

République algérienne démocratique et populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université de Jijel
Faculté des Sciences
Département Ecologie & Environnement

جامعة جيجل
كلية العلوم
قسم علم البيئة و المحيط



ECC. 11/04

01
04

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

Thème

*Etude comparative de la qualité physico-chimique
des eaux de deux Oueds
Dar El Oued et Bourchaid*

Membre du jury:

Président : MAYACHE B.

Examinatrice : LEMZEZI . H

Encadreur : KHALED KHODJA S

Présenté par :

• **CHERIET Amira**

• **SEKFALI Yamina**

Invité : Madame RAMDANE . N

Session : juin 2009



N° d'ordre : 02

Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail, fruit de cinq années de labeur et
d'abnégation
À mes très chers parents qui m'ont encouragée et soutenue dans les
moments difficiles
Qui m'ont offert toutes les conditions pour bien réussir
Espérons qu'ils seront fiers de moi
À mes deux frères.
À ma petite sœur.
À mon très cher fiancé qui a été toujours à mes côtés
À toute ma grande famille surtout ma chère Mimmy
À tous mes amis et mes collègues de la promotion*



Amira CHERJET

Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail, fruit de cinq années de labeur et
d'abnégation*

*À mes très chers parents qui m'ont encouragée et soutenue
dans les moments difficiles*

Qui m'ont offert toutes les conditions pour bien réussir

Espérons qu'ils seront fiers de moi.

À mes deux petites sœurs.

À toute ma famille.

À tous mes amis et mes collègues de la promotion.

Yamina SERFALI

Remerciements

Nous remercions tout d'abord Dieu tout puissant pour le courage et la volonté qu'il nous a prodigués, clé de réussite

Nous tenons à remercier toute personne qui a contribué de près ou de loin à réaliser ce travail

Notre encadreur Khaled Khodja S.

Monsieur Kessassra Fares .

Tous les membres du parc national de Taza et très spécialement

Madame Ramdhane Nadia , qui nous a été d'un grande aide .

Monsieur Lehtihet A

Les membres du jury

Monsieur Mayache B

Melle Lemzari H

Les techniciens du laboratoire

Et tous nos enseignants

*Chaleureusement
Amira et Yamina*

Abréviations

ABH : Agence de bassin hydrographique constantinois-seybouse-mellegue.

BNEDER : Bureau National d'Etude pour le Développement Rural.

c : Concentrations.

Cond : Conductivité électrique.

Déf : Déficit .

DBO₅ Demande biochimique en oxygène mesurée après 5 jours.

DCO : Demande chimique en oxygène .

ETP : Evapotranspiration Potentielle .

ETR : Evapotranspiration Réelle.

I: Infiltration.

NO₂⁻ : Nitrites.

NO₃⁻ : Nitrates.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

ONM : Office National de Météorologie.

ONU : Organisation des Nations Unis.

P : Précipitations.

pH : Potentiel hydrogène.

PNT : Parc National de Taza.

PO₄³⁻ P phosphates.

RFU : Réserve facilement utilisable du sol

T° : Températures.

Liste des tableaux

Tableau I. Classification des différents types des pollution.

Tableau II. Classification des eaux d'après leur pH.

Tableau III . Influence des activités humaines et impact sur la santé des différents niveaux de nitrates dans l'eau.

Tableau IV. Normes algériennes des phosphate

Tableau V . Normes algériennes d'ammonium.

Tableau VI. Températures moyennes mensuelles de Jijel au cours de la période 1999-2008

Tableau VII. Températures moyennes mensuelles de la période d'échantillonnage Janvier –
Mars 2009.

Tableau VIII. Cumul mensuel des précipitations dans la région de Jijel (1999-2008).

Tableau IX.. Cumul mensuel des précipitations de la période d'échantillonnage Janvier –
Mars 2009.

Tableau X Evapotranspirations potentielles moyennes mensuelles et annuelles calculées par la méthode de Thornthwaite à la station de Jijel Aéroport (1998-2008).

Tableau XI. Evapotranspiration réelle par la méthode du bilan de Thornthwaite à la station de Jijel Aéroport (1999-2008)

Tableau XII Les différentes méthodes d'analyses physico-chimiques de l'eau utilisées .

Liste des figures

Figure 01. Localisation d'Oued Dar El Oued.

Figure 02 . Localisation de l'Oued Bourchaid .

Figure 03 . Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région de Jijel (1998- 2008).

Figure 04. Valeurs du pH des différentes stations de oued Dar El Oued.

Figure 05. Valeurs des températures des différentes stations de l'oued Dar El Oued.

Figure 06. Valeurs de la conductivité électrique de l'oued Dar El Oued.

Figure 07. Valeurs de l'ammonium des différentes stations de l'oued Dar El Oued.

Figure 08. Valeurs des nitrites des différentes stations de l'oued Dar El Oued

Figure 09. Valeurs des nitrates des différentes stations de l'oued Dar El Oued

Figure 10. Valeurs des phosphates des différentes stations de l'oued Dar El Oued.

Figure 11. Valeurs du pH des différentes stations de oued Bourchaid

Figure 12. Valeurs des températures des différentes stations de l'oued Bourchaid

Figure 13. Valeur de la conductivité électrique de l'oued Bourchaid

Figure 14. Valeurs de l'ammonium de l'oued Bourchaid

Figure 15. Valeurs des nitrites des différentes stations de l'oued Bourchaid

Figure 16. Valeurs des nitrates des différentes stations de l'oued Bourchaid

Figure 17. Valeurs des phosphates des différentes stations de l'oued Bourchaid

SOMMAIRE

Introduction	1
Objectif.....	2

CHAPITRE I . Synthèse bibliographique

I.1.Définition de la pollution.....	5
I.2.Types de pollution	5
I.2.1 Pollution chimique.....	5
I.2.2.Pollution physique.....	5
I.2.3.Pollution biologique.....	6
I.2.4.Pollution thermique.....	6
I.2.5 Pollution radioactive	6
I.3.Pollution des eaux.....	6
I.3.1.Origine de la pollution des eaux.....	7
a .Pollution agricole.....	7
b.Pollution domestique.....	7
c.Pollution industrielles.....	8
I.3.2.Paramètres indicateurs de la pollution des eaux.....	9
a.pH.....	9
b.Température.....	10
c.Conductivité électrique.....	10
d.Oxygène dissous	10
e.Demande biochimique en oxygène	11
f.Demande chimique en oxygène	11
g.Nitrites et Nitrates.....	11
h.Phosphates.....	12
i.Ammonium.....	13
I.3.3. <i>Conséquence de la pollution des eaux</i>	13
a . Conséquences sur la santé	13
b. Conséquences sur l'environnement	14
c. Conséquences sur l'économie.....	14
I.4.Eutrophisation.....	15
I .4.1.Définition.....	15
I.4.2..Facteurs et processus affectant le degré d'eutrophisation.....	15
Facteurs naturels.....	15
Facteurs humains.....	16
• Sources ponctuelles.....	16
• Occupation du sol et sources diffuses.....	16

CHAPITRE II Matériel et Méthodes.

II.1.Choix des sites d'études.....	18
II.1.1.Présentation des zones d'études.....	18
a. Description de Oued Dar El Oued.....	18
i.Aperçu géographique.....	18
ii.Géologie et pédologie	19
iii.Végétation.....	19
b. Description de Oued Bourchaid.....	19
i.Aperçu géographique.....	19
ii.Géologie et pédologie	20
iii.Végétation.....	21
II.2.Etude climatologique	21
II.2.1. Températures	21
II.2.2. Précipitations.....	22
II.2.3.Humidité relative.....	22
II.3 .Synthèse bioclimatique.....	23
II.3.1.Diagramme ombrothermique de GAUSSEN.....	23
II.3.2 Calcul de l'évapotranspiration	23
a. Evapotranspiration potentielle.....	23
b. Evapotranspiration réelle	24
II .4.Etude des paramètres physico-chimiques	25
II.4.1.Justificatio des paramètres physico-chimique	25
II.4.2.Prélèvement d'échantillonnage.....	26
II.4.3.Calendrier des prélèvements	26
II.4.4 Dosages effectués au laboratoire	27

CHAPITRE III : Résultats et discussion

III. Résultats et interprétations	29
III.1.Site Dar El Oued	29
III.1.1.pH	29
III.1.2 Températures.....	30
III.1.3. Conductivité électrique	30
III.1.4. Ammonium	31
III.1.5. Nitrites	32
III.1.6. Nitrates.....	32
III.1.7. Phosphates	33
III.2. Discussion	33
III.2.Site Bourchaid	34
III.2.1.pH	34
III.2.2 Températures.....	35
III.2.3. Conductivité électrique	35
III.2.4. Ammonium	36
III.2.5. Nitrites	36
III.2.6. Nitrates.....	37
III.2.7. Phosphates	37
III.2. Discussion	38
Conclusion	39
Références bibliographiques	
ANNEXES	
Annexe I	I
Annexe II	II
Annexe III.....	III
Annexe IV.....	IV

INTRODUCTION

Introduction

De nos jours, l'environnement est une notion à la mode qui est utilisée sous différents aspects et qui reste par conséquent assez floue. Souvent, l'environnement se rapporte à ce qui vit, c'est-à-dire aux hommes, aux animaux, aux plantes et aux microorganismes . Ces espèces vivantes dépendent les unes des autres et de leur milieu, qui se compose d'innombrables éléments influents qu'on appelle les facteurs écologiques. (BLIFFERT *et al* , 2003)

Face aux défis écologiques dont notre monde est confronté depuis déjà quelques années, et avec le développement de la culture écologique, l'eau est devenue un sujet de grandiose préoccupation à l'échelle planétaire. En effet cette ressource indispensable , irremplaçable et particulièrement mal répartie est de plus en plus rare par la dégradation de sa qualité du fait qu'elle est la principale réceptique et rectrice de nombreux polluants issus des différentes activités anthropiques .(RATEL, 1992).

Les effets de la pollution de l'environnement sur la qualité des eaux douces sont multiples et existent depuis longtemps , l'essor industriel, le développement de l'agriculture intensive, l'augmentation exponentielle de la population ainsi que la production et l'utilisation des dizaines de milliers de produits chimiques synthétiques , figurent parmi les principales causes de détérioration de la qualité de l'eau a l'échelle mondiale . Le principal problème est le risque qu'elle ne compromette l'usage que l'on fait de l'eau aujourd'hui et celui que l'on voudrait en faire à l'avenir.(STELLMAN, 2000)

Le pouvoir polluant, de diverses substances contaminants un cours d'eau, est lié à leur degré de solubilité .Ces substances sont classées en trois catégories suivant leur natures:agents biologiques (matières organiques fermentescibles et microorganismes), agents chimiques(substances toxiques capables de modifier les facteurs écologiques du milieu aquatique), et agents physiques(pollution thermique et rayonnements) (SILLINI, 1995).

La pollution des eaux de mer par le déversement de déchets est moins visible ce qui explique peut être pourquoi l'immersion dans les grands fonds a longtemps été autorisée par certains états , mais les conséquences négatives pour la flore et la faune marines ont été constatés (TOURÉ, 2006).

La dégradation des zones côtières et marines s'explique par la pression accrue qui s'exerce sur les ressources naturelles, terrestres et marines, et par l'utilisation de l'océan comme dépotoir. L'accroissement de la population et l'urbanisation, l'industrialisation et le tourisme, dans les zones côtières, expliquent cette augmentation des pressions qu'elles subissent (ONU, 2002).

Le principal indicateur de la dégradation des eaux est l'eutrophisation, qui est un processus déversé par les activités humaines telles que la fertilisation des terres cultivées, l'urbanisation, le rejet d'effluents industriels.....etc. Lors de sa dégradation le matériel végétal provoque une déplétion des réserves en oxygène des plans d'eau qui en retour induit des problèmes secondaires tels que la mortalité de poissons, la libération de gaz corrosifs et autres substances indésirables tels que CO₂ des substances organoleptiques (responsables de goûts et d'odeurs), des toxines, etc. (JEAN, 1996).

Ce mémoire est réparti en trois chapitres principaux.

Le premier chapitre a trait à des généralités sur la pollution des milieux naturels suite à l'anthropisation. Les conséquences de ces actes irréfléchis sur l'écosystème dans la majorité des cas.

Le deuxième chapitre se rapporte aux matériels et méthodes utilisés en vue d'estimer le degré de contamination des stations choisies. Des éléments chimiques indicateurs de la pollution ont été choisis et dosés afin d'apprécier le degré d'eutrophisation de ces milieux.

Le troisième chapitre se focalise sur le traitement et l'interprétation des résultats obtenus.

Pour finir une conclusion et d'éventuelles recommandations pratiques en vue de protéger et conserver le littoral et nos ressources naturelles qui sont nécessaires à la vie de tous les êtres vivants dont l'homme. La pérennité de ces ressources est la garantie d'une vie meilleure et durable.

Objectif

Cette étude a pour objet l'évaluation de la qualité physico-chimique de l'eau de l'oued Dar El Oued et l'oued Bourchaid qui ont été soumis à une pression anthropique plus ou moins accentuée, la construction du tunnel pour le site de l'oued Dar El Oued et les pratiques culturelles ainsi que les agglomérations riveraines sur les rives de l'oued Bourchaid.

Faire une comparaison entre deux milieux aquatiques: oued Dar El Oued et oued Bourchaid; qui subissent une pression anthropique, relativement accentuée et l'oued Dar El Oued, dit zone de grands ouvrages, est sujet à d'énormes bouleversements de ses caractéristiques physico-chimiques et écologiques suite à la construction du Tunnel de Dar El Oued (le 08 Mars 2009; date de son ouverture) et d'un nouveau pont.

L'oued Bourchaid, reste relativement à l'abri des activités humaines malgré la présence d'une agglomération riveraine relativement dense. (l'existence de quelques habitations et de quelques serres).

Introduction

Le choix des paramètres à prendre en compte est dicté par la nature des rejets anthropiques dans les Oueds , en absence d'une pollution industrielle (pas d'industries au voisinage des sites) , l'éventuelle pollution qui peut être rencontrée est celle due aux rejets urbains des quelques rares habitants.

Donc , nos études et analyses se concentrent sur la détection des sels nutritifs , la détermination de leurs taux , et les comparer aux différentes normes internationales .

