

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

Université de Jijel

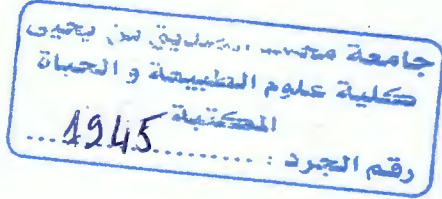
Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie

Département biologie végétale et animale

جامعة جيجل

كلية العلوم الدقيقة وعلوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا النباتية والحيوانية



Corrigé par
H. me
Benfridja L.

Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention de diplôme : Master,
Option : Toxicologie de l'environnement

Thème

**Contribution à l'appréciation de la qualité physico-chimique et
microbiologique des eaux de l'Oued Djendjen (wilaya de Jijel).**

Président : *Benfridja L.*

Examineur : *Chebab S.*

Encadreur : *Krika A.*



Préparé par:

**Amara Leila*

**Maza Khalida*

Numéro d'ordre:.....

Session:.....

Année universitaire: 2011/2012

Remerciements

Mes remerciements vont à

Mon DIEU qui a donné le courage et la force pour continuer.

Mon encadreur Monsieur KRIKA. A pour ces précieux conseils tout au long de mes études, sa contribution à l'avancement de mon mémoire et son soutien.

Nos remerciement vont également à nos enseignants qui ont contribué à notre formation, et tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Tous les membres du jury de ce mémoire, pour accepter d'y participer, et contribué à améliorer cette réflexion et stimulé celle à venir.

Tous les membres des travailleurs de l'A.D.E (Algérienne des eaux) qui nous nous ont aidés par leurs contributions et leurs collaborations ainsi que le personnel de la C.F.T (Conserverie des forêts de Taher).

Nos remercions 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.

Khalida & Leila

Sommaire

Introduction	01
--------------------	----

Partie I. Synthèse bibliographique

1-Qualité de l'eau.....	02
1-1-Définition.....	02
1-2-La grille de qualité des eaux de surface.....	02
1-3-Objectifs de qualité	03
1-4-Paramètres de surveillance de la qualité des cours d'eau.....	04
1-4-1-Les paramètres physico-chimiques des eaux de surface.....	04
1-4-1-1-Les paramètres physiques.....	04
1-4-1-1-1-La température (°C).....	04
1-4-1-1-2-Le pH	05
1-4-1-1-3-L'oxygène dissous (OD).....	05
1-4-1-1-4-La conductivité électrique (CE).....	06
1-4-1-1-5-La demande biochimique en oxygène (DBO).....	06
1-4-1-1-6-La demande chimique en oxygène (DCO).....	06
1-4-1-2-Les paramètres chimiques.....	06
1-4-1-2-1-Les nitrates (NO ₃).....	06
1-4-1-2-2-Les nitrites (NO ₂).....	07
1-4-1-2-3-Les orthophosphates (PO ₄ ³⁻).....	07
1-4-2-Les paramètres microbiologiques.....	08

1-4-2-1- Les coliformes.....	08
a-Les coliformes fécaux.....	08
b-L'Escherichia coli.....	09
c-Les coliformes totaux.....	09
1-4-2-2-Les streptocoques fécaux.....	10

Partie II. Matériel et méthodes

1- Présentation de la zone d'étude	11
1-1-Description de l'oued Djendjen.....	11
1-2-Aperçu géologique et pédologique.....	11
1-3-Aperçu climatique	12
1-4-Le couvert végétal.....	12
1-5-L'activité socio-économique.....	12
2- Justification de choix des paramètres physico-chimiques et microbiologiques.....	12
3-Analyse de l'eau.....	12
3-1-Plan d'échantillonnage.....	12
3-2-Prélèvement des eaux et mesures des paramètres physico-chimiques et microbiologiques.....	14
3-3-Les paramètres physico-chimiques.....	15
3-3-1- La température (T°C).....	15
3-3-2-Le pH.....	15
3-3-3-La conductivité électrique (CE).....	15
3-3-4-L'oxygène dissous (OD).....	16
3-3-5-La demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	16

3-3-6-La demande chimique en oxygène (DCO).....	16
3-3-7-Nitrites, Nitrates et Orthophosphates.....	16
3-4-Les paramètres microbiologiques.....	16
4-L'analyse statistique.....	17

Partie III. Résultats et discussion

1-Résultats.....	18
1-1-Les paramètres physico-chimiques	18
1-1-1-La température.....	18
1-1-2-Le pH	20
1-1-3-La conductivité électrique.....	22
1-1-4-L'oxygène dissous.....	23
1-1-5-La demande biochimique en oxygène DBO ₅	23
1-1-6-La demande chimique en oxygène DCO.....	23
1-1-7-Le rapport DCO/DBO ₅	24
1-1-8-Les nitrates.....	24
1-1-9-Les nitrites.....	25
1-1-10-Les orthophosphates.....	25
1-2-Les paramètres microbiologiques	25
1-2-1-Les coliformes fécaux.....	25
1-2-1-1-L'Escherichia coli.....	27
1-2-2-Les coliformes totaux.....	27
1-2-3-Les streptocoques fécaux.....	27

2-Discussion des résultats.....	29
2-1-La qualité physico-chimique de l'eau.....	29
2-1-1-La température	29
2-1-2-Le pH	29
2-1-3-La conductivité électrique.....	29
2-1-4-L'oxygène dissous	30
2-1-5-La demande biochimique en oxygène	30
2-1-6- La demande chimique en oxygène	31
2-1-7-Les nitrates.....	31
2-1-8-Les nitrites.....	32
2-1-9-Les orthophosphates.....	32
2-2-Qualité microbiologique de l'eau.....	33
2-2-1-Les coliformes fécaux et coliformes totaux.....	33
2-2-2-Les streptocoques fécaux.....	33
Conclusion.....	34
Recommandations.....	36
Références bibliographiques.....	37

Annexe

Liste des tableaux

Tableau I. Grille de qualité des eaux superficielles.....	3
Tableau II. Variations spatiales des paramètres physico-chimiques de l'eau.....	18
Tableau III. Calcul du rapport DCO/DBO ₅	24
Tableau IV. Résultats des coliformes fécaux dans les eaux de l'Oued Djendjen.....	25
Tableau V. Les normes de qualité microbiologique applicables aux eaux de surface.....	26
Tableau VI. Présence-absence de <i>Escherichia coli</i> dans les eaux de l'Oued Djendjen.....	27
Tableau VII. Résultats des coliformes totaux dans les eaux de l'Oued Djendjen.....	27
Tableau VIII. Résultats des Streptocoques Fécaux dans les eaux de l'Oued Djendjen.....	28
Tableau IX. Matrice de corrélation globale.....	31

Liste des figures

Figure 1. Coliformes fécaux.....	8
Figure 2. <i>Escherichia coli</i>	9
Figure 3. Coliformes totaux	9
Figure 4. Streptocoques fécaux	10
Figure 05. Localisation de la zone d'étude.....	11
Figure 06. Localisation des stations d'échantillonnage.....	13
Figure 07. Station de Tahar Ouassaf	13
Figure 08. Station d'El Ghadrouza	14
Figure 09. Station de l'embouchure de l'Oued.....	14
Figure10. Répartitions moyennes des paramètres physico-chimiques de l'eau: température (a), pH (b), conductivité électrique (c), oxygène dissous (d), DBO ₅ (e), DCO (f), nitrate (g), nitrite (h), orthophosphate (i).....	20
Figure 11. Répartition spatiale des paramètres physico-chimiques de l'eau : température (a), pH (b), conductivité électrique (c), oxygène dissous (d), DBO ₅ (e), DCO (f), nitrate (g), nitrite (h), orthophosphate (i).....	22
Figure 12. Variations moyennes des paramètres microbiologiques de l'eau: coliformes fécaux (a), coliformes totaux (b) et streptocoques fécaux (c).....	26

Introduction

L'eau doit être considérée comme élément liquide avec ces caractéristiques physico-chimiques particulières et ses multiples usages, mais également comme élément constitutif d'un milieu naturel d'un écosystème (Gérard, 1999).

La qualité physico-chimique et microbiologique des eaux est dégradée du fait que le plan d'eau est un récepteur principal de polluants, reçues essentiellement et exclusivement des activités humaines (industries, agricultures, élevage, les rejets domestiques...etc). Une mesure d'hygiène s'impose et le contrôle de ces milieux récepteurs doit être obligatoire (Amira, 2008).

La wilaya de JIJEL est connue actuellement comme l'une des régions à vocation agricole par excellence, située dans la partie Nord-Est de l'Algérie, la région est caractérisée par un réseau hydrologique superficiel assez dense représenté particulièrement par les Oueds de Djendjen, Kissir, Mencha et Nil.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail, consistant à réaliser une appréciation de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de l'Oued Djendjen utilisées dans l'irrigation des terrains agricoles avoisinant, alors que ce dernier est le récepteur des rejets domestiques, agricoles et industriels des agglomérations et des implantations de proximité.

Les paramètres analysés sont scindés en deux volets différents:

-Les paramètres physico-chimiques: la température, le pH, la conductivité électrique, l'oxygène dissous, la demande biochimique en oxygène (DBO₅), la demande chimique en oxygène (DCO), les nitrates, les nitrites et les orthophosphates.

-Les paramètres microbiologiques: les coliformes fécaux, les coliformes totaux et les streptocoques fécaux.

Notre mémoire est structuré en deux parties interdépendantes:

La première est une synthèse bibliographique, dont elle est consacrée à la qualité de l'eau (définition, grille de qualité, objectifs de qualité, paramètres de surveillance de la qualité, ...).

La seconde purement pratique, elle est subdivisée en deux parties l'une sera réservée aux matériel et méthodes qui rassemble une présentation générale de la zone d'étude, justification des choix des paramètres, enfin l'analyse de l'eau. L'autre sera consacrée aux résultats et discussion.

Le travail sera suivi d'une conclusion et des recommandations.

Partie I

Synthèse bibliographique

1-Qualité de l'eau

1-1-Définition

La qualité des eaux correspond à un ensemble de critères physico-chimiques et biologiques qui définissent leur degré de pureté et, en conséquence, leur aptitude aux divers usages alimentaires, domestiques, agricoles ou industriels (Tiercelin, 2008).

La caractérisation des changements dans la qualité des eaux de surface est un aspect important pour évaluer l'impact potentiel du point naturel ou anthropique et de sources non ponctuelles de pollution sur la santé de l'écosystème (Ying, 2005).

En fonction d'un degré croissant de pollution, les pertes d'usage concernent en premier lieu la potabilité, puis l'aptitude des eaux de rivières à permettre le développement normal de la faune (tout d'abord salmonicole et astacicole, puis dans un gradient croissant de dégradation provoquant la régression puis la disparition de l'ensemble des ressources biologiques aquatiques). Ensuite, on note l'impossibilité d'utilisation pour la baignade avec pour conséquence des pertes économiques au plan de tourisme, la perte d'usage agricole relativement à l'utilisation des eaux pour abreuver les animaux domestiques que pour l'irrigation, la perte d'usage industriel pour les industries agro-alimentaires et enfin la difficulté d'emploi des eaux pour les divers processus de fabrication tant dans les industries chimiques que métallurgiques et autres types d'activités de production (Ramade, 1998).

1-2-La grille de qualité des eaux de surface

Depuis 1971, dans l'optique de rendre lisible les résultats de l'analyse de l'eau pour le plus grand nombre d'utilisateurs et pour permettre leur transcription cartographique simple, des classes de qualité générale ont été définies par traitement statistique et définition de seuils de nuisances (tableau I).

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

1A : Qualité très bonne, absence de pollution, couleur bleue.

1B : Qualité bonne, pollution modérée, couleur verte.

2 : Qualité passable, pollution nette, couleur jaune.

3 : Qualité mauvaise, pollution importante, couleur orange,

4 : Qualité très mauvaise, pollution excessive, couleur rouge.

Ce support d'interprétation permet de situer les résultats d'analyse (une teneur en nitrate, par exemple), mais surtout d'exploiter les nombreuses données issues des réseaux de mesures (Genin et al, 2003).

Tableau I. Grille de qualité des eaux superficielles (Masson, 1982).

