

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

*République Algérienne Démocratique Et Populaire*

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

*Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*

جامعة محمد الصديق بن يحيى – جيجل

*Université Med-Seddik Benyahia-Jijel*

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

كلية علوم الطبيعة والحياة

Département des Sciences de l'Environnement

قسم علوم المحيط و العلوم الفلاحية

et des Sciences Agronomiques



*Mémoire de fin d'étude*

En vue de l'obtention de diplôme : Master Académique en biologie

Option : Toxicologie de l'Environnement

*Thème*

**Evaluation de l'indice de la pollution organique d'un cours  
d'eau : cas de l'Oued Amsal (Ziama Mensouriah).**

*Membres de jury :*

*Présidente : M<sup>me</sup> MEKIRCHA. F.*

*Examinatrice : M<sup>me</sup> CHEBAB. S.*

*Encadreur : D<sup>r</sup> KRIKA. A.*

Session : .....

*Présenté par :*

*ABDELMOULA Ahlam*

*LECHEHEB Latifa*

Numéro d'ordre : .....

Année universitaire : 2014/2015

## *Remerciements*

*Nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir accordé la force et la patience, de pouvoir élaborer ce modeste travail.*

*Nous remercions en premier notre encadreur Monsieur KRIKA. A pour diriger ce travail et pour sa disponibilité, pour son suivi, ces nombreux conseils et ces critiques constructives pour l'élaboration de ce travail de recherche...Merci.*

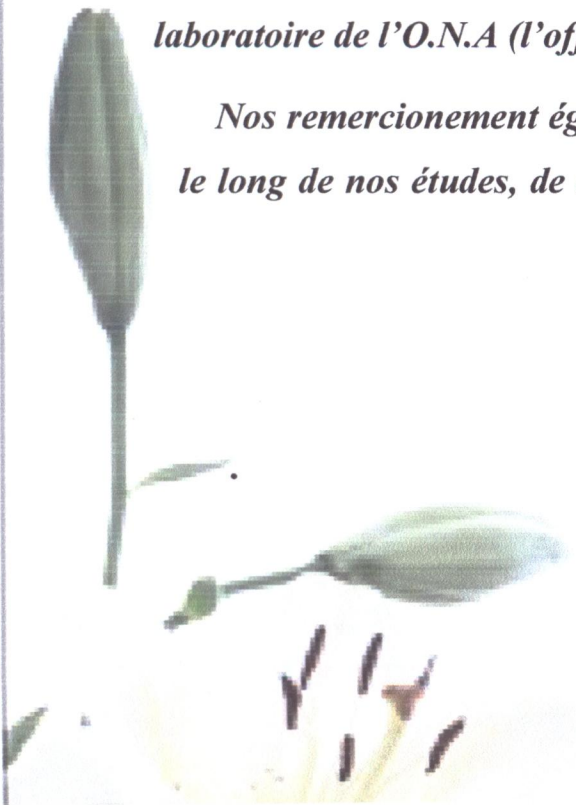
*Nous tenons aussi à remercier les membres de jury qui ont acceptés de porter leurs apports, nous espérons que leurs remarques, critiques, orientations et conseils nous seront très utiles pour une continuité dans le processus de recherche*

*Nos remercions vont également à nos enseignants qui ont contribués à notre formation, et tous ceux qui ont participés de loin à la réalisation de ce travail*

*Tous les membres de laboratoires de L'ADE (Algérienne des eaux) qui nous ont aidés par leurs contributions et leurs collaborations ainsi que le laboratoire de l'O.N.A (l'office National d'Assainissement) d'El Milia*

*Nos remercionement également nos familles qui nous ont encouragés tout le long de nos études, de même nos amis qui nous ont aidés à l'achèvement de ce mémoire.*

*Merci encore du fond du cœur.....*



# Dédicace

*Au bout de nos moments de notre cycle d'étude, je dédie ce modeste travail aux  
personnes très chers à mon cœur : mes parents...*

*Mon cher papa, Bouaziz ....mon premier ceignant depuis ma naissance ;*

*Ma très chère mère, Souad...qu'elle trouve ici l'hommage de ma gratitude qui, si grande  
qu'elle puisse être, ne sera à la hauteur de ses sacrifices et ses prières pour moi ;*

*A mon petit bijou, ma sœur Imane....que Dieu la préserve et la procure la longue vie ;*

*Aucune dédicace ne serait exprimer assez profondément ce que je ressens envers vous...mes  
cher frères, Houraddine, Imad et Mouhamed.... ;*

*A celui qui a été toujours à mon côté, pour me soutenir et m'encourager sans cesse, mon cher  
mari Faycel*

*A mes chères amies,...en témoignage de l'amitié sincère qui nous a liée, et de bons moments  
passés ensemble.*



# Dédicace

*Un grand merci à Dieu tout puissant qui nous a aidés à accomplir ce travail.*

*A ceux qui nous ont donné la vie, l'espoir et l'amour,*

*A ceux qui nous ont encouragés le long de nos études :*

*Nos très chers parents,*

*Que dieu les protège et les garde.*

*A nos frères*

*A nos sœurs*

*A toute nos familles et nos amis*

*A tous nos collègues*

*Grand remerciement a notre encadreur : M<sup>e</sup> KRIKA A et a tous les enseignants*

*Qui ont contribué à notre formation.*

*A toutes les personnes qui nous ont aidés de proche*

*Ou de loin.*

# Sommaire

Introduction.....	01
-------------------	----

## Partie I: Etat des connaissances

1. La pollution.....	03
1.1. Définition.....	03
1.2. Type de pollution.....	04
1.2.1. La pollution de l'air.....	04
1.2.2. La pollution de sol.....	04
1.2.3. La pollution de l'eau.....	04
2. La pollution organique .....	04
3. Les paramètres physicochimiques de l'eau de surface .....	06
3.1. Les paramètres physiques.....	06
3.1.1. La température de l'eau (C°) .....	06
3.1.2. Potentiel hydrogène (pH) .....	06
3.1.3. Oxygène dissous (OD) .....	07
3.1.4. La conductivité électrique (CE) .....	07
3.1.5. La demande biologique en oxygène (DBO5) .....	08
3.1.6. La demande chimique en oxygène (DCO) .....	08
3.2. Les paramètres chimiques .....	09
3.2.1. Les nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....	09
3.2.2. Les nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) .....	09
3.2.3. Orthophosphates (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ) .....	09
3.2.4. Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) .....	10

## Partie II : Matériel & méthodes

1. Description de la zone d'étude .....	11
---	----

1.1. Géologie .....	11
1.2. Climatologie .....	13
2. Choix des stations .....	13
3. Echantillonnage.....	14
4. Justification de choix des paramètres physicochimique.....	14
5. Méthodes d'analyse de l'eau .....	14
5.1. Mesure in situ.....	14
5.2.1. Méthodes spectrophotométriques .....	14
5.2.2. Demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ).....	14
5.2.3. Demande chimique en oxygène.....	15
6. Traitement statistique des résultats.....	15

## Partie III : Résultats & discussion

1. les paramètres physico-chimique.....	17
1.1. La température de l'eau (C°) .....	17
1.2. Potentiel hydrogène (pH).....	19
1.3. Oxygène dissous (OD) .....	20
1.4. La conductivité électrique (CE) .....	20
1.5. La demande biologique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ) .....	21
1.6. La demande chimique en oxygène (DCO) .....	22
1.7. Les nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	22
1.8. Les nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	23
1.9. Orthophosphates (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ).....	23
1.10. Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....	24
2. Indice de la pollution organique (IPO).....	24
Conclusion.....	27
Références bibliographiques	29
Annexes	

# Liste des figures

<b>Figure 01.</b> Présentation des formations géologiques de la région de Ziama Mansouriah et de la zone d'étude.....	11
<b>Figure 02.</b> Organisation spatiale de la commune de Ziama Mensouriah.....	12
<b>Figure 03.</b> Localisation des points de prélèvement.....	13
<b>Figure 04.</b> Répartition moyenne des paramètres physico-chimiques de l'eau : Température ( <i>a</i> ), pH ( <i>b</i> ), CE ( <i>c</i> ), Oxygène dissous ( <i>d</i> ), DBO <sub>5</sub> ( <i>e</i> ), DCO ( <i>f</i> ), nitrates ( <i>g</i> ), nitrites( <i>h</i> ), Orhosphates ( <i>i</i> ) et Ammonium( <i>j</i> ).....	18

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01.</b> Variation spatiales des paramètres physico-chimique de l'eau de surface de l'oued Amsal.....	17
<b>Tableau 02.</b> Matrice de corrélation globale.....	21
<b>Tableau 03.</b> Classes de la pollution organique.....	24
<b>Tableau 04.</b> Qualité de l'eau de l'oued Amsal selon l'indice de pollution organique (IPO).....	25



# Liste des abréviations

**ADE** : Algérienne des Eaux.

**ANOVA** : Analyse de la variance.

**CE** : conductivité électrique.

**DBO<sub>5</sub>** : demande biochimique en oxygène par 5 jours.

**DCO** : demande chimique en oxygène.

**IPO**: Indice de pollution organique.

**ISO** : organisation internationale de standardisation.

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** : Ammonium.

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : nitrates.

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

**OMS** :Organisation Mondiale de la Santé.

**O.N.A** :l'Office National d'Assainissement d'El Milia.

**PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>**: Orthophosphates.

# *Introduction générale*

## **Introduction**

La pollution représente un sérieux problème pour l'environnement à cause des rejets déversés dans les rivières. Les eaux usées domestiques non épurées, les déchets ménagers liquides et/ou solides représentent la principale source de pollution organique des eaux. Ils engendrent une dégradation de la qualité des eaux de surface et souterraines (Mullis *et al.*, 1997).

A Jijel, la plupart des cours d'eau sont saisonniers. L'écoulement des eaux ne se fait que pendant la saison de pluies et principalement après chaque pluie. La saison pluvieuse est donc le moment propice pour caractériser les eaux de surface et éventuellement évaluer leur qualité.

L'oued Amsal est un cours d'eau à proximité de la commune de Ziama Mansouriah (W. de Jijel). Il est soumis dans sa partie aval à certains perturbateurs écologiques, en l'occurrence : une décharge sauvage à ciel ouvert, et des constructions illicites sans réseau d'évacuation sanitaire. Cette situation, expose les eaux de surface à une éventuelle pollution organique.

L'appréciation de la qualité des eaux de surface se base sur la mesure des paramètres physico-chimiques ainsi que sur la présence ou l'absence d'organismes et de micro-organismes, aquatiques, indicateurs d'une plus ou moins bonne qualité de l'eau.

Plusieurs indices de pollution sont présents dans la littérature pour indiquer la qualité des eaux de surface. Dans cette étude, l'indice de pollution organique (IPO) a été utilisé pour évaluer le niveau de pollution de l'eau de surface de l'oued Amsal.

### **Organisation générale de l'étude**

La présentation de ce travail s'organise autour de trois chapitres:

- ❖ le premier chapitre est consacré d'abord à des rappels bibliographiques concernant la pollution organiques, leurs sources, ses conséquences ainsi que les paramètres physico-chimiques impliqués dans cette pollution.
- ❖ L'ensemble de la démarche expérimentale est présenté dans le deuxième chapitre où sont décrits le mode expérimental et la méthodologie mise en place en vue de répondre aux objectifs fixés.

