagne de prélèvement est caractérisée par des valeurs fortes de la DCO. La valeur maximale est de  $140,66 \pm 10,50$  mg /L pour la (St01) et la valeur minimale est de  $98,33 \pm 2,51$  mg /L pour la (St04) ; tandis que les valeurs moyennes intermédiaires sont respectivement :  $129,66 \pm 9,50$  mg /L de la (St02) et  $111,66 \pm 2,88$  mg /L de la (St03).

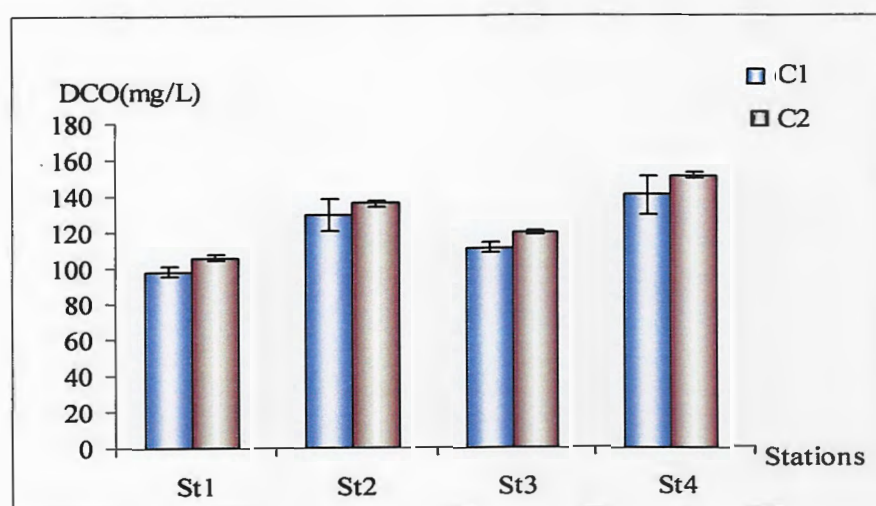
En effet, l'analyse de la variance fait apparaître un effet station hautement significative pour cette première campagne de prélèvements ( $F=19,67$  ;  $p<0,001$ ) (annexe 01).

Pour la deuxième campagne, la valeur la plus basse était  $105,9 \pm 1,63$  mg /L enregistrée au niveau de la (St01). La (St04) avait enregistré la valeur la plus élevée  $151,56 \pm 1,91$  mg /L ; tandis que les valeurs intermédiaires sont respectivement :  $136,4 \pm 1,51$  mg /L pour la (St02) et  $119,63 \pm 1,25$  mg /L pour la (St03).

Pour cette campagne, l'analyse de la variance fait apparaître un effet station hautement significatif ( $F=463,29$  ;  $p<0,001$ ) (annexe 01).

**Tableau VIII.** Valeurs spatio-temporelles de la demande chimique en oxygène de l'eau.

Stations Campagnes		Station 01	Station 02	Station 03	Station 04
		DCO (mg /l)	Campagne N°1	141	130
151	139			115	101
130	120			110	96
<b>Moy ± écart-type</b>		140.66±10.50	129.66 ±9.50	111.66 ±2.88	98.33 ± 2.51
	Campagne N°2	106,3	135,1	118,3	149,8
		107,3	138,1	119,8	153,6
		104,1	136,2	120,8	151,3
<b>Moy ± écart-type</b>		105,9 ±1,63	136,4 ± 1,51	119,63 ± 1,25	151,56 ± 1,91

**Figure 15.** Variations spatio-temporelle de la DCO de l'eau.

De même que pour la DCO, le test de Student ne montre aucune signification de la variation saisonnière.

Pour les deux campagnes, la valeur moyenne de la demande chimique en oxygène des eaux est de 124,23 mg/L, cette dernière est selon la grille de qualité des eaux (Tableau II) est très mauvaise au niveau de 100 % des stations comme le montre la figure (16).



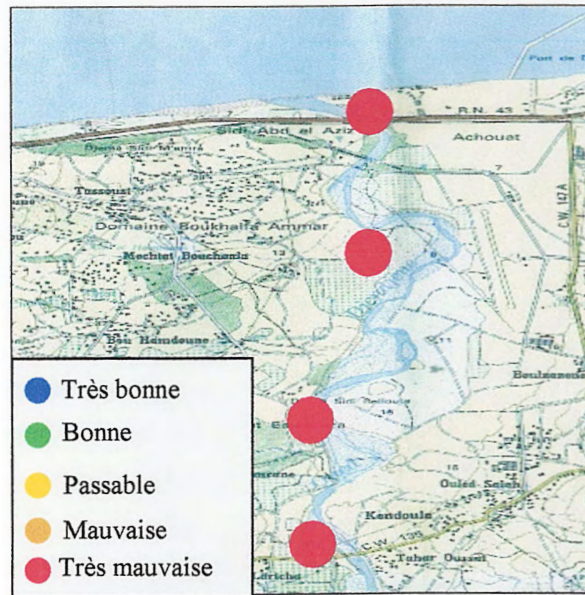


Figure 16. Répartition spatiale de la DCO par niveau de qualité.