Code couleur	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Classe de qualité	Très bonne	bonne	passable	mauvaise	Très mauvaise
1-Matière organique et oxydable					
Oxygène dissous (mg/l O ₂)	>7	7-5	5-3	3-1	<1
DBO ₅ (mg/l O ₂)	<3	3-5	5-10	10-25	>25
DCO (mg/l O ₂)	<30	30-35	35-40	40-80	>80
2-Nitrites					
Nitrites (mg/l NO ₂)	0.03	0.3	0.5	1	>1
3-Nitrates					
Nitrates (mg/l NO ₃)	2	10	25	50	>50
4-Température					
Température (°C)	20	21-5	25	28	>30
5-Conductivité électrique (µS/cm)					
CE (µS/cm)	<400	400-1300	1300-2700	2700-3000	>3000
6-Acidification					
pH	6.5-7.5	7.5-8.5	5.5-6.5	8.5-9	<5.5 ou >9
7-Orthophosphates (mg/l)					
Orthophosphates (mg/l)	0.1	0.5	1	2	>2

1-3-Objectifs de qualité

L'établissement des objectifs de qualité repose sur deux types de démarches parallèles. L'une est politique. Elle coordonne les avis et intérêts de l'administration, des industriels, des élus locaux et de l'ensemble des usagers pour obtenir un consensus sur les objectifs de qualité à assigner au milieu naturel, selon les résultats de la seconde démarche qui est technique et qui nécessite :

- ❖ la connaissance de la qualité initiale des rivières et leurs usages ;
- ❖ savoir associer à chaque usage une liste de critères de qualité afin de satisfaire l'usage présent ou futur ;

❖ avoir une bonne connaissance des rejets et de leur évolution dans le temps, et leur assigner des valeurs maximales admissibles (**Agence de l'eau, 2005**).

Ces objectifs, qui ont un caractère réglementaire ont été pris en considération dans tous les projets d'aménagements ou dans la définition des normes de rejets à respecter pour les installations riveraines (stations d'épuration, industries, etc.) (**Genin et al., 2003**).

1-4-Paramètres de surveillance de la qualité des cours d'eau

Les mesures et analyses physico-chimiques concernent certains paramètres qui doivent être notés directement lors du prélèvement, comme la description générale de l'eau (couleur, turbidité, matériaux charriés), la teneur en oxygène dissous, la température, etc. Des analyses sont ensuite effectuées au laboratoire sur les échantillons prélevés, renseignant sur les taux d'éléments azotés et phosphorés (nitrates, phosphates, etc.), les matières organiques et oxydables, les matières solides en suspension, et différentes substances dissoutes apportées par les rejets polluants ou la nature géochimique des terrains du bassin-versant, sur les teneurs en phytoplancton, en microorganismes, en micropolluants minéraux ou organiques, en pesticides, etc.

On signalera à ce sujet que l'évolution constante des techniques analytiques, concernant aussi bien la fiabilité des mesures, la détection de concentrations très faibles, ou autorisant la recherche de nouveaux éléments ; permettent d'intégrer un nombre croissant de paramètres (notamment les micropolluants minéraux et organiques) (**Genin et al., 2003**).

1-4-1-Les paramètres physico-chimiques des eaux de surface

1-4-1-1-Les paramètres physiques

1-4-1-1-1-La température (°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 possible est compris entre -200°C et $+100^{\circ}\text{C}$ (**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 **Potelon et Zysman (1998)**; **Savary (2003)** 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.

1-4-1-1-2-Le pH

C'est une 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 l'acide est fort plus 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 les ions basiques (**Groxlaude, 1999**).

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

L'acidité d'une eau correspond à la présence d'anhydride carbonique libre, d'acides minéraux, de sels d'acides forts et de 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 pratiquée dans les 24 heures après le prélèvement qui sera conservé à 4°C (**Rodier, 2005**).

D'après plusieurs auteurs **Potelon et Zysman, (1998)** ; **Savary, (2003)** 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**).

1-4-1-1-3-L'oxygène dissous (OD)

C'est la quantité d'oxygène présente dans l'eau à l'état dissous. Celle-ci est toujours faible de sorte que la teneur en oxygène dissous constitue dans les écosystèmes limniques et marins un facteur limitant. La concentration de l'oxygène dissous dans une eau naturelle dépend de plusieurs facteurs écologiques abiotiques : 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 matières organiques fermentescibles (DBO) (**Ramade, 2002**).

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. Les teneurs maximales atteintes dépassent rarement 10mg/l (**Potelon et Zysman, 1998**; **Savary, 2003**).

1-4-1-1-4-La conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm (Rodier, 2005). Elle s'exprime en siemens par mètre et elle est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en ohm par mètre. Elle dépend de la nature des ions dissous et de leurs concentrations. La température et la viscosité influent également sur la conductivité car la mobilité des ions augmentent avec l'augmentation de la température et diminuent 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 manières : la résistivité ou son inverse, la conductivité (Rodier, 2005).

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

1-4-1-1-5-La demande biochimique en oxygène (DBO)

C'est la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par les micro-organismes de la matière organique biodégradable contenue dans l'eau (Groxlau, 1999). La DBO s'exprime en milligramme par jour et par habitant. On la mesure dans les tests normalisés après 5 jours d'oxydation des matières organiques, d'où le terme DBO₅ (Ramade, 2000).

1-4-1-1-6- La demande chimique en oxygène (DCO)

Désigne la quantité d'oxygène exprimée en mg/l nécessaire pour oxyder les substances organiques à la fois non biodégradables et biodégradables présentes dans les eaux naturelles ou polluées. Elle se mesure par oxydation de l'échantillon au bicarbonate de potassium porté entre 140°C et 150°C pendant 2 heures. Comme cette réaction est perturbée par les chlorures à partir d'une concentration en chlore de l'ordre de 3mg/l ainsi que par les autres halogénures, elle ne peut être appliquée aux eaux marines (Groxlau, 1999; Ramade, 2000).

1-4-1-2-Les paramètres chimiques

1-4-1-2-1-Les nitrates (NO₃)

Les nitrates sont des éléments minéraux nutritifs tant pour les organismes autotrophes terrestres 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 où 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 (**Potelon et Zysman, 1998; Savary, 2003**).

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 organiques, eaux usées, déjections animales diverses...) (**Groxlaude, 1999**).

1-4-1-2-2-Les nitrites (NO₂)

Les nitrites se forment lorsque les conditions sont réductrices. Ce sont des molécules intermédiaires qui apparaissent dans les sédiments et les eaux lors de la dénitrification sous l'action de bactéries telles les *Pseudomonas denitrificans* par réduction de l'ion nitrate (**Ramade, 2000**).

Les nitrites sont oxydés en NO₃ par Cl₂, ClO₂ et O₃. Les traitements biologiques peuvent transformer NH₄⁺ en NO₂⁻, si la quantité d'oxygène de l'eau n'est pas suffisante pour 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 (**vilaginés, 2003**).

Les nitrites constituent une étape importante 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 la réduction des nitrates (**Rejsek, 2002**).

En général, dans les eaux de surface, leur teneur excède rarement 1mg/l. Il est toutefois important de signaler que les eaux en contact avec certaines conduites peuvent contenir des nitrites indépendamment de toute souillure (**Potelon et Zysman, 1998; Savary, 2003**).

1-4-1-2-3-Les orthophosphates (PO₄³⁻)

En effet, l'agriculture utilise comme engrais des tonnages considérables de divers phosphores. Ces sels ont aussi constitués des adjuvants importants de détergents 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 et par an. Il a été estimé que le flux moyen de phosphate d'origine anthropique transportés par les fleuves vers l'océan est cinq fois supérieur au flux naturel dans les eaux non polluées. Cet accroissement correspond à seulement 15% du phosphore extrait annuellement des minerais (**Ramade, 2005**).

Ainsi, le phosphore est un élément majeur nécessaire à la croissance végétale et dont l'utilisation par la plante n'est possible que sous forme minérale. Les engrais phosphatés sont nombreux : phosphates naturels (tricalciques), superphosphates (monocalciques), scories... etc.

En effet, La richesse d'un engrais en phosphore est exprimée en P_2O_5 (anhydride phosphorique) (Groxlaude, 1999).

1-4-2-Les paramètres microbiologiques

La qualité microbiologique de l'eau est essentielle et elle implique un contrôle régulier et éventuellement un traitement de l'eau (Dellaras, 2007).

1-4-2-1- Les coliformes

Dans l'analyse des eaux, on distingue deux groupes au plan nosologique : les coliformes thermotolérants, capables de croître à 44°C, d'origine humaine et souvent pathogènes, et les coliformes totaux qui croissent à 37°C dont certains ne sont pas liés aux matières fécales (Ramade, 2002).

a-Les coliformes fécaux (fig. 01)

L'organisation internationale de standardisation (ISO) a défini les coliformes comme «Bacille à gram négative, non sporogène, oxydase négative, facultativement anaérobie, capable de croître en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surfaces possédant des activités inhibitrices de croissance similaires, et capable de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heures, à des températures de 35 à 37°C» (Rejsek, 2002). C'est-à-dire des espèces fécales qui constituent des germes indicateurs de contamination fécale en bactériologie alimentaire et des eaux. Encore appelés «coliformes thermotolérants» dans les critères microbiologiques applicables aux aliments. Ils ont les mêmes propriétés que les coliformes, mais à la température de 44°C (Dellaras, 2007).

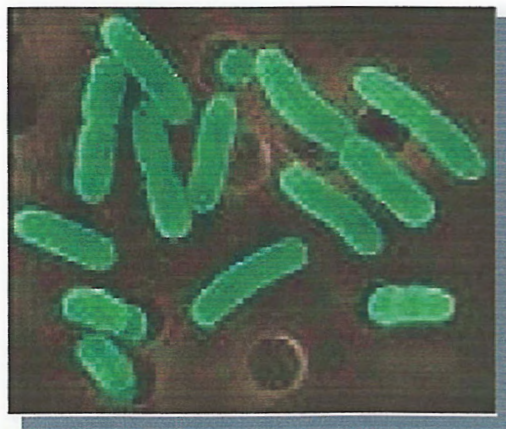


Figure 1. Coliformes fécaux (Source : bouillondecultures.blogspot.com).

b-Escherichia coli (fig. 02)

Correspond à des coliformes thermotolérants qui produisent de l'indole à partir du tryptophane à 44°C (Rejsek, 2002). Les *Escherichia coli* sont souvent directement recherchés dans certains types d'eaux (Dellaras, 2007).



Figure 2. *Escherichia coli* (Source : fr.wikipedia.org).

Non scientifique du colibacille, c'est une bactérie coliforme thermorésistante, capable de croître à 44°C, qui est commune dans le tube digestif de l'homme mais aussi dans les eaux présentant une pollution microbiologiques. Elle constitue un indice de contamination des eaux par des matières fécales (Ramade, 2002).

c-Les coliformes totaux (CT) (fig. 03)

Il s'agit de citrobacter et d'enterobacter. Les « coliformes totaux », sont recherchés en bactériologie des eaux et en bactériologie alimentaire, ils sont recherchés à 30 °C ou à 37°C

(Dellaras, 2007).

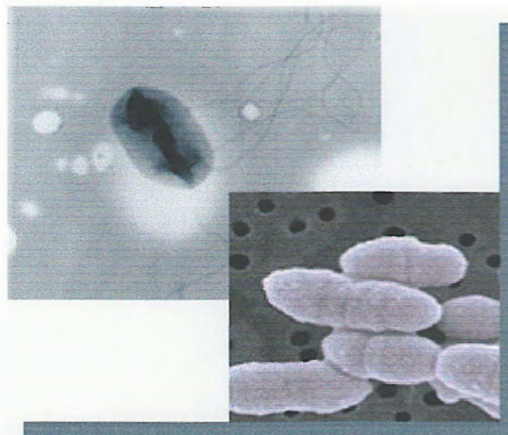


Figure 3. Coliformes totaux (Source : membres.lycos.fr).

1-4-2-2- Les streptocoques fécaux (fig.04)

Ce sont des Cocci à Gram positif, sphériques ou ovoïdes, disposés en paire pour former des diplocoques et pouvant se présenter sous forme de chainettes parfois longues, ils ne sporulent pas (Avril *et al*, 1992).

Ce sont des bactéries ubiquistes, saprophytes des eaux, de l'air, du sol...etc. Elles sont aussi commensales des cavités naturelles ou des téguments de l'homme et des animaux; certains streptocoques sont strictement adaptés à l'homme.

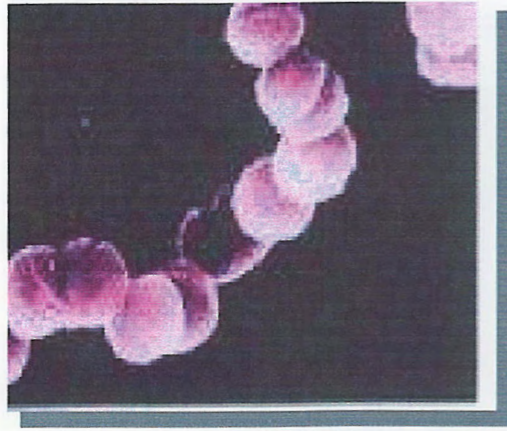


Figure 4. Streptocoques fécaux (Source : membres.lycos.fr).

En effet, des streptocoques appartenant à différents groupes de la classification antigénique de Landefeld sont pathogènes pour l'homme et pour les animaux. Cependant, les streptocoques classés avec l'ensemble « streptocoques du groupe D » sont des bactéries commensales de la flore intestinale humaine et animale; certaines espèces peuvent être pathogènes, ces germes sont encore souvent dénommés « streptocoques fécaux » dans la législation européenne et française des eaux (Dellaras, 2007).