- ❖ Le troisième chapitre expose les résultats obtenus, illustrés sous forme de tableaux et des graphes, ils sont accompagnés de leur discussion. Enfin, l'étude est clôturée par une conclusion générale.

# *Chapitre I*

## ***Etat des connaissances***

## **1. La pollution**

### **1.1. Définition**

Le terme « pollution » désigne toute modification défavorable du milieu naturel, qui apparaît en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers des effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes.

Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou à travers des ressources agricoles, en eau et en produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède ou les possibilités réactives du milieu (1<sup>er</sup> Rapport du Conseil sur la qualité de l'environnement de la Maison Blanche, 1965, *in Ramade, 2002*).

La pollution est la dégradation d'un écosystème par la diffusion, comme sous-produit involontaire d'une activité humaine, d'agents matériels, les polluants, qui rendent ce milieu malsain, dangereux ou qui dégradent les conditions de vie (*Brémond et Perrodon, 1979*).

Actuellement, la pollution des eaux est devenue un phénomène universel qui menace gravement l'environnement et qui nécessite une lutte soutenue, car de nombreux produits agricoles et industriels sont de plus en plus responsables de l'apparition de cette forme de pollution.

### **1.2. Types de la pollution**

Il y a plusieurs sortes de pollution : la pollution de l'air, la pollution du sol et la pollution de l'eau.

#### **1.2.1. La pollution de l'air**

La pollution atmosphérique est définie par la présence d'une substance étrangère dans l'air ou de la variation importante dans la proportion de ses composants, susceptible de provoquer un effet nocif compte tenu des connaissances scientifique du moment ou de créer une nuisance (*Khoubache et Laouar, 2006*).

#### **1.2.2. La pollution du sol**

La pollution du sol est liée aux rejets des produits domestiques dans les décharges qui provoquent une pollution du sol par le pourrissement. La contamination des sols et ses

caractéristiques, et des conséquences indirectes sur la biosphère et l'atmosphère (Khoubache et Laouar, 2006).

### 1.2.3. La pollution de l'eau

On appelle pollution de l'eau toute les modifications chimiques, physiques ou biologiques de la qualité de l'eau qui a un effet nocif les êtres vivants la consommant. Quand les êtres humains consomment de l'eau polluée, il y a en général des conséquences sérieuses pour leur l'usage désiré ( Khoubache et Laouar,2006).

## 2. Pollution organique

Cette forme de pollution constitue la fraction la plus importante. En effet, elle résulte de l'introduction dans le milieu de substances organiques provenant de diverses activités : industrielles (hydrocarbures), agricoles (engrais azotés et phosphatés) et domestiques (phosphates, matières fermentescibles) (Khaled, 1995).

La pollution organique de l'eau provenant des eaux domestiques et des industries agroalimentaires provoque une surconsommation de l'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique et peut entraîner par conséquent la mort de la vie aquatique (Gaid, 1984).

Les composés azotés contribuent à la pollution organique, suite à la dégradation de l'urée, et des acides aminés, ce sont d'abord les formes ammoniacales qui dominent en milieu désoxygéné; la fraction d'ammoniaque non dissociée ( $\text{NH}_4$ ) est toxique pour le poisson. Lorsque les eaux sont réoxygénées, l'ammoniaque se transforme en nitrates, avec un stade intermédiaire les nitrites (eux mêmes toxiques) (Rodolph, 1990).

Les formes d'azotes (azote organique, ammoniaque, nitrites, etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates très solubles, par un processus d'oxydation biologique. La migration des nitrates est nettement plus rapide sur les surfaces cultivables laissées à nues pendant l'hiver.

Ainsi, les rejets des collectivités et occasionnellement de certaines industries (engrais azotés) peuvent aussi concourir à l'enrichissement des eaux en nitrates. La présence d'ammonium dans les eaux résulte d'une contamination liée aux rejets d'effluents domestiques et industriels ou d'un phénomène de réduction naturelle des nitrates en nitrites, qui dans le cycle de l'azote s'insèrent très rapidement en occupant un niveau intermédiaire, et sont très peu stables et par conséquent très peu présents dans les eaux sauf en cas de pollution

proche : les nitrites sont donc des bons indices de contamination organique (Dobbs et Zabel, 1994).

Dans les eaux usées, le phosphore se trouve soit sous forme d'ions orthophosphatés isolés, soit sous forme d'ions phosphates condensés ou sous forme d'ions phosphates condensés avec des molécules organiques. Ces phosphates sont fixés facilement par le sol, leur présence dans l'eau est souvent liée à la nature des terrains traversés, à la décomposition de la matière organique, aux engrais phosphatés industriels entraînés par lessivage ou par infiltration causant par la suite une dystrophisation avancée (Rodolph, 1990). Les phosphates sont généralement responsables de l'accélération des phénomènes d'eutrophisation (facteur limitant) dans les lacs et les rivières (Gaujous, 1995).

De ces faits, il s'en suit que la pollution organique au sein des écosystèmes aquatiques est importante du point de vue impact, en fait, les effets de cette forme de pollution se prolongent plus en aval avec l'apparition des algues filamenteuses fixées pour les eaux vives, et un plancton très abondant dans les eaux lentes (Rodolph, 1990).

### **3. Les paramètres physico-chimiques de l'eau de surface**

#### **3.1. Les paramètres physiques**

##### **3.1.1. Température de l'eau (C°)**

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère. Prie au sens large, l'intervalle thermique dans lequel la vie est comprise entre -200°C et +100°C (Ramade, 2003).

Selon Rodier (2005), il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc. En outre, cette mesure est très utile pour les études limnologiques et du point de vue industriel pour les calculs d'échanges thermiques. D'après, la température des eaux superficielles (rivières, lacs et retenues) est très variable selon les saisons et peut passer de 2°C en hiver à 30°C en été. (Savary 2003 ; Potelon et Zysman, 1998).

La température de l'eau, est un facteur écologique qui entraîne d'importantes répercussions écologiques (Leynaud, 1968). Elle agit sur la densité, la viscosité, la solubilité



des gaz dans l'eau, la dissociation des sels dissous, de même que sur les réactions chimiques et biochimiques, le développement et la croissance des organismes vivant dans l'eau et particulièrement les microorganismes (W.H.O, 1987).

### 3.1.2. Potentiel hydrogène (pH)

C'est la mesure de l'acidité d'une solution, il mesure la valeur de la dissociation en ions des acides ou des bases (produits alcalins) en solution dans l'eau. Le pH se mesure sur une échelle allant de 0 à 14, plus acides est plus fort on tend vers zéro, plus la base est plus forte plus on tend vers 14 ; le point de neutralité étant  $\text{pH}=7$  pour lequel il y'a équilibre entre les ions acides et ions basiques (Ezzaouaq, 1991).

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons  $\text{H}^+$  contenus dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acide Carbonique et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonate (El Blidi *et al.*, 2003 ; Himmi *et al.*, 2003).

L'acidité d'une eau correspond à la présence d'anhydride carbonique libre, d'acides minéraux, de sels d'acides forts et des bases faibles. L'eau à analyser doit être conservée de préférence dans des récipients en polyéthylène ou en verre borosilicaté et l'analyse doit être pratique dans les 24 heures après le prélèvement qui sera conservé à  $4^\circ\text{C}$  (Rodier, 2005).

D'après plusieurs auteurs (Savary, 2003 ; Poteon et Zysman 1998), le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés et varie habituellement entre 7.2 et 7.6. Les eaux très calcaires ont un pH élevé et celles provenant de terrains pauvres en calcaire ou siliceux ont un pH faible, de l'ordre de 7 et parfois un peut inférieur (Rejsek, 2002).

Il est défini par l'expression :  $\text{pH} = -\log (\text{H}^+)$  ou  $(\text{H}^+)$  est l'activité de l'ion hydrogène  $(\text{H}^+)$  dans la solution considérée (Ramade, 2000).

### 3.1.3. Oxygène dissous (OD)

C'est la qualité d'oxygène présent dans l'eau à l'état dissous. Celle-ci est toujours faible de sorte que la nature le oxygène dissous constitue dans écosystèmes limniques et marins un facteur limitant. La concentration de l'oxygène dissous dans une eau naturelle dépend le plusieurs facteurs écologiques abiotique : température, pression atmosphérique ; pression partielle de vapeur d'eau.

Enfin, dans un biotope aquatique donné, la solubilité potentielle de l'oxygène va être réduite par d'autres facteurs écologiques tels la salinité et la charge en matière organique fermentescibles (DBO) (Ramade, 2002).

De fait de l'équilibre entre l'oxygène de l'air et de l'eau, plus les eaux superficielles et plus elles sont chargées en oxygène. Les teneurs maximales atteints dépassent rarement 10mg/l (Savary, 2003 ; Potelon et Zysman, 1998).

Ceci est essentiellement dû à la diminution de la température de l'eau; car une eau froide contient une plus grande quantité d'oxygène dissous qu'une eau chaude (Hébert et Légaré, 2000).

#### **3.1.4. La conductivité électrique (CE)**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup> de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm (Rodier, 2005). Elle s'exprime en siemens par mètre et est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en ohm par mètre .elle dépend de la nature des ions dissous et de leur concentration. La température et la viscosité influent également sur la conductivité car la mobilité des ions augment avec l'augmentation de la température et diminue avec celle de la viscosité (Rejsek, 2002).

Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et la résistance qu'elle oppose au passage d'un courant électrique. Cette résistance peut s'exprimer de deux manière : la résistivité ou son inverse, la conductivité (Rodier, 2005).

La conductivité est proportionnelle au degré de minéralisation (teneur globale en espaces minérales généralement ionisées) et varie en fonction de la température (Savary, 2003 ; Potelon et Zysman, 1998).

#### **3.1.5. La demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)**

C'est la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par les micro-organismes de la matière organique biodégradables contenue dans l'eau.

La DBO<sub>5</sub> s'exprime en milligramme par jour et par habitant. On la mesure dans les teste normalisé après 5 jours d'oxydation des matière organiques, d'où le terme DBO<sub>5</sub> (Ramade, 2000).

Ce paramètre caractérise les capacités d'autoépuration des milieux aquatiques ainsi que leur qualité et de leur degré de pollution (Claude et Arnaud, 2003).

### 3.1.6. La demande chimique en oxygène (DCO)

Désigne la quantité d'oxygène exprimée en mg/l nécessaire pour oxyder la les substances organiques à la fois non biodégradables et biodégradables présentes dans l'eau naturelles ou polluées. Elle se mesure par oxydation de l'échantillon au bicarbonate de potassium porté entre 140°C et 150°C pendant 2h. Comme cette réaction est perturbée par les chlorures à partir d'une concentration en chlore de l'ordre de 3 mg/l ainsi que par les autres halogénures, elle ne peut être appliquée aux eaux marines (Ramade, 2000).

La demande chimique en oxygène est l'un des paramètres utilisés pour quantifier la pollution organique d'eau. Il s'agit d'une estimation indirecte des matières oxydables en l'occurrence la quasi-totalité des matières organiques et certains sels minéraux (Claude et Arnaud, 2003).