### 1-7- Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

L'examen du tableau (IX) nous permet de constater que les concentrations de nitrites dans l'eau affichent une certaine variabilité spatio-temporelle. Pour la première campagne, les teneurs moyennes en nitrites sont entre  $1,09 \pm 0,05$  mg /L pour la (St04) et de  $0,11 \pm 0,07$  mg /L pour la (St01). Les valeurs intermédiaires sont respectivement de  $0,15 \pm 0,05$  mg /L pour la (St02) et de  $0,28 \pm 0,08$  mg /L pour la (St03). L'analyse de la variance fait apparaître un effet station hautement significative pour cette première campagne de prélèvements ( $F=57,50$  ;  $p<0,001$ ) (annexe 01) (Figure 17).

Pour la deuxième campagne, la valeur maximale est l'ordre de  $0,38 \pm 0,02$  mg /L enregistrée au niveau de la (St03) et la minimale est de l'ordre de  $0,15 \pm 0,02$  mg /L enregistrée au niveau pour la (St01). Les valeurs intermédiaires sont respectivement de l'ordre de  $0,24 \pm 0,01$  mg /L au niveau de la (St02) et  $0,21 \pm 0,02$  mg /L au niveau de la (St02).

L'analyse de la variance fait apparaître un effet station hautement significatif ( $F=57,66$  ;  $p<0,001$ ) (annexe 01).

Tableau IX. Valeurs spatio-temporelles des nitrites dans l'eau.

Stations Campagnes		Station 01	Station 02	Station 03	Station 04
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg /l)	Campagne N°1	0.02	0.16	0.38	1.14
		0.15	0.15	0.24	1.10
		0.16	0.16	0.24	1.04
	<b>Moy ± écart-type</b>	0.11 ± 0.07	0.15 ± 0.005	0.28 ± 0.08	1.09 ± 0.05
	Campagne N°2	0.15	0.25	0.38	0.24
		0.13	0.23	0.36	0.19
		0.18	0.25	0.40	0.22
	<b>Moy ± écart-type</b>	0.15 ± 0.02	0.24 ± 0.01	0.38 ± 0.02	0.21 ± 0.02

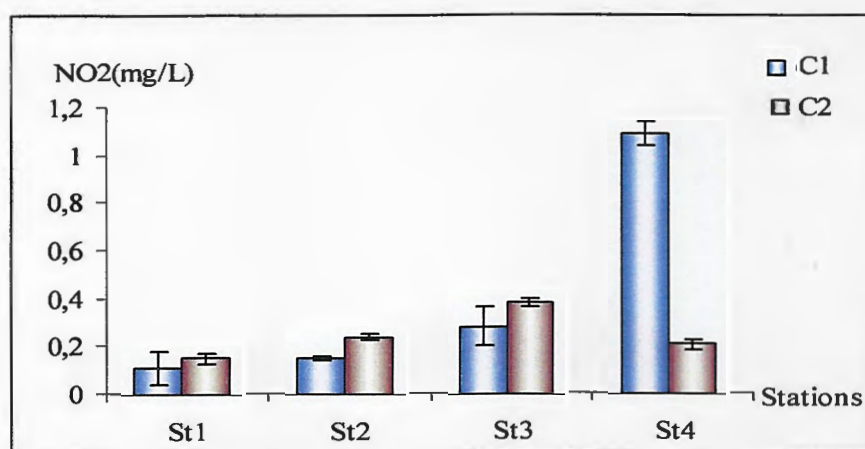


Figure 17. Variations spatio-temporelles de nitrite dans l'eau.

Pour les deux campagnes, la valeur moyenne de nitrite des eaux est de 0,17 mg/L cette dernière et selon la grille de qualité des eaux (Tableau II) est bonne au niveau de 100 % des stations comme le montre la figure (18).

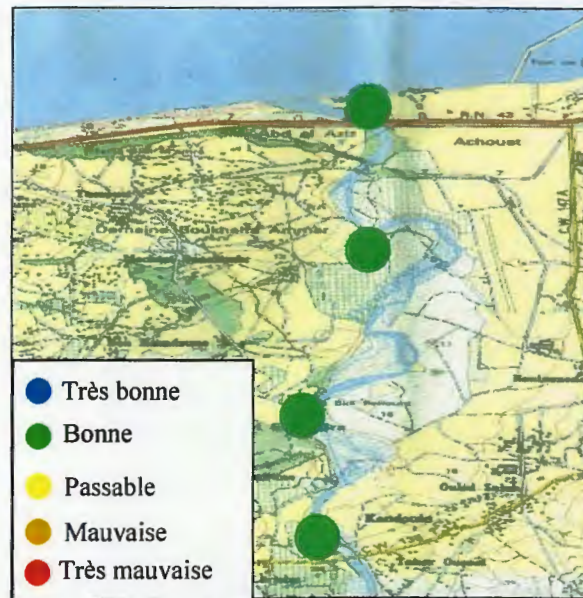


Figure 18. Répartition spatiale des nitrites par niveau de qualité.

### 1-8-Les nitrate ( $\text{NO}_3$ )

Les nitrates sont les formes les plus stables de l'azote inorganique dissous. Leurs concentrations dans les eaux de ruissellement du bassin versant le long de l'Oued Djendjen sont largement plus basses que celles des nitrites.

D'après les résultats du tableau (X) et la représentation graphique de la figure (19), pour la première campagne, les valeurs varient entre  $2,27 \pm 0,14$  mg /L au niveau de la (St04) et  $0,20 \pm 0,06$  mg /L au niveau de la (St02). Pour les deux autres stations, les teneurs moyennes sont respectivement :  $0,23 \pm 0,13$  mg /L enregistrées au niveau de la (St01) et  $0,38 \pm 0,07$  mg /L au niveau de la (St03).