Parmi les streptocoques, seules les espèces de streptocoques du groupe D constituent des indicateurs témoins de contaminations fécales dans les eaux. La recherche de ces germes dans plusieurs types d'eaux constitue un paramètre microbiologique dénommé « streptocoque fécaux » (Rejsek, 2002).

Partie II

Matériel 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 525 km², dont 80 km² est située dans la wilaya de Sétif. Les crues enregistrées dans ce cours d'eau sont de l'ordre de 600 m³/s, la largeur 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 (C.F.T, 2012).

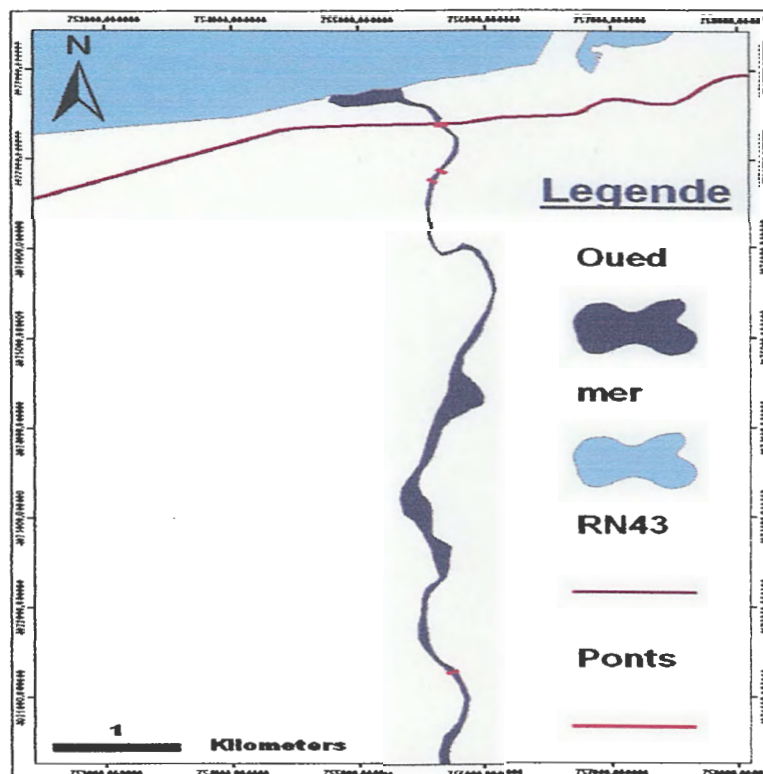


Figure 05. Localisation de la zone d'étude.

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 du tertiaire, ainsi que des terrains métamorphiques peuvent être aperçu dans cette région.

L'ensemble est composé de collines qui sont de formations marneuses et d'une plaine littorale étroite. Il y a dépôt alluvionnaire sur le littorale 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 (C.F.T, 2012).

1-3-Aperçu climatique

Du fait de sa position géographique, la wilaya de Jijel est caractérisée par un climat méditerranéen à hiver doux avec une température moyenne de 11.5°C au mois de Janvier et un minimum de 9°C. L'été est par contre, sec et chaud avec une température moyenne au mois d'Août de 26.1°C atteignant un maximum de 28.6°C. En général, la région de Jijel appartient à un étage humide (C.F.T, 2012).

1-4-Le couvert végétal

Elle est représentée par la présence de diverses espèces faisant partir aux différentes strates connues. Le Tamarin (*Tamarix gallica*) et le Peuplier noir (*Populus nigra*) de la strate arborée, le lentisque (*Pistacia lentiscus*) et laurier rose (*Nerium oleander*) de la strate arbustive, et le *Cytisus triflorus* (Ciste) de la strate herbacée. Il est noté que la présence de ces espèces est fréquente régulièrement dans les trois stations échantillonnées.

1-5-L'activité socio-économique

La wilaya de Jijel est liée principalement à certaines activités reflètent la nature de la région telles 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 connu la région.

Parmi ces unités, on peut citer le cas de la société africaine de verre (AFRICAVER) et d'EURO SIJICO (conserverie de TAHER) qui déversent directement leurs rejets dans l'Oued de Djendjen.

Outre ces activités industrielles, l'activité agricole constitue le nerf de l'économie de la région, elle est axée essentiellement sur la culture des maraîchères (C.F.T, 2012).

2- Justification de choix des paramètres physico-chimiques et microbiologiques

L'intérêt croissant de choix des paramètres est de décrire de façon exhaustive les différents paramètres (paramètres physico-chimiques, paramètres microbiologiques) de qualité des eaux dans ces multiples aspects et usages, dans le but de déterminer et diagnostiquer la qualité des eaux destinées à l'irrigation et par conséquent les effets néfastes sur l'environnement.

3-Analyse de l'eau

3-1-Plan d'échantillonnage

Tenant compte des diverses activités recensées dans la zone d'étude (eaux usées domestiques, industrielles et agricoles), trois stations réparties le long de l'Oued Djendjen ont été retenues de telle

sorte qu'elles soient accessibles et reflètent les caractéristiques réelles des eaux de surface de l'Oued au niveau de la zone d'étude (fig. 06).

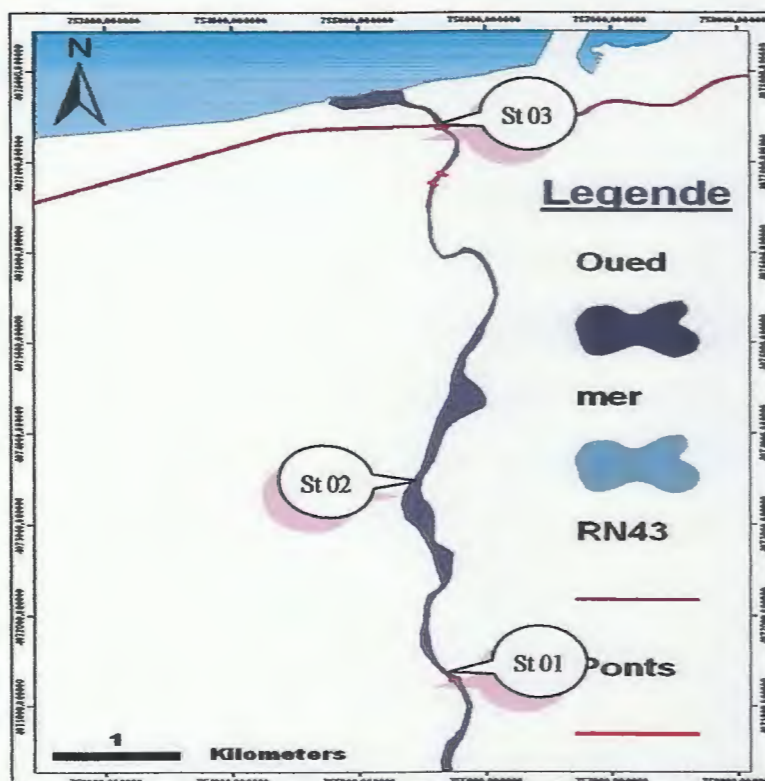


Figure 06. Localisation des stations d'échantillonnage.

Station 01 [$36^{\circ}48' N$; $5^{\circ}51'.52 E$] : située dans la localité de Tahar Ouassaf, elle est caractérisée par une activité agricole massive (élevage en particulier) ainsi qu'une contamination par les eaux de ruissellement charriant des déchets domestiques et agricoles. Cette station à couverture végétale arbustive est caractérisée par une pente importante (fig. 07).



Figure 07. Station de Tahar Ouassaf

Station 02 [36°45' N ; 5°55'.47 E] : située dans la région dite El Ghadrrouza sous le pont reliant la commune de Taher et celle de E/A El Kader, elle est caractérisée par un écoulement d'eau rapide et l'existence d'une décharge sauvage qui reçoit les déchets ménagers des habitations de proximité ainsi que des déchets solides (déchets d'élevages,...etc.). Cette station à dominance de la strate arborescente (peuplier noir et blanc) est caractérisée par une pente moins importante comparativement à la station précédente (fig. 08).



Figure 08. Station d'El Ghadrrouza

Station 03 [36°44' N ; 5°51'.36 E] : située à l'embouchure de l'Oued Djendjen, cette dernière à couverture végétale herbacée, arbustive et arborescente est caractérisée par l'implantation des deux unités industrielles (AFRICAVER et SIJICO) et une pente très faible (fig. 09).



Figure 09. Station de l'embouchure de l'Oued

3-2-Prélèvement des eaux et mesure des paramètres physico-chimiques

Le long de l'Oued Djendjen, les échantillons de l'eau ont été prélevés au mois de Mars 2012, à chaque prélèvement la température de l'eau, le pH et la conductivité électrique ont été mesurés in

situ avec 2 répétitions pour chaque station. Les échantillons d'eau ont été prélevés à l'aide de bouteilles en plastique, préalablement rincées avec l'eau de la station concernée, ils sont ensuite conservés au réfrigérateur avant d'être analysés au laboratoire.

Les méthodes d'analyses sont celles préconisées par **Rodier (2005)**, les orthophosphates, les nitrates et les nitrites ont été dosés par spectrophotométries d'absorption moléculaire. La demande biochimique en oxygène a été mesurée à l'aide d'un DBO-mètre. La demande chimique en oxygène est déterminée par oxydation. Le dosage de l'oxygène dissous a été réalisé aussi au laboratoire.

Il est à noter que l'ensemble des analyses (à l'exception de la DBO₅ et DCO) ont été effectués au niveau de laboratoire d'analyse de l'Algérienne des Eaux (A.D.E) de Jijel.

3-3-Les paramètres physico-chimiques

3-3-1- La température (T°C)

La mesure de la température a été effectuée sur le terrain. La lecture est faite après une immersion de 10 minutes, si l'opération ne peut se faire directement, un moyen simple consiste à prélever un volume d'eau de 5 à 10 litres et d'y plonger immédiatement le thermomètre.

Il y'a lieu de déterminer la température de l'air au même endroit et au même moment, cette dernière mesure doit s'accompagner des précautions habituelles en évitant le rayonnement direct du soleil et l'influence de la chaleur dégagée par l'opérateur.

Selon **Rodier (2005)**, dans le cas d'une rivière, la mesure de la température doit être faite en plusieurs points d'un profil en travers avec un intervalle de 5 à 10 m. Eviter les mesures au voisinage d'une rive, d'une pile, d'un pont ou d'un barrage.

3-3-2-Le pH

Il a été mesuré à l'aide d'un multi-paramètre modèle (CONSORT C 561) qui mesure à la fois le pH et la température en plongeant l'électrode dans l'eau à environ 6 à 8 cm dans la bouteille. Les résultats sont exprimés en unité de pH.

3-3-3-La conductivité électrique (CE)

Elle a été mesurée à l'aide d'un conductimètre de terrain modèle (HANNA H/8633) équipé d'un dispositif de régulation ou de compensation de température qui permet une lecture directe à température de référence de 20°C. Les résultats sont exprimés en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

3-3-4-L'oxygène dissous (OD)

Il a été mesuré par une méthode électrochimique à l'aide d'un oxymètre de laboratoire modèle (HACH). La lecture se fait par immersion de la sonde directement après l'ouverture de la bouteille qui doit être remplis jusqu'au bord, et le bouchon doit être placé de telle façon qu'il n'y ait aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport. La lecture se fait en mg d'oxygène par litre.

3-3-5-La demande biochimique en oxygène (DBO₅)

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 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.

3-3-6-La demande chimique en oxygène (DCO)

Nous avons utilisés un Réacteur DCO 11 qui permet d'estimer la quantité d'oxygène consommée par les matières oxydables (organiques ou minérales). Selon **Rodier (1984)**, elles sont oxydées par un excès de dichromate de potassium en milieu acide en présence de sulfate d'argent (jouent 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 et d'ammonium (0.25 N).

3-3-7-Nitrites, Nitrates et Orthophosphates

Le dosage de ces trois paramètres fait appel à des méthodes d'analyse par spectrophotométrie d'absorption moléculaire qu'exige un échantillon limpide : les échantillons turbides doivent être filtrés sur une membrane 0,45 μm (**Rodier, 2005**).

3-4-Les paramètres microbiologiques

La recherche et le dénombrement des bactéries dans l'eau (coliformes totaux, fécaux et streptocoques) sont réalisés sur les milieux de Rothe (à simple et à double concentration), et de BCPL (à simple et à double concentration) suivant la méthode du NPP (nombre le plus probable) avec trois (03) séries chacune contienne trois (03) tubes. La lecture se faite à 37°C pour les streptocoques fécaux et à 44°C pour les coliformes totaux et fécaux, dont *Escherichia coli* fait partie

à cette dernière catégorie, on peut confirmer leur présence par l'ajout de quelques gouttes de réactif Kovacs.