CHAPITRE I

Synthèse bibliographique

I.1. Définition de la pollution

La pollution peut être définie comme : une modification défavorable du milieu naturel qui résulte en totalité ou en partie de l'action humaine, au travers d'effets directs ou indirects altérant des 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 (BARBAULT, 2000).

Souvent anthropique, c'est à dire due directement ou indirectement à l'activité humaine, la pollution peut cependant résulter de phénomènes naturels tels qu'une éruption volcanique ou solaire.

I.2. Types de pollution

Selon le milieu pollué, il existe, dans le domaine de l'environnement, 3 types de pollutions :

- La pollution de l'air, provoquée par des polluants dits atmosphériques : rejet de pots d'échappement, des usines...
- La pollution du sol souvent d'origine industrielle ou agricole : utilisation d'engrais, de pesticides.
- La pollution de l'eau qui peut résulter de la contamination par les eaux usées, les rejets de produits (les produits phytosanitaires, ceux présents dans les engrais, les hydrocarbures...), ce type de pollution sera abordé avec plus de détails ultérieurement puisque il concerne notre étude .

Selon les types de polluants, nous pouvons distinguer

I.2.1. Pollution chimique

Elle résulte essentiellement de la libération massive dans les eaux de divers composés tel que: les nitrates, les phosphates, et autres sels utilisés en agriculture, et divers résidus rejetés par la métallurgie et d'autre activités anthropiques. (RAMADE, 1982.)

I.2.2. Pollution physique

Ou mécanique: elle résulte de la présence dans l'eau de particules ou de déchets capable de colmater le lit d'un cours d'eau (cas des eaux provenant des mines d'usines de défibrage de bois de tannerie)

Elle est provoquée par les centrales thermiques nucléaires, les papeteries, situées le plus souvent aux abords des cours d'eau, qui puisent de grandes quantités d'eau pour le refroidissement de leur système. Cette eau réchauffée est ensuite déversée dans les cours

d'eaux, ce qui a pour effet d'augmenter la température entraînant des modifications des conditions du milieu des organismes aquatiques, qui peuvent être fatales. (VAILLANT, 1974)

I.2.3. Pollution biologique

C'est la contamination de l'eau par des microorganismes pathogènes (virus, amibes, bactéries ou champignons) dont certains sont des vecteurs de maladies. Ces microorganismes proviennent d'eau ménagère et des industries alimentaires. (RAMADE, 1982).

I.2.4. Pollution thermique

La pollution thermique est le préjudice causé à l'environnement par la chaleur des rejets industriels. L'oxygène est moins soluble dans l'eau chaude rejetée par les centrales thermiques en outre, la densité faible de l'eau chaude provoque sa montée à la surface où elle fonctionne comme une chape suffocante qui empêche l'absorption de l'oxygène. Ce phénomène peut provoquer la disparition de la vie aquatique. (ATKINS, 1998).

I.2.5 Pollution radioactive

Les sources de pollution sont essentiellement les installations nucléaires. L'ingestion de produits radioactifs peut entraîner un risque d'effets pathologiques radio-induits, en particulier l'apparition de tumeurs malignes ou, pour des expositions très élevées, une atteinte létale des fonctions vitales (système digestif ou nerveux, production de globules rouges). Bien que jamais observé, le risque d'effets génétiques, avec ses conséquences sur la descendance, a également été suspecté (ROVEL & al, 2005).

I.3 Pollutions des eaux

La pollution des eaux est la dégradation voire la destruction de leur pouvoir autoépurateur, de ce pouvoir remarquable qu'ont les eaux courantes de se régénérer, de se purifier par le jeu des processus physiques, chimiques et biologiques liés au mouvement même de l'eau à l'air libre.

Que cette pollution soit chimique, thermique, mécanique, organique ou bactériologique, elle s'étend plus ou moins loin vers l'aval, tant l'aval spatiale que l'aval chronologique, accompagnant le mouvement même de l'eau, et gagne même les nappes souterraines (LAMBERT, 1995).

I.3.1 Origine de la pollution des eaux

Les causes de la pollution de l'eau sont nombreuses et variées, les plus connues étant celles liées à l'activité humaine et notamment l'urbanisation et l'industrialisation.

a. Pollution agricole

Les pollutions agricoles s'intensifient depuis que l'agriculture est entrée dans un stade d'industrialisation. Réparties sur de grandes surfaces, elles sont importantes mais difficiles à quantifier.

Les engrais apportent aux végétaux cultivés les nutriments nécessaires à leur croissance. Les trois principaux sont: l'azote, le phosphore et le potassium. Les trois éléments que sont l'hydrogène, le carbone et l'oxygène, nécessaires à l'activité de photosynthèse sont apportés par l'air et l'eau. Enfin, le fer, le soufre ou encore le calcium sont puisés directement dans la terre.

Les pesticides sont des produits chimiques destinés à détruire les champignons (*fongicides*), les mauvaises herbes (*herbicides*), les vers de terre (*ématicides*) et insectes (*insecticides*) qui parasitent les produits azotés (nitrates) et les phosphates provoquent des déséquilibres dans les milieux qui reçoivent les eaux de ruissellement ou d'infiltration issues de l'agriculture. Ce sont des éléments qui nourrissent par excès des algues bien souvent indésirables qui prennent la place de toute autre forme de vie à cause de leur surdéveloppement. C'est une cause d'eutrophisation .

Les pesticides sont développés pour être rapidement neutralisés (rendus inoffensifs) avec une durée de vie active courte dès lors qu'ils sont dissous dans le sol. L'utilisation de mauvais pesticides peut avoir des effets d'intoxication.

L'accumulation de tous ces éléments dans les cours d'eau peut avoir un impact important sur le milieu marin, à l'endroit même où se déversent des fleuves, ou bien par le retour des nappes souterraines qui forment des sources sous-marines ou proches du bord de mer .
(LUNDERBERG *et al*, 1995)

b. Pollution domestique

Une autre cause de la pollution de l'eau c'est la mauvaise gestion des eaux usées comme l'absence de système de collecte et de traitement des eaux usées (égouts collecteurs, stations d'épuration...). Et lorsque ces stations d'épuration existent, elles sont inadaptées aux conditions générales locales, ce qui affecte leur bon fonctionnement et partant leurs

capacités épuratives qui devient de ce fait médiocre. L'utilisation aussi des cours d'eau ou des torrents comme dépotoir de déchets ou encore comme lieux de vidange des fosses septiques engendre une pollution par les excréta.

c. Pollution industrielle

L'industrialisation est l'une des causes majeures de la pollution de l'eau dans nos villes. Et ceci d'autant plus que les industries qui s'y installent ne prennent très souvent aucune disposition pour traiter leurs effluents liquides ou gazeux avant leur rejet dans le milieu naturel. Plus grave encore, les zones industrielles ne se démarquent généralement pas des zones d'habitation, ce qui amplifie les effets des pollutions sur les populations riveraines des villes.

Tableau I. *Classification des différents types de pollution.*

Type de pollution	Nature	Source
Thermique	Rejets d'eau chaudes	Centrales électriques
Radioactive	Radio-isotopes	Installations nucléaires
Microbiologiques	Bactéries, virus entériques, champignons	Effluents urbains, élevage, secteur agro-alimentaire
Organiques fermentescibles	Glucides,protides, lipides	Effluents domestiques, agricoles, industries,agro- alimentaire, bois.
Fertilisants	Nitrates,phosphates	Agriculture, lessives
Métaux et métalloïdes	Mercurés,calcium, plomb,aluminium, arsenic	Industries, agriculture, combustion,pluies acides
Pesticides	Insecticides, fongicides, herbicides	Industries agriculture
Détersif	Agents tensioactifs	Effluents domestiques
Hydrocarbures	Pétrole brut, et dérivé	Industries pétrolières, transport.
Composés organochlorés	P.C.B insecticides, solvants chlorés	Industrie
Autres composés organiques de synthèse	Nombreuses molécules	Industrie

Source. (Larousse, 1995).

I.3.2. Paramètres indicateurs de la pollution des eaux

La pollution des eaux altère directement ou indirectement 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. Pour évaluer cette pollution, il existe des paramètres de priorité capitale qui sont :

a. Le pH

Mesure physico-chimique donnant les indications sur les déversements anormaux de rejets fortement basiques ou acides. Il a une grande influence sur l'activité des microorganismes responsables de l'épuration biologique. Il constitue une mesure de la concentration des ions H^+ dans l'eau. Le pH est de 7 dans l'eau pure à 25°C, si l'on introduit des substances dans l'eau pure, leurs ions se combinent avec les ions H^+ et OH^+ et en modifient l'équilibre chimique. Les sels d'aluminium et de fer accroissent l'acidité tandis que les carbonates la diminuent. La stagnation de l'eau favorise la croissance des algues et autres microorganismes dont l'activité change le pH. (LOUP, 1974).

Le pH d'une eau naturelle dépend de l'origine de celle-ci et de la nature des terrains traversés. Certaines eaux superficielles (lacs, rivières, plans d'eau) ont parfois un pH élevé dû à une forte production végétale (SAVARY, 2003).

La mesure du pH doit de faire sur place de préférence (RODIER, 1997).

Tableau II. Classification des eaux d'après leur pH

pH < 5	Acidité forte présence d'acide minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée => majorité des eaux de surface
5,5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense

Référence : Le Réseau Francophone sur l'Eau et l'Assainissement .

b. Température

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). De plus, en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur l'origine et l'écoulement de l'eau. La température doit être mesurée in situ. Les appareils de mesure de la conductivité ou du pH possèdent généralement un thermomètre intégré. (*RéFEA, 2009*).

Une élévation de T° peut perturber fortement le milieu (pollution thermique) mais peut aussi être un facteur d'accroissement de la productivité biologique qui peut être mise en valeur par l'aquaculture. (*GAUJOUS, 1995*).

c. Conductivité électrique

Elle correspond à la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm.

La conductivité traduit la minéralisation totale de l'eau. Elle est donnée à 20°C, et varie en fonction de la température étroitement liée à la concentration des substances dissoutes et à leur nature. (*RODIER, 1984*)

La conductivité est généralement mesurée en micro-Siemens par cm ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), approximativement la valeur en $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ correspond à la salinité en $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

On utilise également la résistivité, inverse de la conductivité, mesurée en ohms.cm :

$$\text{Résistivité (ohms.cm)} = 1\ 000\ 000 / \text{conductivité (en } \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\text{)}$$

le Niveau guide de la conductivité à 20°C d'une eau destinée à la consommation humaine :

400 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$

- ▶ 50 à 400 : qualité excellente
- ▶ 400 à 750 : bonne qualité
- ▶ 750 à 1500 : qualité médiocre mais eau utilisable
- ▶ > 1500 : minéralisation excessive (*GTS, 2009*).

d. Oxygène dissous

L'eau contient toujours de l'oxygène dissous dont les concentrations varient avec la température et la précipitation partielle dans l'atmosphère. 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 10 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (*SAVARY, 2003*).

e. Demande Biochimique en Oxygène

Oxygène nécessaire pour la dégradation par les micro-organismes de la matière organique biodégradable contenue dans l'eau , en mg d'oxygène par litre d'eau. Cette consommation d'oxygène est très souvent mesurée après 5 jours à 20°C, on parle alors de DBO₅ . (GROSCAUDE , 1999).

La demande biochimique en oxygène devrait permettre d'apprécier la charge du milieu considéré en substances putrescible. (RODIER, 2005).

f. Demande Chimique en Oxygène

Oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique et dans des conditions définies de la matière organique ou non contenue dans l'eau. (GROSCAUDE , 1999). En milligramme d'oxygène par litre d'eau.

En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau. (RODIER, 2005).

g. Nitrites et Nitrates

Les nitrates (NO₃⁻) et les nitrites (NO₂⁻) sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement. Ils sont le résultats d'une nitrification de l'ion ammonium (NH₄⁺), présent dans l'eau et le sol , qui est oxydé en nitrites par les bactéries du genre *Nitrosomonas* , puis en nitrates par les bactéries du genre *Nitrobacter* (anonyme, 1992) . Les nitrates sont très solubles dans l'eau et migrent donc aisément dans la nappe phréatique La toxicité des nitrates résulte de leur réduction en nitrites et de la formation de méthémoglobine d'une part et de leur contribution possible à la synthèse endogène de composés N-nitrosés d'une part . (BROITMAN et al, 1981).

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...) (GROSCAUDE , 1999).

Les concentrations de nitrates et de nitrites dans l'eau peuvent être exprimées sous forme de nitrates (ou nitrites) ou encore sous forme d'azote .Un milligramme de nitrates par litre équivaut à 0.22 6 mg de nitrites.(NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1995).

Il semble qu'au-delà de la norme des 50 mg.l⁻¹ (limite fixée par l'organisation mondiale de la santé l'OMS, et la plupart des pays, dont l'Algérie) les nitrates deviennent nocifs. En effet, ces composés, s'ils sont trop abondants:

- Acidifient les sols, les rendent incultes, infertiles.
- Favorisent la croissance des algues et dégradent l'habitat des poissons, amphibiens et autres organismes aquatiques (GAUJOURS, 1995)..
- De fortes concentrations de nitrates dans l'eau potable peuvent avoir également des effets nocifs sur la santé humaine, touchant particulièrement les femmes enceintes et les bébés. (RATEL, 1992).

Tableau III. Influence des activités humaines et impact sur la santé des différents niveaux de nitrates dans l'eau (MADISSON et al, 1985).

Concentration des nitrates dans l'eau potable	< 0.2	0.21 – 3.0	3.1 – 10	> 10
Influence des activités humaines	Non	Possible mais impact mineur	Certaine mais avec impact modéré	Certaine avec impact majeur
Impact sur la santé	Non	Non	Non démontré	Possible

h. Phosphates

Il est présent sous différentes formes: le phosphore organique (phosphorine, phospholipides.....) et le phosphore minérale (PO_4^{3-} , $H_2P_4^4$). Le phosphore correspond en fait aux orthophosphates car l'ion phosphate (PO_4^{3-}) n'existe en solution que pour les pH basiques. Les phosphates font parties des ions facilement fixés par le sol des teneurs supérieures à 0.5 mg.l⁻¹ permettent de suspecter la pollution d'une eau naturelle. Les eaux de surfaces peuvent être contaminées par des rejets industrielles et domestique ou par lessivage des terres cultivées renfermant des engrais phosphates, ou traitées par certains pesticides, les eaux souterraines peuvent l'être par des infiltrations en provenance de dépôts de fumier et de lisier, la présence de phosphates dans les eaux des surfaces entraîne un développement important d'algues, des microorganismes mais aussi macroscopiques qui caractérisent le phénomène d'eutrophisation (FRANK, 1992).

