

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل

Université Mohammed-Seddik Ben yahia — Jijel

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de l'Environnement
et Sciences Agronomiques



كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم علوم المحيط والعلوم الفلاحية

جامعة محمد الصديق بن يحيى
كلية علوم الطبيعة والحياة
المكتبة
رقم الجرد : 2380

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique en Biologie**

Option : Toxicologie de l'Environnement

Thème

***Analyses physico-chimiques des eaux
de l'oued Irdjana (El Ancer, Jijel).***

Jury de Soutenance :

Président : M^r A. KRIKA

Examinateur : M^r S. CHAHREDINE

Encadrante : M^{me} S. KHALED-KHODJA

Présenté par :

BELHOUCHE Walid

BENAZIZA Hicham

Session : (02 Juil 2016)

Numéro d'ordre : .../ ...

Laboratoire de l'université de Jijel



Les Remerciements

Avant tout, nous adressons nos sincères remerciements à ALLAH le grand créateur qui nous a donné la force et la capacité de réaliser ce travail et nous guidé pour arriver à ce niveau.

" إيماننا منا بقول النبي صلى الله عليه وسلم " لا يشكر الله من لا يشكر الناس "

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre encadrante de mémoire « M^{me} S.Khaled-Khodja » pour ses précieux conseils, ses encouragements incessants, sa patience, sa gentillesse, et nous serons toujours reconnaissants envers elle, parce qu'elle nous a donné l'occasion pour mener une étude sur oued Irdjana à El-Ancer, cet oued Jamais auparavant aucun étude réalisée par l'Université de Jijel sur lui. Et nous la remercions également pour mis à notre disposition les moyens matériels pour mener à bien ce travail.

Nous remercions tout particulièrement Messieurs les membres du jury :

- Président du Jury : M^r A. KRJKA
- Examineur : M^r S. CHAHREDDINE

Nous voudrions également remercier tous nos enseignants de la biologie et du département des Sciences de l'Environnement et Sciences Agronomiques de l'université Mohammed-Seddik Benyahia de Jijel et aussi mes collègues de la promotion de 2016.

Nous voudrions exprimer nous remerciments les plus sincères à toute l'équipe du laboratoire de recherche et surtout de génie géologique spécialement : Mr. Debieche T.H., M^{me} Hadya,...etc., sans oublier de remercier toute l'équipe du laboratoire de la biologie pour leurs aides surtout Majda, Ines, Nassiha, Makhtar, Soumia, Linda, Houria et les autres aussi pour leurs aides tout au long de la réalisation de ce modeste travail.

Nos remerciements :

- ❖ A l'agence Nationale des Ressources Hydraulique (ANRH) ; secteur de Jijel de nous avoir fourni les données hydrologique, les informations, les cartes, vraiment merci beaucoup M^{rs}. Tarik, Babay Kh., pour leurs aides.
- ❖ A l'Office National de la météorologie (ONM), agence d'Achouat (Jijel) spécialement le directeur de l'aéroport Mr. Adal pour les données climatologiques durant la période de (2010-2015).
- ❖ A la direction hydraulique de la wilaya de Jijel (DHW) section d'El-Ancer sur tous les aides et les données.

Nous voudrions aussi remercier nos famille, surtout nos parents pour le soutien, la patience, et la compréhension dans les moments les plus difficiles de cette travaille.

Nous remercions tous ceux qui nous ont donné pour aider, à soutenir, des conseils et de l'amitié.

DEDICACES

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour,

Le respect, la reconnaissance...

Aussi, c'est tout simplement que

Je dédie cette mémoire de master à :... ✍

A la mémoire de ma chère grand-mère et mon cher grand-père...

A mes chers parents (Amar et Hafida)

A mes frères Farouk, Rayan et Kotkot Anis

A ma sœur Amina

A ma chère grand-mère et mon cher grand-père,

A toutes la famille...