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 risque α choisi est de 5%. Tous les calculs ont été effectués en utilisant le logiciel Origin (version 6.0). Pour illustrer nos résultats, nous avons réalisé des histogrammes.

1-Résultats

1-1-Les paramètres physico-chimiques

Les résultats des paramètres physico-chimiques sont consignés dans le tableau II et représentés graphiquement dans les figures (10_a) à (10_i). En effet, ces résultats font par la suite l'objet d'une comparaison à la grille de la qualité des eaux superficielles (tableau I., cf. 1).

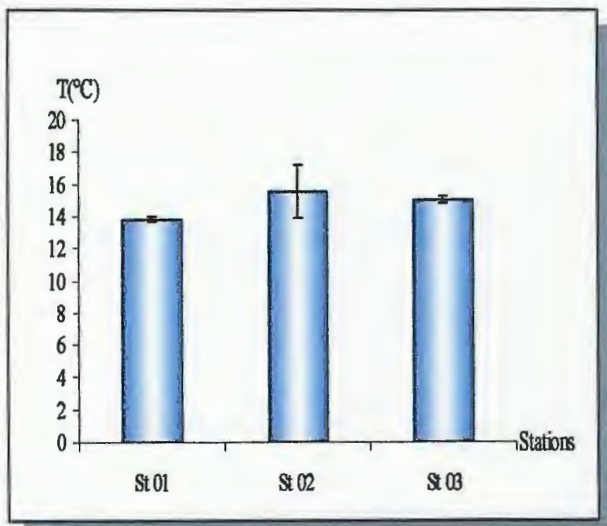
Tableau II. Variations spatiales des paramètres physico-chimiques de l'eau.

<i>Stations</i>	<i>Station 01</i>	<i>Station 02</i>	<i>Station 03</i>
<i>T(°C)</i> <i>Moy ± écart-type</i>	<i>13.8±0.14</i>	<i>15.55±1.62</i>	<i>15.05±0.21</i>
<i>pH</i> <i>Moy±écart-type</i>	<i>7.195±0.035</i>	<i>7.215±0.26</i>	<i>7.435±0.007</i>
<i>CE (µs/Cm)</i> <i>Moy ± écart-type</i>	<i>544.5±7.77</i>	<i>566±1.41</i>	<i>572.5±16.26</i>
<i>OD (mg/l)</i> <i>Moy ± écart-type</i>	<i>05±0.05</i>	<i>3.67±0.23</i>	<i>2.55±0.29</i>
<i>DBO₅ (mg/l)</i> <i>Moy ± écart-type</i>	<i>07±3.0</i>	<i>6.5±1.5</i>	<i>3.5±1.5</i>
<i>DCO (mg/l)</i> <i>Moy ± écart-type</i>	<i>13±3.53</i>	<i>14,5±14.14</i>	<i>19.25±10.96</i>
<i>NO₃ (mg/l)</i> <i>Moy ± écart-type</i>	<i>1548.28±383.47</i>	<i>1408.5±146.1</i>	<i>1379.94±268.01</i>
<i>NO₂ (mg/l)</i> <i>Moy ± écart-type</i>	<i>0.025±0.005</i>	<i>0.04±0</i>	<i>0.035±0.005</i>
<i>PO₄³⁻ (mg/l)</i> <i>Moy ± écart-type</i>	<i>5.96±0.65</i>	<i>0.44±0.24</i>	<i>0.306±0</i>

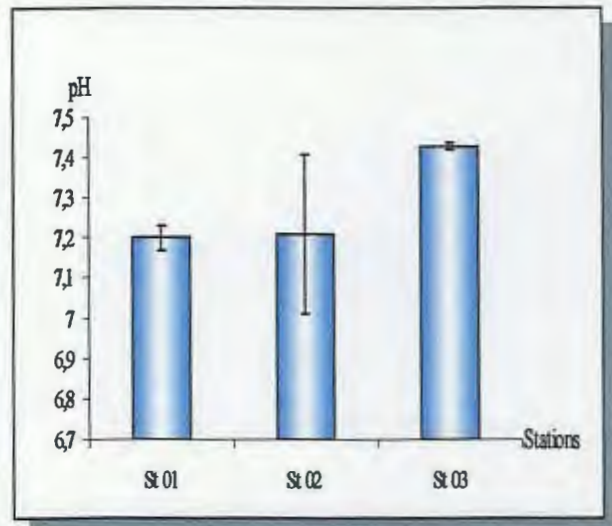
1-1-1-La température

L'étude des valeurs du tableau II et l'examen de la figure (10_a) nous conduit à montrer que la variabilité spatiale concernant ce paramètre est pratiquement nulle. En effet, les valeurs moyennes oscillent entre $13.8 \pm 0.14^\circ\text{C}$ pour la station (St 01) et $15.55 \pm 1.62^\circ\text{C}$ pour la station (St 02). Ceci est confirmé par l'analyse de la variance qui ne révèle aucun effet station significatif pour ce paramètre (annexe 01).

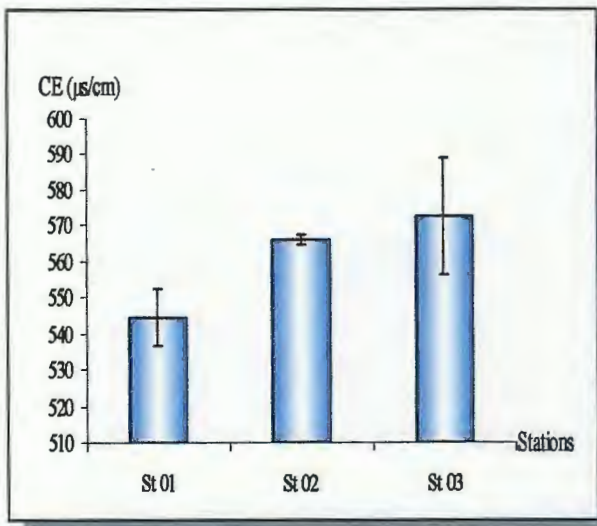
Cependant, ces valeurs moyennes de la température de l'eau sont toutefois loin de dépasser les normes de la grille de qualité des eaux superficielles. Elles sont de très bonne qualité pour la totalité des stations (fig. 11_a).



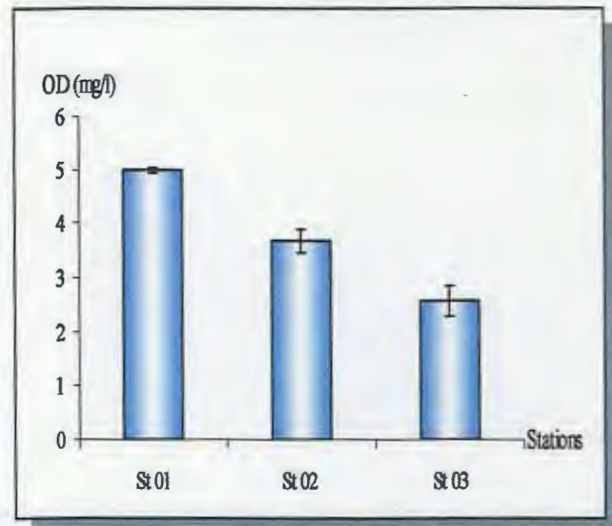
(a)



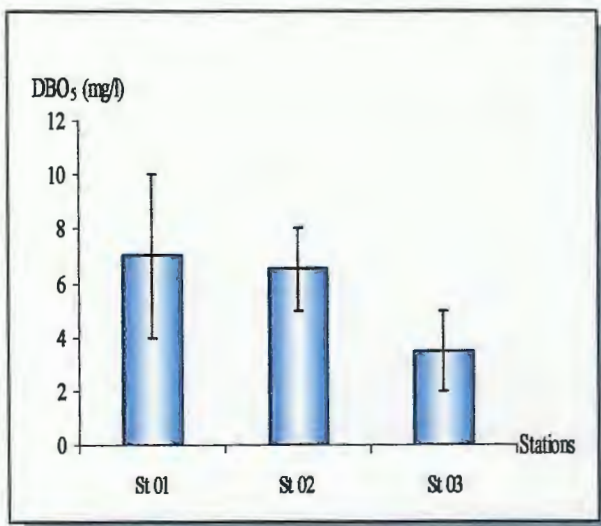
(b)



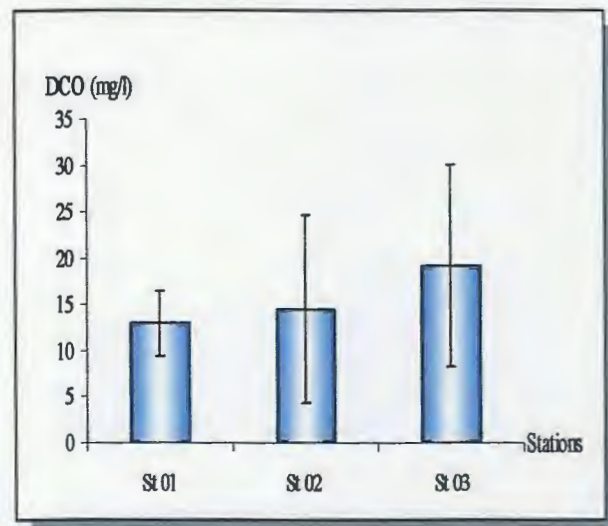
(c)



(d)



(e)



(f)

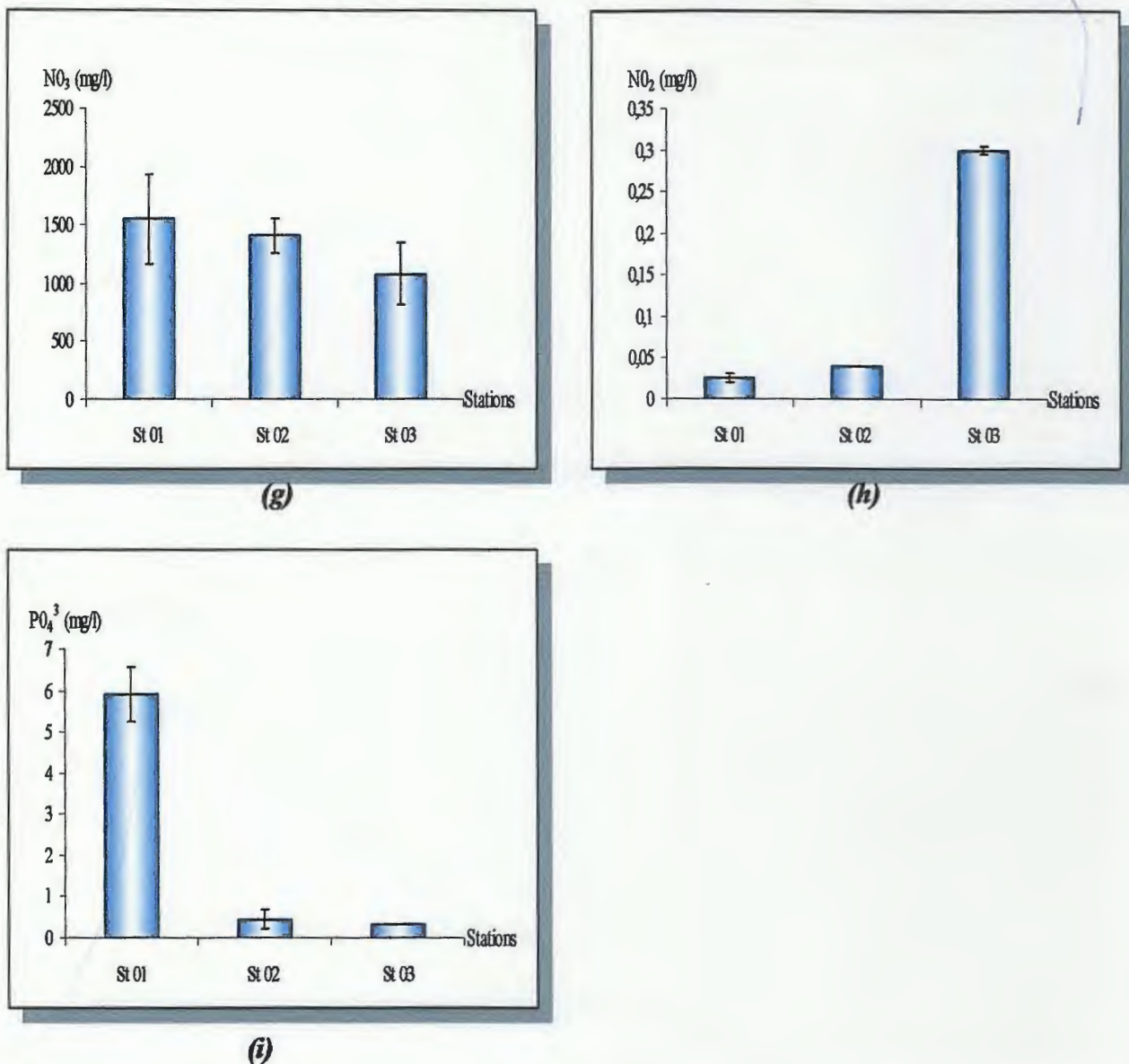
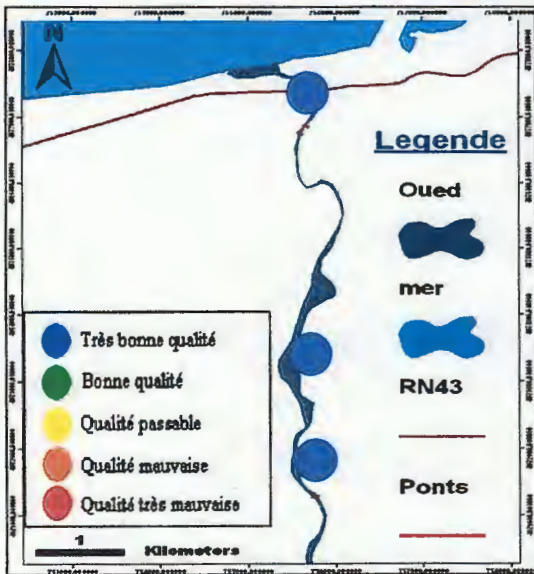


Figure 10. Répartition moyenne des paramètres physico-chimiques de l'eau : Température (a), pH (b), CE (c), Oxygène dissous (d), DBO₅ (e), DCO (f), nitrates (g), nitrites (h) et Orthophosphates (i).