Tableau IV . Normes algériennes des phosphates

<i>Classe de qualité</i>	<i>Excellente</i>	<i>Bonne</i>	<i>Passable</i>	<i>Médiocre</i>	<i>Pollution excessive</i>
<i>PO4 (Mg/l)</i>	<i>< 0.2</i>	<i>0.2 à 0.5</i>	<i>0.5 à 1</i>	<i>1 à 2</i>	<i>> 2</i>

(Source : Agence ABH, 2002).

i. Ammonium

L'azote ammoniacal n'a pas, aux concentrations susceptibles d'être trouvées dans l'eau, de signification sanitaire directe. C'est un indicateur d'efficacité du traitement de l'eau. Il est facilement éliminé par les stations de traitement d'eau et réagit avec le chlore en donnant des chloramines. Les chloramines constituent une des causes les plus courantes du mauvais goût de l'eau (goût d'eau de Javel). (GTS, 2009)

Le niveau guide de l'azote ammoniacal dans les eaux destinées à la consommation humaine est fixé à 0,05 mg.l⁻¹. La concentration maximale admissible de l'azote ammoniacal dans les eaux destinées à la consommation humaine est de 0,5 mg.l⁻¹. (GTS, 2009)

Leur valeurs sont souvent importantes avec les variations saisonnières. Les teneurs en ammonium sont en général minimales à la fin du printemps, augmentent à la fin de l'été et présentent le plus souvent un maximum au début de l'hiver (GROSCAUDE, 1999)

Tableau V. Normes algérienne d'ammonium

Classe de qualité	Excellente	Bonne	Passable	Médiocre	Pollution excessive
NH4 (mg.l ⁻¹)	< 5	5 à 25	25 à 50	50 à 80	> 80

(Source : Agence ABH, 2002).

1.3.3. Conséquences de la pollution des eaux

a. Conséquences sur la santé

Les maladies véhiculées par l'eau tuent 25 millions de personnes chaque année dans le monde et principalement les enfants

- Dans les pays en voie de développement, les eaux polluées pullulent d'agents infectieux ou de parasites responsables d'infections diverses : poliomyélite, choléra typhoïde .

- Dans les pays développés, la consommation d'eau polluée peut provoquer des gastro-entérites, une eau riche en nitrates peut s'avérer dangereuse. (REFALO, 2007).

Les problèmes de santé associés à la présence de substances chimiques dissoutes dans l'eau tiennent principalement au fait que les effets se manifestent après une longue période d'exposition à l'avenir de l'environnement (STELLMAN, 2000).

b. Conséquences sur l'environnement

La pollution des eaux est très inquiétante, de nombreux organismes entre autres les poissons ont besoin de concentrations élevées d'oxygène, l'anoxie de l'eau a pour effet secondaire sérieux celui de libérer des substances toxiques à partir des particules et de sédiments de fond; les rejets urbains entraînent l'accumulation des nitrates et l'eutrophisation. Dans tous les cas, la pollution est résultat d'une synergie entre effluents d'eaux usées et ruissellement ou infiltration d'eau issues de l'agriculture. (REFALO, 2007).

De plus, les matériaux jetés à la mer augmentent la toxicité de l'eau par la pollution résultant de la combinaison de métaux lourds tels que le cuivre, le cadmium, le plomb, l'étain et le mercure. Les animaux en meurent. Et les tonnes de pétrole provoquent la mort de nombreux êtres vivants aussi bien dans les océans que sur terre, les premiers touchés étant les oiseaux. Des plantes, nécessaires à la vie, sont tuées par ensevelissement ou étouffement : les pollutions empêchent la photosynthèse. Ceci perturbe l'équilibre de l'environnement marin étant donné que la mort de ces plantes, les posidonies, prive d'oxygène de nombreuses autres espèces sous-marines (végétales ou animales).(2)

c. Conséquences sur l'économie

Les conséquences économiques de la pollution des eaux peuvent être assez importantes étant donné les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement, une mauvaise santé entraîne souvent une baisse de production humaine et une dégradation de l'environnement diminue la productivité des ressources en eau directement utilisées par la population, une fois polluée, l'eau devient impropre à l'approvisionnement des villes, en conséquence celles-ci doivent être dotées d'installations de traitement coûteuses ou acheminer l'eau propre par des canalisations sur longues distances ce qui revient beaucoup plus cher. (STELLMAN, 2000).



I.4.Eutrophisation

I.4.1.Définition

Enrichissement excessif du milieu aquatique en nutriments (nitrates et essentiellement phosphates) et provoquant un déséquilibre grave de la flore et de la faune aquatique, du notamment à la baisse la teneur en oxygène dissous lors de la phase de décomposition. Cet excès de matières nutritives se traduit par l'enrichissement de l'eau par une production

végétale surabondante. D'autres facteurs concourent à l'eutrophisation comme le ralentissement de la vitesse de l'eau, la température et l'éclairement (GROSCAUDE, 1999). Les sels comme les nitrates et les phosphores jouent un rôle d'un engrais, certaines algues se mettent alors à se multiplier dans ce milieu riche en éléments nutritifs dès qu'un peu d'oxygène dissous y est de nouveau disponible, ce phénomène est appelé: l'eutrophisation. Lors de sa dégradation le matériel végétal provoque une déplétion des réserves en oxygène des plans d'eau qui en retour induit des problèmes secondaires tels que la mortalité de poissons, la libération de gaz corrosifs et autres substances indésirables tels que CO₂ des substances organoleptiques (responsables de goûts et d'odeurs), des toxines, etc.

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

I.4.2.Facteurs et processus affectant le degré d'eutrophisation:

➤ **Facteurs naturels**

- Le climat: en agissant sur l'apport annuel d'eau et d'énergie, sur l'hydrologie du bassin versant et sur le taux de renouvellement de l'eau, ainsi que le transport des nutriments et sédiments vers le plan d'eau. (RAST et al, 1994).

- L'hydrologie: les quantités de nutriments transportés du bassin versant vers le plan d'eau sont proportionnelles à l'abondance des précipitations. Outre la pluviométrie annuelle, le calendrier des précipitations influence les apports nutritifs due à l'érosion. Les eaux reçoivent alors des apports considérables de sédiments et autres matériaux exogènes, durant l'automne et l'hiver. L'apport maximum d'éléments nutritifs à un plan d'eau coïncide généralement avec les périodes de pluviométries élevée; ce qui correspond, dans les régions tempérées, au printemps. (RAST et al, 1994).

- La géologie et topographie du bassin versant

la composition chimique des eaux dépend donc étroitement de la composition géologique du bassin versant, de sa dimension et de sa topographie. Le contenu minéral des eaux douces varie considérablement en fonction des caractéristiques climatiques et géochimiques de la région puisque presque tous les ions d'un lac proviennent de se bassin. .(*RAST et al, 1994*).

➤ **Facteurs humains**

• Sources ponctuelles

Les stations d'épuration des eaux usées sont les sources principales de nutriments. A la suite du rejet d'eaux usées par les communautés riveraines, le bassin le plus profond, initialement oligotrophe, est devenu sévèrement eutrophe durant un temps. (*RAST et al, 1994*)

• Occupation du sol et sources diffuses

La perturbation et la modification du bassin versant par l'homme peuvent engendrer un transfert de nutriments vers le plan d'eau bien plus important que celui dû aux facteurs naturels. Le faible enrichissement des rivières de forêts est dû en partie au cycle très rapide des éléments biogènes de l'écosystème forestier. Les activités qui dégradent le bassin versant peuvent causer une augmentation de la température du sol et de la mobilité de l'eau, et accélérer la minéralisation de l'azote à un moment où son assimilation par la végétation est compromise. . (*RAST et al, 1994*).

CHAPITRE II

Matériel et méthodes

II.1. Choix des sites d'études

Jusqu'ici, toutes les études d'évaluation de la qualité des eaux des Oueds de Jijel ont été concentrées sur la région Est. Les deux Oueds Dar El Oued et Bourchaid, n'ont jamais été étudiés c'est pourquoi nous disposons d'aucune information sur leurs qualités, les éventuelles pollutions qu'ils subissent, ou la nature des rejets qu'ils véhiculent vers la mer. Ce qui met en relief l'originalité de ce travail et justifie le choix de ces sites.

II.1.1. Présentation des zones d'études

a. Description de oued Dar El Oued

i. Aperçu géographique

L'Oued de Dar El Oued ou encore oued Guelil se situe dans la partie Ouest de la Wilaya de Jijel dans la Commune de Ziam Mansouriah, il fait partie de la réserve national de Taza. L'oued prend source dans la région de Selma se nourrit de cinq petits oueds : Oued Merdjat qui jaillit de Dra Stitrel el Hadjel, oued el Ouldja et oued el Meska qui prennent source à Djbel Tazeguezaout, Oued Tousat de Djbel Chrea et enfin Oued Bou Alatom qui coule à partir de Dra el krelendja. Oued dar El Oued s'étend sur une longueur de 14.7 Km et se déverse dans la plage des Grottes Merveilleuses à 36 Km, Ouest de la Wilaya de Jijel. (BNEDER, 1992).

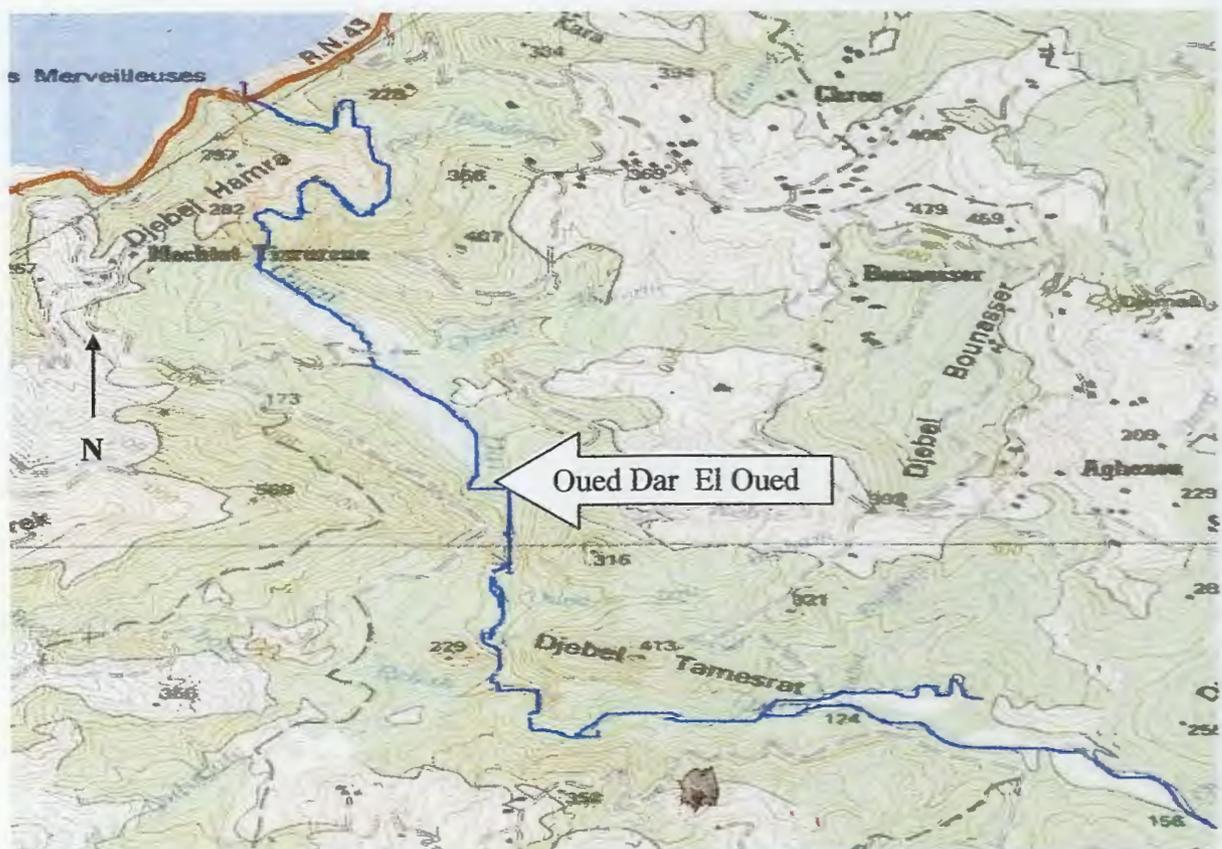


Figure 01. Localisation d'Oued Dar El Oued (Echelle : 1/25000).

ii. Géologie et pédologie

Notre zone d'étude appartient au massif carbonaté de Dar El Oued qui se trouve dans socle kabyle au nord de la chaîne des Babors . Deux reliefs montagneux, le Djebel Hamra et le djebel El Karn forment un cirque peu profond sans laquelle se jette oued Dar - el-oued alimentant la petite plage en matériaux de charriage (Gallets de différentes familles, sable, gravier...).Le djebel Hamra se distingue par la présence d'un Karst vide dénommé grottes merveilleuses.

Sur le plan orographique, la région se caractérisé par des reliefs très élevés et des falaises très abruptes et très escarpées et dentelées.

Le bassin versant de Oued Dar El oued a une superficie de 64 km².

Sur le plan géologique,on observe la présence des formations suivantes de la plus ancienne à la plus récente:

Trias: Gypso-Sali, des conglomérats de calcaires et des roches vertes semi-perméables.

Jurassique:Calcaires et calcaires marneux perméables "perméabilité de fissure".

Crétacé: Complexe marno-calacaire imperméable et flyschs semi-perméables.

Tertiaire:Grés Numidiens perméables et calcaire à silex semi-perméable.