Pour la deuxième campagne, les résultats obtenues nous permettent de déduire que la valeur la plus élevée était de l'ordre de  $0,42 \pm 0,21$  mg /L enregistrée au niveau de la (St04), alors que celle la plus basse était enregistrée au niveau de la (St01), elle était de l'ordre de  $0,11 \pm 0,01$  mg /L. Pour les valeurs intermédiaires, elles sont respectivement de l'ordre de  $0,34 \pm 0,08$  mg /L au niveau de la (St01) et  $0,37 \pm 0,08$  mg /L au niveau de la (St03).

L'analyse statistique n'a pu mettre en évidence aucune signification spatio-temporelle pour cet élément.



Tableau X. Valeurs spatio-temporelles de nitrates de l'eau.

Stations Campagnes		Station 01	Station 02	Station 03	Station 04
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg /l)	Campagne N°1	0.08	0.28	0.38	2.19
		0.31	0.18	0.45	2.19
		0.31	0.15	0.31	2.44
	<b>Moy ± écart-type</b>	<b>0.23 ± 0.13</b>	<b>0.20 ± 0.06</b>	<b>0.38 ± 0.07</b>	<b>2.27 ± 0.14</b>
	Campagne N°2	0.10	0.35	0.31	0.66
		0.13	0.42	0.35	0.37
		0.12	0.26	0.47	0.25
<b>Moy ± écart-type</b>	<b>0.11 ± 0.01</b>	<b>0.34 ± 0.08</b>	<b>0.37 ± 0.08</b>	<b>0.42 ± 0.21</b>	

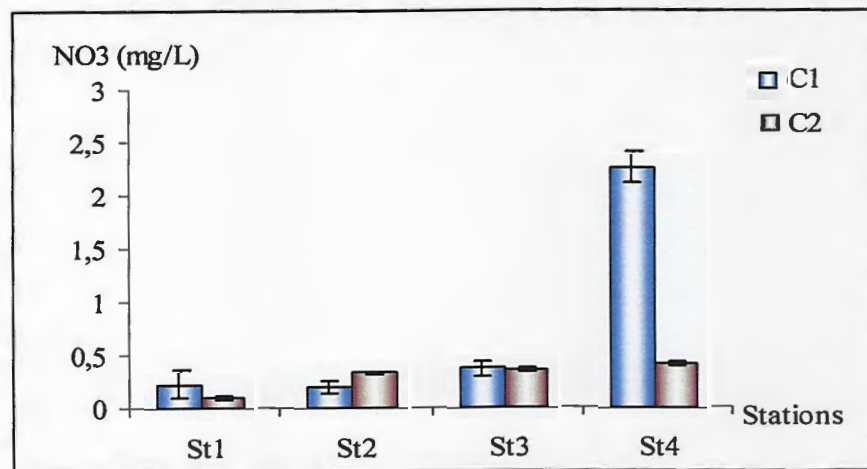


Figure 19. Variations spatio-temporelle des nitrates dans l'eau.

Pour les deux campagnes, la valeur moyenne des nitrates des eaux est de 0,19 mg/L, cette dernière et selon la grille de qualité des eaux (Tableau II) est très bonne au niveau de 100 % des stations (Figure 20).





Figure 20. Répartition spatiale des nitrates par niveau de qualité.

1-9- Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub>

Le rapport de la DCO/DBO<sub>5</sub> définit la biodégradabilité de la matière organique calculé à partir de l'équation suivante :

$$F = DCO / DBO_5$$

L'équation permet la classification suivante :

- Si  $F=1$  : eau potable;
- Si  $1,4 \leq F \leq 2,5$  : eaux usée domestiques;
- Si  $2,5 \leq F \leq 3,5$  : eaux usée industrielles.

Tableau XI. Calcule du rapport DCO/DBO<sub>5</sub>.

Station 01	Station 02	Station 03	Station 04
1.48	1.97	1.99	4.27

Les rapports de (1.48, 1.97, 1.99) durant les deux périodes de prélèvements trouvés en amont de l'oued restent toujours comparables à ceux des eaux usées domestiques; de ce fait elles sont facilement biodégradables. Le rapport de (4.27) calculé pour la station de l'aval (St04) est un rapport élevé, par conséquent se sont des eaux industrielles difficilement biodégradables cause de la présence de substances chimiques. Ces dernières sont issues dans leur totalité des deux unités

industrielles AFRICAVER et SIJICO implantées à proximité de cette station, ainsi que le lessivage des terres agricoles après utilisation intensive d'engrais chimiques (azotés en particulier).

## 2-Discussion des résultats

L'effet station constaté pour la température peut s'expliquer d'une part, par la situation géographique de ses stations les unes par rapport aux autres, et d'autre part par la présence ou l'absence du couvert végétal.

En effet, les stations situées en amont de l'oued c'est-à-dire les stations (St01), (St02) et (St03) sont exposées pendant toute l'année à la chaleur du soleil et présentent ainsi des valeurs thermiques importantes. Par contre, la station de l'aval (St04), située au dessous du pont du chemin de fer est exclue de cette situation, car elle présente un couvert végétal assez dense et important dont le flux thermique sera moins important.