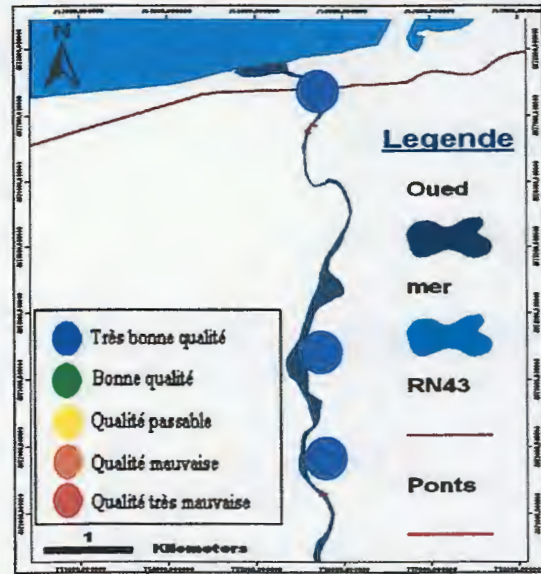
1-1-2-Le pH

Les valeurs observées révèlent que le pH est neutre et légèrement alcalin dans les trois stations localisées le long de l'Oued Djendjen (tableau II). Elles varient de 7.195 ± 0.035 au niveau de la station (St 01) à 7.435 ± 0.007 à la station (St 03).

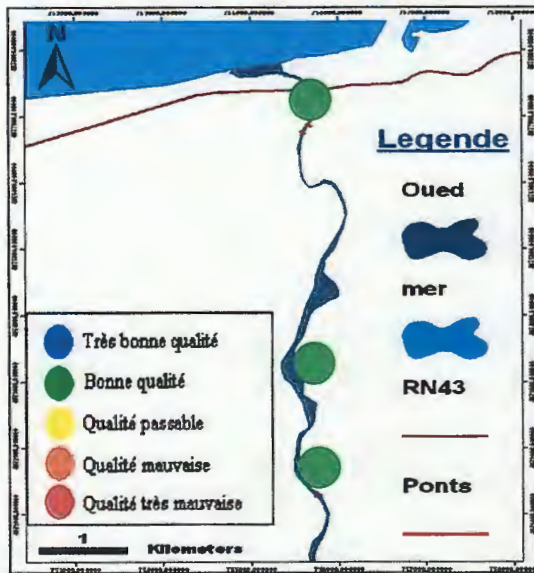
Cependant, L'étude de la figure (10_b) indique que les valeurs moyennes du pH ne varient pratiquement pas d'une station à l'autre. Ceci, été mis en évidence par l'analyse de la variance qui ne montre aucun effet station significatif (annexe 01). Par ailleurs, et comparativement aux valeurs indiquées dans la grille de la qualité des eaux superficielles, les eaux des trois stations sont de très bonne qualité en matière du pH (fig. 11_b).



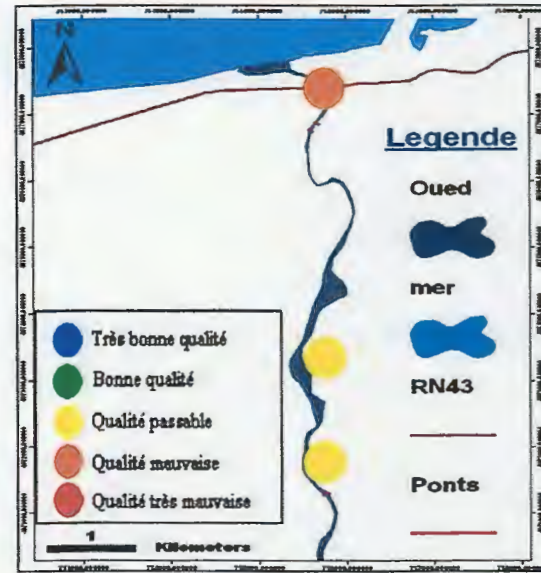
(a)



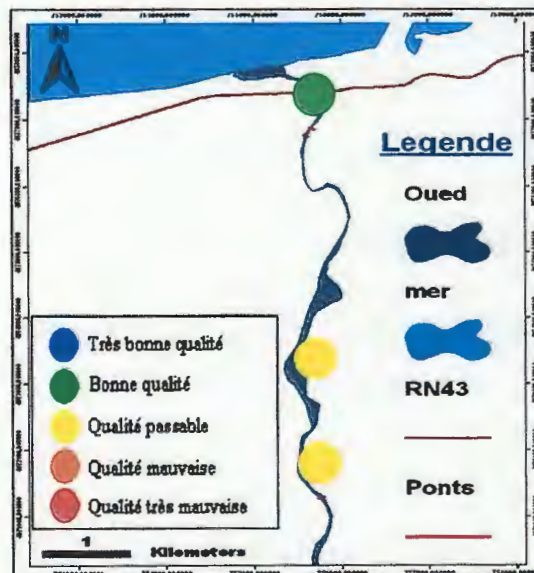
(b)



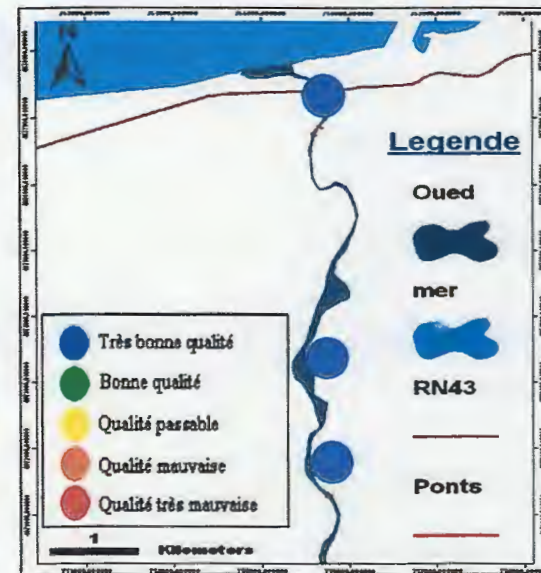
(c)



(d)



(e)



(f)

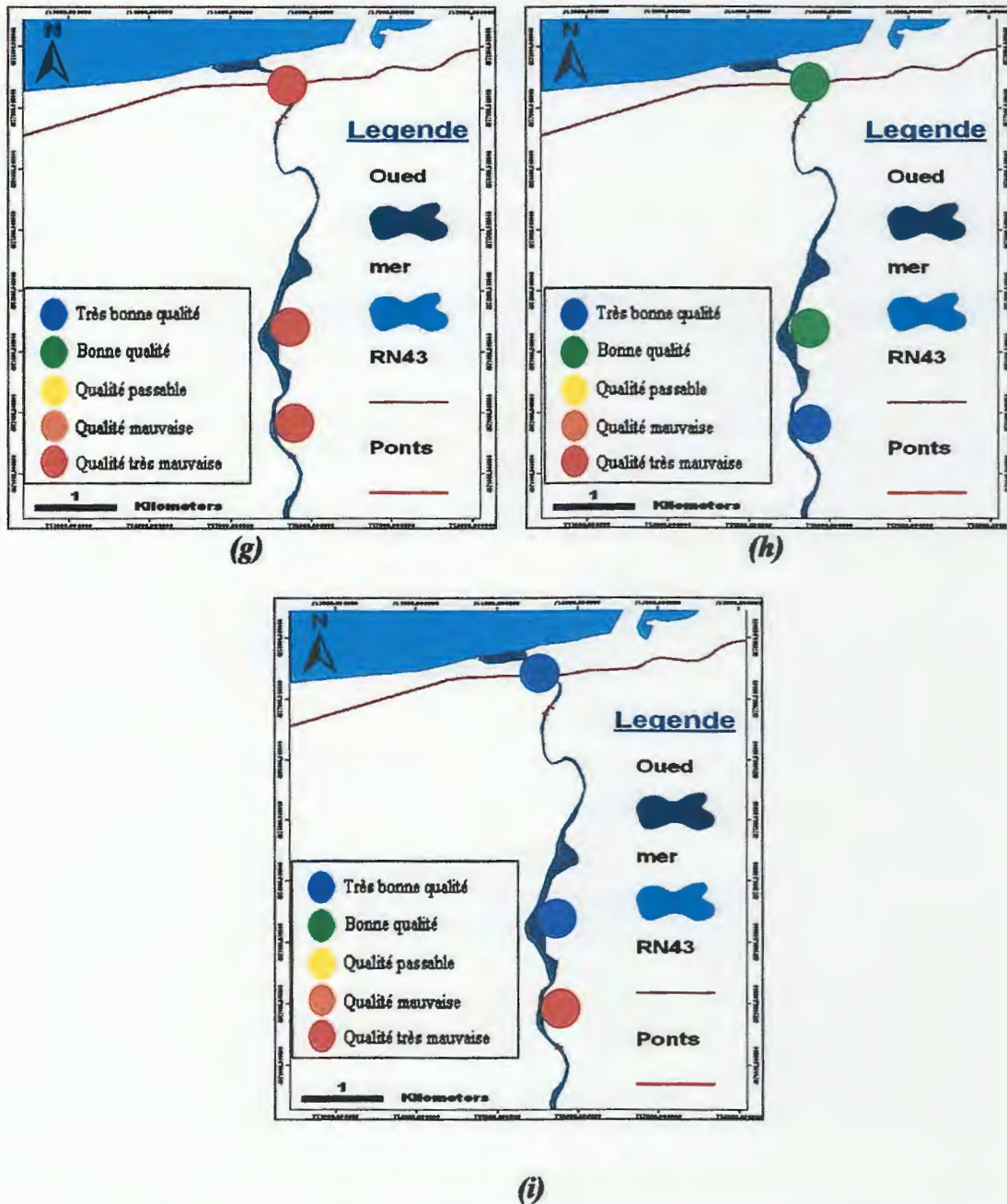


Figure 11. Répartition spatiale des paramètres physico-chimiques de l'eau : température (a), pH(b), conductivité électrique (c), oxygène dissous (d), DBO₅ (e), DCO (f), nitrate (g), nitrite (h), orthophosphate (i).

1-1-3- La conductivité électrique (CE)

D'après les résultats du tableau II, les valeurs moyennes de la conductivité électrique s'échelonnent entre $544.5 \pm 7.77 \mu\text{S/cm}$ au niveau de la station (St 01) et $572.5 \pm 16.26 \mu\text{S/cm}$ au niveau de la station (St 03).

En effet, l'étude de la figure (10_c) révèle que la variation entre les valeurs moyennes de la conductivité électrique au niveau de trois stations est négligeable. Ceci est confirmé par l'analyse de la variance qui révèle un effet station non significatif (annexe 01).

Par ailleurs, il ressort d'après la grille de qualité des eaux de surface que la conductivité électrique des eaux de l'Oued Djendjen appartient à la classe bonne (fig. 11c).

1-1-4-L'oxygène dissous (OD)

D'après les résultats obtenus (tableau II), les valeurs moyennes enregistrées de l'oxygène dissous varient de 05 ± 0.05 mg/l au niveau de la première station (St 01) à 2.55 ± 0.29 mg/l au niveau de la troisième station (St 03). En effet, l'examen de la figure (10d) montre une importante variation spatiale, ce qui se traduit par l'analyse de la variance par un effet station hautement significatif ($F=32.35$; $p < 0.001$) (annexe 01).