Quaternaire:alluvions anciennes et récentes (sable, gravier, limons...).(*BNEDER* , 1992).

iii . Végétation

la végétation des rives de l'oued Dar-El-Oued est d'une densité moyenne,dont le chêne liège (*Quercus suber*)est l'espèce dominante, associé à la Bruyère(*Erica arborea*), Calycotome(*Calycotome spinosa*), la lavande (*Lavandula stoechas*), le myrte (*Myrtus communis*), et le Diss (*Ampelodesma mauritanica*) .(*PNT*, 2009).

b. Description de l'oued Bourchaid

i. Aperçu géographique

L'oued Bourchaid se situe dans la partie Ouest de la wilaya de Jijel. Il se déverse à 3 Km à l'Est du village d'El Aouna .L'oued prend naissance dans la région de Zitouna dans la commune de Selma où quelques petits cours d'eau viennent s'y déverser. Nous pouvons citer Oued Bou Tafsira , Oued El Aouana et Oued El Ma El Bared .(*BNEDER* , 1992).

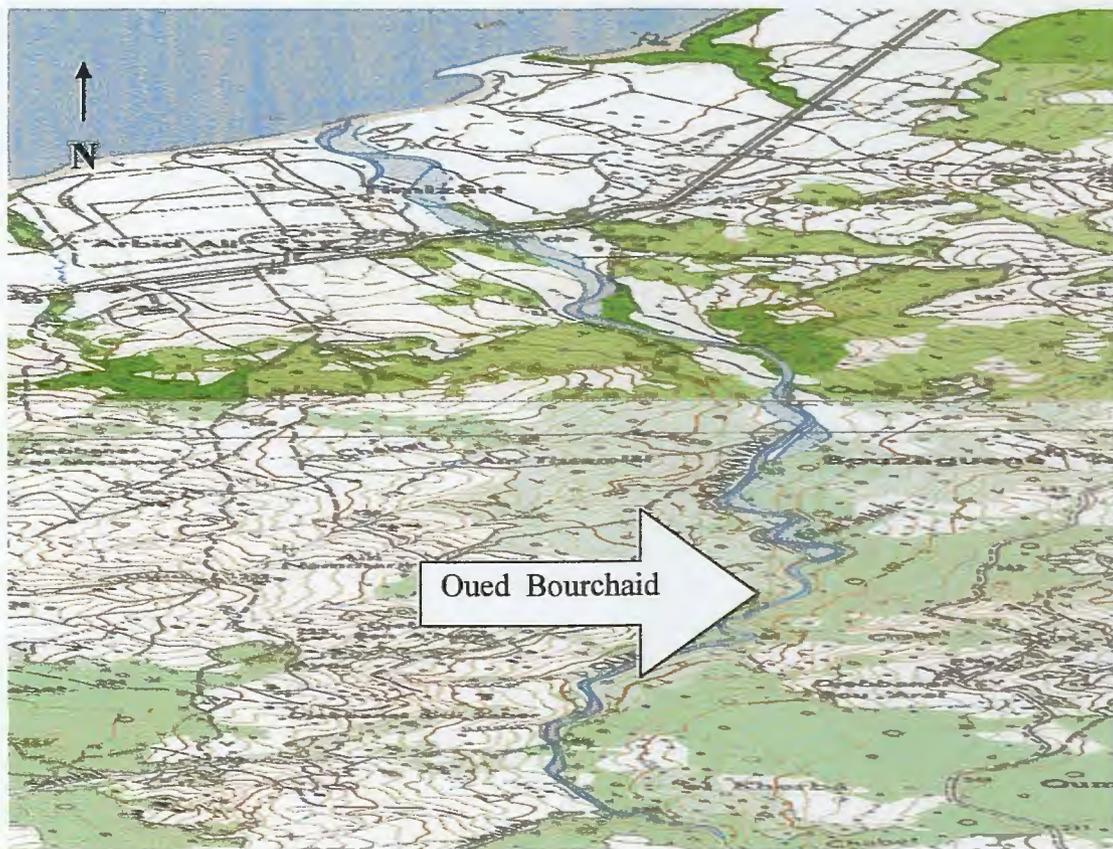


Figure 02 . Localisation de l'Oued Bourchaid (Echelle : 1/25000) .

ii. Géologie et pédologie

Vu le manque de travaux relatifs aux aspects pédologiques et géologiques, nous ne disposons actuellement que de quelques études sommaires n'ayant touché que certaines parties de la région concernée .

Les sols de la région sont aussi généralement issus de l'évolution pédologiques des formations superficielles des versants argileux et gréseux du Numidien. Ces sols forestiers à texture argilo- sableuse à sablo argileuse, acides à faiblement acides relativement profonds, se caractérisent par l'accumulation de matières organiques sur un matériau alluvial à texture grossière. Ils paraissent avoir une meilleure fertilité chimique aux types de formations de chêne zeen et de chêne liège. (LATRECHE et al, 1990).

Sur le plan géologique, on observe la présence des formations suivantes de la plus anciennes à la plus récentes:

Crétacé:flyschs semi-imperméables .

Tertiaires: granites tertiaires imperméables.

Quaternaire:argiles; marnes imperméables et grés perméables .(BNEDER , 1992).

iii. Végétation

Les rives de l'Oued de Bourchaid sont habitées par une végétation peu dense représentée essentiellement par : le chêne liège (*Quercus suber*) qui est l'espèce dominante, associé avec l'iris jaune (*Iris Pseudoacorus*), l'asphodèle (*Asphodelus albus*), le frêne (*excelsior*), l'orme (*Ulmus*), Les ronce (*Rubus ulmifolius*), le calycotome (*Calycotome spinosa*) et Peuplier blanc (*Populus alba*). Une végétation peut évoluée au niveau des bordures les plus proches, constituée surtout d'aurier rose (*Nerium oleander*). (ROULA, 2009).

II.2. Etude Climatologique

La région de Jijel fait partie de la zone littorale caractérisée par un hiver doux et humide et un été chaud. Cette région est assez riche en ressources hydriques, en plus soumise à des précipitations fréquentes. La neige et les gelées ne font que de rares apparitions sur les reliefs bas, tandis qu'elles sont assez fréquentes sur les reliefs dont l'altitude dépasse 700 m. (BNEDER, 1992).

II.2.1. Températures

Durant la période 1999-2008, on a mesuré une température moyenne des maxima de l'ordre de 31.81 °C, et celle des minima de l'ordre de 6.21°C. Tandis qu'elles ont été de l'ordre de 23.3 °C pour les maxima, et 6.8 °C pour les minima pendant notre période d'échantillonnage allant du mois de Janvier jusqu'à la mi Mai 2009. (ONM, 2009).

Tableau VI. *Températures moyennes mensuelles de Jijel au cours de la période 1999-2008.*

Mois T(°c)	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
<i>Moyennes des Minima</i>	6,21	6,38	8,29	10,22	13,56	16,96	19,63	20,58	18,37	15,65	10,76	7,91
<i>Moyennes des Maxima</i>	16,18	16,4	18,87	20,92	24,04	28,21	30,81	31,81	28,83	26,45	20,43	17,36
<i>Moyennes journalières</i>	11,19	11,6	13,49	15,96	19,14	23	25,62	26,42	23,69	21,09	15,55	12,46

(Source : station d'El Achouat Aéroport Jijel. ONM, 2009).

Tableau VII. *Températures moyennes mensuelles de la période d'échantillonnage Janvier –Mai 2009.*

Mois T(°c)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
<i>Moyennes des minima</i>	7.6	6.8	7.8	10.9	14.1
<i>Moyennes des maxima</i>	15.9	15.8	17.9	19.3	23.3
<i>Moyennes journalières</i>	11.9	11.6	13.2	15.2	19.1

(Source : station d'El Achouat Aéroport Jijel, *ONM*, 2009).

II.2.2. Précipitations

Reconnue pour être une des régions les plus pluvieuses d'Algérie , Jijel enregistre les plus haut taux de précipitations durant le mois de décembre comme indiqué dans le tableau ci-dessous.

Tableau VIII. *Cumul mensuel des précipitations dans la région de Jijel (1999-2008)..*

Mois P(mm)	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
<i>Moyennes mensuelles</i>	154,85	99,49	81,78	63,82	51,55	11,57	3,21	16,06	60,44	56,16	160,02	200,55

(Source : station d'El Achouat Aéroport Jijel, *ONM*, 2009).

Tableau IX. *Cumul mensuel des précipitations de la période d'échantillonnage Janvier -Mai 2009. (ONM).*

Mois P(mm)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
<i>Moyennes des mois</i>	207.9	85.9	78.2	183.8	13.7

(Source : station d'El Achouat Aéroport Jijel, *ONM*, 2009).

La région a bénéficié d'une pluviométrie importante durant les premiers mois de l'année courante , le mois le plus pluvieux est Janvier avec 207.9 mm , suivi par Avril avec (183.8 mm).

II.2.3 .Humidité relative

La région de Jijel est caractérisée par une humidité relative assez élevée due à sa position géographique et son étage climatique. Elle a été de 75.10% durant la période 1999-2008. (*ONM*, 2009).

II.3. Synthèse bioclimatique

II.3.1. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN

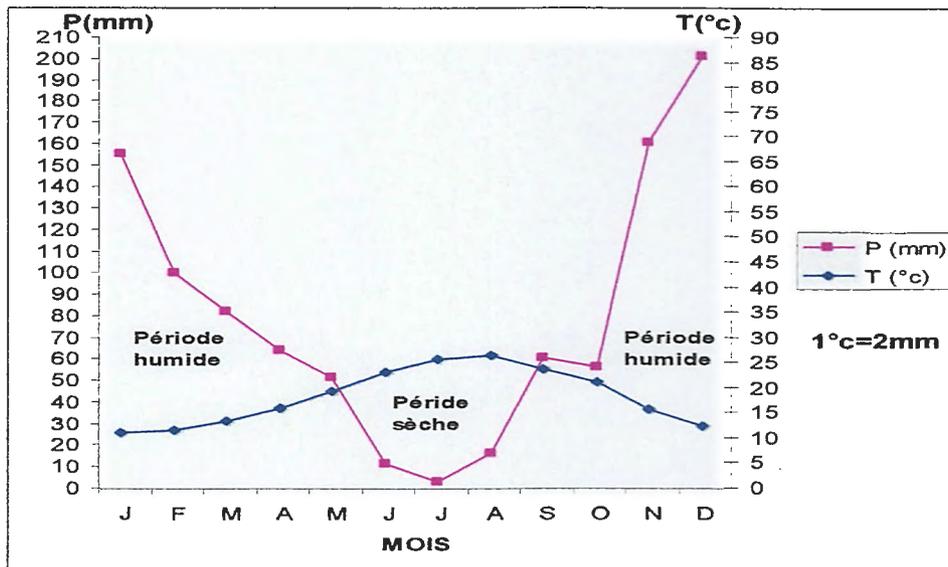


Figure 03 . Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région de Jijel (1999-2008).

II.3.2. Calcul de l'Evapotranspiration

Le calcul de l'évapotranspiration ou plus exactement le bilan hydrologique permet d'analyser, selon les saisons, l'ensemble des besoins et des apports , il permet de conserver la trace des périodes déficitaires et des périodes excédentaires .

a. Evapotranspiration Potentielle (ETP)

l'évapotranspiration potentielle est celle réalisée lorsque d'une part la végétation est en état de vie active, et d'autre part l'approvisionnement en eau ne constitue pas un facteur limitant pour son développement.

On utilise pour le calcul la méthode de Thornthwaite, déjà ancienne (1944),elle est basée sur de nombreuses expériences effectuées sur des cases lysimétriques. L'évaporation potentielle est donnée par la formule :

$$ETP = 16 (10 T / I)^a \text{ si } 0 \leq T < 26.5^{\circ}\text{C}$$

ETP : Evapotranspiration potentielle mensuelle (mm),

T: Température moyenne mensuelle (°C),



I : Somme des indices thermiques i :

$$I = \sum i \quad \text{où} \quad i = (T/5)^{1.514}$$

α : Exposant climatique :

$$a = 675.10^{-9}.I^3 - 771.10^{-7}.I^2 + 1792.10^{-5}.I + 0.49239$$

$$a = 1.84$$

K : Coefficient d'ajustement, facteur correctif mensuel en fonction de la durée et de l'altitude.

Tableau X. *Evapotranspirations potentielles moyennes mensuelles et annuelles calculées par la méthode de Thornthwaite à la station de Jijel Aéroport (1998-2008).*

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total
T	23.69	21.09	15.55	12.46	11.19	11.60	13.49	15.96	19.14	23	25.62	26.42	-
I	10.54	8.83	5.57	3.98	3.38	3.57	4.49	5.79	7.63	10.07	11.86	12.43	88.14
ETP	107.85	86.17	47.86	31.20	25.36	27.18	36.37	50.32	71.46	101.87	125.45	133.12	844.21
K	1.03	0.97	0.86	0.84	0.87	0.85	1.03	1.01	1.21	1.22	1.24	1.16	-
ETP corrigé	111.08	83.58	41.15	26.20	20.06	23.10	37.46	55.35	86.46	124.28	155.55	154.41	918.68

Dans la région de Jijel , on a enregistré la moyenne mensuelle des années 1998-2008 la plus haute au mois d'Août de l'ordre de 26.42 °C , mais la moyenne d'évapotranspiration potentielle la plus élevée est enregistrée au moi de Juillet .(155.55).

b. Evapotranspiration Réelle (ETR)

L'évapotranspiration réelle (*ETR*) est la somme des quantités de vapeur d'eau évaporées par le sol et par les plantes quand le sol est à son humidité spécifique actuelle et les plantes à un stade de développement physiologique et sanitaire réel

Dans la région de Jijel : **RFU= 100 mm**

Tableau XI .Evapotranspiration réelle par la méthode du bilan de Thornthwaite à la station de Jijel Aéroport (1999-2008).

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total
ETP	111.08	83.58	41.15	26.20	22.06	23.10	37.46	55.35	86.46	124.28	155.55	154.41	946.7
P	60.44	56.16	160.02	200.55	154.85	99.49	81.78	63.82	51.55	11.57	3.21	16.06	1023.32
P-ETP	-50.64	-27.42	118.87	174.35	132.79	76.39	44.32	8.47	-34.91	-112.71	-152.34	-138.35	38.82
ETR	60.44	56.16	41.15	26.20	22.06	23.02	37.46	55.35	86.46	11.57	3.21	16.06	439.14
RFU	0	0	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	600
INFIL	0	0	18.87	74.35	132.79	76.39	44.32	8.47	34.91	0	0	0	390.1
Deficit	50.64	27.42	0	0	0	0	0	0	0	112.7	152.34	138.35	481.45

Un bilan hydrologique vise à établir un budget entre les entrées et les sorties en eau d'une unité hydrologique définie pendant une période de temps donnée . Les gains sont sous forme de pluies , les pertes se composent de l'évapotranspiration et l'infiltration .