Les variations saisonnières prouvées dans notre étude sont dues au début de l'installation de la période d'étiage qui débute d'habitude dans cette période de l'année dans notre zoné d'étude. Ceci à savoir aussi que notre calendrier de prélèvement enregistre respectivement les moyennes de températures de l'air suivantes : 18 °C pour la première campagne et 25°C pour la deuxième.

Pour le pH, il conditionne l'équilibre physico-chimique de l'eau et il est relié à la nature du substrat formant le lit de l'oued. En effet, la nature calcaire du lit de l'oued étudié lui profère une tendance alcaline.

Selon **Jewell** cité par **Roback (1974)**, le pH augmente généralement d'amont vers l'aval. Ceci ne pas le cas dans notre étude, où nous avons constaté l'inverse, suite probablement aux rejets liquides des ceux unités industrielles AFRICAVER et SIJICO (conserverie de Taher).

Ces variations peuvent être aussi dues aux précipitations qui par phénomène de percolation, entraînent les nitrates et les nitrites des engrais chimiques causant ainsi une prolifération des algues dont l'activité augmente la valeur du pH (**Barbe, 1984**). En effet la bonne corrélation entre le pH et la DBO<sub>5</sub> (r=0.63) confirme cette hypothèse.

**Tableau XII.** Matrice de corrélation globale.

	T (°C)	pH	CE	OD	DBO <sub>5</sub>	DCO	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>
T (°C)	1.00	0.49	-	-	0.76	-	-	-
pH		1.00	-	-	0.63	-	-	-
CE			1.00	-	-	-	-	-
OD				1.00	-0.45	-	-0.85	-
DBO <sub>5</sub>					1.00	-	-	-
DCO						1.00	-	-
NO <sub>3</sub>							1.00	-0.46
NO <sub>2</sub>								1.00

Les variations saisonnières du pH sont influencées par celles de la température, car l'augmentation de cette dernière conduit au déplacement de l'équilibre carbonique vers la formation des carbonates sous l'effet de la photosynthèse qui provoque une élévation du pH (Vernaux et coll, 1982). Ceci se traduit par une bonne corrélation ( $r=0.49$ ) entre les deux paramètres (Tableau XII).

La baisse importante du taux d'oxygène dissous (surtout pour la deuxième campagne) au niveau des sites de prélèvements se traduit par la présence d'une importante charge organique s'accroissant d'amont en aval. Cette diminution est en relation directe avec le métabolisme bactérien qui utilise cet élément pour dégrader la matière organique abondante surtout pour la station de l'aval c'est-à-dire la station (St04). Ceci se traduit par une consommation excessive de cet élément suite à la demande biologique importante de ce dernier (Chippaux et al., 2002).

En théorie, le métabolisme bactérien aérobique dépend forcément de la teneur en oxygène dissous dans l'eau (Rodier, 1996). Plus l'activité bactérienne est importante, plus la diminution en cet élément le sera aussi. Le coefficient de corrélation de nos données révèle une forte corrélation négative ce qui justifie la théorie ( $r=-0.45$ ) (Tableau XII).

Cette activité bactérienne est tributaire des variations saisonnières, plus la température est élevée, plus cette activité est remarquable (Fare et al., 2001) ce que justifie la corrélation positive et significative qui existe entre la température et la DBO<sub>5</sub> ( $r=0.76$ ).

La conductivité électrique est proportionnelle aux sels dissous traduisant ainsi une minéralisation des eaux de la région. Ces valeurs sont probablement liées à l'érosion mécanique et l'apport des rejets industriels et agricoles.

Pour les nitrates, le profil des fluctuations stationnelles montre que la station de l'aval est la plus riche en cet élément que les autres stations de l'amont, ceci peut être expliqué par les apports des lessivages des terrains avoisinant effectués pendant la saison pluvieuse. Pendant la deuxième campagne les teneurs sont nettement faibles que celles de la première campagne, ceci peut être expliqué par l'action de la flore aquatique qui les utilise pour la synthèse des molécules organiques (Amoros & Petts, 1993).

En effet, il existe une relation très étroite entre les nitrates et les nitrites, la formation de ces derniers s'effectue par transformation des nitrates en nitrites avec un déficit en oxygène dissous, ce qui justifie la corrélation significative et négative entre les nitrates et l'oxygène dissous ( $r=-0.85$ ).

Pour les nitrites, les valeurs légèrement élevées pendant la deuxième campagne peuvent être dues à une forte accélération des processus d'eutrophisation pendant cette période.

Dans la station (St04), ce même phénomène est additionné à l'effet des apports de la matière organique apportée par les eaux usées et de la matière fécale du troupeau en pâturage sur les terrains avoisinant.

Ajouté à ça est que les nitrites constituent une étape importante du métabolisme des produits azotés (Verneaux et coll., 1982). Ils s'incèrent dans le cycle de la l'azote entre l'ammonium est les nitrates (Newbold et Holmes, 1987). Donc la formation des nitrites des le milieu aquatique indique la réduction de celles des nitrates. Ceci est justifié par le coefficient de corrélation ( $r=-0.46$ ) qui indique une corrélation significative mais négative entre les deux éléments.





# Conclusion

Les résultats obtenus montrent que la température de chaque station est déterminée par l'influence combinée de celle du climat et du couvert végétal, elle se présente par un simple gradient décroissant selon les campagnes de l'amont vers l'aval.