Par ailleurs, l'examen de la grille de qualité des eaux de surface (tableau I., cf. 1), révèle pour ce paramètre une qualité passable pour la première et la deuxième station (St 01) et (St 02) et une mauvaise qualité pour la troisième station (St 03) (fig. 11d).

1-1-5-La demande biochimique en oxygène (DBO₅)

L'analyse des eaux de l'Oued (tableau II) montre que les valeurs moyennes de la demande biochimique en oxygène, obtenues pour les trois stations (St 01) (St 02) et (St 03) diminuent de l'amont vers l'aval. Ces valeurs sont de 07 ± 3.0 mg/l pour la première station (St 01), 6.5 ± 1.5 mg/l pour la deuxième station (St 02) et de 3.5 ± 1.5 mg/l pour la troisième station (St 03) (fig. 10e). En effet, cette variation spatiale reste toujours faible, et l'analyse de la variance ne manifeste aucun effet station significatif (annexe 01).

Par ailleurs, nous constatons d'après la grille de qualité des eaux de surface (tableau I., cf. 1) que les eaux de la première station (St 01) et la deuxième station (St 02) appartiennent à la classe passable, tandis que cette qualité est bonne au niveau de la troisième station (St 03) (fig. 11e).

1-1-6-La demande chimique en oxygène (DCO)

L'analyse des eaux de l'Oued montre que les valeurs moyennes de la demande chimique en oxygène, obtenues pour les trois stations (St 01), (St 02) et (St 03) augmente de l'amont vers l'aval. Ces valeurs sont de 13 ± 3.53 mg/l pour la première station (St 01), 14.5 ± 14.14 mg/l pour la deuxième station (St 02) et de 19.25 ± 10.96 mg/l pour la troisième station (St 03) (fig. 10f). En effet, l'analyse de la variance ne fait ressortir aucun effet station significatif (annexe 01).

Par ailleurs, l'examen de la grille de qualité des eaux de surface (tableau I., cf. 1), révèle pour ce paramètre une classe très bonne pour les eaux des trois stations (St 01), (St 02) et (St 03) (fig. 11f).

1-1-7-Le rapport DCO/DBO₅

Le rapport DCO/DBO₅ définit la biodégradabilité de la matière organique calculé à partir de l'équation suivante :

$$F = \text{DCO} / \text{DBO}_5$$

L'équation permet la classification suivante :

- Si $F=1$: eau potable, bonne biodégradabilité;
- Si $1,4 \leq F \leq 2,5$: eaux usées domestiques, biodégradabilité moyenne;
- Si $2,5 \leq F \leq 3,5$: eaux usées industrielles, biodégradabilité faible (Rejsek, 2002., Ouali, 2001).

Tableau III. Calcule du rapport DCO/DBO₅.

Station 01	Station 02	Station 03
1,86	2,23	5,5

Les rapports de (1,86, 2,23) trouvés en amont de l'Oued au niveau des deux stations (St 01) et (St 02) restent toujours comparables à ceux des eaux usées domestiques, de ce fait elles sont facilement biodégradables.

Par contre, le rapport de (5,5) de la station de l'aval (St 03) illustre par conséquent des eaux usées industrielles difficilement biodégradables à cause de la présence de substances chimiques issues dans leurs totalité des deux unités industrielles AFRICAVER et SIJICO implantées à proximité de cette station, ainsi que le lessivage des terres agricoles après usage intensif d'engrais chimiques (azotés en particulier).

1-1-8-Les nitrates (NO₃)

D'après les résultats obtenus (tableau II), les valeurs moyennes des nitrates sont dans leur totalité fortement élevées (>1000mg/l). Elles diminuent d'amont en aval. Elles passent de 1548.28 ± 383.47 mg/l au niveau de la station (St 01) à 1379.94 ± 268.01 mg/l au niveau de la station (St 03).

Cependant, l'examen de la figure (10_g) montre une variabilité spatiale insignifiante, cette situation était confirmée par l'analyse de la variance qui ne révèle aucun effet station significatif (annexe 01).

Par ailleurs, l'examen de la grille de qualité des eaux de surface (tableau I., cf. 1), révèle que la qualité des eaux de l'Oued Djendjen pour ce paramètre se situe dans une classe très mauvaise

(fig. 11_g).

1-1-9-Les nitrites (NO_2^-)

D'après les résultats du tableau II, les teneurs moyennes des nitrites dans les eaux de l'Oued Djendjen, montrent une légère variation spatiale de ces dernières. Elles oscillent entre 0.025 ± 0.005 mg/l dans la première station (St 01), 0.04 ± 0 mg/l dans la deuxième station (St 02) et de 0.035 ± 0.005 mg/l dans la troisième station (St 03). Cependant, l'examen de la figure (10_h) et l'analyse de la variance ne révèlent aucun effet station significatif (annexe 01). Toutefois, les eaux de l'Oued Djendjen sont de très bonne qualité pour la première station (St 01), et bonne pour les deux dernières stations (St 03) et (St 02) selon la grille de qualité des eaux de surface (fig. 11_h).

1-1-10-Les orthophosphates (PO_4^{3-})

D'après les résultats du tableau II, les teneurs moyennes en orthophosphates varient entre 5.96 ± 0.65 mg/l enregistrées au niveau de la station (St 01) à 0.44 ± 0.24 mg/l au niveau de la station (St 02) alors que la station (St 03) manifeste une teneur moyenne de l'ordre de 0.306 ± 0 mg/l. Cette hétérogénéité spatiale des teneurs moyennes en cet élément (fig. 10_i) était vérifiée par l'analyse de la variance qui révèle un effet station très significatif ($F=132.04$; $p < 0.01$) (annexe 01).

Par ailleurs, la consultation de la grille de qualité des eaux de surface (tableau I., cf. 1) montre que les eaux de l'Oued sont de très mauvaise qualité pour la première station (St 01) et (St 02), tandis qu'elles sont très bonnes pour les stations (St 02) et (St 03) (fig. 11_i).

1-2-Les paramètres microbiologiques

1-2-1-Les coliformes fécaux

L'examen du tableau IV et de la figure (12_a) montrent que le nombre des coliformes fécaux est constant dans les deux premières stations (St 01) et (St 02), il est de 714 ± 686 par 100 ml, alors que la troisième station (St 03) manifeste la valeur moyenne la plus basse de l'ordre de $19.5 \pm 8.5/100$ ml. En effet, cette variation spatiale reste toujours insignifiante selon l'analyse de la variance (annexe 01).

Tableau IV. Résultats des coliformes fécaux dans les eaux de l'Oued Djendjen.

Stations	Station 01	Station 02	Station 03
<i>Coliformes Fécaux</i>	28	1400	11
<i>(n/100ml)</i>	1400	28	28
Moy ± écart-type	<i>714 ± 686</i>	<i>714 ± 686</i>	<i>19.5 ± 8.5</i>

Cependant, la consultation du tableau V indique que les résultats obtenus pour ces indicateurs microbiologiques de la contamination de l'eau de surface restent toujours supérieurs à la valeur guide (100 / 100 ml) pour les deux premières stations (St 01) et (St 02), mais inférieurs pour la station (St 03).

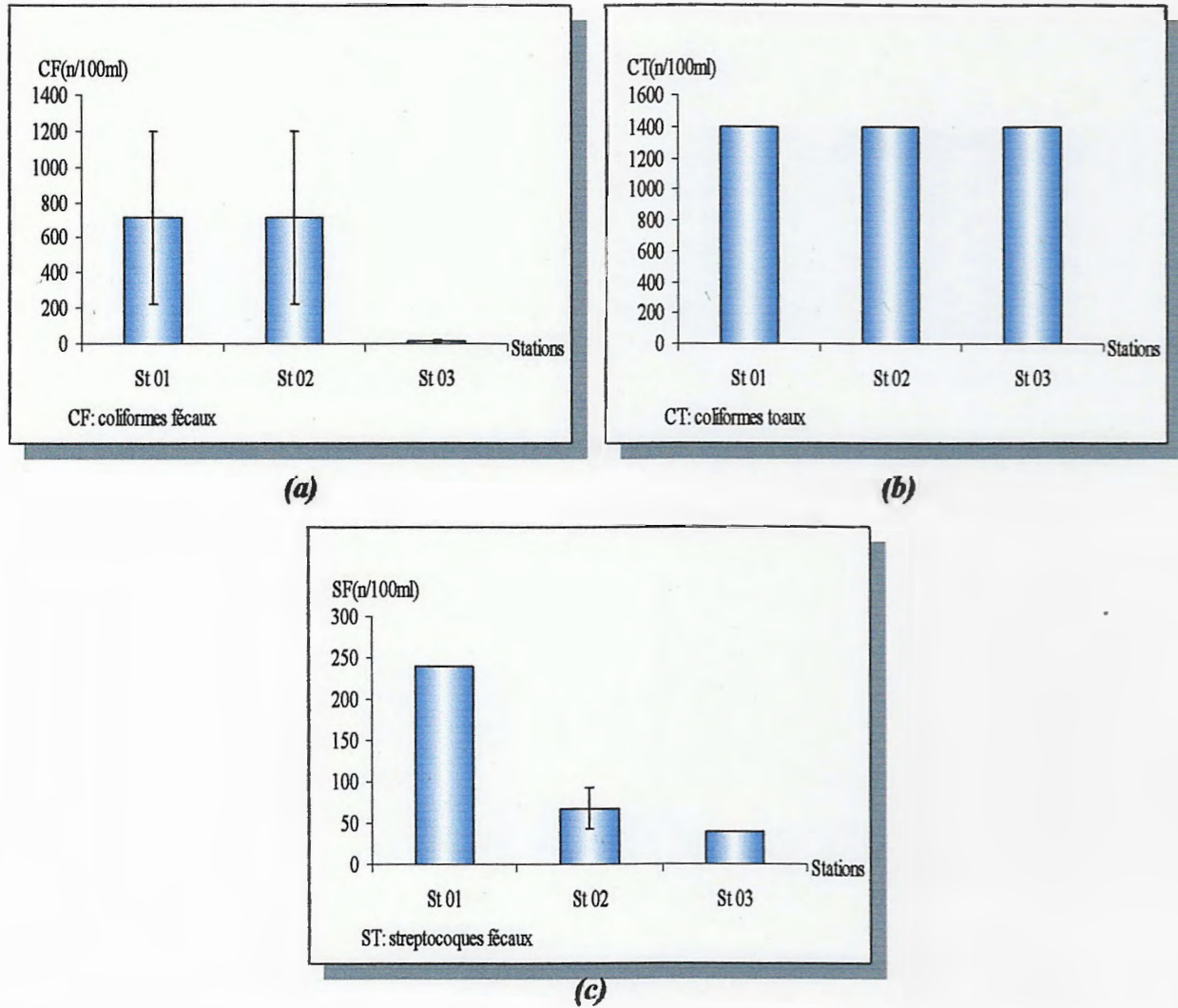


Figure 12. Variations moyennes des paramètres microbiologiques de l'eau: coliformes fécaux (a), coliformes totaux (b) et streptocoques fécaux (c).

Tableau V. Les normes de qualité microbiologique applicables aux eaux de surface (Servais et al., 2007).

	Valeur guide
Coliformes Fécaux (CF)	100 / 100ml
Coliformes Totaux (CT)	500 / 100ml
Streptocoques Fécaux (SF)	100 / 100ml

1-2-1-1-L'*Escherichia coli*

D'après les résultats obtenus (tableau VI), et après incubation dans une température de 44°C, nous observons que l'*Escherichia coli* (espèce de coliformes fécaux) présente dans les trois stations (St 01) (St 02), et (St 03), mais elle est absente dans le premier prélèvement de la troisième station.

Tableau VI. Présence-absence de l'*Escherichia coli* dans les eaux de l'Oued Djendjen.

Stations	Station 1	Station 2	Station 3
<i>Escherichia coli</i>	+	+	-
	+	+	+

(-) : Absence d'*Escherichia coli* ; (+) : Présence d'*Escherichia coli*

1-2-2-Les coliformes totaux (CT)

D'après les résultats du tableau VII et de la figure (12_b), il s'est avéré d'après l'analyse microbiologique de l'eau des trois stations, que le nombre des coliformes totaux est constant dans la totalité des stations. Il est de l'ordre de 1400 / 100 ml avec un écart-type nul. Cependant, une telle variation spatiale reste insignifiante selon l'analyse de la variance (annexe 01). Par ailleurs, la consultation du tableau V révèle que les résultats de l'analyse microbiologique de ces germes pathogènes sont en dessus de la valeur guide pour les eaux des trois stations.

Tableau VII. Résultats des coliformes totaux dans les eaux de l'Oued Djendjen.