Le mois de Juillet est le plus déficitaire dans la région de Jijel ,vue que $P < ETP$; donc $ETR = P$ ce qui résulte de l'absence d'une infiltration . Le stockage (RFU) est égale a 0, le même cas pour les mois de Juin, d'Août, de Septembre et d'Octobre Par contre le mois le plus pluvieux est Décembre, suivit de Novembre puis Janvier .

II.4. Etude des paramètres physico-chimiques

II.4.1. Justification des paramètres physico-chimiques étudiés

Toute pollution aigue est source d'eutrophisation. Afin d'estimer la qualité d'une eau naturelle et voire si elle est sujette à une pollution quelconque, il suffit de cibler quelques paramètres indicateur de pollution.

Sachant que l'eutrophisation est un phénomène qui met en relief la présence d'une pollution, il nous suffit donc, de tenir compte de quelques paramètres caractéristiques de ce phénomène qui sont : les sels nutritifs principalement l'azote et le phosphore. Sans omettre néanmoins d'autres descripteurs qui agissent en synergie pour amplifier cette dystrophisation, comme la température, conductivité électrique, ...etc.

Dans cette étude, nous avons dosé les divers descripteurs cités antérieurement, à savoir :

a -Température : les variations de températures affectent certaines propriétés de l'eau , la températures élevée par exemple entraîne un déséquilibre du milieu .

b- pH : la valeur du pH dépend de l'équilibre physique et chimique du milieu aquatique, elle dépend aussi des roches rencontrées par la rivière ce qui interprète quelques variations illogiques.

c- Conductivité électrique : elle est proportionnelle à la quantité des sels minéraux dissous dans l'eau . Une conductivité électrique élevée est signe de pollution .

d- Les sels nutritifs (nitrites, nitrates , ammonium et orthophosphates): toutes les formes de l'azote sont susceptibles d'être à l'origine de nitrates par un processus d'oxydation biologique. Tous les déchets provenant des animaux et des végétaux sont le siège de transformations de l'ammoniac en nitrates. (VAILLANT, 1974) .

II.4.2. Prélèvement d'échantillons

Le choix des lieux de prélèvements tient compte des caractéristiques hydrographique du bassin versant (situation géographique, écosystèmes...etc.) , ainsi que la présence d'une susceptible source de pollution .3 stations on été choisies pour chaque Oued : amont , aval et station intermédiaire .

La quantité d'eau à prélever est selon le dosage à effectuer, les prélèvements d'eau ont été fait au milieu du lit de l'Oued , en plein courant , à une profondeur d'environ 50 cm ou a mi profondeur si la hauteur de l'eau est faible , loin des rives et des obstacles naturels ou artificiels en dehors des zones mortes et des remous (RODIER, 1984).

Les échantillons sont ensuite transportés au laboratoire et conservés au froid (température de 4°C) en attendant les dosages.

La mesure du pH, conductivité électrique et température, ainsi que le dosage d'ammonium on été faits sur terrain.

II.4.3. Calendrier des prélèvements

Afin de nous rapprocher plus de la réalité du terrain, nous avons essayé de faire un maximum d'échantillonnage et d'analyses. C'est pourquoi, nous avons effectué des prélèvements d'eau hebdomadaire du mois de janvier au mi mai 2009, dix huit campagnes d'échantillonnage ont donc été effectuées.

II.4.4 .Dosage effectuer en laboratoire

Les analyses physico-chimiques ont porté sur sept paramètres indiqués dans le tableau IX. Certains paramètres ont été mesurés sur terrain, exemple: pH, Conductivité électrique, Température ainsi que le dosage de l'ammonium.

Les autres sels nutritifs tels que les nitrites, nitrates et phosphates ont été dosés au laboratoire.

Tableau XII. Les différentes méthodes d'analyses physico-chimiques de l'eau utilisées .

Paramètres	Unités	Méthode de dosage	Appareillage
Température	°C	Lecture directe	Thermomètre
Conductivité électrique (Cond)	μ siemens. cm^{-1}	Lecture directe	Conductimètre
pH	/	Mesure directe	pH mètre
Phosphores	mg.l^{-1}	Les ions phosphate réagissent avec le molybdate d'ammonium en présence d'antimoine, pour former un complexe que l'on réduit par l'acide ascorbique : cette forme réduite, de coloration bleue, a un maximum d'absorption à 885nm.	Spectrophotomètre
Ammonium	mg.l^{-1}	Dans un premier temps, l'ammoniaque forme une monochloramine avec l'hypochlorite en milieu légèrement basique. Cette dernière réagit avec le phénol en présence d'un excès d'hypochlorite pour former le bleu d'indophénol absorbant à 630 nm. La réaction est accélérée par le nitroprussiate .	Spectrophotomètre
Nitrites	mg.l^{-1}	Les ions nitrite forment un diazoïque avec la sulfanilamide en milieu acide, puis le diazoïque réagit avec le N-naphtyl-éthylenediamine pour former un coloration rose, ce dernier absorbe à la longueur d'onde de 543nm.	Spectrophotomètre
Nitrates	mg.l^{-1}	En présence de salicylate de sodium , les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium coloré en jaune, ce dernier absorbe à la longueur d'onde de 415nm.	Spectrophotomètre

CHAPITRE III

Résultats et discussion

III. Résultats et interprétations

Le dosage des différentes descriptions physico-chimiques des différentes stations des deux sites nous a permis d'obtenir les résultats suivants :

III.1. Site Dar El Oued

III.1.1.pH

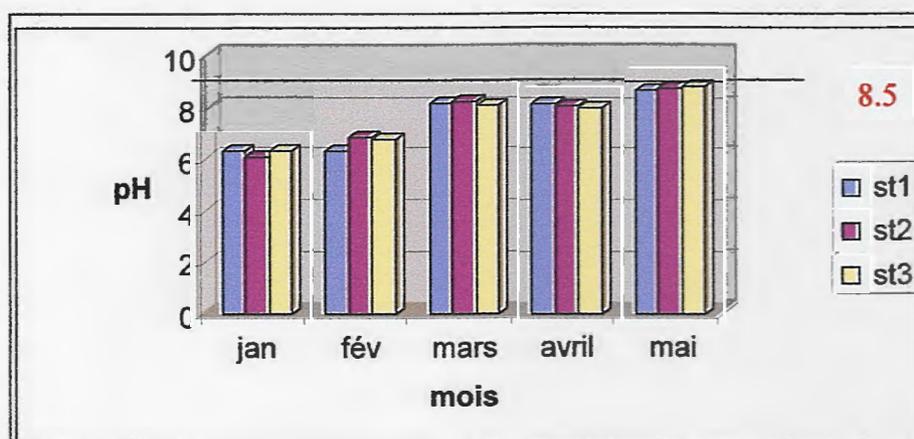


Figure 04. Valeurs du pH des différentes stations de oued Dar El Oued.

Ce paramètre conditionne l'équilibre physico-chimique d'une eau (BREMONT *et al*, 1973). D'après DUSSART, 1966, CLEYG, 1974, LEYNAUD *et al*, 1980), l'activité photosynthétique provoque dans le milieu naturel d'importantes variations du pH. Pendant la journée, l'absorption intense du gaz carbonique entraîne une élévation du pH, le mécanisme inverse intervient pendant la nuit. Généralement le pH est élevé en été, quand la photosynthèse est rapide, et bas en hiver où la plupart de la végétation de l'été se décompose. Sa valeur change dans l'espace et dans le temps.

Au début, assez faible (<6) peut conduire à la corrosion des métaux, mais aussi des dépôts incrustants dans les circuits de distribution (Tunnel de Dar El Oued). Avec l'élévation de la température , la réaction ionique est influencée par la photosynthèse de la végétation (RODIER, 1997).

Enfin, le pH de toutes les stations varie généralement entre 6 et 8.5 ce qui n'est pas très loin de la norme qui est $6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$ (RODIER, 2005).

III.1.2. Températures

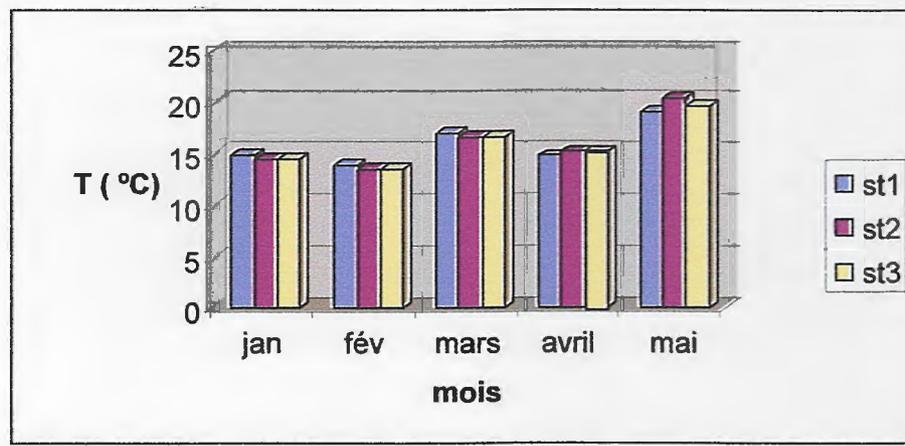


Figure 05. Valeurs des températures des différentes stations de l'oued Dar El Oued.

La température varie selon les saisons ou les intempéries (HOUNIER, 1973). Elle accélère considérablement la vitesse de dégradation de la matière organique aggravant ainsi la pollution en été (LEYNAUD et VERREL, 1980). Elle conditionne la solubilité des sels et surtout celle des gaz, influence la conductivité électrique et la détermination du pH (RODIER, 1984). Cependant ce facteur par sa très grande importance, peut être très dangereux et menacer l'équilibre écologique d'une rivière.

Bref, dans les différentes stations de Dar El Oued, les températures semblent saisonnières et varient de 14.37 °C en hiver à 20.25 °C au printemps.

III.1.3. Conductivité électrique

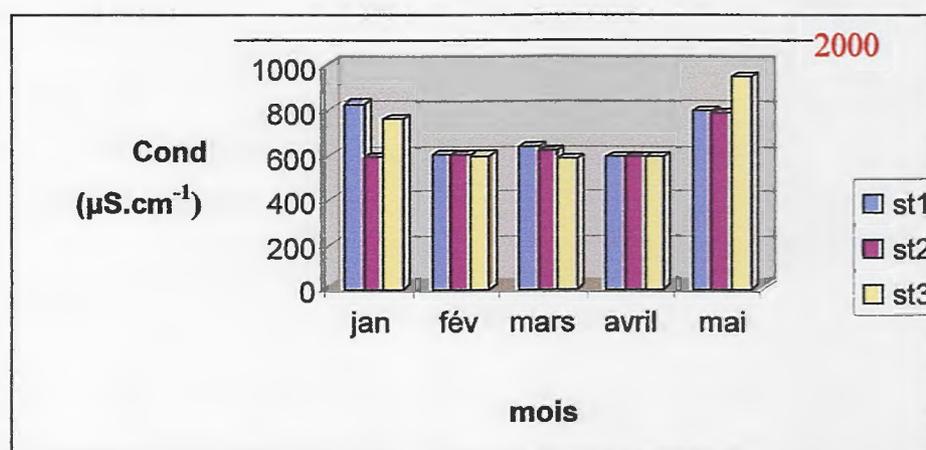


Figure 06. Valeurs de la conductivité électrique de l'oued Dar El Oued.

Dans toutes les stations et en toutes saisons les conductivités semblent être élevées et varient de 578.6 à 942 $\mu\text{S.cm}^{-1}$, ce qui met en relief la richesse de ces eaux en nutriments. La minéralisation de ces eaux est donc moyenne à importante selon la saison. Enfin, nous pouvons dire que ces conductivités semblent être normales pour des eaux superficielles vu qu'elles n'excèdent pas la valeur de 2000 $\mu\text{S.cm}^{-1}$. (RODIER, 2005).

III.1.4. Ammonium (NH_4^+)

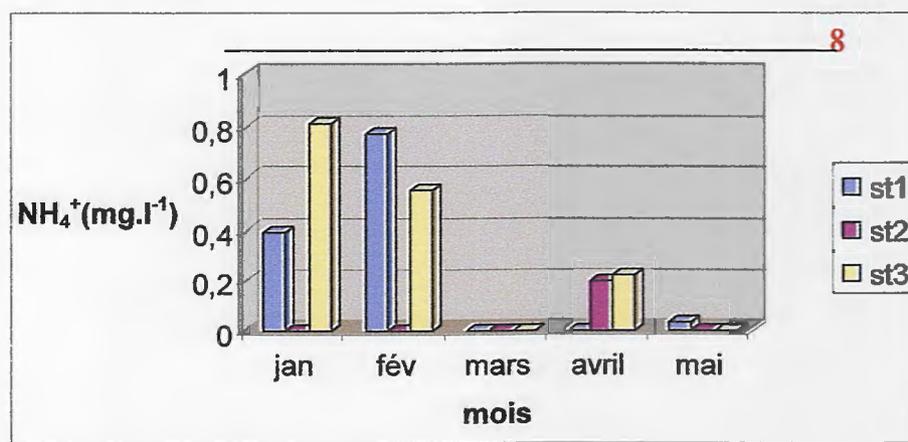


Figure 07. Valeurs de l'ammonium des différentes stations de l'oued Dar El Oued.

L'ammonium semble être plus présent dans la station 1 et la station 3. Ses teneurs moyennes varient de 0 à 0.8 mg.l^{-1} . Sa présence traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique (RODIER, 2005). Malgré que son taux dans toutes les stations est inférieur à la norme de 2 mg.l^{-1} , nous pouvons avancer que ces deux stations représentent des foyers de pollution vu que sa teneur est comprise entre 0.5 et 3 mg.l^{-1} (RODIER, 2005).