## 3.2. Les paramètres chimiques

### 3.2.1. Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

Les nitrates sont des éléments minéraux nutritifs tant pour les organismes autotrophe terrestre qu'aquatiques (Ramade, 1998). Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique, ils sont abondamment répandus dans le sol, dans la plupart des eaux et dans les plantes ou ils sont nécessaires à la synthèse des végétaux, solubles dans l'eau, ils se retrouvent naturellement en faible concentration dans les eaux souterraines. Sans apport artificiel, les eaux de surface ne contiennent pas plus de 10mg/l de nitrates (Savary, 2003 ; Potelon et Zysman, 1998).

Les nitrates contenus dans l'eau peuvent provenir des engrais non consommés par le végétal et solubilisés par les eaux superficielles (précipitations, arrosages) ou de la minéralisation des substances organiques azotées (engrais organique, eaux usées, déjections animales diverses...) (Savary, 2003).

### 3.2.2. Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

Les nitrites se forment par oxydation, lorsque les conditions sont réductrices. Ce sont des molécules intermédiaires qui apparaissent dans les sédiments et les eaux lors de dénitrification

sous l'action de bactéries telles les *pseudomonas denitrificans* par la réduction de l'ion nitrate (Ramade, 2000).

Les nitrites sont oxydées en  $\text{NO}_3$  par  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{ClO}_2$  et  $\text{O}_3$  les traitements biologiques peuvent transformer  $\text{NH}_4^+$  en  $\text{NO}_2^-$  si la quantité d'oxygène de l'eau n'est pas suffisante poursuivre l'oxydation jusqu'au stade de nitrate. Ce phénomène peut se produire la nuit sur des filtres lents à débit forcé en raison de la diminution de la photosynthèse.

Les nitrates constituent une étape important dans la métabolisation des composées azotées. Ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniaque et le nitrates leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniaque, soit à réduction des nitrates (Rejsek, 2002).

### 3.2.3. Orthophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Le phosphore, l'un des nutriments importants, peut se trouver sous différentes formes oxydées. C'est un élément de base des acides nucléiques ADN et ARN. Il participe à la distribution de l'énergie dans le corps humain (Claude et al., 1998), et représente un élément biogène indispensable à la croissance des Algues. Les teneurs élevées de cet élément dans les eaux de surface peuvent entraîner leur eutrophisation. Cependant, ils ont un effet bénéfique en jouant un rôle régulateur : ils favorisent tous les phénomènes de fécondation, la mise à fruit et la maturité des organes végétatifs (Vilain, 1989).

En effet l'agriculture utilise comme engrais de tonnages considérables de divers phosphate. Ces sels ont aussi constitué des adjuvants importants de détergers ménagers bien que leur usage à cet égard soit abandonné (Ramade, 2005).

En conséquence, la quantité de phosphore minéral rejetée par les effluents urbains est comprise entre 0.75 et 2 kg par habitant an. Il a été estimé que le flux moyen de phosphate d'origine anthropique transporté par les fleuves vers l'océan est cinq fois supérieur au flux naturel dans les eaux non pollués. Cet accroissement correspond à seulement 15% du phosphore extrait annuellement des minerais.

En effet, la richesse d'un engrais en phosphore est exprimée en  $\text{P}_2\text{O}_5$  (anhydride phosphorique) (Ramade, 2005).

### 3.2.4. L'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )

Dans l'eau, l'azote réduit soluble se retrouve sous deux formes : l'ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) et la forme non dissociée communément appelé ammoniac ( $\text{NH}_3$ ). Ces deux formes traduisent un équilibre acido-basique, que l'on peut représenter par le domaine de prédominance des espèces (Gaujous, 1995).

L'azote ammoniacal constitue un des maillons du cycle complexe de l'azote dans son état primitif. C'est un gaz soluble dans l'eau. Il existe en faible proportion, inférieure à 0,1mg/l d'azote ammoniacal dans les eaux naturelles. Il constitue un bon indicateur de la pollution des cours d'eau par les effluents urbains. Dans les eaux superficielles, il provient de la matière organique azotée et des échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère (Chapman et al., 1996).



## *Chapitre II*

### ***Matériel et méthodes***

## 1. Description de la zone d'étude

Le territoire de la commune de Ziama Mansouriah est situé à environ 42Km du chef lieu, occupe l'extrémité Nord Ouest de la wilaya de Jijel, a la frontière de la wilaya de Béjaïa (fig. 01).

La zone d'étude s'organise autour de deux unités distinctes et contrastées :

- La zone côtière à l'aspect topographique subhorizontal peu incliné et découpée par des falaises, qui occupent toute la partie Nord. Ce domaine concerne les premières lignes de relief qui contrôlent directement la façade littorale.
- L'arrière côte franchement montagneuse concerne tous les reliefs de la partie centrale et Sud de la commune. Ce domaine est caractérisé par la présence de versant aux pentes fortes, très ravinées et accidentées.

### 1.1. Géologie

La topographie de la région de la zone d'étude est largement liée aux formations géologiques. Elle fait partie de la terminaison orientale des Monts des Babors à un contexte structural très complexe. Elle se compose d'une série d'écaillés calcaires et dolomitiques formant des crêtes rocheuses très vigoureuses cloisonnant partiellement une série d'alvéoles ou de petits bassins taillés dans des formations plus tendres. Les hauts versants sous les crêtes sont tapissés d'éboulis en partie consolidés (fig. 01).



**Nearby cities:** Bejaia, Bgayet - Béjaïa - Bougie, Tizi-Ouzou

**Coordinates:** 36°39'46"N 5°28'30"E

**Figure 01.** Présentation des formations géologiques de la région de Ziama Mansouriah et de la zone d'étude (Henniche, 2014).



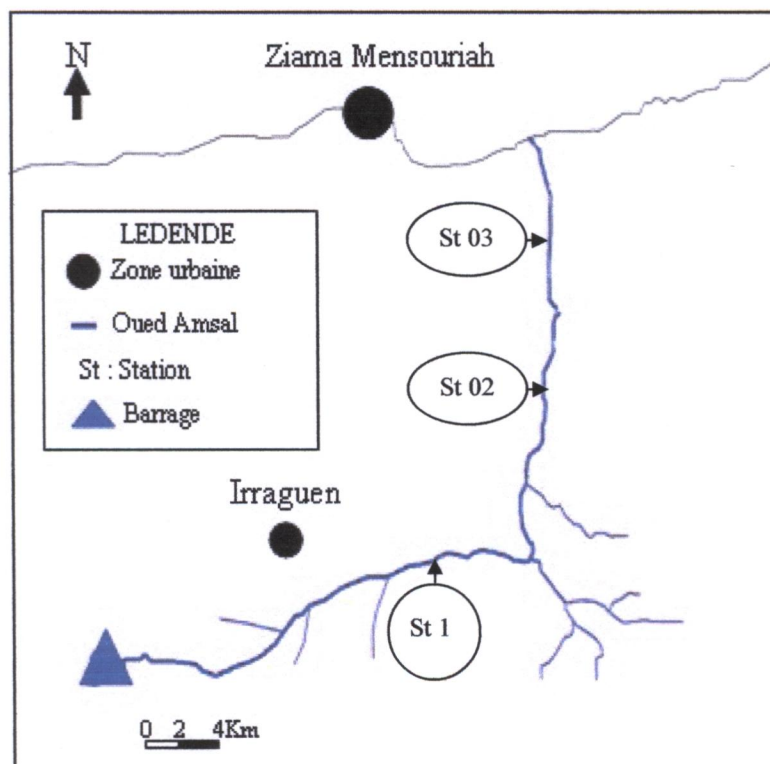


## 1.2. Climatologie

Le site en question est sous l'influence directe de la mer et se trouve protégé du reste par une chaîne montagneuse bordière à l'image d'une vallée élargie et ouverte uniquement d'un seul côté, le Nord. Le climat de la zone d'étude est de type méditerranéen, il se caractérise par l'opposition de deux saisons de durée inégale : un été relativement court et chaud, où il ne pleut pas, un hiver relativement long où il peut pleuvoir constamment. Les températures varient entre 20°C et 35°C en été, et de 5°C et 15°C en hiver. Les précipitations sont de l'ordre de 1200mm/km.

## 2. Choix des stations

Les stations de mesure ont été choisies selon accessibilité du terrain et l'occupation du sol de chaque station (fig. 03). En amont, la station St1, considérée comme zone témoin (loin de toute activité). Les stations en aval de l'oued: St2 et St3 ont été choisies par rapport à la présence d'une décharge sauvage à ciel ouvert côtoyant la station St2, et une petite agglomération sans réseau d'assainissement pour la station St3 (fig. 03).



**Figure 03.** Localisation des points de prélèvement.

### 3. Echantillonnage

L'oued Amsal étant temporaire, les analyses physico-chimiques de l'eau ont été faites pendant l'hivernage, au mois de février 2015, période au cours de laquelle ce cours d'eau atteint son plein régime.

### 4. Justification de choix des paramètres physicochimiques étudiés

L'étude concerne l'analyse des paramètres physico-chimiques ( $T^\circ$ , pH, CE,  $O_2$ ,  $DBO_5$ , DCO,  $PO_4^{3-}$ ,  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$  et  $NO_2^-$ ) le long de l'oued Amsal afin d'établir un diagnostic de l'état des eaux de surface de cette rivière.

### 5. Méthodes d'analyse de l'eau

#### 5.1. Mesures in situ

La Conductivité ( $\mu S/cm$ ), l'oxygène dissous (mg/l), le pH et la température ( $C^\circ$ ) ont été mesurés in situ à l'aide d'un multi-paramètre analyser Type CONSORT - Modèle 835 et un oxymètre de terrain, par contre tous les autres paramètres sont déterminés au laboratoire.

#### 5.2. Analyses physico-chimiques

##### 5.2.1. Méthodes spectrophotométriques

Le dosage des nitrates, nitrites, orthophosphates et d'ammonium nécessite le recours aux techniques de spectrophotométriques (annexe01).

C'est une méthode analytique quantitative qui nécessite la mise en œuvre d'abord, d'une réaction colorée spécifique à une espèce chimique donnée, puis à mesurer l'absorbance (densité optique) de cette solution une fois traversée par un faisceau lumineux, ce dernier est choisi en fonction de l'espèce chimique en solution. Généralement, plus l'échantillon est concentré, plus il absorbe la lumière dans les limites de proportionnalité.

La densité optique des échantillons est déterminée par un spectrophotomètre préalablement étalonné sur la longueur d'onde ( $\lambda$ ) d'absorption de la substance à étudier (Rodier 2009).

Les mesures de ces paramètres ont été effectuées au Laboratoire d'analyse de l'Algérienne Des Eaux (A.D.E) de Jijel.

### 5.2.2. Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

La DBO est mesurée au bout de 5 jours (=DBO<sub>5</sub>), à 20 °C (température favorable à l'activité des micro-organismes consommateur d'O<sub>2</sub>) et à l'obscurité (afin d'éviter toute photosynthèse parasite).

Le principe de la mesure peut être schématisé de la manière suivante. Une quantité d'eau est versée dans une bouteille d'incubation de 300 ml, reliée à un manomètre à mercure ou fermée avec un bouchon muni d'un capteur de pression (oxytop). Le volume choisi est fonction de la gamme de mesures souhaitée. L'appareil de mesure, de type IS 602, est placé dans un réfrigérateur maintenu à 20°C. On suit ensuite, en fonction du temps, soit tous les jours pendant 5 jours pour la DBO<sub>5</sub>, la consommation d'oxygène, qui se traduit par une diminution de la pression d'air. Les résultats sont lus directement et exprimés en mg/l d'oxygène consommé (Rejsek, 2002).