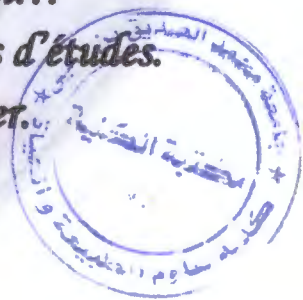
A mes chers enseignants... surtout « M^{me} S. Khaled- khodja »

A Hicham, mon binôme pour tous les moments de joie et de peine qu'on a passée ensemble, A sa Famille aussi.

A tous mes amis de promotion et d'université de Jijel...

A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.

A tous ceux qui me sont chers et que j'ai omis de citer.



B.wafid

Dédicace

Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance

À mes adorables parents les plus précieux et les plus chers au monde

*Ma chère maman **Fatima***

Qui m'a offert de l'amour et de la tendresse,

*Mon cher papa **Ibrahim***

Qui toujours encouragé et m'a aidé à tracer ce chemin,

*À mes frère **Nadjib, Abdou**, qui m'a beaucoup*

*aidé dans ce mémoire et surtout **Nabil** dans USA*

*Sans oublier mes petites chères, **M^{ed} Islamet Ayoub***

*À mes sœur **Samira, Sihametsouad***

*Et toute la famille **Benazizaet Bouldjadje***

*À mes enseignants particulièrement **M^{me} S. Khaled- Khodja***

*Mon binôme **Walidet** toute sa famille*

À tous mes amies et mes collègues de notre promotion.

À tous ceux que j'aime et qui m'aiment.

Hicham

The page features a decorative design with three blue circles of varying sizes (large, medium, and large) and thin blue lines that intersect to form a triangular shape. The circles have a slight 3D effect with shadows. The word "Sommaire" is centered in a blue, italicized serif font.

Sommaire

Liste des figures	ix
Liste des tableaux	xi
Lexique Arabo-français.....	xii
Liste des abréviations.....	xiii
Introduction générale	1

Chapitre 1. Synthèse bibliographique

I.1.Généralité sur l'eau.....	2
I.1.1.L'usage de l'eau.....	2
I.1.2.Les types d'eaux douces	3
I.1.3.La qualité de l'eau	4
I.2.La pollution de l'eau.....	6
I.2.1.Définition.....	6
I.2.2.Les descripteurs indicateurs de la pollution.....	6
I.2.2.1.Les descripteurs physiques	6
a. Température (T°).....	6
b. Potentiel hydrique (pH).....	7
c. Conductivité électrique (CE).....	7
I.2.2.2.Les descripteurs chimiques.....	8
a. La demande biochimique en oxygène en 5 jours (DBO ₅).....	8
b. La demande chimique en oxygène (DCO).....	9
c. L'oxygène dissous (OD)	9
I.2.2.3.Les substances indésirables	10
a. Les substances azotées	10
b. Les orthophosphates.....	11
I.2.3.L'origine de la pollution de l'eau	12
I.2.3.1.L'industrie	12
I.2.3.2.Pollution domestique et urbaine	13
I.2.3.3.Les eaux pluviales urbaines	13
I.2.3.4.Pollution d'origine naturelle.....	13

I.2.3.5.L'agriculture	13
❖ Les principales causes de la pollution d'origine agricole	14
• Pollution liée à l'irrigation	14
• Pollution par les fertilisants.....	14
• Pollution par les pesticides.....	15
I.3.L'eutrophisation, conséquence de la pollution des eaux	15
I.3.1.Définition de l'eutrophisation.....	15
I.3.2.L'origine de l'eutrophisation	16
I.3.3. Le processus de l'eutrophisation	17
I.3.4. Les effets de l'eutrophisation.....	18
I.3.5.Les conséquences de l'eutrophisation sur l'homme	19
I.4. Autres conséquences de la pollution des eaux.....	19
I.4.1.La présence des produits toxiques	19
I.4.2.La pollution microbiologique	19