Le pH quand à lui influencé par la nature basique du substrat provenant du lessivage des terrains du bassin versant et des quantités des rejets des eaux usées domestiques et industrielles en amont.

La variabilité des valeurs de la conductivité électrique est faible le long de la zone d'étude, elles sont à l'origine de l'érosion mécanique ainsi que des apports industriels et agricoles.

Pour l'oxygène dissous, les valeurs enregistrées en seconde campagne sont nettement inférieures que celles de la première campagne. Ces variations sont influencées beaucoup plus par l'activité microbienne, ainsi que par les apports d'origine organiques particulièrement les débris des végétaux et la matière fécale des eaux usées domestiques.

Les valeurs de la DBO<sub>5</sub> sont d'une façon générale plus ou moins élevées en deuxième campagne, elles sont plus importantes en amont qu'en aval. Ces dernières sont influencées par la teneur en oxygène dissous, la température et le pH.

Pour la DCO, la situation semble inversée, les valeurs enregistrées présentent un simple gradient décroissant d'amont vers l'aval, indiquant ainsi la présence d'une charge polluante oxydable.

Les nitrates et les nitrites quand à eux montrent une période ayant des valeurs faibles coïncidant avec la période de faible activité de lessivage de la zone avoisinante, et une seconde période avec des valeurs plus élevées et correspondant à la partie pluvieuse de l'année, c'est-à-dire de forte activité de lessivage.

L'appréciation de la qualité physico-chimique des ces eaux a montré une situation bonne pour la température, le pH, la conductivité électrique, les nitrites et les nitrates, passable pour l'oxygène dissous et mauvaise à très mauvaise pour la DBO<sub>5</sub> et DCO.



*Références bibliographiques*

**1-Amorce C., Petts G. E., (1993)** – Hydrosystèmes fluviaux, Collection d'écologie 24, Ed Masson, 273p. .

**2-Andral B., J. Y. Stanisiere et S. Mercier (2001)** - Réseau Intégrateurs Biologiques. RINBIO. Evaluation de la contamination chimique des eaux basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules en Méditerranée: résultats de la campagne 2000, Ifremer. R.INT.DEL/TL/01-03.

**3-Angeli N., (1980)** – Interaction entre qualité de l'eau et les éléments de son plancton. Ed 0. GAUTHIER-VILLARDS, 146p.

**4-Barbe J., (1984)** – Les végétaux aquatiques: données biologiques et écologiques, clés de détermination des macrophytes de France, *Bull. Fr Pêch Pisci.*, 41p.

**5-Bianchi J., (2006)** - Notions élémentaires sur l'eau douce: questions et réponses, environnement, Canada.

**6-Bremond R., Vuichard R., (1973)** – Les paramètres de la qualité des eaux. La documentation française, 173p.

**7-Cabridenc R., (1980)** – La pollution des eaux par les détergents. Ed. GAUTHIER-VILLARDS, 285p.

**8-Chartrand, J., Levallois, P., Gauvin, D., Gingras, S., Rouffignat, J. et Gagnon, M.-F. (1999)**, La contamination de l'eau souterraine par les nitrates à l'île d'Orléans, *Vecteur Environnement*, 32(1), pp.37-46.

**9-Chartrand, J., Levallois, P., Gauvin, D., Gingras, S., Makuza, A., Ayotte, P. et Phaneuf, D., (2000)** - La contamination de l'eau des puits privés de l'île d'Orléans (Québec) par les nitrates : analyse de risque à la santé, In *Facing the next millenium: New challenges to the production of quality drinking water* (Ed, W. Robertson) CWWA, Ottawa, pp. 274-290.

**10-Chippaux V., Peltre M., Thiabaut G., (2002) - Bioandicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. Bulletin d'écologie, 17(4), pp.125-307.**

**11-Clegg J., (1974) – Fresh water life. Frederick warner and Co.LTD. England, London, 283p.**

**12-Connely T., (1995) – River pollution, oxygen deficiency in rivers. Science and Technology now, pp. 40-45.**

**13-Dussart D., (1966) – Limnologie. L'étude des eaux continentales. Ed GAUTHIER-VILLARDS. Paris, 1967p.**

**14-Fare A., Dutartre A., Rebillard J., (2001) – Les principaux végétaux aquatiques du sud oust de la France, Agence de l'eau Adour-Garonne. 190p.**

**15-Fletcher, J. R., Law, S. J. et Walters, A. H. (1987) - Effect of cooking on the nitrate levels in vegetables, *Nutr Health*, 5(1-2), pp. 61-63.**

**16- Gaudreau D., Mercol M., (1998) – La contamination en milieu rural. Régie régionale de la santé et des services sociaux. MONTEREGIE, Direction de la santé publique, Québec, ISBN2-98342-107.**

**17-Genin B., Chauvain C., Ménard F., (2003) – Cour d'eau et indices biologiques. Ed EDUCARGRI, Dijon, 221p.**

**18-Gérard M., (2005) – Mémontotechnique de l'eau, 2éd, Dégrémont, France.**

**19-Heberts C., Legore F., (2000) – Suivie de la qualité des eaux des rivières et petits cours d'eau. Québec, Direction du service de l'état de l'environnement. Envi Doc, n°35, 124p.**