### 5.2.3. Demande chimique en oxygène (DCO)

La matière oxydable contenue dans un échantillon est oxydée par chauffage à reflux en milieu fortement acide avec une quantité connue de dichromate de potassium dans une éprouvette fermée en présence de sulfate d'argent (jouent le rôle de catalyseur d'oxydation) et de sulfate de mercure (agent complexant des chlorures).

La consommation d'oxygène par l'échantillon provoque un changement de couleur dont l'absorbance est proportionnelle à la quantité de dichromate de potassium réduit et se mesure en équivalent d'oxygène (Rejsek, 2002).

Ces deux derniers paramètres (DBO<sub>5</sub> et DCO) ont été mesurés au niveau de Laboratoire d'Analyse de l'Office National d'Assainissement (O.N.A) d'El Milia.

## 6. Traitement statistique des résultats

Les résultats obtenus ont fait l'objet des traitements suivants :

1-L'analyse de la Variance à 1 facteur (ANOVA) permet de comparer des moyennes sur plusieurs échantillons. Elle est suivie par un test post hoc de Newman-Keuls mettant en évidence les différences dans les comparaisons et spécifiant le ou les groupes responsables d'une ou plusieurs différences. Cette analyse de la variance vise à mettre en évidence l'effet des variables étudiées lorsque celles-ci sont significatives aux seuils de 5%.

2-Des analyses descriptives ont été réalisées afin d'obtenir les moyennes et les écart-types des différents paramètres étudiés dans l'ensemble des échantillons analysés.

Les résultats des paramètres sont illustrés sous forme des courbes. Tous les traitements statistiques ont été effectués à l'aide du logiciel STATISTICA (*version 8.0*).

## *Chapitre III*

### ***Résultats et discussion***

## 1. Les paramètres physico-chimiques

Les résultats des paramètres physico-chimiques sont consignés dans le tableau 01 et représentés graphiquement dans la figure (04<sub>a-j</sub>).

**Tableau 01.** Variations spatiales des paramètres physico-chimiques de l'eau de surface de l'oued Amsal.

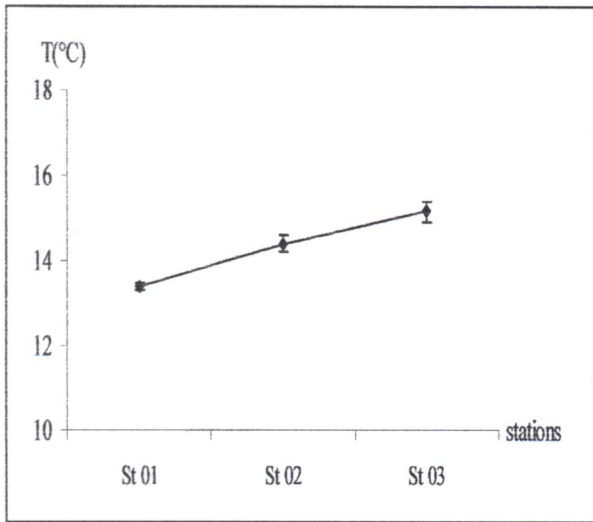
Stations (N=3)	Station 01	Station 02	Station 03
T(°C)			
Moy ± écart-type	13.4±0.1	14.2±0.2	15.16±0.25
pH			
Moy±écart-type	8.43±0.03	8.6±0.1	8.63±0.05
CE (µs/Cm)			
Moy ± écart-type	618.3±1.52	500.6±0.25	400.4±0.21
OD (mg/l)			
Moy ± écart-type	7.32±0.07	7.39±0.03	7.68±0.13
DBO <sub>5</sub> (mg/l)			
Moy ± écart-type	3.32±0.1	5.23±0.15	7.53±0.4
DCO (mg/l)			
Moy ± écart-type	10.16±0.3	17.16±0.4	19.4±0456
NO <sub>3</sub> (mg/l)			
Moy ± écart-type	3.92±0.98	4.65±0.9	7.52±1.58
NO <sub>2</sub> (mg/l)			
Moy ± écart-type	0.013±0.005	0.023±0.005	0.025±0.01
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)			
Moy ± écart-type	0.08±0.002	0.074±000.4	0.075±0.002
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)			
Moy ± écart-type	2.5±0.1	2.3±0.1	2.1±0.1

### 1.1. La température

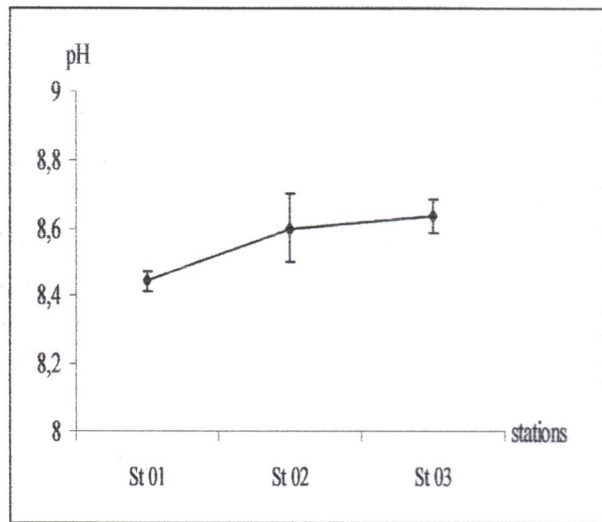
L'étude des valeurs du tableau 01 et l'examen de la figure (04<sub>a</sub>) fait ressortir pour ce paramètre un effet station très significative. Les valeurs moyennes oscillent entre  $13.4 \pm 0.10^\circ\text{C}$  pour la station (St 01) et  $15.10 \pm 0.25^\circ\text{C}$  pour la station (St 03). Ceci est confirmé par l'analyse de la variance qui fait révéler un effet station très significatif ( $F=62.14$  ;  $p < 0.001$ ) (annexe 02).

Ces fluctuations importantes de la température sont relatives à la situation géographique, l'heure de prélèvement et au couvert végétal de chaque station pendant chaque prélèvement.

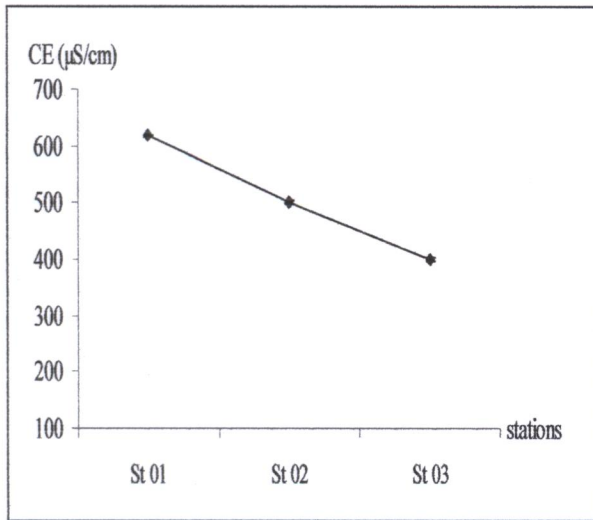
Les stations situées dans les zones à couvert végétal peu important ou nul (cas de la St 03), sont exposées tout le temps au soleil et présentent des valeurs importantes, alors que celles couvertes de végétation en particulier la strate arborée bénéficient d'un flux solaire moins important, et présentent donc des températures moins élevées (cas des St 01 et St 02).



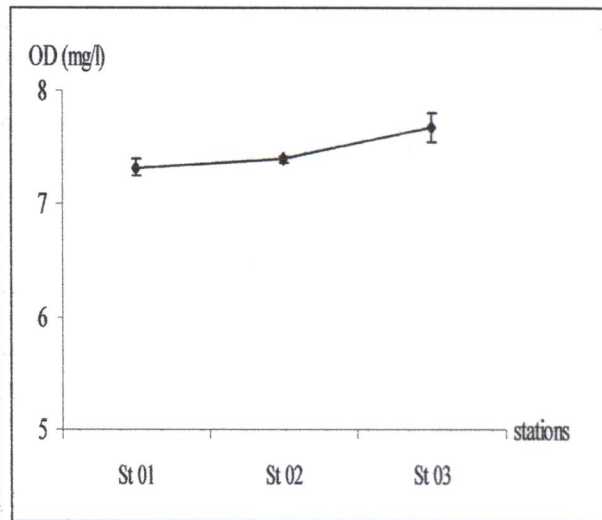
(a)



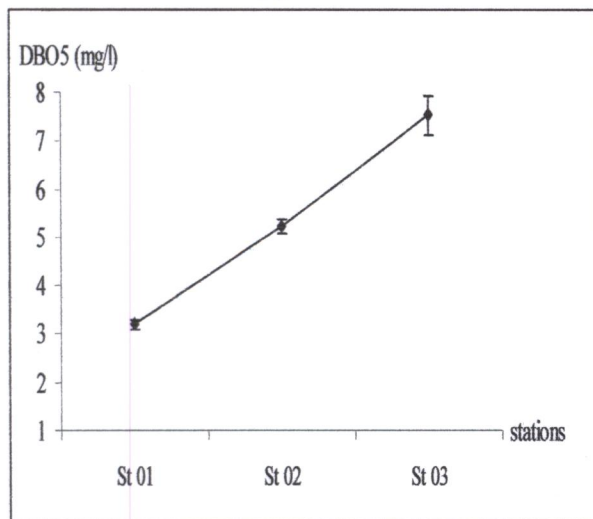
(b)



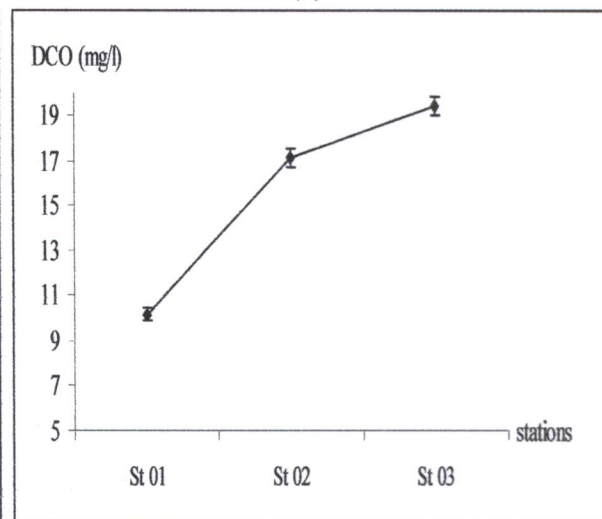
(c)