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1. Situation et présentation de la région de Jijel.....	20
II.1.1. Réseau hydrographique	20
II.1.2. Climat et végétation.....	22
II.1.2.1. Les caractéristiques climatologiques de la région d'étude	22
1. Les précipitations	22
2. La température	23
3. Le diagramme ombrothermique.....	23
4. L'humidité.....	24
5. Le vent.....	24
II.1.2.2. Le couvert végétal	24
II.1.3. Activités socio-économiques.....	25

II.1.4. Situation géographique de la zone d'étude.....	26
II.1.4.1. Choix et localisation des stations de prélèvement.....	30
II.2. Échantillonnage.....	32
II.3. Justification du choix des descripteurs étudiés.....	32
II.4. Préparation du matériel.....	33
II.5. Techniques de prélèvement.....	33
II.6. Prétraitement et conservation des échantillons avant les analyses.....	34
II.7. Mesures effectuées sur terrain.....	34
II.8. Tâches effectuées.....	35
II.8.1. Nettoyage des verreries.....	35
II.8.2. Dosage effectués au laboratoire.....	36
II.9. Méthode de représentation des données.....	38
II.10. Barrage d'Irdjana à El Ancer (Jijel) : Un projet en hibernation.....	38

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1. Analyse statistique simple.....	39
III.1.1. Variabilité temporelle des descripteurs physico-chimiques.....	39
❖ Station amont de l'oued (OI ₁)	
-La température (T°C).....	39
-Le pH.....	40
-La conductivité électrique (CE).....	40
-La demande biochimique en oxygène en 5 jours (DBO ₅).....	41
-Les sels nutritifs.....	42
❖ Station intermédiaire (OI ₂)	
-La température (T°C).....	44
-Le pH.....	45
-La conductivité électrique (CE).....	45

-La demande biochimique en oxygène en 5 jours (DBO ₅).....	46
-Les sels nutritifs.....	47
❖ Station en aval de l'oued (OI ₃)	
-La température (T°C).....	49
-Le pH	49
-La conductivité électrique (CE).....	50
-La demande biochimique en oxygène en 5 jours (DBO ₅).....	50
-Les sels nutritifs.....	51
Conclusion générale.....	54
Références bibliographiques	55
Annexes.....	xv
Résumé	

Figure 1. Sources des apports de nutriments dans le milieu marin et systèmes simplifiés montrant les effets d'eutrophisation produits par l'enrichissement en nutriments	p17
Figure 2. Processus d'eutrophisation : vers une asphyxie du milieu aquatique	p18
Figure 3. Localisation de la wilaya de Jijel et de la commune d'El-Ancer.....	p20
Figure 4. Réseau hydrographique de wilaya de Jijel.....	p21
Figure 5. Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls.....	p24
Photo 6. L'élevage de différents types d'animaux domestiques	p26
Photo 7. L'agriculture en serres dans la région d'El-Ancer	p26
Figure 8. Situation d'oued Irdjana.....	p26
Figure 9. Réseau hydrographique du sous bassin versant d'oued Irdjana.....	p28
Figure 10. Carte topographique El-Milia N° 1-2 et 3-4	p29
Figure 11. Localisation de la zone d'étude et des stations de prélèvement.....	p30
Photo 12. Station amont de l'oued (OI ₁)	p31
Photo 13. Station intermédiaire de l'oued (OI ₂).....	p31
Photo 14. Station aval de l'oued (OI ₃).....	p31
Figure 15. Le prélèvement des eaux de l'oued.....	p33
Photo 16. Les Appareille utilisée pour les mesures effectuées sur le terrain	p35
Photo 17. Spectrophotomètre à U.V	p37
Photo 18. Appareil manométrique DBO ₅	p37
Figure 19. La localisation de barrage Irdjana El-Ancer	p38
Figure 20. Valeurs des températures obtenues durant les différentes campagnes	p39
Figure 21. Valeurs du pH obtenus durant les diverses campagnes	p40
Figure 22. Valeurs de la CE durant les diverses campagnes.....	p40
Figure 23. Variation de la DBO ₅ au cours des différentes campagnes.....	p41
Figure 24. Valeurs de l'azote ammoniacal durant des différentes campagnes	p42
Figure 25. Valeurs des nitrites lors des différentes campagnes	p42
Figure 26. Valeurs des nitrates lors des différentes campagnes.....	p43
Figure 27. Valeurs des orthophosphates au cours de différentes campagnes	p43
Figure 28. Valeurs des températures trouvées au cours des huit campagnes.....	p44
Figure 29. Valeurs du pH trouvées durant des différentes compagnes	p45
Figure 30. Valeurs de la CE durant les différentes campagnes.....	p45
Figure 31. Valeurs du DBO ₅ des différentes campagnes	p46