III.1.5. Nitrites (NO_2^-)

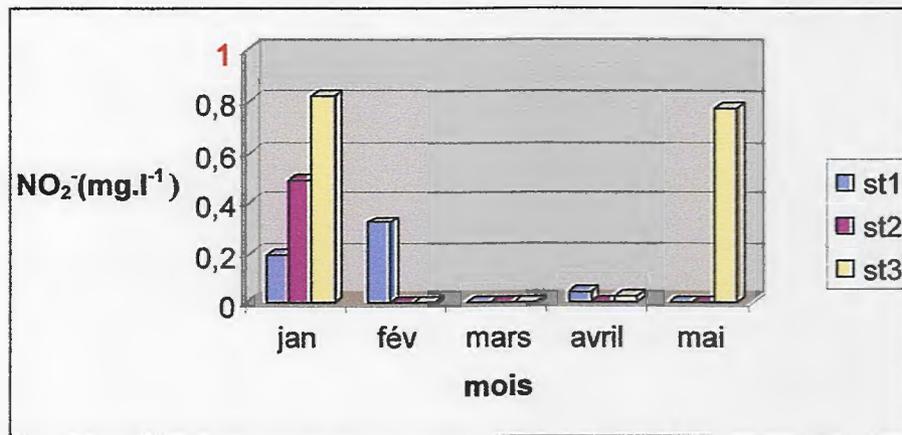


Figure 08. Valeurs des nitrites des différentes stations de l'oued Dar El Oued.

Les nitrites (NO_2^-) des stations de l'oued Dar El Oued restent bien inférieurs à la norme de 1 mg.l^{-1} , malgré qu'on enregistre un pic au niveau de l'interface durant les mois de Janvier et de Mai qui pourrait être dû à une oxydation incomplète de l'ammonium. La température relativement élevée durant le mois de Mai et aussi susceptible d'élever la teneur en NO_2^- , suite à une baisse du taux d'oxygène dissous.

III.1.6. Nitrates (NO_3^-)

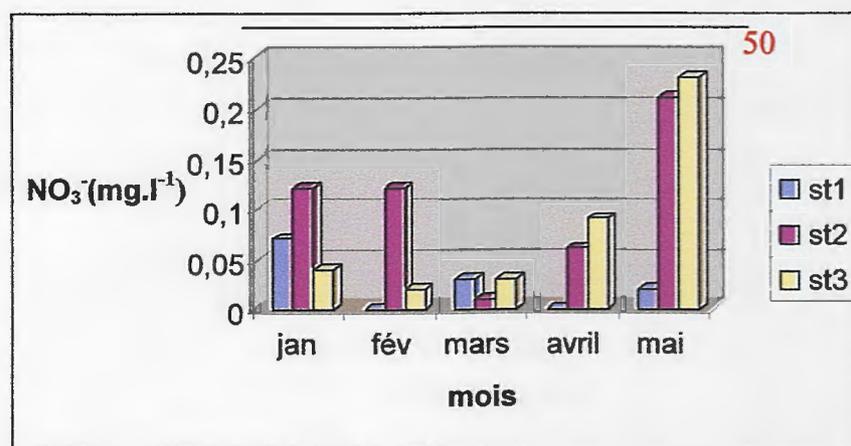


Figure 09. Valeurs des nitrates des différentes stations de l'oued Dar El Oued.

D'après la figu.09. Nous constatons que le taux des NO_3^- fluctue de façon significative d'une station à l'autre, sa concentration varie de $0,01 \text{ mg.l}^{-1}$ à $0,22 \text{ mg.l}^{-1}$.

Les taux sont généralement inférieurs à 0.15 mg.l^{-1} sauf pour le mois de Mai où nous enregistrons un pic dans les deux dernières stations (0.2 à 0.22 mg.l^{-1}). Cette hausse pourrait être expliquée par un largage éventuel d'eau usée. Mais dans toutes les situations leurs taux restent en dessous de la norme ($< 50 \text{ mg.l}^{-1}$).

III.1.7. Phosphates (PO_4^{3-})

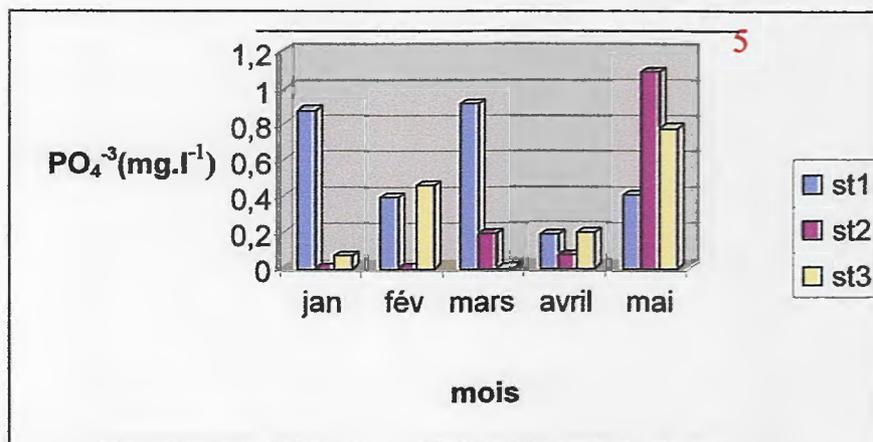


Figure 10. Valeurs des phosphates des différentes stations de l'oued Dar El Oued.

Leur taux le plus élevé est de $1,08 \text{ mg.l}^{-1}$, enregistré au mois de Mai à la St2. Mais des pics ont été relevés tout le long de la période d'étude. Cela est dû à l'élévation de la température qui favorise la décomposition de la matière organique, et vu le manque d'eau, la précipitation des éléments nutritifs s'accroît. La qualité d'eau est qualifiée de bonne à passable selon les normes

III.2. Discussion

En considérant la fraction Azotée (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-) des différentes stations de l'oued Dar El Oued nous pouvons dire que la station 3 (l'interface) se distingue par rapport aux autres stations, par ses taux relativement élevés en NO_2^- et en NH_4^+ (mois de Janvier) et en NO_3^- dans le mois assez chaud de Mai, toutefois ces rapports sont toujours au dessous des normes.

La qualité de son eau peut être qualifiée de moyenne à mauvaise (0.8 mg.l^{-1})., par rapport à l' NH_4^+ et au NO_2^- (0.5 à 0.8 mg.l^{-1}). (Agence de l'eau Loir Bretagne, 1996).

Vient par la suite la station 1 (amont de l'oued) dont les taux sont plus ou moins élevés en NH_4^+ (0.39 à 0.8 mg.l^{-1}) et en NO_2^- (0.19 à 0.32 mg.l^{-1}) ce qui classe son eau comme moyenne à mauvaise selon l' NH_4^+ et de bonne à moyenne selon les NO_2^- .

Enfin la station 2, intermédiaire, un taux de NO_3^- relativement élevé tandis que les teneurs en NO_2^- et en NH_4^+ sont faibles à nuls. Nous pouvons donc classer ses eaux de qualité très bonne à moyenne.

Le taux de PO_4^{3-} dans la station 1 varie de 0.18 mg.l^{-1} à 0.91 mg.l^{-1} et dans la plupart des cas son taux dépasse 0.5 mg.l^{-1} ce qui constitue un indice de pollution (RODIER, 2005) et vient appuyer l'hypothèse de pollution probable citée antérieurement, par rapport au taux d' NH_4^+ dans cette station , néanmoins son taux reste en dessous de la norme de 5 mg.l^{-1} .

Dans la station 2 les taux de PO_4^{3-} varient de 0 à 1.08 mg.l^{-1} au cours du mois de Mai, ce qui peut montrer la présence d'un indice de pollution (RODIER, 2005), mais la qualité d'eau est passable (ABH, 2002).

Quand à la station 3 le taux de PO_4^{3-} varie de 0 à 0.77 mg.l^{-1} ce qui peut également mettre en relief un indice de pollution.

III.3. Site Bourchaid

III.3.1. pH

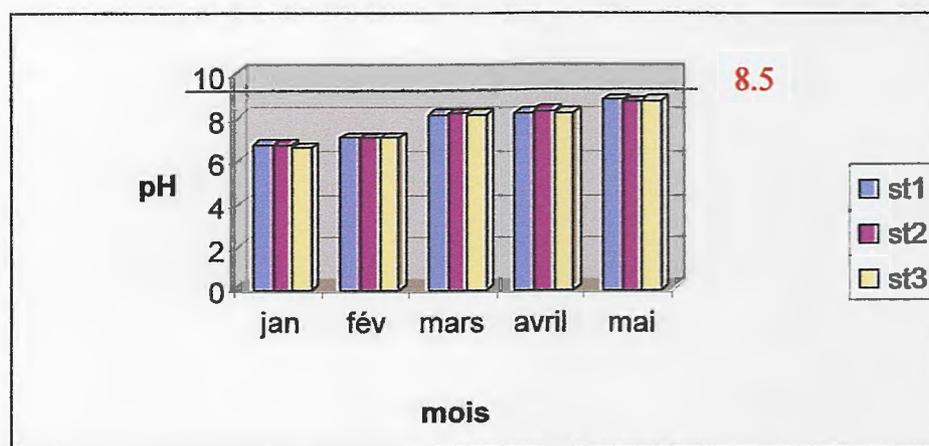


Figure 11. Valeurs du pH des différentes stations de oued Bourchaid

Le pH des diverses stations semble être dans la norme ($6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$) et reflète une situation normale des eaux superficielles.

III.3.2. Températures

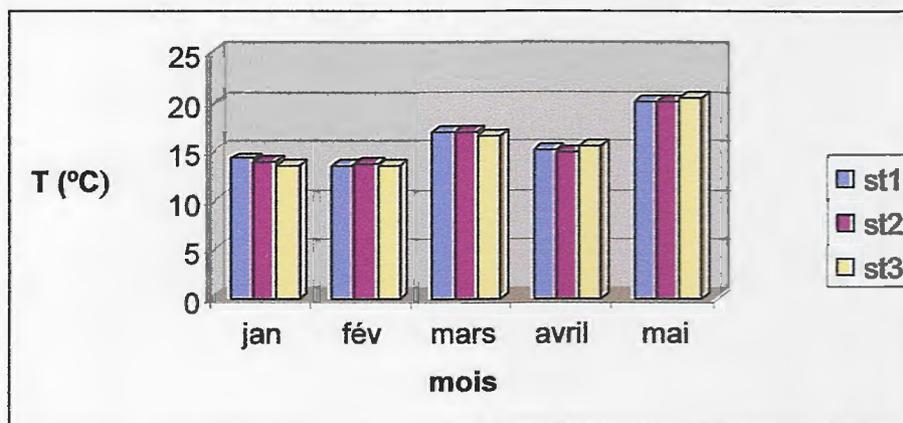


Figure 12. Valeurs des températures des différentes stations de l'oued Bourchaid

Elles semblent être saisonnières pour toutes les stations et varient de 13.3 °C à 20 °C.

III.3.3. Conductivité électrique

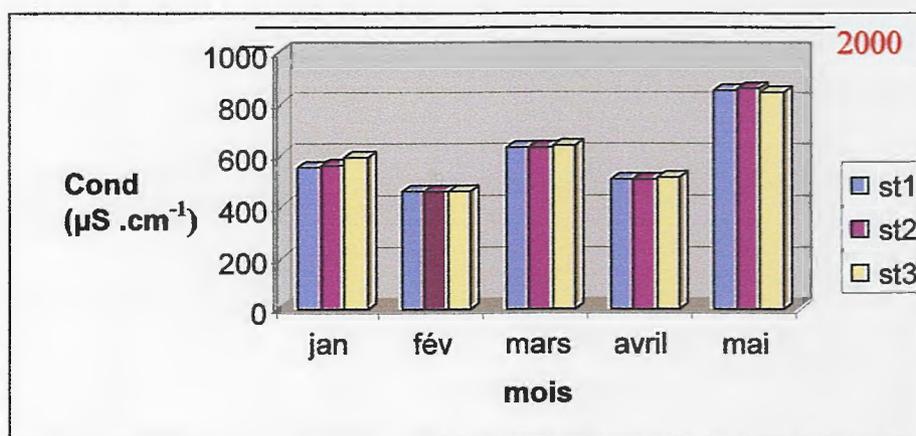


Figure 13. Valeur de la conductivité électrique de l'oued Bourchaid

La valeur mesurée pour la conductivité électrique des différentes stations fluctue entre $458 \mu\text{S.cm}^{-1}$ et $859 \mu\text{S.cm}^{-1}$, ce qui reflète une situation normale du milieu limnique selon la norme.

III.3.4. Ammonium (NH_4^+)

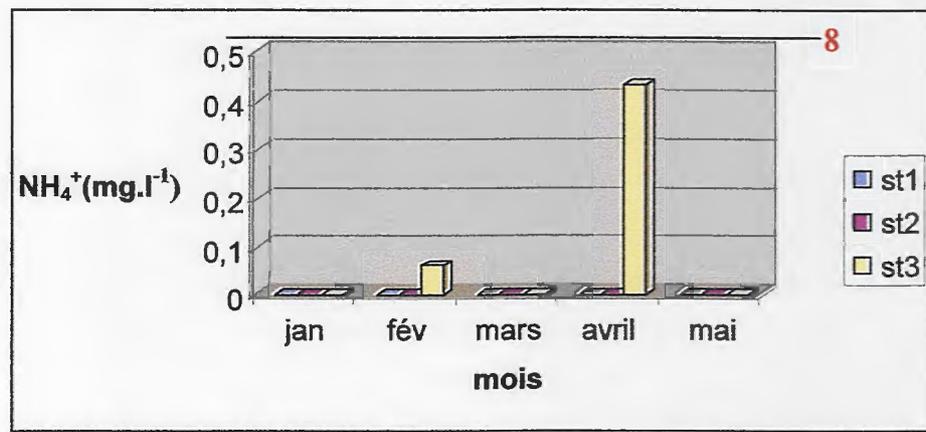


Figure 14. Valeurs de l'ammonium de l'oued Bourchaid

Les deux valeurs de l'ammonium enregistrées, semblent être dans la norme, n'excèdent pas 8 mg.l^{-1} pour toutes les stations et en toutes saisons, la teneur la plus élevée est 0.43 mg.l^{-1} , et la plus basse est de 0.06 mg.l^{-1} .