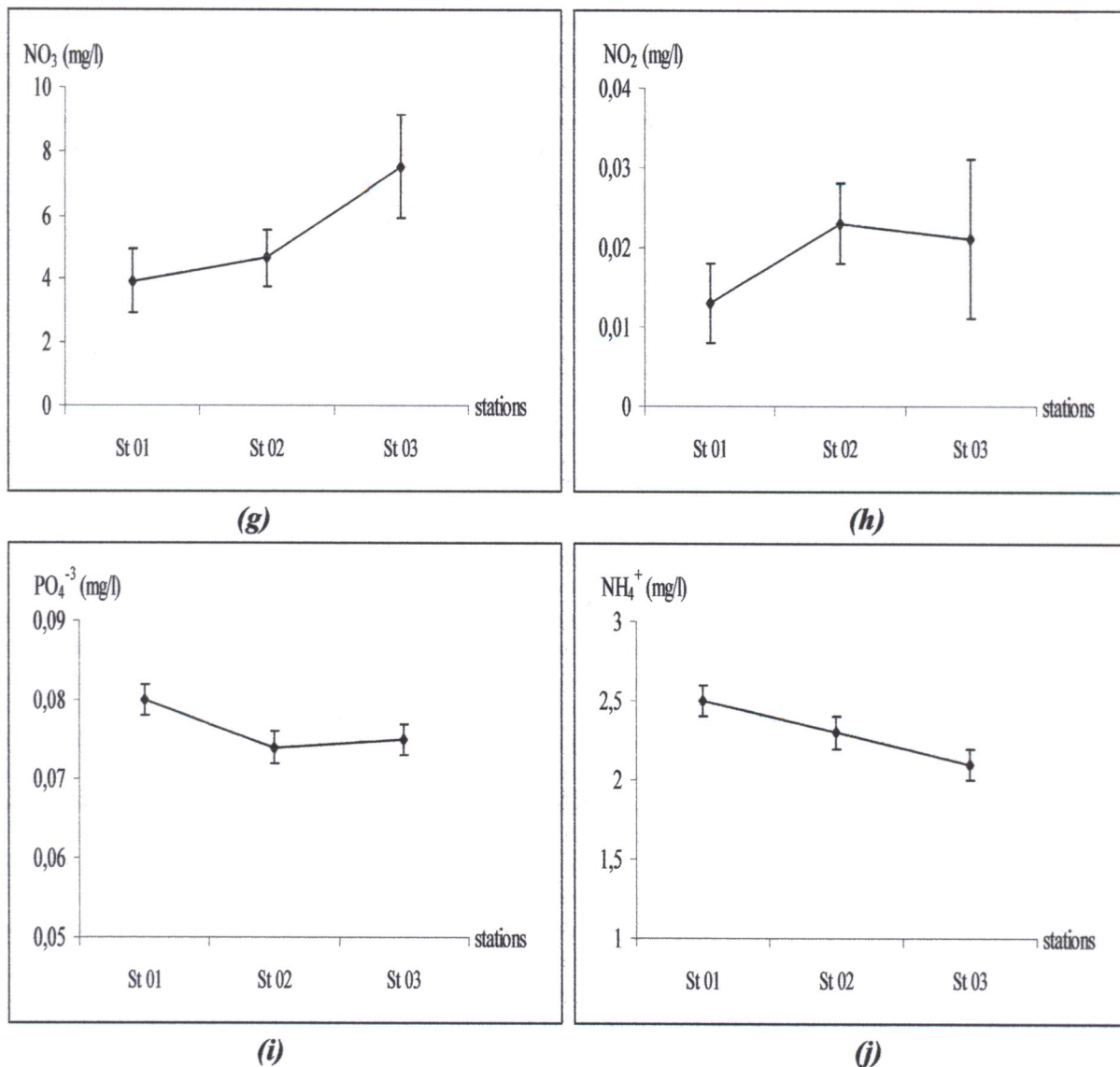
(d)



(e)



(f)



**Figure 04.** Répartition moyenne des paramètres physico-chimiques de l'eau : Température (a), pH (b), CE (c), Oxygène dissous (d), DBO<sub>5</sub> (e), DCO (f), nitrates (g), nitrites(h), Orthophosphates (i) et Ammonium(j).

## 1.2. Le pH

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 colorants acides ou basiques (Bremend et Vuichard, 1973).

Les valeurs observées révèlent que le pH est légèrement alcalin à alcalin dans les trois stations localisées le long de l'Oued Amsal (tableau 01). Elles varient de  $8.44 \pm 0.03$  au niveau de la station (St 01) à  $8.63 \pm 0.05$  à la station (St 03).



L'étude de la figure (04<sub>b</sub>) indique que les valeurs moyennes du pH varient significativement d'une station à l'autre. Ceci, été mis en évidence par l'analyse de la variance qui fait apparaître un effet station significatif ( $F=6.55$  ;  $p < 0.05$ ) (annexe 01). Cette alcalinité est probablement due à la nature géologique calcaire des terrains traversés.

### 1.3. La conductivité électrique (CE)

D'après les résultats du tableau (01), les valeurs moyennes de la conductivité électrique s'échelonnent entre  $400.4 \pm 0.21$   $\mu\text{S/cm}$  au niveau de la station (St 03) à  $618.3 \pm 1.52$   $\mu\text{S/cm}$  au niveau de la station (St 01).

L'étude de la figure (04<sub>c</sub>) révèle que la variation entre les valeurs moyennes de la conductivité électrique au niveau de trois stations n'est pas négligeable, elle varie significativement d'une station à l'autre. Ceci est confirmé par l'analyse de la variance qui révèle un effet station très significatif ( $F=1637.7$  ;  $p < 0.001$ ) (annexe 01).

Selon [Rodier \(2005\)](#), des valeurs de la conductivité électrique supérieures à 1500  $\mu\text{S/cm}$  fait considérer d'une eau comme difficilement utilisable dans les zones irriguées. Ce qui n'est pas le cas pour nos stations. En effet, ceci peut être expliqué probablement par le fait d'une lente minéralisation de la matière organique (cas des stations St 02 et St 03).

Cependant, l'augmentation de la conductivité électrique au niveau de la première station (St 01), c'est-à-dire celle localisée dans la portion rocheuse de l'oued, et due sans doute à la minéralisation rapide de ces roches de nature calcaire le plus souvent.

### 1.4. L'oxygène dissous (OD)

D'après les résultats obtenus (tableau 01), les valeurs moyennes enregistrées de l'oxygène dissous varient de  $07.32 \pm 0.07$  mg/l au niveau de la première station (St 01) à  $7.68 \pm 0.13$  mg/l au niveau de la troisième station (St 03). L'examen de la figure (04<sub>d</sub>) montre une importante variation spatiale, ce qui se traduit par l'analyse de la variance par un effet station très significatif ( $F=13.27$  ;  $p < 0.01$ ) (annexe 02).

En effet, du fait de l'équilibre entre l'oxygène de l'air et de l'eau, plus les eaux sont superficielles et plus elles sont chargées en oxygène. Théoriquement les teneurs maximales atteintes dépassent rarement 10 mg/l ([Savary, 2003](#)).

Les teneurs moyennement élevées en oxygène dissous observées pour les trois stations sont dues à la charge organique des rejets émanant sans aucun traitement préalable de l'agglomération avoisinante à aspect rurale pour la station (St 03), les eaux ruisselées de la décharge contenant des

quantités importantes en matière organique pour la station (St 02) et les débris végétaux de feuilles mortes tombantes sur la surface de l'eau pour la station (St 01). Une telle situation favorise une activité bactérienne importante utilisant cet élément dans la décomposition de la matière organique. Ce qui se traduit par la suite par une consommation excessive de cet élément suite à la demande biologique importante de ce dernier (Chippaux *et al.*, 2002).

### 1.5. La demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

L'analyse des eaux de l'Oued Amsal (tableau 01) montre que les valeurs moyennes de la DBO<sub>5</sub>, obtenues pour les trois stations augmentent d'amont en aval. Ces valeurs sont de 03.2 ± 0.10 mg/l pour la première station (St 01), 5.23 ± 0.15 mg/l pour la deuxième station (St 02) et de 7.53 ± 0.40 mg/l pour la troisième station (St 03) (fig. 04<sub>e</sub>). En effet, cette variation spatiale est fortement manifestée, et l'analyse de la variance révèle un effet station très significatif ( $F=215.10$  ;  $p < 0.001$ ) (annexe 02).

Il est recommandé pour que la biodégradabilité de la matière organique s'effectue dans les meilleures conditions, que le milieu renferme une quantité d'oxygène dissous suffisante. Ceci est très bien illustré dans nos résultats (tableau 01), car nous constatons que la valeur de la DBO<sub>5</sub> augmente avec la l'augmentation de celle de l'oxygène dissous, on allant d'amont en aval ( $r=0.82$  ;  $p < 0.01$ ), en aval les fortes valeurs sont dues aux débris végétaux et aux rejets organique de la décharge pour la station (St 02) et aux rejets urbains pour la station (St 03), alors qu'en amont, les faibles teneurs en DBO<sub>5</sub> sont favorisées par l'action de la faible activité bactérienne due à la présence de faibles quantités de matière organique sous forme de feuilles mortes (Martin *et al.*, 1976).

**Tableau 02.** Matrice de corrélation globale.

	<i>T</i>	<i>Ph</i>	<i>CE</i>	<i>OD</i>	<i>NO<sub>3</sub></i>	<i>NO<sub>2</sub></i>	<i>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></i>	<i>DBO<sub>5</sub></i>	<i>DCO</i>
<i>T</i>	1.00	Ns	ns	ns	ns	ns	Ns	0.95***	ns
<i>pH</i>		1.00	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns
<i>CE</i>			1.00	ns	ns	ns	Ns	ns	ns
<i>OD</i>				1.00	ns	ns	Ns	0.82**	ns
<i>NO<sub>3</sub></i>					1.00	-0.45*	Ns	ns	ns
<i>NO<sub>2</sub></i>						1.00	Ns	ns	ns
<i>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></i>							1.00	ns	ns
<i>DBO<sub>5</sub></i>								1.00	0.94***
<i>DCO</i>									1.00

ns : non significative ; \* : signification <0.05 ; \*\* : signification <0.01 ; \*\*\* : signification <0.001

En théorie, il existe une très bonne corrélation entre la température et la valeur de la DBO<sub>5</sub> ( $r= 0.95$  ;  $p < 0.001$ ), l'augmentation de la DBO<sub>5</sub> est fortement liée à celle de la température.

L'activité bactérienne est tributaire des variations saisonnières, plus la température est élevée, plus cette activité est remarquable (Rodier 2005).

Ceci est très bien élucidé dans nos résultats, on constate que la valeur de la DBO<sub>5</sub> augmente avec l'augmentation de la température, en allant d'amont en aval, cette dernière accélère et stimule les réactions biochimiques de dégradation de la matière organique.

L'augmentation des teneurs en DBO<sub>5</sub> peut être aussi expliquée par l'instauration des conditions de dégradation de la matière organique par les microorganismes dont l'activité s'intensifie avec la diminution de la vitesse d'écoulement (Bulard, 2005).

### 1.6. La demande chimique en oxygène (DCO)

L'analyse des eaux de l'Oued Amsal révèle que les valeurs moyennes de la demande chimique en oxygène, obtenues pour les trois stations (St 01), (St 02) et (St 03) augmente d'amont en aval. Elles passent de  $10.16 \pm 0.3$  mg/l pour la première station (St 01),  $17.16 \pm 0.4$  mg/l pour la deuxième station (St 02) et  $19.4 \pm 0.4$  mg/l pour la troisième station (St 03) (fig. 04f). En effet, l'analyse de la variance fait ressortir un effet station très significatif ( $F=447.5$  ;  $p < 0.001$ ) (annexe 02).

Les résultats de la DCO sont supérieurs à ceux de la DBO<sub>5</sub>, ce qui nous renseigne sur la qualité très bonne de ces eaux qui contiennent cependant des substances chimiques non biodégradables (Gaid, 1984).