Figure 32. Valeurs d'ammonium des différentes campagnes	p47
Figure 33. Concentrations en nitrites durant les diverses campagnes	p47
Figure 34. Concentrations en nitrates durant les diverses campagnes	p48
Figure 35. Concentrations des orthophosphates des différentes campagnes.....	p48
Figure 36. Valeurs du T°C des différentes campagnes	p49
Figure 37. Valeurs du pH des différentes campagnes	p49
Figure 38. Valeurs de la CE des différentes campagnes	p50
Figure 39. Valeurs DBO ₅ des différentes campagnes	p50
Figure 40. Valeurs de l'ammonium des différentes campagnes	p51
Figure 41. Concentrations en nitrites durant les diverses campagnes	p52
Figure 42. Concentrations des nitrates au cours des différentes campagnes.....	p52
Figure 43. Valeurs des PO ₄ ³⁻ des différentes campagnes	p53

Tableau 1. Grille de la qualité des eaux de surface.....	p5
Tableau 2. Classification des eaux d'après leur pH	p7
Tableau 3. Quelques indications sur la relation existant entre la minéralisation et la conductivité électrique	p8
Tableau 4. Solubilité de l'oxygène dans l'eau en fonction de la température	p10
Tableau 5. Moyennes mensuelles des précipitations [2006-2015]	p22
Tableau 6. Moyennes mensuelles des températures [2006-2015]	p23
Tableau 7. Précipitations et températures moyennes mensuelles (2006-2015)	p23
Tableau 8. Les différentes méthodes d'analyses physico-chimiques et biologiques de l'eau Utilisée	p37

Chaàbas : Ravins de montagnes.

Daïra : Sous-préfecture.

Oued : Cours d'eau relativement important sans pour cela atteindre la notion de fleuve, et qui peut connaître des crues violentes.

Wilaya : Département administratif (préfecture).

ABHCSM	: Agence de Bassin Hydrographique Constantinois Seybouse – Mellegue.
AEP	: Approvisionnement en Eau Potable.
ANRH	: Agence Nationale des Ressources Hydriques.
°C	: Degrés Celsius.
CE	: Conductivité Électrique.
CEAEQ	: Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec.
cm	: Centimètre.
cm²	: Centimètre carré.
DBO₅	: Demande Biochimique en Oxygène durant 5 jours d'incubation.
DCO	: Demande Chimique en Oxygène.
DCE	: Directive Cadre européenne sur l'Eau.
DREW-Jijel	: Direction des Ressources en Eau de la Wilaya de Jijel. El Ancer.
EPA	: Environmental Protection Agency.
FH	: Fondation Hesperiam.
ha	: Hectare.
hab	: Habitat.
Hm³/ans	: Hectomètre par année.
H₂O	: Particule d'Eau.
H₃O⁺	: Ion oxonium.
K	: Calcium.
Km	: Kilomètre.
Km²	: Kilomètre carré.
L	: Litre.
m	: Mètre.
m/km	: Mètre sur Kilomètre.
mm	: Millimètre.
m²	: Mètrecarré.
m³	: Mètre cube.
MES	: Matières En Suspension.
mg.l⁻¹	: Milligramme par Litre.
MO	: Matière Organique.
MRE	: Ministère des Ressources en Eau.
N°	: Numéro.