Stations	Station 01	Station 02	Station 03
<i>Coliformes Totaux</i>	1400	1400	1400
<i>(n/100ml)</i>	1400	1400	1400
Moy ± écart-type	<i>1400 ± 0</i>	<i>1400 ± 0</i>	<i>1400 ± 0</i>

1-2-3-Les streptocoques fécaux

D'après les résultats du tableau VIII et l'examen de la figure (12_c), l'analyse microbiologique de l'eau des trois stations, montre que le nombre des streptocoques fécaux est constant dans la première et la troisième station (St 01) et (St 03), mais avec une supériorité pour la station (St 01) qui indique une valeur moyenne de l'ordre de $240 \pm 0 / 100$ ml, alors quelle est de l'ordre de $39 \pm 0 / 100$ ml au niveau de la station (St 03). Par ailleurs, la deuxième station (St 02) manifeste une valeur moyenne de l'ordre de $68 \pm 25 / 100$ ml.

Cependant, cette variation spatiale importante de ces contaminants microbiologiques de l'eau révèle selon l'analyse de la variance un effet station très significatif ($F=56.6$; $p < 0.01$) (annexe 01).

En revanche, la consultation du tableau V montre pour ces germes pathogènes que leurs nombres sont en dessus de la valeur guide pour la station (St 01), mais restent inférieurs à cette dernière pour les deux autres stations (St 02) et (St 03).

Tableau VIII. Résultats des Streptocoques Fécaux dans les eaux de l'Oued Djendjen.

Stations	Station 01	Station 02	Station 03
<i>Streptocoques Fécaux</i> (n/100ml)	240	93	39
	240	43	39
Moy ± écart-type	240±0	68±25	39±0

2-Discussion des résultats

2-1-La qualité physico-chimique de l'eau

2-1-1-La température

D'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profonde (**Rodier, 2005**).

Les résultats obtenus pendant la campagne de prélèvement (mois de Mars) pour les trois stations et les (06) prélèvements permettent de constater des faibles fluctuations spatiales des valeurs de la température. En effet, ces faibles variations spatiales 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, sont exposées tout le temps au soleil et présentent des valeurs importantes (St 02) et (St 03), 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 (St 01).

2-1-2-Le pH

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

Les eaux de l'Oued Djendjen sont caractérisées par un pH relativement neutre. Ces valeurs sont comprises entre 7.19 et 7.43 ne représentant donc pas de variations considérables du point de vue spatial. Elles sont cependant comprises dans les normes fixées par la grille de qualité des eaux de surface (5.5 à 8.5).

2-1-3-La conductivité électrique

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution. D'une façon générale, la conductivité s'élève progressivement de l'amont vers l'aval des cours d'eau (**Rodier, 2005**). Ce qui est le cas pour nos stations.

Toujours selon **Rodier (2005)**, des valeurs de la conductivité électrique supérieures à 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 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.

Cependant, l'augmentation de la conductivité électrique au niveau de la troisième station (St 03), c'est-à-dire celle localisée à l'embouchure de l'eau et due sans doute à la salinité de l'eau de mer.

2-1-4-L'oxygène dissous (OD)

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 faibles teneurs en oxygène dissous observées pour les trois stations (St 01), (St 02) et (St 03) sont dues à la charge organique des rejets émanant sans aucun traitement préalable des agglomérations avoisinantes à aspect rurale, surtout pour les stations de l'aval (St 02) et (St 03). Ce qui 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).

2-1-5-La demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La DBO est une mesure de la teneur dans l'eau en substances biochimiquement dégradables; plus la quantité en composés biochimiquement oxydables est importante, plus la valeur de la DBO est élevée. En ce qui concerne les eaux domestiques, dans la plupart des cas, environ 70% des composés organiques sont dégradés après 5 jours. La décomposition est pratiquement complète seulement après 20 jours, mais la valeur obtenue après 5 jours de tests suffit pour la caractérisation. C'est la raison pour la quelle on utilise le plus généralement la valeur de la DBO₅ comme indicateur (Bliefert et Perraud, 2009).

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 IX), car nous constatons que la valeur de la DBO₅ diminue avec la diminution de celle de l'oxygène dissous, on allant d'amont en aval ($r=0.80$; $p<0.05$), en amont les fortes valeurs sont dues à l'action de pollution du milieu issue des rejets urbains effectuées aux environs des stations (St 01) et (St 02), alors qu'en aval, les faibles teneurs en DBO₅ sont favorisées par l'action de la salinité sur l'activité bactérienne (Martin *et al.*, 1976). Aussi, il a été démontré que l'augmentation de la DBO₅ est fortement liée à celle de la température (Rodier, 2005), car cette dernière accélère et stimule les réactions biochimiques de dégradation de la matière organique ($r=0.82$; $p<0.05$) (tableau IX).

Tableau IX. Matrice de corrélation globale

	<i>T</i>	<i>pH</i>	<i>CE</i>	<i>OD</i>	<i>NO₃</i>	<i>NO₂</i>	<i>PO₄³⁻</i>	<i>DBO₅</i>	<i>DCO</i>	<i>SF</i>	<i>CF</i>	<i>CT</i>
<i>T</i>	1.00	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.82*	ns	ns	ns	ns
<i>pH</i>		1.00	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>CE</i>			1.00	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-0.84*	-0.82*	ns
<i>OD</i>				1.00	ns	ns	ns	0.80*	ns	0.88*	ns	ns
<i>NO₃</i>					1.00	-0.80*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>NO₂</i>						1.00	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>PO₄³⁻</i>							1.00	ns	ns	0.96***	ns	ns
<i>DBO₅</i>								1.00	0.83*	ns	ns	ns
<i>DCO</i>									1.00	ns	ns	ns
<i>SF</i>										1.00	ns	ns
<i>CF</i>											1.00	ns
<i>CT</i>												1.00

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

2-1-6- La demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO est la concentration, exprimée en mg/l, d'oxygène équivalente à la quantité de dichromate consommée par les matières dissoutes et en suspension lorsqu' on traite un échantillon d'eau avec cet oxydant dans les conditions chimiques bien déterminées (Berné *et al*, 1996; Rejsek, 2002).

Les eaux d'égouts, les eaux industrielles et les eaux polluées en général consomment de l'oxygène par des actions réductrices sans intervention des microorganismes.

Les résultats montrent que les stations (St 01), (St 02) et (St 03) révèlent des valeurs largement inférieures à la norme fixée (>80 mg/l) par la grille de qualité des eaux de surface, ce qui nous renseigne sur la qualité très bonne de ces eaux qui contiennent cependant des substances chimiques non biodégradables, car la DCO est supérieure à la DBO₅ (Gaid, 1984).

Les matières organiques peu ou pas dégradables au cours du test de la DBO₅ subissent une oxydation chimique au cours du test de la DCO (Gérard, 1996). Ceci est vérifié en constatant la matrice de corrélation globale (Tableau IX), qui révèle l'existence d'une bonne corrélation entre les deux paramètres ($r=0,83$; $p<0,05$).

2-1-7- Les nitrates

Toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniacque, nitrites,...etc.) sont susceptibles d'être à l'origine de nitrates par un processus d'oxydation biologique. Dans les eaux naturelles non polluées, le taux de nitrates est très variable suivant la saison et l'origine des eaux (Rodier, 2005).

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**).

La teneur en nitrates pour nos stations (>1000 mg/l) dépasse plus loin les normes fixées par les organisations internationales (>50 mg/l), cette augmentation dans nos zone d'étude a deux origines principales:

- Agricole: Agriculture intense avec utilisation massive d'engrais azotés ainsi que rejets d'effluents d'élevage et des déchets ménagers. En effet, cette source représente les 2/3 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 les deux stations (St 01) et (St 02) qui ont un aspect rural.

2-1-8-Les nitrites

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 (NO_2^-) s'oxyde facilement en ion nitrate (**Hébert et Légaré, 2000**), ce qui explique la corrélation négative et significative ($r=-0.80$; $p<0.05$) entre les deux ions (tableau IX). En effet, c'est la raison pour laquelle les nitrites se trouvent en concentrations faibles dans les eaux de l'Oued Djendjen.

2-1-9-Les orthophosphates

Le phosphore existe sous forme minérale (ortho et polyphosphates) et/ou sous forme organique d'origine biologique. Sous l'action des micro-organismes, le phosphore organique et les polyphosphates peuvent être hydrolysés plus ou moins rapidement en orthophosphates (**Savary, 2003**). Ceci explique la très bonne corrélation ($r=0.96$; $p<0.01$) entre les streptocoques fécaux et les orthophosphates dans les eaux de l'Oued (tableau IX).

D'après **Rodier (2005)**, des teneurs en orthophosphates supérieure 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 dépassent cette valeur dans la station (St 01), ceci peut être expliqué par la situation géographique de cette dernière le long de l'Oued Djendjen, localisée dans une région à vocation purement agricole et qui reçoit les eaux usées et les rejets domestiques des agglomérations semi rurales avoisinantes.

Cependant, selon **Martin (1980)**, les agents atmosphériques, vent et pluie, représentent aussi des sources de phosphates.

2-2-Qualité microbiologiques de l'eau

2-2-1-Les coliformes totaux et les coliformes thermo-tolérants (fécaux)

D'après les résultats que nous avons obtenus nous observons une présence des coliformes totaux et coliformes thermotolérants (fécaux) dans les eaux de l'Oued Djendjen avec des taux plus élevées surtout pour les coliformes totaux (1400 mg/l) dans les trois stations et pour chaque prélèvement. Cependant, au niveau de la troisième station (St 03), le nombre des coliformes fécaux diminue significativement du fait de la légère salinité de l'eau ($r=-0.82$; $p<0.05$) (tableau IX). En effet, la majorité des microorganismes se propagent dans des biotopes à faibles voire très faible salinité (**Martin et al, 1976**). Cependant, la présence de ces germes dans une eau est la preuve que l'eau a subi une contamination par les matières fécales (**Ramade, 2002**) proviennent des déchets ménagers (exp : la décharge à ciel ouvert au niveau de la deuxième station) et des déchets d'élevages d'animaux domestiques qui pâturent dans ces stations.

La principale bactérie coliforme spécifiquement d'origine fécale est l'*Escherichia coli*. Cette bactérie apparaît toujours en grandes quantités dans les déjections animales et humaines. La présence d'*Escherichia coli* indique donc que l'eau dans laquelle elle est mise en évidence a été souillée par des matières fécales (**Savary, 2003**). En effet, elle est présente dans toutes les stations sauf dans le premier prélèvement de la troisième station (St 03) où il y'a une diminution très importante en nombre des coliformes fécaux. Ce qui due probablement à la salinité des eaux et à l'éloignement de cette dernière des agglomérations rurales, dotées d'un système d'évacuation des eaux ménagers et domestique sous forme de fosses septiques.

2-2-2- Les streptocoques fécaux

Selon **Savary (2003)**, les streptocoques fécaux sont des germes test de contamination fécale particulièrement intéressant pour identifier des contaminations anciennes, ou des infections insuffisantes de l'eau.

En effet, on note une diminution du nombre de Streptocoques fécaux pour les stations (St 02) et (St 03) par rapport à la première station (St 01) cela est due probablement à la légère salinité de l'eau.

La détection de ce type de bactéries dans l'eau de l'Oued Djendjen indique sans doute une pollution d'origine fécale issue essentiellement des rejets d'eaux usées et de déchets d'élevage.

Conclusion

L'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau de l'Oued Djendjen, nous a permis de situer le niveau de pollution et le degré de contamination de ces eaux par les différents éléments chimiques et microbiologiques en particulier les nitrates, les orthophosphates et les germes témoignant de contamination fécale. Ces principaux éléments influent directement sur la qualité de l'eau et par conséquent sur la santé de l'environnement.

La température de l'eau est fonction de celle de l'air, de la situation géographique, du couvert végétale 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 diminue de l'amont vers l'aval, en particulier dans la troisième station, reflète la forte charge organique, favorisant le phénomène de la minéralisation.

La DBO₅ diminue avec de cel de l'oxygène dissous, on allant d'amont en aval et contrairement à celle de la DCO.

Les nitrites se retrouvent rarement en concentration importante dans les eaux de l'Oued à cause de leurs oxydations en nitrates.

Les nitrates ont des valeurs trop élevées d'origine principalement agricole et des travaux d'assainissement (nettoyages ménagers et la vidange des fosses septiques).

Les orthophosphates connaissent des variations spatiales importantes qui peuvent être expliquées par la situation géographique des stations étudiant.

Sur le plan bactériologique, l'analyse montre que l'ensemble des germes pathogènes dépassent les normes de qualité microbiologique applicables aux eaux de surface.

A partir de ces analyses, nous pouvons dire que la qualité des eaux de surface de l'Oued Djendjen révèle une bonne qualité pour les paramètres suivants: température, pH, conductivité électrique, DCO et nitrites dans la totalité des stations sauf pour les orthophosphates au niveau de la première station, qui révèle une situation très mauvaise et la DBO au niveau de la première station pocédant une qualité passable. Pour l'oxygène dissous, la situation est soit passable ou mauvaise. Tandis que pour les nitrates et les microorganismes, les résultats restent toujours supérieurs à la norme

recommandée. Donc, les eaux de l'Oued Djendjen nécessitent un traitement préalable avant toute opération d'irrigation.