Les matières organiques peu ou pas dégradables au cours du test de la DBO<sub>5</sub> subissent une oxydation chimique au cours du test de la DCO (Gérard, 1996). Ceci est vérifié en constatant la matrice de corrélation globale (Tableau 02), qui révèle l'existence d'une bonne corrélation entre les deux paramètres ( $r=0,94$  ;  $p < 0,001$ ).

### 1.7. Les nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

D'après les résultats obtenus (tableau 01), les valeurs moyennes des nitrates augmentent d'amont en aval. Elles passent de  $3.92 \pm 0.98$  mg/l au niveau de la station (St 01) à  $7.52 \pm 1.58$  mg/l au niveau de la station (St 03).

Cependant, l'examen de la figure (04g) montre une variabilité spatiale importante, cette situation était confirmée par l'analyse de la variance qui révèle un effet station très significatif ( $F=7.57$  ;  $p < 0.05$ ) (annexe 02).

Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux proviennent en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Leurs concentrations naturelles ne dépassent pas 3 mg/l dans les eaux superficielles, ce qui ne pas le cas pour nos stations. La nature

des zones de drainage joue donc un rôle essentiel dans leur présence et l'activité humaine accélère le processus d'enrichissement des eaux en nitrates (Rejsek, 2002).

En effet, cette augmentation des teneurs en nitrates dans notre zone d'étude a deux origines principales:

- La présence d'une décharge sauvage mitoyenne le cours d'eau au niveau de la station (St 02) sur un terrain accidenté favorise le lessivage de cette dernière constituant ainsi une source de l'apport en nitrates dans le milieu naturel (Rejsek, 2002).
- Assainissement: l'exploitation des systèmes d'assainissement correspond essentiellement aux nettoyages ménagers et la vidange des fosses septiques (Valiron, 1991), surtout pour la station (St 03) qui ont un aspect rural.

### 1.8. Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

D'après les résultats du tableau (01), les teneurs moyennes des nitrites dans les eaux de l'Oued Amsal, montrent une légère variation spatiale de ces dernières. Elles oscillent entre  $0.013 \pm 0.005$  mg/l dans la première station (St 01),  $0.023 \pm 0.005$  mg /l dans la deuxième station (St 02) et de  $0.025 \pm 0.01$  mg /l dans la troisième station (St 03). Cependant, l'examen de la figure (04<sub>h</sub>) et l'analyse de la variance ne révèlent aucun effet station significatif (annexe 02).

La présence de nitrites d'origine naturelle est très rare. Ils sont répandus dans le sol, les eaux et les plantes mais en quantités relativement faibles. Dans les eaux de surface, leur teneur est en général inférieur à 1 mg/l (Rejsek, 2002). L'ion nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) s'oxyde facilement en ion nitrate (Hébert et Légaré, 2000), ce qui explique la corrélation négative et significative ( $r=-0.45$  ;  $p<0.05$ ) entre les deux ions (tableau 02), c'est la raison pour laquelle les nitrites se trouvent en concentrations faibles dans les eaux de l'Oued Amsal.

### 1.9. Les orthophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Les résultats du tableau (01) révèlent que les teneurs moyennes en orthophosphates varient entre  $0.08 \pm 0.002$  mg/l enregistrées au niveau de la station (St 01) à  $0.074 \pm 0.004$  mg/l au niveau de la station (St 02) alors que la station (St 03) manifeste une teneur moyenne de l'ordre de  $0.075 \pm 0.002$  mg/l. Cette répartition spatiale des teneurs moyennes en cet élément (fig. 04<sub>i</sub>) n'était pas vérifiée par l'analyse de la variance qui ne révèle aucun effet station significatif (annexe 02).

D'après Rodier (2005), des teneurs en orthophosphates supérieures à 0,5 mg/l doivent constituer un indice de pollution des eaux de surface.

Les résultats de notre étude révèlent que les concentrations en orthophosphates restent toujours inférieures à cette valeur dans la totalité des stations.

Cependant, selon [Martin \(1980\)](#), les agents atmosphériques, vents et pluies, représentent aussi des sources de phosphates.

### 1.10. Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

L'évolution de l'Ammonium au niveau des eaux de l'oued Amsal montre une faible répartition spatiale. La station amont de l'oued (St01) présente la valeur la plus élevée 2.5±0.1 mg/l, tandis que la station (St2) présente la valeur la intermédiaire 2.3±0.1 mg/l. la valeur plus faible et celle enregistrée au niveau de la station (St3), elle est de l'ordre de 2.1±0.1 mg/l.

En effet, l'examen de la figure (04j) montre une faible variation spatiale en cet élément, ce qui est confirmé par l'analyse de la variance qui ne reflète aucun effet station (annexe02).

L'azote ammoniacal des eaux superficielles peut avoir pour origine la matière végétale des cours d'eau, la matière organique animale ou humaine (l'homme élimine 15 à 30 g d'urée par jour) ([Rodier, 2005](#)). Ce qui explique les teneurs relativement élevées obtenues dans les stations (St02) et (St01) marquées par la présence d'une décharge sauvage à ciel ouvert à proximité de la première, et une agglomération d'habitation à aspect rurale à proximité de la seconde.

## 2. Indice de Pollution Organique (IPO)

Le principe est de répartir les valeurs des éléments polluants en 5 classes, puis de déterminer, à partir de ses propres mesures, le numéro de classe correspondant pour chaque paramètre puis d'en faire la moyenne. Les éléments à retenir pour le calcul de cet indice sont : DBO<sub>5</sub>, Ammonium, nitrites et orthophosphates (tab. 03).

**Table 03.** Classes de la pollution organique ([Leclercq et Maquet, 1987](#)).

Paramètres Classes	BOD <sub>5</sub> mg-O <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup>	Ammonium mg-N.L <sup>-1</sup>	Nitrites (µg-N.L <sup>-1</sup> )	Orthophosphate (µg-N.L <sup>-1</sup> )
1	<02	<0.1	<05	15
2	2.1-05	0.1-0.9	06-10	16-75
3	5.1-10	1.0-2.4	11-50	76-250
4	10.1-15	2.5-6.0	50-150	251-900
5	>15	>6.0	>150	>900

IPO = moyenne des numéros de classes des 4 paramètres:

- 5.0-4.6: Pollution organique nulle
- 4.5-4.0: Pollution organique faible

- 3.9-3.0: Pollution organique modérée
- 2.9-2.0: Pollution organique forte
- 1.9-1.0: Pollution organique très forte.

### **Exemple de calcul**

Si l'analyse a donné les résultats suivants :

DBO<sub>5</sub> : 7 mg-O<sub>2</sub>/l classe 3

Ammonium : 0,8 mg-N /l classe 4

Nitrites : 75 µg-N/l classe 2

orthophosphates : 265 µg-P/l classe 2 !

IPO =  $3 + 2 + 4 + 4 / 4 = 3.25$  : **pollution organique modérée**

Dans notre étude, le calcul de l'indice de pollution organique pour les trois stations localisées le long de l'oued Amsal à déboucher sur les résultats récapitulés dans le tableau (04).

**Table 04.** Qualité de l'eau de l'oued Amsal selon l'indice de pollution organique (IPO).

Stations	IPO	Qualité de l'eau
St01	<b>03</b>	Pollution organique modérée
St02	<b>2.5</b>	Pollution organique forte
St03	<b>2.5</b>	Pollution organique forte

La valeur élevée (IPO=3) enregistrée au niveau de la station (St01) située en amont de l'oued, dans une zone quasiment végétalisée et loin de tout apports anthropiques, témoigne d'une pollution organique modérée, dont la source probable sera sans aucun doute les déjections animales (capricornes et bovins) et les débris végétaux (chute des feuilles) (Fisher *et al.*, 2000).

En zone rurale (St 03), caractérisée par une couverture urbaine plus ou moins faible en présence de vieilles maisons isolées et à vocation agricole limité, les fosses septiques sont considérées comme un moyen efficace de traitement des eaux usées, ces dernières avec l'apport des déchets domestiques constituent les sources primordiales de la pollution organique des eaux. En effet, l'IPO calculé pour les eaux de cette station (=2.5) lui attribué une classe de pollution organique forte. En effet, de nombreux travaux ont montré la relation très étroite entre la qualité des eaux de surface et l'aspect rural de certaine zones au sud de l'Angleterre (Withers *et al.*, 2011 ; Kay *et al.*, 2012).

Pour les eaux de la station (St02) située à proximité de la décharge sauvage de la commune de Ziama Mensouriah et reçoit la majorité des eaux de lessivage de cette dernière, le calcul de

l'indice de pollution organique (IPO=2.5) révèle que les eaux de cette station sont caractérisées par une pollution organique forte, comme celles de la deuxième station. C'est la matière organique dissoute de la décharge sauvage qui semble être l'origine de cette pollution organique forte. De tels résultats sont similaires à ceux de (Fekhaoui et Pattee, 1993) qui ont montré que la décharge sauvage de la commune de Fès au Maroc constitue la première source de contamination des eaux de l'oued Sebou par les eaux de ruissèlement de cette décharge.

## *Conclusion générale*



## Conclusion

L'évaluation de la qualité des eaux de surface de l'oued Amsal par le biais de l'indice de pollution organique (IPO) nous a permis d'estimer le degré de pollution de ces eaux par les différents éléments chimiques intervenant dans le calcul de cet indice, en particulier : les nitrites, les orthophosphates, la demande biologique en oxygène et l'ammonium. Pour appuyer cette étude, d'autres paramètres physico-chimiques ont été étudiés tels que ; le pH, la température, la conductivité électrique, l'oxygène dissous, la demande chimique en oxygène et les nitrates.

- ✓ La température de l'eau est fonction de celle de l'air, de la situation géographique, du couvert végétal et l'heure de prélèvement.
- ✓ Le pH de l'eau est de tendance alcaline, du fait de la nature calcaire du substrat.
- ✓ La conductivité électrique de l'eau est faible le long de la zone d'étude, elle peut être expliquée par une lente minéralisation de la matière organique.
- ✓ L'oxygène dissous de l'eau augmente d'amont en aval, reflète la forte charge organique, favorisant le phénomène de la minéralisation et de la dégradation.
- ✓ La DBO<sub>5</sub> augmente avec celle de l'oxygène dissous, on allant d'amont en aval et dans le même sens que celle de la DCO.
- ✓ Les nitrites se retrouvent rarement en concentration importante dans les eaux de l'Oued probablement à cause de leurs oxydations en nitrates.
- ✓ Les nitrates, ont des valeurs élevées, d'origine principalement des travaux d'assainissement (nettoyages ménagers et la vidange des fosses septiques) ainsi que des les eaux de ruissèlement en provenance de la décharge.
- ✓ Les orthophosphates quant à eux connaissent de faibles variations spatiales et leur origine peut être expliquée par la situation géographique des stations étudiées.
- ✓ L'ammonium dans notre zone d'étude peut avoir pour origine la matière végétale des cours d'eau ainsi que la matière organique animale.

Le calcul de l'indice de pollution organique pour les trois stations révèle une pollution organique modérée pour les eaux de la station (01) (IPO=3) et une pollution organique forte pour les eaux des stations (02) et (03) avec un IPO=2.5 pour chacune d'elles.