III.3.5. Nitrites (NO_2^-)

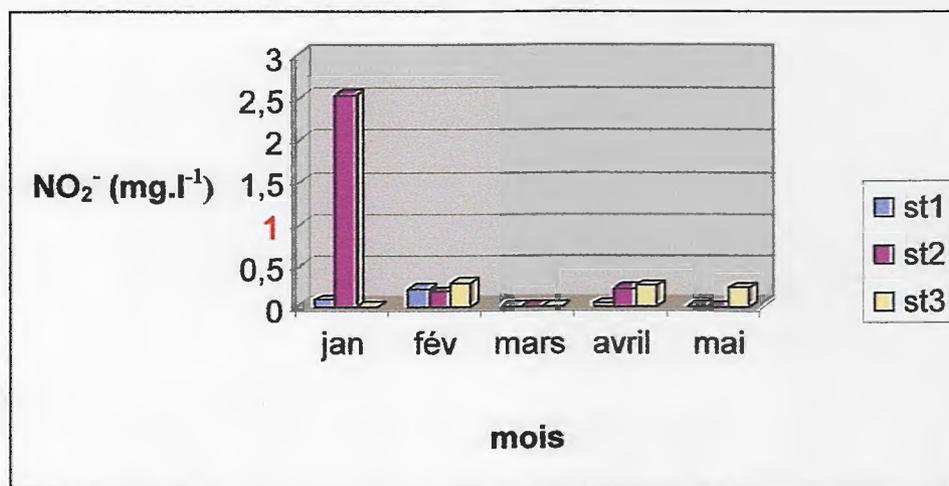


Figure 15. Valeurs des nitrites des différentes stations de l'oued Bourchaid

Généralement, les nitrites présentent des taux faibles dans toutes les stations et au cours de toutes les saisons. Cependant, nous observons un pic au cours du moi de Janvier pour la station 2, située sous le pont routier, et le taux est de 2.52 mg.l^{-1} ce qui traduit une pollution excessive selon la norme mais qui reste ponctuelle.

III.3.6. Nitrates (NO_3^-)

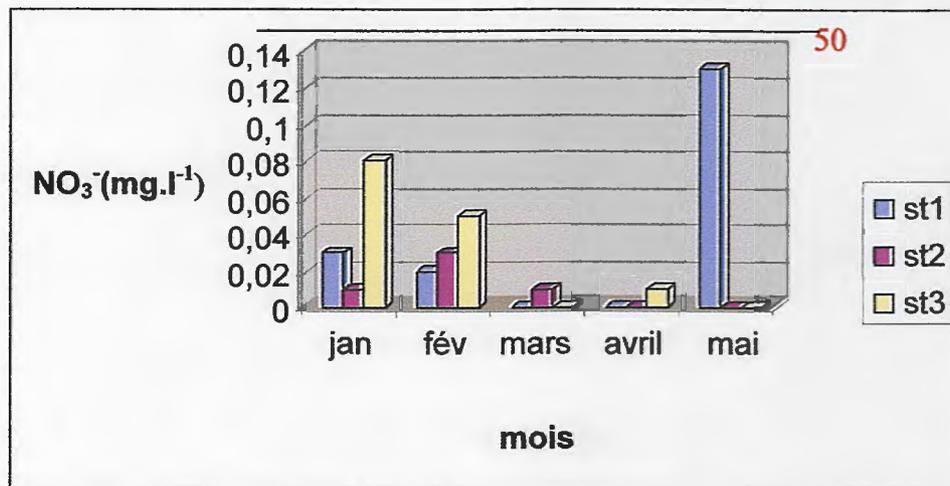


Figure 16. Valeurs des nitrates des différentes stations de l'oued Bourchaid

Les taux en NO_3^- de toutes les stations semblent être faibles et varient de 0 à $0,13 \text{ mg.l}^{-1}$. Nous observons cependant une relative augmentation durant le mois de Mai dans la première station, mais ces taux, restent très inférieurs à la norme (50 mg.l^{-1}) dans toutes les stations.

VII.3.7. Phosphates (PO_4^{3-})

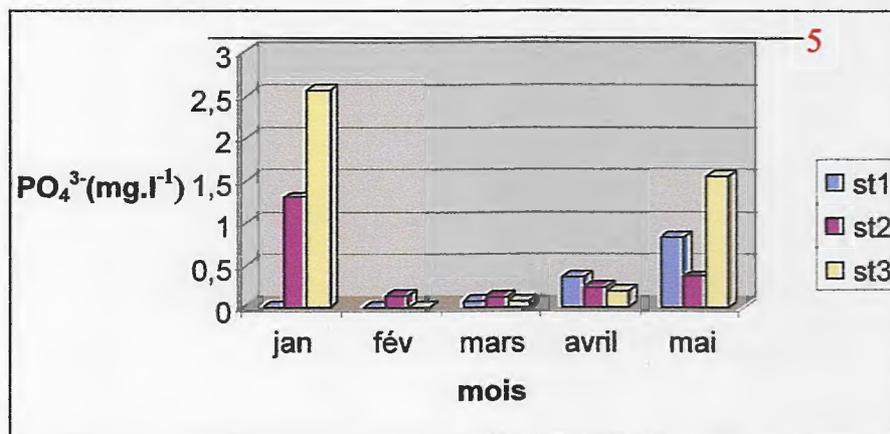


Figure 17. Valeurs des phosphates des différentes stations de l'oued Bourchaid

Les valeurs enregistrées durant les mois de prélèvement semblent être bien en dessous de la norme de 5 mg.l^{-1} . La teneur maximale en phosphore de ces stations a été enregistrée en Janvier pour la troisième station ($2,5 \text{ mg.l}^{-1}$).

III.4. Discussion

Les dérivés azotés (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-) firent de légères apparitions dans cet Oued, les taux les nitrites (NO_2^-) varient de nuls à faibles pour les trois stations à l'exception du taux relativement élevé (2.52 mg.l^{-1}) mesuré dans la station 2 en mois de Janvier, ce qui traduit une pollution excessive (ABH, 2002).

Quant à l'ammonium (NH_4^+), il fut très rare en général, mais ses seules apparitions ont été assez remarquables notamment dans la station 3 en mois d'Avril où nous avons mesuré un taux de 0.43 mg.l^{-1} et 0.06 mg.l^{-1} en mois de Février, cela désigne quand même, une bonne qualité d'eau selon les normes d'ABH, 2002.

La qualité d'eau d'Oued Bourchaid est classée comme excellente selon la présence des nitrates, leur quantité varie de 0.1 mg.l^{-1} à 0.13 mg.l^{-1}

La station 3 a enregistré des taux qui varient de 0 à 2.55 mg.l^{-1} , la valeur la plus élevée et qui traduit la présence d'une pollution, puisque la qualité d'eau est désignée comme médiocre (ABH, 2002).

Ces données traduisent la présence d'une pollution qui n'est pas persistante vu qu'il représente un système lotique, car les rivières du littoral méditerranéen sont caractérisées par l'importance du débit de l'automne au débit du printemps, et la sévérité de l'étiage estival (ANGELIER, 2001). La violence du courant a pour effet de désagréger et de disperser les amas de particules aussi bien que d'intensifier la pénétration de l'oxygène atmosphérique. Donc, en plus de véhiculer la pollution, un cours d'eau traite la fraction oxydable, transformant la matière organique en matière minérale. Enfin, quand on déverse une substance dans un cours d'eau, il y a systématiquement un renouvellement permanent de l'eau par l'amont. Ce n'est qu'à l'aval, quand les eaux ralentissent pour devenir stagnantes et que l'on doit se contenter d'eaux déjà polluées. (GROSCAUDE, 1999).

Conclusion

Conclusion générale

Le littoral est une oasis de vie qui est convoitée pour de multiples usages. La zone côtière est, aujourd'hui, largement perturbée suite à la pression anthropique (surpopulation du littoral, les multiples activités humaines, les rejets urbains, agricole et industriels...). Le littoral Djidjelien, reçoit un important flux anthropique (rejets urbains issus des agglomérations et déchets industriels provenant de la tannerie, de la centrale thermique, etc) dont l'incidence et le devenir dans l'écosystème pélagique, à court et à long terme, sont encore mal connus.

Cet apport terrigène est véhiculé principalement, par un grand nombre d'oueds dont l'oued Dar El Oued et l'oued Bourchaid qui n'ont jusqu'à présent, jamais fait l'objet d'une étude sujestée se rapportant à la qualité physico-chimique de leurs eaux.

La construction du tunnel et du pont dans la région des grottes Merveilleuses a eu un impact certain sur la structure et le fonctionnement de l'oued. Le paysage et l'environnement de l'oued ont bien changé après ces ouvrages. C'est ce que nous a d'ailleurs incité à faire cette étude, L'oued Bourchaid, lui aussi présente un milieu plus on moins anthropisé. Une population riveraine s'étend tout le long de sa rive Est et des pratiques culturelles ont été pratiquées (présence de serres abandonnées dans la 1^{ère} station choisie).

Les deux cours d'eaux présentent une qualité d'eau acceptable à bonne. Cependant, des indices de perturbation sont parfois relevés dans les deux oueds comme le montre les résultats d'analyses effectuées.

- Les stations de l'oued Dar El Oued :

Le taux des NO_3^- dans toutes les stations sont en dessous de la norme de 50 mg.l^{-1} , les eaux sont donc de bonne qualité. Cependant, nous tenons à signaler que parfois ce taux devient relativement élevé suite à un largage d'eau usée utilisée par les agents de sécurité et divers autres rejets...

L'oxydation incomplète de l'ammonium en Janvier a eu tendance à élever relativement le taux de NO_2^- dans la station 3 (interface) et l'élévation de températures en Mai diminue relativement le taux d'oxygène dissous.

L'ammonium est omniprésent dans la station 1 et station 3, les teneurs varient de $0,5 \text{ mg.l}^{-1}$ à 3 mg.l^{-1} ce qui traduit la présence d'un foyer de pollution (pollution diffuse).

En considérant la fraction azotée, nous pouvons dire que l'interface (station 3) est sujette d'une pollution diffuse mais le fait que cet oued soit lotique, l'auto-épuration

s'opère de manière efficace et l'écosystème limnique rétablit facilement son homéostasie .

La teneur en PO_4^{3-} dans station 1 et station 3 vient appuyer l'hypothèse de la présence d'une pollution diffuse en amont et en aval de l'oued.

Concernant le pH, température, conductivité, tout semble refléter une situation normale d'une eau superficielle.

- Les stations de l'oued Bourchaid

Les NO_3^- semblent être relativement élevés dans la station 1, ceci peut être du au lessivage des terres cultivées suite aux quelques précipitation enregistrées en Mai (13,7mm).

Les NO_2^- sont très élevés et dépassent la norme,dans la station 2 (sous le pont routier) Ce taux élevé ($2,5\text{mg.l}^{-1}$) peut être en rapport avec le trafic routier qui est assez dense dans la région .

Le taux d' NH_4^+ enregistre une hausse durant le mois d'avril principalement dans la station .Ceci peut être expliqué par un enrichissement en nutriments suite à un apport d'eau .Les précipitations enregistrées au cours de ce mois sont de 183,8 mm.

La station 3 enregistre également un taux élevé en PO_4^{3-} qui dépasse la norme et met en relief la présence d'une pollution excessive.

Quand aux autres descripteurs (T °C, pH, Conductivité), ils semblent refléter une situation normale du cours d'eau.

En comparant les résultats obtenus pour les deux oueds ou sites , nous pouvons dire à priori ,que les deux systèmes par rapport aux PO_4^{3-} n'ont pas été perturbés de manière significative. Ces oueds ont pu maintenir un certain équilibre grâce à leur faciès lotique. Cependant, des indices avant-coureurs de perturbation sont présents. Les pics enregistrés de la fraction azotée ($\text{NH}_4^+ - \text{NO}_2^- - \text{NO}_3^-$) dans les stations des deux oueds et aussi les taux de PO_4^{3-} sont des indicateurs d'une éventuelle dystrophisation de ces milieux mais qui n'est pas encore prononcée . Nous tenons également, à soulever un point important et qui parait intéressant est que les deux stations de l'interfaces (point de contact entre l'oued et la mer) dans l'oued Dar El Oued et l'oued Bourchaid ont enregistrées les taux les plus élevés en NH_4^+ et PO_4^{3-} qui sont les principaux précurseurs du phénomène d'Eutrophisation et la qualité de leur eau est respectivement de moyenne à mauvaise par rapport à l' NH_4^+ et de passable à médiocre par rapport au PO_4^{3-} .

Références bibliographiques

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1-ABH., 2002. Agence de bassin hydrographique constantinois-seyousse-mellegue.
- 2- ANGELIER E, 2001. Ecologie des eaux courantes. Ed.Tech &D oc,19p.
- 3- Anonyme. Agence de l'eau Loir-Bretagne, 1996.
- 4-ATKINS P et LORETTA J., 1998. Chimie: molécules, matières métamorphoses. Ed. de boeck. 1056 p.
- 5-BARBAULT R., 2000 . Ecologie générale :structure et fonctionnement de la biosphère. Ed DUNOD .(Paris). 237 p .
- 6-BLIFFERT C et PERRAUD R., 2001.Chimie de l'environnement: air, eau, sols, déchets. Ed. de boeck. 496 p.
- 7-BNEDER. RAPPORT 2., 1992. Etude sur les potentialités hydrauliques des zones montagneuses dans la wilaya de Jijel. Ed. Bureau National d'Etude pour le Développement Rural.
- 8-BREMOND R et VUICHARD R., 1973. Les paramètres de la qualité des eaux. La documentation française, 173 p.
- 9-BROITMAN S A; VELEZ H et VITAL JJ., 1981. A possible role of ion deficiency in gastric cancer in Colombia. Adv Exp Med Biol. 135 p .
- 10-CLEYG I, 1974., Freshwater. England . 283p.
- 10-DUSSART D., 1996.Limnologie. L'étude des eaux Continentales. Ed. GAUTHIER
- 11-FRANK LU ., 1992 . Toxicologie données générales procédures d'évaluation, organes ciblés, évaluation du risque. Ed. MASSON. Paris. Milan. Barcelone. bonn. 361 p .
- 12-GAUJOUS D3., 1995. La pollution des eaux aquatiques. Ed. Tec & Doc-Lavoisier. Paris. 200 p. Université de Constantine.
- 13-GROSCAUDE G., 1999. L'eau usage et polluants, tome II. INRA. Paris,210p.
- 14- GTS . Groupe Technologies de Santé., 2009. LAEASE. <http://www.laease.com>.
- 15-HOUNIER P., 1973. Par vie analyses chimiques et écotoxicologie des eaux potables. Edition médicale Maloine. Paris, 342p.
- 16-JEAN MH ., 1996. L'eutrophisation des eaux marines et continentales, cause, manifestation, conséquences et moyens de lutte. Ed. Marketing.S.A. Paris.
- 17-LAMRERT R ., 1995 . Géographie de cycle de l'eau . Ed presse universitaire 439 p .
- 18-LAROUSSE . 1995. Dictionnaire Encyclopédique