Recommandations

Recommandations

Les résultats de la présente étude permettront de mettre à la disposition des autorités des données de base susceptibles d'être exploitées dans le cadre de l'amélioration de la qualité des eaux de surface. Nous recommandons ainsi le respect des mesures suivantes:

- ❖ Adopter une véritable politique de développement durable et un système d'aménagement de l'environnement;
- ❖ Etablir des normes nationales de la qualité des eaux de surface;
- ❖ Exiger le respect des normes de protection des eaux de surface;
- ❖ Appliquer les tests législatifs et réglementaires en vigueur;
- ❖ Renforcer le plateau technique des laboratoires pour assurer un contrôle régulier des effluents industriels;
- ❖ convaincre les industriels à l'installation obligatoire de systèmes performants de traitement de leurs rejets;
- ❖ Mettre en place une station d'épuration à la proximité de l'Oued Djendjen;
- ❖ Faire sensibilisé les agriculteurs pour régulier les apports des engrais utilisés dans la fertilisation;
- ❖ Sensibiliser les agriculteurs sur la toxicité des produits chimiques qu'ils utilisent;
- ❖ Eviter la vidange des fosses septiques dans l'Oued et faire appel aux services compétents pour effectuer ce travail;

Références Bibliographiques

Références bibliographique

A.D.E- Algérienne des eaux., (2012) -Tableau et protocole de dénombrement des coliformes et des streptocoques, 3p.

Amira W., (2008)-Degré de contamination des eaux de la mare Redjla (Taher, Jijel) par les nitrates: Détermination de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau, Ecotoxicologie, université de Jijel, 1p.

Andy D.W., William J.E., (1995)-Environment hydrology, LEWIS PUBLISHERS, Boca Raton New York, ISBN: 0-87371-886-0, 327p.

Avril J.L., Dabernat H., Denis F., Monteil H., (1992)-Bactériologie clinique, 2éd ELLIPSES, ISBN 2-7298-9128-4, 33p.

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

Berné F., Cordonnier J., (1996)-Traitement des eaux, éditions TECHNIP, Paris, ISBN 2-7108-0613-1, 19p.

Bleifert C., Perraud R., (2009)-Chimie de l'environnement Air, eau, sols, déchets, 2éd, Boeck Université, ISBN 987-2-8041-5945-0, 298 p.

Chippaux V., Peltre M., Thiabaut G., (2002)-Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. Bulletin d'écologie, Pp 125-307.

C.F.T-Conserverie des forêts de Taher., (2012).

Delarras C., (2000)-Microbiologie de l'environnement avec législation, GAËTAN MORIN EUROPE, Paris, Pp 387-397.

Dellarras C., (2003): Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux, Lavoisier, Paris, ISBN: 2-7430-0633-1, Pp 408-414.

Dellarras C., (2007)-Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire, édition TEC&DOC, Lavoisier, Paris, ISBN: 978-2-7430-0945-8, Pp 254-255.

Etablissement public du Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement., (2005)- Agence de l'eau, rue Salvador Allende.

Gaïd A., (1984)-Epuration des eaux usées urbaine, O.P.U, Alger, 261p.

- Genin B., Chauvain C., Ménard F., (2003)**-Cours d'eau et indices biologiques, Ed EDUCARGRI. Dijon, Pp 26-27.
- Gérard G., (1999)**-L'eau, usages et polluants, tome II, Institut National De la Recherche Agronomique INRA, Paris, ISBN 2-7380-0854-2, Pp 195-202.
- 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.
- Larpent J.P., (1997)**-Mémento technique de biologie, 3^e édition, Lavoisier, ISBN 2-7430-0163-1, Pp : 340-491.
- Martin J.M., Meybeck M., Tomas A.J., (1976)**-pollution des estuaires CNEXO, rapport scientifique et technique N°= 22, 250 p.
- Martin J.M., (1980)**-Cycle des éléments chimiques dans les estuaires. Océanis 5 (fasc. hors série), 517p.
- Masson, (1982)**-Grille de qualité des eaux. Ed. GAUTHIER-VILLARDS. Paris, 286p.
- Ouali M.S., (2001)**-Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux, office des publications universitaires, édition : 2.10.4334, ISBN 9961.0.0520.1, 32p.
- Potelon J.L., Zysman K., (1998)**-Le guide des analyses de l'eau potable, La lettre du cadre territorial, ISBN 2-84130-247-4, Pp 81-85,105-117.
- Ramade F., (1998)**-Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Ediscience international, Paris, ISBN 2-84074-152-0, Pp 516-517.
- Ramade F., (2000)**-Dictionnaire encyclopédie des polluants: de l'environnement à l'homme, discience international, Paris, ISBN: 2-84074-165-2, Pp 324-382.
- Ramade F., (2002)**-Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et de sciences de l'environnement, 2^{éd}, DUNOD, Paris, ISBN 2100066706, Pp 166-167,292,561-562.
- Ramade F., (2003)**-Eléments d'écologie: écologie fondamental, Ediscience international, DUNOD, Paris, ISBN 2-100068377, 99p.
- Ramade F., (2005)**- Elément d'écologie: écologie appliquée, 6^e édition, DUNOD, pris, ISBN: 2-10-006838-5, 317p.
- Rejsek F., (2002)**-Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques, Centre régional de documentation pédologique d'aquitaine, ISBN 2-86617-420-8, Pp 63-71,144.

Rodier J., (1984)-L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8^{éd}, DUNOD, Paris, 213p.

Rodier J., (2005)-L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8^{éd}, DUNOD, Paris, ISBN 2-100496360, Pp 66-67,968-1078.

Savary P., (2003)-Guide des analyses de la qualité de l'eau, Ed Techni. Cités, ISBN 2-84866-012-0, Pp 109, 142,144,167,182.

Servais, P., Garcia-Armisen, T., George, I. & Billen, G., (2007a)-Fecal bacteria in the rivers of the Seine drainage network (France): sources, fate and modelling. Science of the Total Environment. 375 :Pp152-167.

Teircelin J.R., (2008)-l'eau et les espaces verts, Lavoisier, Paris, ISBN: 978-2-7430-1070-6, 93 p.

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.

Ying O., (2005)-Evaluation of river water quality monitoring stations by principal component analysis, water Research, en ligne, vol 39, N°= 12, disponible sur <<http://dx.doi.org>>, Pp 2621, 2635.

Sites Internet

1-bouillondecultures.blogspot.com

2-fr.wikipedia.org

3-membres.lycos.fr

4-membres.lycos.fr

Annexes

Annexe 01

Résultats de l'analyse statistiques (test de l'analyse de la variance ANOVA)

Analyse de la variance de l'effet "station"

One-Way ANOVA on columns selected between Col(St1) -> Col(St3):

Température

Data	Mean	Variance	N
St1	13,8	0,02	2
St2	15,55	2,645	2
St3	15,05	0,045	2

F = 1,79889

p = 0,30661

At the 0,05 level,

the means are NOT significantly different.

pH

One-Way ANOVA on columns selected between Col(St1) -> Col(St3):

Data	Mean	Variance	N
St1	7,195	0,00125	2
St2	7,215	0,06845	2
St3	7,435	5E-5	2

F = 1,52545

p = 0,3491

At the 0,05 level,

the means are NOT significantly different.

CE

One-Way ANOVA on columns selected between Col(St1) -> Col(St3):

Data	Mean	Variance	N
St1	544,5	60,5	2
St2	566	2	2
St3	572,5	264,5	2

F = 3,94037

p = 0,14478

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

OD

One-Way ANOVA on columns selected between Col(St1) -> Col(St3):

Data	Mean	Variance	N
St1	5	0,005	2
St2	3,67	0,1058	2
St3	2,55	0,1682	2

F = 32,35054

p = 0,00933

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

DBO₅

One-Way ANOVA on columns selected between Col(St1) -> Col(St3):

Data	Mean	Variance	N
St1	7	18	2
St2	6,5	4,5	2
St3	3,5	4,5	2

F = 0,7963

p = 0,52795

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

DCO

One-Way ANOVA on columns selected between Col(St1) -> Col(St3):

Data	Mean	Variance	N
St1	13	12,5	2
St2	14,5	200	2
St3	19,25	120,125	2

F = 0,19203

p = 0,83469

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

NO₃

One-Way ANOVA on columns selected between Col(St1) -> Col(St3):

Data	Mean	Variance	N
St1	1548,285	293676,81605	2
St2	1408,74	42743,0322	2
St3	1379,945	143664,08045	2

F = 0,10132

p = 0,90661

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

NO₂

One-Way ANOVA on columns selected between Col(St1) -> Col(St3):

Data	Mean	Variance	N
St1	0,025	5E-5	2
St2	0,04	0	2
St3	0,035	5E-5	2

F = 3,5

p = 0,16432

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

PO₄⁻³

One-Way ANOVA on columns selected between Col(St1) -> Col(St3):

Data	Mean	Variance	N
St1	5,964	0,41587	2
St2	0,44	0,0578	2
St3	0,306	0	2

F = 132,0439

p = 0,00119

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

CF

One-Way ANOVA on columns selected between Col(St1) -> Col(St3):

Data	Mean	Variance	N
St1	714	941192	2
St2	714	941192	2
St3	19,5	144,5	2

F = 0,51243

p = 0,64351

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

CT

One-Way ANOVA on columns selected between Col(St1) -> Col(St3):

Data	Mean	Variance	N
St1	1400	0	2
St2	1400	0	2
St3	1400	0	2

F = /

p = /

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

SF

One-Way ANOVA on columns selected between Col(St1) -> Col(St3):

Data	Mean	Variance	N
------	------	----------	---

St1	240	0	2
-----	-----	---	---

St2	68	1250	2
-----	----	------	---

St3	39	0	2
-----	----	---	---

F = 56,6608

p = 0,00414

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

Thème

Contribution à l'appréciation de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de l'Oued Djendjen (wilaya de Jijel).

Noms et prénoms des étudiantes :

AMARA Leila
MAZA Khalida

Date de soutenance : Juin 2012

Résumé

L'étude porte sur l'analyse des paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux de surface de l'Oued Djendjen afin d'établir un diagnostic de la qualité de ces dernières. Des prélèvements d'eau ont été effectués au niveau de trois stations choisies en fonction de leur situation par rapport aux rejets domestiques, agricoles et industrielles.

Les résultats obtenus pour les eaux de trois stations révèlent une très bonne qualité pour la température, le pH et la DCO, très bonne à bonne pour les nitrites, bonne pour la conductivité électrique, passable pour l'oxygène dissous et la DBO₅, très mauvaise pour les orthophosphates et les nitrates dont on assiste à une augmentation préoccupante de la teneur en nitrates pour les trois stations qui dépasse très loin la norme en vigueur.

Sur le plan bactériologique, l'analyse montre que l'ensemble des germes pathogènes dépassent les normes de qualité microbiologique recommandées pour les eaux de surface.

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

Summary

The study focuses on the analysis of physico-chemical and microbiological characteristics of surface waters of the river Djendjen to diagnose the quality of the latter. Water samples were performed at three stations chosen for their location in relation to domestic waste, agricultural and industrial.

The results for the three water stations show a very good quality for temperature, pH and COD, very good to good for nitrites, for good electrical conductivity, fair for dissolved oxygen and BOD₅, very bad for orthophosphates and nitrates which there has been a worrying increase in the nitrate content for the three stations that far exceeds the standard be in effect.

On the bacteriological analysis shows that all pathogens exceed the quality standards recommended for microbiological surface water.

Keywords: water quality, physicochemical parameters, microbiological parameters, Oued Djendjen.

ملخص

الدراسة تحمل على تحليل المعايير الفيزيوكيميائية والميكروبيولوجية للمياه السطحية لوادي جن جن لتشخيص نوعية هذه الأخيرة. ولذا، أخذت عينات من المياه في ثلاثة مواقع للدراسة واختيرت بناء على موقعها بالنسبة إلى النفايات المنزلية والزراعية والصناعية. أظهرت النتائج المتحصل عليها حالة جيدة للغاية لدرجة الحرارة، درجة الحموضة، والطلب الكيميائي للأكسجين، جيدة جدا إلى جيدة للتريت، جيدة للناقلية الكهربائية، معتدلة للأكسجين المذاب والطلب البيوكيميائي للأكسجين، ضعيفة جدا بالنسبة للاورثوسفاث والنترات حيث كانت هناك زيادة مقلقة في محتوى النترات عند المحطات الثلاث التي تفوق كل المعايير. بالنسبة للتحليل الجرثومي تبين أن جميع الممرضات تتجاوز معايير الجودة الميكروبيولوجية المطبقة على المياه السطحية. كلمات البحث: نوعية المياه، المعايير الفيزيوكيميائية، المعايير الميكروبيولوجية، واد جن جن.