A partir de ces analyses, nous pouvons dire que la qualité des eaux de surface de l'Oued Amsal nécessite un traitement préalable avant toute opération d'usage.

***Références  
bibliographiques***

1. **Berment R., Vuichard R., (1973)** - les paramètres de la qualité des eaux, la documentation française, 173p.
2. **Brémond R. et Perrodon C., (1979)** - Paramètres de la qualité des eaux, Ministère de l'environnement et cadre de vie. 2ème ed : 259 p.
3. **Bulard M., (2005)** - l'eau source de vie, source de conflits, press Universitaire des rennes, France, ISBN2-7535-0241-2, 284p.
4. **Chapman., Kimstch V., (1996)** - Selection of water quality variables, Water quality assessments : a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2nd ed. E and FN Spon, London, 59-126p.
5. **Chipaux V., peltre M., thiabaut G., (2002)** – bioindicateurs. et diagnostique des systèmes écologiques , Bulletin d'écologie, 125-307p.
6. **Claude, F., Christianne, F., Paul M., Jean, D. (1998).** Ecologie : Approche scientifique et pratique, 4ème Edition, Lavoisier TEC and DOC, Paris.
7. **Claude C ., Arnaud G (2003)** - analyse des eaux ellipsesz édition marketing S.A 2003 ; paris ,92-95p, ISBN 978-2-7298-83478.
8. **Dobbs A.J.,and Zabel T.F.,(1994)** - Water quality control. *In Rivers Handbook. Hydrological and ecological principals. Edit. P. Calaw and Geffrey E. Petts, Vol. II, 321-336.*
9. **EL Blidi S., Fekhaoui M., (2003)** - Hydrologie et dynamique marégraphique de l'estuaire du Sebou (Gharb, Maroc). Bull. Inst. Sci., 25 : 57–65.
10. **Ezzaouaq M. (1991)** - Caractérisation hydrodynamique, physico-chimique et bactériologique des eaux superficielles de l'estuaire du Bouregreg (Maroc) soumis aux rejets des villes de Rabat-Salé, Thèse D.E.S. Fac. Sci. Rabat, 140p.
11. **Fekhaoui M., Pattee E., (1993)** - Impact de la décharge de la ville de Fés sur l'oued Sebou : étude physico-chimique. Bull. Ins.Sci.( Rabat), 17, 1-12.

- 12. Fisher, D.S., Steiner, J.L., Endale, D.M. and Stuedemann, J.A., Schomberg, H.H., Franzluebbers, A.J. & Wilkinson, S.R., (2000)** - The relationship of land use practices to surface water quality in the Upper Oconee Watershed of Georgia, *Forest Ecol, Manage.*, 128, 39-48.
- 13. Gaid A., (1984)** - Epuration biologique des eaux usées urbaines, Tome 1. O P U. Alger, 261p.
- 14. Gaujous D., (1995)** - La pollution des milieux aquatiques. Aide mémoire. Ed. *Technique et Documentation, Lavoisier*, Paris.16, 220p.
- 15. Gérard G., (1999)** - l'eau usages et polluants, tome II, Institut National de la Recherche Agronomique INRA, Paris, ISBN 2-7380-0854-2, 195-202p.
- 16. Hébert S., Légaré S., (2000)** - suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau, direction de suivie de l'état de l'environnement, ministère de l'environnement, envirodoq n° ENV-2001-0141, rapport n° QE-123, 24p.
- 17. Henniche S.,(2014).**.,Evaluation des teneurs actuelle en ETM (Zn et Cd) des sols et des végétation spontanée de décharge sauvage de ziamansouriah,Mémoire de Mester Acadimique , Université de Jijel,31p.
- 18. Himmi N., Fekhaoui M., Foutlane A., Bourchic H., Elmmaroufy M., Benzout T., Hasnaoui M., (2003)** - Relazione plankton-parametri fisici chimici in un bacino dimaturazione (laguna mista Beni Slimane – Morocco. Rivista Di Idrobiologia. Universitadegli studi diperugia, Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia laboratorio DiIdrobiologia “G.B. Grassi”, 110–111p.
- 19. Khoubache I., Laouane N., (2006)** - Etude de la pollution organique des eaux de l'oued Kbir (w.Jijel).Mémoire d'ingénieur d'état, Université de Jijel, 46p.
- 20. Leclercq, L., Maquet, B., (1987)** - Deux nouveaux indices chimique et diatomique de qualité d'eau courante. Application au Samson et à ses affluents

(Bassin de la Meuse belge). Comparaison avec d'autres indices chimiques, biocénétiques et diatomiques. Inst. Roy. Sc. Nat. Belg., 38, 113 p.

**21. Leynaud G. (1968)** - Les pollutions thermiques, influence de la température sur la vie aquatique. B.T.I. Ministère de l'agriculture, 224-881p.

**22. Martin J.M., Meybeck M., Tomas A.J., (1976)** – pollution des estuaries CNEXO, rapport scientifique et technique N° 22, 250p.

**23. Martin J.M., (1980)** - Cycle des éléments chimiques dans les estuaires. Océanis 5 (fax.hors série) : 517-520.

**24. Mullis R.M., Revitt D.M., Shutes R.B.E., (1997)** - The impacts of discharges from two combined sewer overflows on the water quality of an urban watercourse. Water Sci. Technol., 36, 195-199p.

**25. Petelon J.L., Zysman K., (1998)** - le guide des analyses de l'eau potable, la lettre du cadre territorial, ISBN 2-84130-247-4 781-85 ,105-117p.

**26. Ramade F., (1998)** - dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau Ediscience international, Paris, ISBN 2-84074-152-0, 516-517p.

**27. Ramade F., (2003)** - Elément d'écologie : écologie fondamentale, Ediscience international, DUNOD , Paris, ISBN 2-100068377, 99p.

**28. Ramade F., (2005)** - Elément d'écologie : écologie appliquée, 6<sup>e</sup> édition, Dunod, Paris, ISBN 2-10-006838-5, 62p.

**29. Ramade F., (2002)** - encyclopédique de l'écologie et de science de l'environnement 2<sup>e</sup> édition, France, 129, 166, 392p.

**30. Ramade F., (2000)** - Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et de science de l'environnement, 2<sup>e</sup> édition, DUNOD, Paris, 651p.

**31. Rodier J., (2005)** - l'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8<sup>e</sup> éd, Dunod, Paris, ISBN 2-100496360 , 66-67, 968-1078p.

**32. Rodolph P., (1990)** - Le grand livre de l'eau, la manufacture, Cité des sciences. Paris, 160-370p.

- 33. Rejesk, F., (2002)** - Analyses des eaux ,Aspects réglementaire et techniques le centre régionale des documentation pédagogique d'aquitaine,ISBN 2-86617-420-8,63-361p.
- 34. Savery P., (2003)** - guide de l'analyse de la qualité de l'eau, Ed Tchni. Cités, ISBN 2-84866-012-0.
- 35. Villain M., (1989)** - La production végétale. Vol 2: la maitrise de technique de la production. ED. Lavoisier (ed.J. Bailliére).Paris- France.
- 36. Valiron F., (1991)** - Gestion des eaux .Goût et prix de l'alimentation en eau et de l'assainissement, Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, ISBN 2-85978-157-9 ,157p.
- 37. W.H.O (OMS), (1987)** - Global pollution and health results of related environmental monitoring. Global Environment Monitoring system, WHO, UNEP.
- 38. Withers, P.J.A., Jarvie, HP. and Stoate, C., (2011)** - Quantifying the impact of septic tank systems on eutrophication risk in rural headwaters. Environ. Int., 37, 644-653.

# ***Annexes***



# Annexe 01

E .P Algérienne des Eaux A.D.E.

Zone de Constantine

Direction Exploitation et Maintenance

## DOSAGE DES NITRITES NO<sub>2</sub><sup>-</sup>

Rodier 7<sup>e</sup> Ed

### Principe :

En milieu acide les nitrites provoquent la diazotation de l' amino-4benzènesulfonamide qui en copulation avec le dichlorure de N-(naphtyl-1) diamino-1,2 éthane et donne un complexe coloré pourpre susceptible d'un dosage spectrophotométrique à la longueur d'onde 543 nm.

### Réactif Mixte :

- Acide phosphorique..... 100 ml.
- Sulfanilamide.....40 g.
- N-1- Naphtyl éthylène diamine.....2 g.
- Eau distillée .....q.s.p 1000 ml.

### Appareillage :

Spectrophotomètre U.V visible.

### Mode opératoire :

- Prendre 50 ml d'eau à analyser
- Ajouter 1 ml du réactif mixte.

L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO<sub>2</sub><sup>-</sup> à  $\lambda = 543$  nm.

### Gamme d'étalonnage :

**Préparation de la solution mère étalon :** 0.1 g/l de NO<sub>2</sub>

- A partir du nitrite de sodium (NaNO<sub>2</sub>), dissoudre 0.492 g de NaNO<sub>2</sub> préalablement séché 2 h à 105 °C dans 1000 ml d'eau distillée pour avoir 100 mg/l de NO<sub>2</sub>. Cette solution est stable pendant 1 mois à l'obscurité et à 4° C.

### **Solution fille à 1 mg/l :**

Prendre 1 ml de la solution mère à 100 mg/l et ramener à 1000 ml d'eau distillée.

Solution fille 1 mg/l (ml)	0	1	2	5	20	40
Eau distillée (ml)	50	49	48	45	30	10
Réactif mixte (ml)	1	1	1	1	1	1
Attendre 10 mn						
[NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ] en mg/l	0	0,02	0,04	0,1	0,4	0,8

Effectuer la lecture à 543 nm.

**DOSAGE DES NITRATES NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**  
**Méthode au salicylate de sodium**

Rodier 7<sup>e</sup> Ed**Principe :**

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

**Réactifs :**

Solution de salicylate de sodium à 0.5 % (à renouveler toutes les 24 h).

- 0,5 g de salicylate de sodium dans 1000 ml d'eau distillée.

Acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré, d=1.84.

Solution d'hydroxyde de sodium NaOH 30 %.

- 30 g de NaOH dans 1000 ml d'eau distillée.

Solution de Tartrate double de sodium et de potassium.

- Hydroxyde de sodium NaOH.....400 g.
- Tartrate de sodium et de potassium ..... 60 g.
- Eau distillée.....qsp 1000 ml.

Cette solution doit être conservée dans un flacon de polyéthylène.

Solution mère d'azote d'origine nitrique à 1000 mg/l.

- Nitrate de potassium anhydre ..... 0.722 g.
- Eau distillée.....1000 ml.
- Chloroforme (pour conserver).....1 ml.

Solution fille d'azote d'origine nitrique à 5 mg/l.

- 5 ml de la solution mère dans 1000 ml d'eau distillée.

**Matériels :**

Capsules d'évaporation de 60 ml, pipettes de 1, 2, 10 et 15 ml.

**Appareillage :**

Etuve ou bain marie.

Spectrophotomètre U.V- visible.

**Mode opératoire :**

Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.

Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %.

Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.

Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve entre 75 et 88° C.

(ne pas surchauffer ni chauffer très longtemps) laisser refroidir.

Reprendre le résidu avec 2 ml d' H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, laisser reposer 10 mn.

Ajouter 15 ml d'eau distillée.

Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre à 420 nm.