- 20- Hébert S., Légaré S., (2000)** - Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau, Québec, Direction de suivie de l'état de l'environnement, Ministère de l'environnement, envirodoq n° ENV-2001-0141, rapport n° QE-123, 24p.
- 21-Hynes H., (1960)** – The Biology of polluted waters. Liverpool, 202p.
- 22- Hynes H., (1970)** – chemistry on natural water. I, II, V, fundamental relaioships water research, vol 5, pp.297-311.
- 23-Kemp P., (1971)** – The ecology of running waters. Liverpool, 555p.
- 24-Laferrière M., (1988)** - Contamination des puits privés dans un secteur de culture intensive de pommes de terre (St-Arsène et les environs), *Sciences et Techniques de l'eau*, 21(3),pp. 265-269.
- 25-Levallois P., et Phaneuf D., (1994)** - La contamination de l'eau potable par les nitrates : analyse des risques à la santé, *Revue canadienne de santé publique*, 85(3), pp.192-196.
- 26-Leynaud G., Trocherie F. (1980)** – Effets toxiques des pollutions sur la faune piscicole. Ed. GAUTHIER-VILLARDS. Paris, 285p.
- 27-Leynaud G., Verrel J., (1980)** – Modification du milieu aquatique sous l'influence des pollutions. Ed. GAUTHIER-VILLARDS. Paris, 285p.
- 28-Loup J., (1974)** – Hydrologie continentale. Masson et Cie éditeurs. Paris VI, 171p.
- 29-Masson, (1988)** – Grille de qualité des eaux. Ed. GAUTHIER-VILLARDS. Paris, 286p.
- 30-Mathey S., Rameau F., Haslam G., (1984)** – Manuel pratique d'écologie. Ed. Daniel. S. lepedes. 907p.

- 31-Mounier R., (1933)** – Partie analyses chimiques et toxicologiques des eaux potables. Ed. médicale MALOINE. Paris, 342p.
- 32-Newbold C., Holmes N.T.H., (1987)** – "*Nature conservation*": water quality criteria and plants as water quality monitor", *water Pollut Control*, 85(2), pp. 354-364.
- 33-ONM., 2008** – Office national de météorologie. Station Achouate de Jijel.
- 34- Ramade F., (1993)** – Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Ediscience international. Paris.
- 35-Rejsek F., (2002)** – Analyse des eaux, Aspect réglementaire et techniques. Aquitaine, France, 420p.
- 36-Rivière J., (1980)** – Les méthodes générales d'épuration des eaux résiduaires. Ed. GAUTHIER-VILLARDS. Paris, 285p.
- 37-Rodier J., (1981)** – L'analyse de l'eau: eaux superficielles, eaux résiduaires, eau de mer. Ed. Dunod. 124p.
- 38- Rodier J., (1984)** – L'analyse de l'eau: eaux superficielles, eaux résiduaires, eau de mer. Ed. Dunod. 213p.
- 39- Rodier J., (1989)** – L'analyse de l'eau: eaux superficielles, eaux résiduaires, eau de mer. Ed. Dunod. 234p.
- 40- Rodier J., (1996)** – L'analyse de l'eau: eaux superficielles, eaux résiduaires, eau de mer. Ed. Dunod. 224p.
- 41-Rodier J., (2005)** - Analyse physico-chimiques des eaux naturelles In : L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, DUNOD, 8éd, Paris.

**42-Tuffery C., (1980)** – Incidences écologiques de la pollution des eaux courantes. Révélateurs biologiques de la pollution. Ed. PESSON, 285p.

**43-Verneaux J et coll., (1982)** – Une nouvelle méthode pratique d'évlution de la qualité des eaux courantes. Un indice biologique de qualité générale (IBG). *Ann. Sci. Fr. Comité, Besançon Biol. Anim.*, 4(2), pp. 11-21.





*Annexes*

# Annexe 01

## Résultats de l'analyse statistique (Test de l'analyse de la variance ANOVA)

Analyse de la variance de l'effet "Station".

*-Variable: T ° (C1)*

Effet	dl Effet	MC Erreur	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	3	2.218611	8	,276667	8,019076	,008536

*-Variable: PH (C1)*

Effet	dl Effet	MC Erreur	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	3	1,027119	8	,052517	19,55797	,000485

*-Variable: CE (C1)*

Effet	dl Effet	MC Erreur	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	3	160,5278	8	2624,917	,061155	,978846

*-Variable: OD (C1)*

Effet	dl Effet	MC Erreur	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	3	1,205089	8	,186325	6,467671	,015642

*-Variable: DBO<sub>5</sub> (C1)*

Effet	dl Effet	MC Erreur	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	3	979,3333	8	16,08333	60,89119	,000007

*-Variable: DCO (C1)*

Effet	dl Effet	MC Erreur	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	3	1059,417	8	53,83333	19,67957	,000475

**-Variable: NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (C1)**

Effet	dl Effet	MC Erreur	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	3	,002951	8	,000747	3,947677	,053454

**-Variable: NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (C1)**

Effet	dl Effet	MC Erreur	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	3	,026641	8	,000463	57,50819	,000009

**-Variable: T (C2)**

Effet	dl Effet	MC Erreur	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	3	26,92778	8	,293333	91,79924	,000002

**-Variable: PH (C2)**

Effet	dl Effet	MC Erreur	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	3	,076322	8	,002100	36,34391	,000052

**-Variable: CE (C2)**

Effet	dl Effet	MC Erreur	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	3	1224,306	8	3150,500	,388607	,76480