- 19-LATRECH S et al, 1990. Contribution à la connaissance des groupement végétaux et des ressources pastorales du PNT
- 20-LEYNAUD G., VERREL IL.1980. Modification. Ed. GAUTHIER-VILLARD , 285
- 21-LOUP I., 1974. Hydrologie Continentale. Ed.MASSON.Paris,171 p.
- 22-LUNDBERG I ; KREUGER J et ANDERS J., 1995. Ed. Council of Europe.56 p
- 23-MADISSON R J et BRUNETT J D. 1985. Overview of the occurrences of nitrate in groundwater of the United State. US Geological Survey, Water Supply Paper,2275, 93-105.
- 24-NRC .National Research Conseil., 1995. Nitrite and nitrite in drinking water, National Academy of Science. 63 p.
- 25-ONM, 2009. Office National de Météorologie. Sation d'El Achouat Aéroport Jijel.
- 26- ONU, 2002. (Organisation des Nations Unies). L'avenir de l'environnement mondial GEO-3, programme des nations unies pour l'environnement collectif. De Boeck université Ed ; 480p.
- 27- PNT., 2009. Parc National de Taza.
- 28-RAMADE F., 1982. Elément d'écologie "élément appliquée" Mc crawhill. pp25-127-452.
- 29- RAST W. & RYDING S.O., 1994. Le contrôle de l'eutrophisation des lacs et des réservoirs. Masson Ed. Paris ; 294p.
- 30-RATEL M O.,1992. Elimination des nitrates des eaux potables. Office international de l'eau snide. Doc. Tech. fndæ hors série n°4,1 p. Université de Constantine.
- 31-REFALO. P., 2007. Grands problèmes sanitaires et sociaux. Ed. elsevier MASSON. 193p.
- 32-RÉFEA. Réseau Francophone sur l'Eau et l' Assainissement., 2009. www.oieau.fr
- 33-ROULA S D. 2009. Communication personnelle.
- 34-RODIER J., 2005. L'analyse de l'eau Ed. DUNOD
- 35-RODIER J., 1997. L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8^{ème} édition,1383 p.
- 36-RODIER J., 1984. L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Ed.BORDAS. Paris, 1365 p.

37-ROVEL J.M., MOUCHET P. & ANDRIAMIRADO L., 2005. Mémento technique de l'eau, tome1 (deuxième édition). Degremont Ed ; 785p

38- SAVARY P., 2003. Guide des analyses de la qualité de l'eau. Techni-cité Ed ; 283p.

39-SILLINI A. 1995. Contamination microbiologique et autoépuration naturelle des eaux de l'oued Bousselle- Mémoire de magister. Université de Sétif.

40-STELLMAN. M.J., 2000 . Encyclopédie de sécurité et de santé au travail. Ed. Bureau international du travail.

41-TOURÉ. G, 2006. La politique de l'environnement dans les capitales africaines. Ed. Publibook. 295 p.

42-VAILLANT JR., 1974. Perfectionnement et nouveauté des eaux résiduaires industrielles. Ed. Eyrolles. Paris.

Sites internet :

(1) Wikipédia:www.wikipedia.org

(2). <http://www.corse-presse.org/articles/pollution.htm>

Annexes

ANNEXES

ANNEXE I

Paramètres physiques

Tableau I. Valeurs des paramètres physique des trois station de l'Oued Dar El Oued :

Paramètres Mois	pH			TEMPERATURES			CONDUCTIVITÉ		
	ST1	ST2	ST3	ST1	ST2	ST3	ST1	ST2	ST3
Janvier	6.3	6.04	6.27	14.75	14.37	14.37	821.75	588.75	757.75
Février	6.28	6.85	6.78	13.83	13.33	13.33	597.33	599	592.66
Mars	8.17	8.21	8.09	16.8	16.5	16.4	634.4	614.2	578.6
Avril	8.13	8.08	7.99	14.62	15	15	588	588.75	589.5
Mai (1- 15)	8.68	8.77	8.84	19	20.25	19.5	791	785.5	942

Tableau II. Valeurs des paramètres physique des diverses station d'Oued de Bourchaid.

Paramètres Mois	pH			TEMPERATURE			CONDUCTIVITE		
	ST1	ST2	ST3	ST1	ST2	ST3	ST1	ST2	ST3
Janvier	6.7	6.72	6.55	14.12	13.87	13.37	549.25	557.75	586.25
Février	7.01	7.02	7.02	13.33	13.66	13.5	453.66	457.66	458.33
Mars	8.08	8.13	8.09	16.9	16.9	16.5	608.8	624.4	636.2
Avril	8.15	8.27	8.16	15.12	14.87	15.37	504.75	505	508.75
Mai (1- 15)	8.57	8.66	8.72	20	20	20.25	850	859	843.5

ANNEXE II

Paramètres chimiques

Tableau III. Valeurs des sels nutritifs des diverses station de l'Oued Dar El Oued

paramètres	AMMONIUM			NITRITES			NITRATES			PHOSPHATES		
	ST 1	ST2	ST 3	ST1	ST2	ST3	ST1	ST2	ST3	ST1	ST2	ST3
Mois												
Janvier	0.39	0	0.81	0.19	0.49	0.82	0.07	0.12	0.04	0.87	0	0.07
Février	0.77	0	0.55	0.32	0	0	0	0.12	0.02	0.39	0	0.46
Mars	0	0	0	0	0	0	0.03	0.01	0.03	0.91	0.19	0
Avril	0	0.19	0.22	0.04	0	0.03	0	0.06	0.09	0.18	0.07	0.19
Mai	0.03	0	0	0	0	0.77	0.02	0.21	0.23	0.4	1.08	0.77

Tableau IV. Valeurs des sels nutritifs des diverses station d'Oued Bourchaid

Paramètres	AMMONIUM			NITRITES			NITRATES			PHOSPHATES		
	ST 1	ST2	ST3	ST1	ST2	ST3	ST1	ST2	ST3	ST1	ST2	ST3
Mois												
Janvier	0	0	0	0.09	2.52	0.01	0.03	0.01	0.08	0	1.29	2.55
Février	0	0	0.06	0.21	0.18	0.29	0.02	0.03	0.05	0	0.13	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.06	0.12	0.06
Avril	0	0	0.43	0.04	0.21	0.25	0	0	0.01	0.35	0.236	0.19
Mai (1-15).	0	0	0	0	0	0.23	0.13	0	0	0.82	0.36	1.53

ANNEXE III

Norms internationales

Tableau V. Norme de qualité de l'eau

D'après la brochure "La qualité des rivières dans votre département, Loir et Cher"
Agence de l'eau Loir-Bretagne. Octobre 1996.

	Classe de la qualité physico-chimique	1A	1B	2	3	HC
Paramètres	mg.l ⁻¹	Très bonne	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
NH ₄ ⁺	mg.l ⁻¹	-	0.1	0.5	2	8
NO ₂ ⁻	mg.l ⁻¹	-	0.1	0.3	1	2
NO ₃ ⁻	mg.l ⁻¹	-	-	-	50	100

Tableau VI. Normes relatives aux sels nutritifs (RODIER.2005).

Paramètre	Direction du Conseil des communautés européennes	Américaines	Directive de l'OMS	Réglementation française
Ammonium (mg.l ⁻¹)	0.5	-	1.5	0.5
Nitrites (mg.l ⁻¹)	0.1	1	3	0.1
Nitrates (mg.l ⁻¹)	50	10	50	50
Phosphates (mg.l ⁻¹)	0.4-5	-	-	5

Tableau VII. Grille de la qualité globale de l'eau: ABH (Agence de bassin hydrographique constantinois-seybouse-mellegue, 2002).

Classe de qualité/Paramètres	Unité	Excellente	Bonne	Passable	Médiocre	Pollution excessive
NH ₄ ⁺	mg.l ⁻¹	<0.1	0.1 à 0.5	0.5 à 2	2 à 8	>8
PO ₄ ³⁻	mg.l ⁻¹	<0.2	0.2 à 0.5	0.5 à 1	1 à 2	>2
NO ₃ ⁻	mg.l ⁻¹	<5	5 à 25	25 à 50	50 à 80	>80
NO ₂ ⁻	mg.l ⁻¹	<0.1	0.1 à 0.3	0.3 à 1	1 à 2	>2

ANNEXE IV

Paramètres Météorologiques recueillis pour la période 1999/2008

Cumul mensuel de précipitation – Cumul mensuel [mm]

Mois Années	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
1999	163,2	97,0	62,1	42,7	5,9	4,0	1,6	5,6	27,0	23,9	250,8	247,7
2000	108,6	42,4	17,0	33,2	95,3	13,5	1,4	2,7	25,7	89,8	117,8	84,6
2001	247,7	110,9	14,2	50,7	50,3	3,7	0,0	2,5	38,8	1,1	125,2	142,4
2002	71,8	66,3	37,6	49,7	15,3	4,4	16,2	86,2	49,5	103,0	182,0	407,3
2003	333,1	115,0	30,7	130,0	70,9	0,8	7,1	0,0	128,4	76,0	82,0	220,5
2004	137,2	83,3	75,2	96,6	81,2	56,4	1,3	4,3	75,8	34,8	267,1	158,8
2005	262,1	212,6	85,5	121,8	4,8	0,0	1,2	18,4	56,4	21,4	134,5	171,6
2006	178,2	165,5	54,9	24,1	32,7	2,8	0,0	34,8	45,3	37,9	39,6	215,4
2007	12,3	74,5	268,5	70,6	14,4	26,4	3,3	4,8	70,8	142,9	291,4	211,3
2008	34,3	27,4	172,1	18,8	144,7	3,7	0	1,3	86,7	30,8	109,8	145,9

Températures (moyennes journalières) - moyenne mensuelle [°C]

Mois Années	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
1999	11,6	10,4	13,6	15,0	20,4	23,3	25,1	27,8	24,8	22,9	14,7	12,2
2000	9,5	11,9	13,6	16,3	19,7	21,9	25,9	26,6	23,5	19,4	15,4	13,4
2001	12,5	11,2	17,0	15,2	18,0	23,4	24,9	26,1	22,9	22,6	15,1	10,7
2002	10,7	11,7	14,0	15,1	18,4	22,4	24,5	25,0	22,8	19,5	16,7	13,9
2003	11,6	11,0	13,7	16,0	18,4	25,3	27,7	28,3	24,0	21,1	16,1	12,0
2004	11,4	12,3	13,6	14,9	17,2	21,7	24,8	26,7	24,1	22,0	14,0	12,8
2005	9,0	9,2	13,0	16,0	19,8	23,5	26,2	25,5	23,7	21,0	15,7	11,8
2006	10,9	11,3	14,2	17,8	20,8	23,4	26,1	25,4	23,4	22,1	17,9	13,6
2007	12,3	13,9	13,2	16,7	19,8	22,8	25,1	26,8	23,5	20,0	14,9	12,3
2008	12,4	13,1	9,0	16,6	18,9	22,3	25,9	26,0	24,2	20,3	15,0	11,9



THEME

ETUDE COMPARATIVE DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DE DEUX OUEDS DAR EL OUED (GUELLIL) ET BOURCHAID

Résumé

Les deux Oueds Dar El Oued et Bourchaid n'ont jamais été sujet d'étude , ce qui met en relief l'originalité de ce travail . Ils subissent aujourd'hui , une pression anthropiques plus ou moins accentuées : la construction du tunnel et du pont pour le site de l'oued Dar El Oued et les pratiques culturales ainsi que les agglomérations riveraines sur les rives de l'oued Bourchaid .Le prélèvement des échantillons d'eau s'est fait de manière hebdomadaire du moi de Janvier jusqu'à Mai

les résultats de l'évaluation physico-chimique de la qualité des eaux des deux Oueds , ont permis de dire à priori ,que les deux systèmes par rapport aux PO_4^{3-} n'ont pas été perturbés de manière significative. Ces oueds ont pu maintenir un certain équilibre grâce à leur faciès lotique. Cependant, des indices avant-coureurs de perturbation sont présents. Les pics enregistrés de la fraction azotée (NH_4^+ - NO_2^- - NO_3^-) dans les stations des deux oueds sont des indicateurs d'une éventuelle perturbation insidieuse de ces milieux .

Mots clefs : Eau , pollution , eutrophisation ,sels nutritifs, Oued Dar El Oued, Oued Bourchaid

Summary

Both Oueds Dar El Oued and Bourchaid and have never been subject of study, which highlights the originality of this work. They suffer today from an accented anthropogenic pressure : the construction of the tunnel and bridge to the site of Oued El Oued Dar and cultivation practices as well as the riverside towns on the banks of the wadi Bourchaid. The samples of water have been taken weekly from January until May. The results of the physico-chemical evaluation of water quality of the two wadis, show that the two systems compared to PO_4^{3-} were not significantly disrupted. These wadis were able to maintain a balance. However, evidence pre-cursors of disturbance are present. Peaks of the fraction of nitrogen (NH_4^+ - NO_2^- - NO_3^-) in the stations of both rivers are indicators of a possible insidious perturbation of the tow systems.

Keywords: Water, pollution, eutrophication, Oued Dar El Oued, Oued Bourchaid, nutrient salts.

ملخص

لم يكن وادي دار الواد و بورشايد موضع دراسة إلى أحد الآن مما يسلط الضوء على أصالة هذا العمل. الموقعان يواجهان اليوم ضغط كبير بشكل أو بآخر : بناء النفق والجسر في موقع دار الواد والممارسات الزراعية ، فضلا عن ظهور سكناات ضفاف وادي بورشايد. أخذ العينات تم أسبوعيا من شهر جانفي حتى شهر ماي.

بمقارنة مختلف النتائج المتحصل عليها ، بإمكاننا استنتاج أن الوادين ليسا متأثرين بشكل كبير بفضله خاصية التوازن الذاتي، أيضا نسبة النتراة والنترية وكذلك الفوسفات المسجلة تبين وجود تلوث

الكلمات المفتاحية: ماء ، تلوث ، إتخامية الماء ، أملاح مغذية ، واد دار الواد ، واد بورشايد .