**Courbe d'étalonnage :**

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

- Evaporer à sec à l'étuve 75 à 88° C et poursuivre de la même manière que pour l'échantillon à analyser.

N° de capsule	B	I	II	III	IV
Solution étalon 5 mg/l	0	1	2	5	10
Eau distillée	10	9	8	5	0
Solution de salicylate de sodium	1	1	1	1	1
Correspondance en mg/l d'azote nitrique	0	0,5	1	2,5	5

**Expression des résultats :**

Le résultat est donné directement en mg/l d'azote nitrique, pour obtenir la teneur en nitrates NO<sub>3</sub><sup>-</sup> multiplier le résultat par 4,43.

**Détermination de l'azote ammoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)**

Méthode ISO N°7150

**Principe :** Mesure spectrométrique du composé coloré formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium qui forme un complexe vert dont l'absorbance est proportionnelle à la concentration d'azote ammoniacal vers 655 nm.

**Réactifs:****Réactif I :**

- Acide dichloroisocyanurique.....2 g.
- Hydroxyde de sodium (NaOH).....32 g.
- Eau distillée.....q.s.p 1000 ml.

**Réactif II (coloré) :**

- Tricarbonate de sodium.....130 g.
- Salicylate de sodium.....130 g.
- Nitroprussiate de sodium.....0,97 g.
- Eau distillée.....q.s.p 1000 ml.

Conservées dans des flacons en verre brun, les deux solutions sont stables pendant 2 semaines.

**Préparation de la solution mère étalon : 1 g/l de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> stable 1 mois****A partir du chlorure d'ammonium**

- Chlorure d'ammonium.....2,970 g.
- Eau distillée.....q.s.p 1000 ml.

**A partir du sulfate d'ammonium**

- Sulfates d'ammonium.....4,717 g.
- Eau distillée.....q.s.p 1000 ml.

**Préparation de la solution fille à 1 mg/l**

Prendre 1 ml de la solution mère à 1 g/l et ramener à 1000 ml d'eau distillée.

**Gamme d'étalonnage :**

Solution fille 1 mg/l (ml)	0	1	2,5	5	25	40
Eau distillée (ml)	50	49	47,5	45	25	10
Réactif I (ml)	4	4	4	4	4	4
Réactif II (ml)	4	4	4	4	4	4
<b>Attendre 1h 30</b>						
[NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ] en mg/l	0	0,02	0,05	0,1	0,5	0,8

Effectuer la lecture à 655 nm.

**Mode opératoire :**

- Prendre 40 ml d'eau à analyser contenant jusqu'à 1 mg/l NH<sub>4</sub><sup>+</sup>
- Ajouter 4 ml du réactif I
- Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec H<sub>2</sub>O distillée et attendre 1h 30.

\* L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

Si on soupçonne une eau plus chargée, procéder aux dilutions conséquentes sur l'échantillon.

**Expression des résultats :**

Le résultat est donné directement en mg/l de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

**DETERMINATION DES PHOSPHATES ( $\text{PO}_4^{3-}$ )**

ISO N° 6878

**Principe :**

En milieu acide les orthophosphates réagissent avec les ions de molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium pour former un complexe d'antimonyl-phosphate puis sa réduction par l'acide ascorbique en un complexe de molybdène bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm.

**Appareils :** Spectrophotomètre UV. Visible.

**Réactif Mixte :**

- |                                  |         |          |
|----------------------------------|---------|----------|
| - Heptamolybdate d'ammonium..... | 13 g.   | <b>A</b> |
| - Eau distillée.....             | 100 ml. |          |
| - Tartrate d'antimoine.....      | 0,35 g. | <b>B</b> |
| - Eau distillée.....             | 100 ml. |          |
| - Acide sulfurique pur .....     | 150 ml. | <b>C</b> |
| - Eau distillée.....             | 150 ml. |          |

Effectuer le mélange dans l'ordre (A + B) + C et compléter à 500 ml d'eau distillée.

Acide ascorbique à 10 % :

- Acide ascorbique.....10g.
- Eau distillée.....100 ml.

Solution mère d'orthophosphates à 50 mg/l  $\text{PO}_4^{3-}$ :

A partir de  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  di potassium hydrogène-phosphates préalablement séché pendant 2h à 105°C

- $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ..... 0,281 g.
- Eau distillée..... 1000 ml.
- $\text{H}_2\text{SO}_4$  4.5 N..... 10 ml.

A partir de solution d'acide sulfurique 9 mol/l, prélever un volume de cette solution et diluer à 50 %.

Solution fille à 2 mg/l  $\text{PO}_4^{3-}$

20 ml de la solution à 50 mg/l dans une fiole de 500 ml et compléter au volume par de l'eau distillée.

**Gamme d'étalonnage :**

N° de fiole	0	1	2	3	4	5
Solution fille à 2 mg/l (ml)	0	0,3	0,6	1,2	2,4	4,8
q.s.p 40 ml eau distillée	40	40	40	40	40	40
[P]	0,0	0,015	0,03	0,06	0,12	0,24
$[\text{PO}_4^{3-}]$	0,0	0,0459	0,0918	0,1836	0,3672	0,7340
Acide ascorbique (ml)	1	1	1	1	1	1
Réactif mélangé (ml)	2	2	2	2	2	2
Attendre 10 mn						

**Mode opératoire :**

- 40 ml d'eau à analyser ;
- 1 ml acide ascorbique ;
- 2 ml du réactif mixte.

Attendre 10 mn pour le développement de la couleur, puis effectuer la lecture à  $\lambda = 700$  ou 880 nm.

## Annexe 02

### 1. Tests statistiques (paramètres physico-chimiques)

One-Way ANOVA on columns selected between Col(pH1) -> Col(pH3):

Data	Mean	Variance	N
pH1	8,44333	0,00123	3
pH2	8,6	0,01	3
pH3	8,63667	0,00323	3

F = 6,55991

p = 0,0309

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

One-Way ANOVA on columns selected between Col(CE1) -> Col(CE3):

Data	Mean	Variance	N
CE1	612,8	61,92	3
CE2	500,63333	0,06333	3
CE3	400,43333	0,04333	3

F = 1637,70695

p = 6,11323E-9

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

One-Way ANOVA on columns selected between Col(T1) -> Col(T3):

Data	Mean	Variance	N
T1	13,4	0,01	3
T2	14,2	0,04	3
T3	15,1	0,06333	3

F = 62,14706

p = 9,76516E-5

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

One-Way ANOVA on columns selected between Col(OD1) -> Col(OD3):

Data	Mean	Variance	N
OD1	7,32	0,0052	3
OD2	7,39667	0,00123	3
OD3	7,68333	0,01843	3

F = 13,2748

p = 0,00626

One-Way ANOVA on columns selected between Col(DBO1) -> Col(DBO3):

Data	Mean	Variance	N
<b>DBO1</b>	3,2	0,01	3
<b>DBO2</b>	5,23333	0,02333	3
<b>DBO3</b>	7,53333	0,16333	3

F = 215,10169  
p = 2,60248E-6

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

One-Way ANOVA on columns selected between Col(DCO1) -> Col(DCO3):

Data	Mean	Variance	N
<b>DCO1</b>	10,16667	0,09333	3
<b>DCO2</b>	17,16667	0,16333	3
<b>DCO3</b>	19,4	0,21	3

F = 447,56429  
p = 2,95184E-7

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

One-Way ANOVA on columns selected between Col(NO31) -> Col(NO33):

Data	Mean	Variance	N
<b>NO3(1)</b>	3,92667	0,96143	3
<b>NO3(2)</b>	4,65	0,8203	3
<b>NO3(3)</b>	7,52	2,5123	3

F = 7,57056  
p = 0,02286

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

One-Way ANOVA on columns selected between Col(NO21) -> Col(NO23):

Data	Mean	Variance	N
<b>NO2(1)</b>	0,01333	3,33333E-5	3
<b>NO2(2)</b>	0,02367	3,03333E-5	3
<b>NO2(3)</b>	0,02167	1,01333E-4	3

F = 1,63838  
p = 0,27056

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

Data	Mean	Variance	N
<b>PT1</b>	0,08	4E-4	3
<b>PT2</b>	0,074	4E-6	3
<b>PT3</b>	0,075	4E-6	3

F = 0,22794

p = 0,80276

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

One-Way ANOVA on columns selected between Col(NH41) -> Col(NH43):

Data	Mean	Variance	N
<b>NH41</b>	2,5	0,01	3
<b>NH42</b>	2,3	0,01	3
<b>NH43</b>	2,1	0,01	3

F = 12

p = 0,08345

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





## Thème

### Evaluation de l'indice de la pollution organique d'un cours d'eau cas l'oued Amsal (Ziama Mensourahia)

#### Noms et prénoms :

ABDELMOULA Ahlam  
LECHEHEB Latifa

Date de soutenance : 17.06.2015

#### Résumé

L'oued Amsal est un cours d'eau à proximité de la commune de Ziama Mansouriah (W. de Jijel). Il est soumis dans sa partie aval à certains perturbateurs écologiques, en l'occurrence : une décharge sauvage à ciel ouvert, et des constructions illicites sans réseau d'évacuation sanitaire. Cette situation, expose les eaux de surface à une éventuelle pollution organique.

Plusieurs indices de pollution sont présents dans la littérature pour indiquer la qualité des eaux de surface. Dans cette étude, l'indice de pollution organique (IPO) été utilisé pour évaluer le niveau de pollution de l'eau de l'oued Amsal.

Les résultats de l'étude révèlent une pollution organique modérée pour les eaux de la station (01) (IPO=3) et une pollution organique forte pour les eaux des stations (02) et (03) avec un IOP=2.5 pour chacune d'elles .

**Mots clés :** Indice de pollution organique (IPO), qualité de l'eau, oued Amsal.

#### Abstract

Wadi Amsal is a river near the town of Ziama Mansouriah (W. Jijel). It is subject in its downstream part to certain environmental disruptors, namely: an uncontrolled landfill in the open, and illegal constructions without medevac network. This exposes surface waters for a possible organic pollution.

Several indicators of pollution are present in the literature to indicate the quality of surface water. In this study, the index of organic pollution (IOP) was used to assess the water pollution level of the river Amsal.

The results of the study indicate moderate organic pollution to the waters of the station (01) (IPO = 3) and strong organic pollution for water stations (02) and (03) with an OPI = 2.5 for each of them.

**Keywords:** Organic Pollution Index (OPI), water quality, river Amsal.

#### ملخص

يعتبر واد أمصال أحد الأودية المحادية لبلدية الزيامة المنصورية (ولاية جيجل). تتعرض الجهة العلوية للواد للبعض الإختلالات البيئية منها: المفرغة العمومية، التجمعات الفوضوية عديمة قنوات الصرف الصحي، ما يعرض المياه السطحية للتلوث العضوي.

مؤشر التلوث العضوي (IPO) هو احدى المؤشرات المستعملة لدراسة نوعية مياه واد أمصال. اظهرت نتائج الدراسة وجود تلوث عضوي متوسط على مستوى المحطة (01) (IPO= 3) وتلوث عضوي كبير على مستوى المحطتين (02) (03) مع مؤشر عضوي (IPO= 2.5) لكل منهما.

الكلمات المفتاحية : مؤشر التلوث العضوي (IPO) - نوعية المياه - واد أمصال.