**-Variable: OD (C2)**

Effet	dl Effet	MC Erreur	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	3	14,00623	8	,529875	26,43309	,000167

**-Variable: DBO<sub>5</sub> (C2)**

Effet	dl Effet	MC Erreur	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	3	2216,080	8	13,76333	161,0133	,000000

**-Variable: DCO (C2)**

Effet	dl Effet	MC Erreur	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	3	1184,870	8	2,557500	463,2922	,000000

**-Variable: NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (C2)**

Effet	dl Effet	MC Erreur	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	3	,056408	8	,014508	3,887995	,055306

**-Variable: NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (C2)**

Effet	dl Effet	MC Erreur	dl Erreur	MC Erreur	F	niveau p
1	3	,004305	8	,000075	57,66220	,000009

## Annexe 02

### *Résultats de l'analyse statistique (Test de Student)*

Data	Mean	Variance	N
T-C1	17,60833	0,80629	12
T-C2	21,55	7,55727	12

t = 4,72144  
p = 1,03639E-4

At the 0,05 level,  
the two means are significantly different.

Data	Mean	Variance	N
pH-C1	7,81417	0,31832	12
pH-C2	8,18167	0,02234	12

t = 2,18116  
p = 0,04014

At the 0,05 level,  
the two means are significantly different.

Data	Mean	Variance	N
CE-C1	712,91667	1952,81061	12
CE-C2	740,08333	2625,17424	12

t = 1,39088  
p = 0,17817

At the 0,05 level,  
the two means are NOT significantly different.

Data	Mean	Variance	N
OD-C1	7,14333	0,46417	12
OD-C2	4,515	4,20525	12

t = -4,21347  
p = 3,58217E-4

At the 0,05 level,

the two means are significantly different.

Data	Mean	Variance	N
DBO <sub>5</sub> -C1	54,33333	278,78788	12
DBO <sub>5</sub> -C2	64,33333	614,39515	12

t = 1,1591  
p = 0,25884

At the 0,05 level,  
the two means are NOT significantly different.

Data	Mean	Variance	N
DCO-C1	120,08333	328,08333	12
DCO-C2	128,39167	325,00629	12

t = 1,12621  
p = 0,27221

At the 0,05 level,  
the two means are NOT significantly different.

Data	Mean	Variance	N
NO <sub>3</sub> -C1	0,7725	0,83269	12
NO <sub>3</sub> -C2	0,31583	0,02594	12

t = -1,70721  
p = 0,10186

At the 0,05 level,  
the two means are NOT significantly different.

Data	Mean	Variance	N
NO <sub>2</sub> -C1	0,41167	0,17631	12
NO <sub>2</sub> -C2	0,24833	0,0078	12

t = -1,31867  
p = 0,20084

At the 0,05 level,  
the two means are NOT significantly different.

## Annexe 03

### 1- Dosage de nitrates :

#### Mode opératoire :

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

Dans une série de Bécher de 50 ml, introduire successivement :

<i>solution</i> / <i>N° des fioles</i>	T	1	2	3	4
Solution fille étalon d'azote de nitrique 5mg/l (ml)	0	1	2	5	10
Eau distillée en (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

Attendre 5 minutes puis évaporer à sec au bain-marie. Ajouter 1 ml de solution de salicylate de sodium, mélanger puis évaporer. Laisser refroidir.

Reprendre le résidu par 1 ml d'acide sulfurique concentré. Attendre 10minutes, ajouter 15 ml d'eau permutée, puis 10 ml de solution d'hydroxyde de sodium qui développe la couleur jaune. Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 415 nm. Soustraire des unités d'absorbances, lues pour les étalons, la valeur relevée par le témoin. Construire la courbe d'étalonnage.

#### ❖ *Essai :*

Introduire 10 ml d'eau dans un Bécher de 50 ml. Alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium. Poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage.

#### ❖ *Expression des résultats :*

Pour une prise d'essai de 10ml, la courbe donne directement la teneur en azote nitrique, exprimée en milligrammes par litre d'eau. Pour obtenir la teneur en nitrate (NO<sub>3</sub>-), multiplier ce résultat par 4,43.

## 2- Dosage des nitrites

### Mode opératoire :

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

Dans une série de fioles jaugées à 50 ml et numérotés, introduire successivement en agitant après chaque addition :

<i>N° des fioles Solutoni</i>	T	1	2	3	4	5
Solution fille étalon à 0,0023 g /l (ml)	0	1	5	10	15	20
Eau distillée en (ml)	50	49	45	40	35	30
Réactif de ZAMBELLI(ml)	2	2	2	2	2	2

Attendre 10 minutes et ajouter:

Ammoniaque pure (ml)	2	2	2	2	2	2
Correspondance en mg /l de NO <sub>2</sub>	0	0,046	0,23	0,46	0,69	0,92

#### ❖ *Essai :*

Prélever 50 ml d'eau à analyser, ajouter 2 ml de réactif de ZEMBELLI. Agiter et laisser au repos 10 minutes. Ajouter en suite 2 ml d'ammoniaque pure et effectuer la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 435 nm en tenant compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