NB	: Note observé.
NO₂⁻	: Nitrite.
NO₃⁻	: Nitrate.
NH₃	: Ammoniac.
NH₄⁺	: Ammonium.
OCDE	: Organisation de Coopération, et Développement Economique.
OD	: Oxygène dissous.
OMS	: Organisation Mondiale de Santé.
ONM	: Office Nationale de la Météorologie.
ONEMA	: Office Nationale de l'Eau et des Milieux Aquatiques.
O₂	: Oxygène.
P	: Potassium.
p	: précipitation.
pH	: potentiel Hydrique.
PNUD	: Programme des Nation Unies pour le Développement.
PO₄⁻³	: Orthophosphate.
RN	: Route Nationale.
SCF	: Service de conservation des Forêts.
SDAGE	: Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux.
SEQ-Eau	: Système d'Evaluation de Qualité de l'Eau des cours d'eau.
T	: Température.
WWF-Fr	: World Wild life Fund France.
μS.cm⁻¹	: Micro siemens par centimètre.
%	: Pourcentage.



Introduction
Générale

Les écosystèmes aquatiques terrestres beaucoup plus sont des milieux de plus en plus convoités par l'activité humaine d'où la menace. L'industrialisation et le développement des villes et des sociétés humaines en zone côtière sont les principales causes de l'augmentation de la pression anthropique exercée sur ces milieux. Les rejets issus de ces activités anthropiques sont très diversifiés tant du point de vue qualité que quantité. En sus, la mise en place des réseaux d'assainissement communaux ont fortement concentré les rejets polluants aux points de déversement dans les rivières. De rejets diffus et dilués, nous sommes passés à des rejets concentrés particulièrement dommageables pour les écosystèmes aquatiques qui les reçoivent (**Cauchi et Vignoles, 2011**).

Effectivement, les conséquences sur les milieux récepteurs sont catastrophiques : dégradation de la qualité des eaux, diminution des réserves halieutiques, prolifération d'algues toxiques qui sont à l'origine du phénomène de dystrophisation. L'eutrophisation ou l'hyper fertilisation ou encore la dystrophisation des eaux provoque un déséquilibre de l'écosystème avec un développement anarchique d'algues et une consommation intense de l'oxygène dissous, qui conduit à la mort des poissons et des organismes aquatiques (**Pourriot, 1995**).

Aujourd'hui, la qualité des eaux mondiales connaît une détérioration, sans précédent. Les divers rejets telluriques non contrôlés sont à l'origine d'une dégradation accentuée de la qualité physico-chimique des eaux naturelles. Ce qui les rend dans la plupart des cas, inaptés à la vie biologiques et aux divers usages (**Reggam et al., 2015**).

Le grand défi des générations à venir consiste à mettre sur pied des méthodes d'évaluation environnementale accessibles à tous les pays et à développer des systèmes d'échange d'informations permettant le suivi et la conservation des milieux aquatiques terrestres à l'échelle internationale (**Michelot, 2006**).

L'objectif de notre travail s'inscrit dans une problématique plus vaste qui a trait aux rejets périurbaine en mer et leurs impacts sur les eaux superficielles. C'est pourquoi nous avons évalué la qualité physico-chimique des eaux de l'oued Irdjana, qui se déverse dans le littoral. Ces analyses sont nécessaires pour la protection et la gestion future de la zone côtière Jijelienne et la conservation des ressources hydrologique de la wilaya.

La présente étude est scindée en trois chapitres : Le premier chapitre est consacré à la synthèse bibliographique. Le second chapitre se rapporte au matériel et aux méthodes utilisées. Le troisième chapitre expose et discute les résultats obtenus durant les huit campagnes d'échantillonnage. Pour finir, une conclusion générale et quelques perspectives futures seront apportés.