#### ❖ *Expression des résultats :*

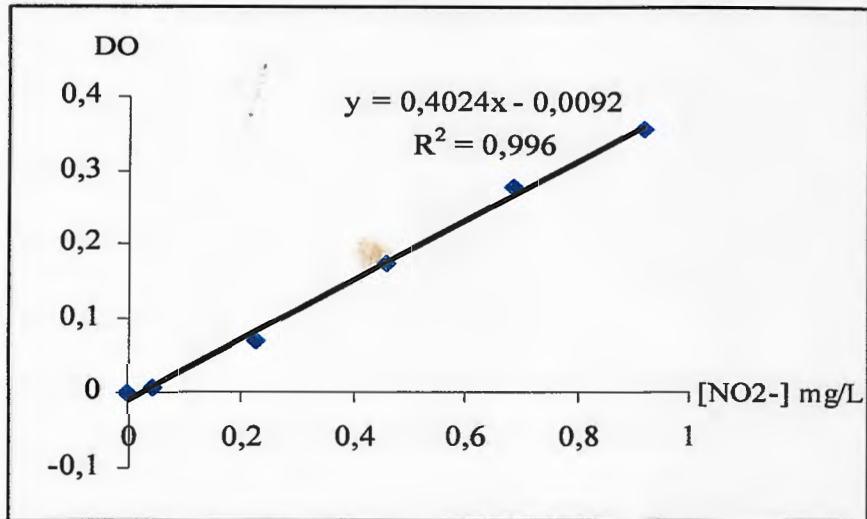
Pour une prise d'essai de 50ml, la courbe donne directement la teneur en NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, exprimée en milligrammes par litre d'eau.



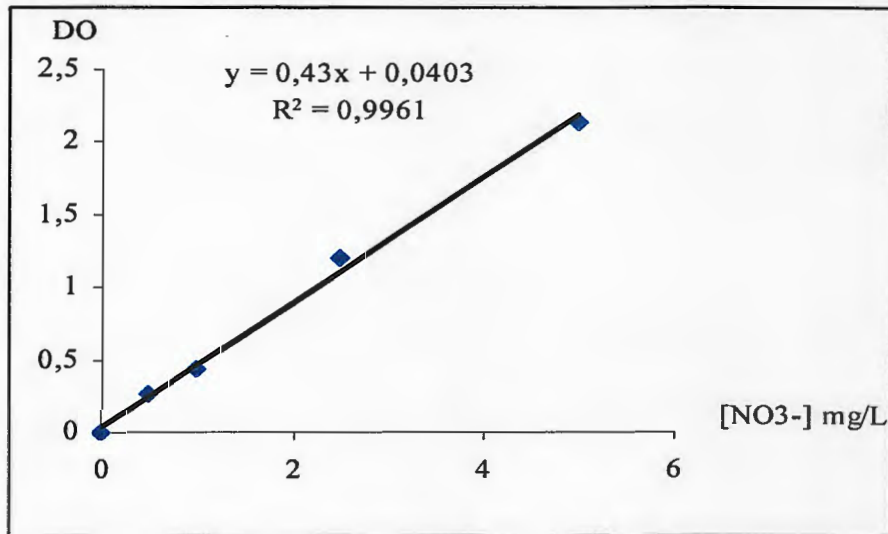


## Annexe 04

- Courbe d'étalonnage de nitrite :



- Courbe d'étalonnage de nitrate :



*Thème :*

Etude spatio-temporelle de la qualité physico-chimique des eaux de l'Oued Djendjen (W. de Jijel).

*Jury :*

M<sup>r</sup> YOUBI M.

M<sup>me</sup> BENFRIDJA L.

M<sup>r</sup> KRIKA A.

President

Examinatrice

Encadreur

*Présenté Par :*

Mr : Adjimi Nassim

Mr : Labiod Idris

**ملخص**

يهدف هذا العمل إلى تقييم الخصائص الفيزيوكيميائية للمياه السطحية لواد جن جن. في المجموع تم اختيار أربع محطات وذلك بحسب تمسحها الجغرافي بالنسبة للمياه القذرة المنزلية، الصناعية و الزراعية. أظهرت النتائج وضعيات حسنة لكل من درجة الحرارة، درجة الحموضة، الناقلية الكهربائية، النترات و النتريت، مقبولة بالنسبة: للأكسجين المذاب، رديئة إلى رديئة جداً بالنسبة لطلب البيولوجي للأكسجين و الطلب الكيميائي للأكسجين. الضمات المفحاحية نوعية الماء، المعايير الفيزيوكيميائية، واد جن جن.

**Résumé**

Ce travail se propose d'apprécier la qualité physico-chimique des eaux de surface de l'oued Djendjen. Au total quatre sites ont été choisis en fonction de leur situation géographique par rapport aux rejets des eaux domestiques, industrielles et agricoles.

Les résultats physico-chimiques ont montré une situation bonne pour la température, le pH, la conductivité électrique, les nitrites et les nitrates, passable pour l'oxygène dissous et mauvaise à très mauvaise pour la DBO<sub>5</sub> et DCO.

**Mots clés:** qualité de l'eau, paramètres physico-chimiques, Oued Djendjen.

**Abstract**

This work aims to assess the physico-chemical quality of surface waters of the wadi Djendjen. A total of four sites were selected based on their location in relation to discharges of sewage, industrial and agricultural.

The physico-chemical results showed a good situation for temperature, pH, electrical conductivity, nitrites and nitrates, passable for dissolved oxygen and poor to very poor for biological oxygen demand and chemical oxygen demand.

**Keywords:** water quality, physicochemical parameters, Djendjen wadi.