*Chapitre I : Synthèse
bibliographique*

I.1.Généralité sur l'eau

L'eau fait partie de notre environnement naturel tout comme l'air que nous respirons et la terre qui nous porte et nous nourrit (Grosclaude, 1999) ; elle constitue l'élément essentiel sur notre planète car elle entretient la vie sur la terre (Simtchoou, 2011).

Nom féminin du latin *aqua*, l'eau est un corps incolore, inodore, insipide, liquide à la température ordinaire et composé d'hydrogène et d'oxygène (H₂O). L'eau était considérée par les anciens comme l'un des quatre éléments de base avec le feu, l'air et la terre (Michard, 2002).

L'eau est essentielle pour la vie. Les gens, les animaux et les plantes ont tous besoin d'eau pour vivre et grandir (substrat fondamental des activités biologiques et le constituant le plus important des êtres vivants environ 70% de leurs poids en moyenne). Mais dans de nombreuses parties du monde, les gens n'ont pas assez d'eau pour rester en bonne santé. Beaucoup doivent se déplacer sur de longues distances pour se procurer de l'eau (FH et PNUD, 2005).

Elle est aussi un milieu vital pour la plus grande partie des êtres vivants, pour le monde aquatique notamment marin. Elle est encore un aliment indispensable pour toute vie animal et végétal. L'eau constituante de chaque être doit sans cesse être renouvelée. Un être humain a besoin du minimum de 2 à 2,5 litres d'eau quotidiens. (Andréassian et Margat, 2008).

L'eau douce est une ressource vitale non seulement pour les êtres humains mais aussi pour l'ensemble de la biosphère (Paquerot, 2005).

C'est un facteur pédologique majeur (par exemple, la permanence de l'eau dans le sol empêche la minéralisation de la matière organique et conduit à la formation de tourbe). Elle constitue parfois un agent morphologique majeur d'érosion et de sédimentation. Elle véhicule les éléments minéraux ou organiques qui alimentent les écosystèmes et enfin elle permet les échanges actifs ou passifs entre animales et végétales (Michelot *et al.*, 2006).

I.1.1.L'usage de l'eau

- **L'usage domestique**

Les eaux de consommation publique sont utilisées à différents fins. Un habitant consomme 230 l / jour, n'en utilise que seulement 1% pour la boisson et 6% pour la préparation de la nourriture, les 93 % restant sont consacrés aux bains-douches (39 %), aux sanitaires (20%), au lavage de la ligne (12%), de la vaisselle (10%) à des usages domestiques divers (6%) et au lavage des voitures et arrosage du jardin (6%) (Defrance, 1996).

- **Les besoins agricoles**

L'agriculture est une grande consommatrice de l'eau pour l'irrigation et l'élevage. L'irrigation nécessite des volumes considérables. Un hectare de maïs consomme 20000 m³ d'eau pendant sa période végétative, et un hectare de riz 40000 m³ en moyenne (Bensoillah, 1995).

- **Les besoins industriels**

L'industrie est consommatrice de l'eau. Elle a de multiples fonctions, par exemples celle de fluides de refroidissement et de substance primaire (dans le domaine de la production) ou de solvant et de milieu réactionnel (dans l'industrie chimique par exemple) (Gilli *et al.*, 2004).

I.1.2. Les types d'eaux douces

Il existe deux types d'eaux douces qui sont les eaux de surface et les eaux souterraines.

➤ **Les eaux de surface**

Ce terme « eau de surface » regroupe toutes les formes d'eau en contact avec le sol, c'est-à-dire les glaciers, le manteau neigeux, les lacs, les fleuves et les rivières. Cela exclut toutes les précipitations (pluie, rosée, brouillard, chute de neige...), ainsi que la banquise qui flotte sur l'océan en bordure du rivage (Tshibamba, 2006).

La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par ces eaux durant leurs parcours dans l'ensemble des bassins versants (Lounnas, 2009). Elle est plus variable et contient toujours de l'oxygène dissous, mais aussi des bactéries, des matières en suspension, des algues et des substances organiques qui peuvent donner des problèmes de goût et d'odeur (Leemans *et al.*, 2002).

Les cours d'eau peuvent posséder des caractères différents suivant leurs débits et leurs régimes. Ils sont cependant considérés comme des milieux à renouvellement rapide avec un pouvoir auto-épurateur, même si celui-ci présente bien évidemment des limites (Augier, 2008).

❖ **Avantages et inconvénients des eaux de surface**

✚ **Les avantages des eaux de surface :**

- Elles sont visibles, donc faciles à rechercher et à étudier.
- Le contrôle des débits et de la qualité peut être effectué directement.
- L'évaluation des ressources est accessible à des mesures délicates, mais directes (étude de bassins versants) (Castany, 1965).

✚ Les inconvénients des eaux de surface :

- Irrégularité des débits avec souvent des valeurs extrêmes se succédant rapidement dans le temps.
- Pollution fréquentes et de plus en plus grave suite à l'économie moderne.
- Pertes souvent par évaporation (Castany, 1965).

➤ Les eaux souterraines

Les eaux souterraines proviennent de l'infiltration des eaux de pluie dans le sol. Celles-ci s'insinuent par gravité dans les pores, les microfissures et les fissures des roches, humidifiant des couches de plus en plus profondes, jusqu'à rencontrer une couche imperméable. Là, elles s'accumulent, remplissant le moindre vide, saturant d'humidité le sous-sol, formant ainsi un réservoir d'eau souterraine appelé aquifère (Tshibamba, 2006).

I.1.3. La qualité de l'eau

Pour les besoins de l'homme et l'équilibre des écosystèmes aquatiques, il faut que la qualité de l'eau soit bonne. Une pollution de l'eau peut générer une perturbation des activités humaines qui en dépendent et de l'équilibre qui s'est mis en place entre le milieu naturel et les espèces animales et végétales qui l'habitent (ONEMA, 2012).

Le degré de qualité exigible des eaux dépend évidemment de ces usages, et on est particulièrement attentif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, elle-même dépendant de celle des ressources en eau disponible (Festy et al., 2003).

Il existe à l'échelle internationale diverses grilles de l'eau, qui nous permettent de classer les différentes eaux et de déterminer leurs usages (Tableau 1).

Tableau 1. Grille de la qualité des eaux de surface (Masson, 1988)

Code couleur	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Classes de qualités	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
1- Matière organique et oxydable					
Oxygène dissous (mg.l ⁻¹ 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)	0,03	0,3	0,5	1	>1
3- Nitrates					
Nitrates (mg/l)	2	10	25	50	>50
4-Température					
Température (°C)	20	21,5	25	28	> 30
5- Conductivité électrique (µS.cm⁻¹)					
CE (µS.cm ⁻¹)	<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

I.2. La pollution de l'eau

I.2.1. Définition

La pollution ou la contamination de l'eau peut être définie comme la dégradation de celle-ci en modifiant ses propriétés physique, chimique et biologique; par des déversements, rejets, dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables telles que les microorganismes, les produits toxiques, les déchets industriels.

Les substances polluantes peuvent avoir différentes origines:

- ✓ Urbaine (activités domestiques; eaux d'égout, eaux de cuisine...).
- ✓ Agricole (engrais, pesticides).
- ✓ Industrielle (chimie-pharmacie, pétrochimie, raffinage...) (Mekhalif, 2009).

I.2.2. Les descripteurs indicateurs de la pollution

Incidence des rejets d'eaux usées industrielles sur l'environnement peut s'apprécier au regard des élévations de température, des modifications de turbidité et des consommations d'oxygène qu'ils peuvent induire dans le milieu, ainsi que des effets spécifiques inhérents à chaque polluant ou groupe de polluants (Emilian, 2009).

I.2.2.1. Les descripteurs physiques

a. La Température (T°C)

La température est l'un des facteurs écologiques les plus importants parmi tous ceux qui agissent sur les organismes aquatiques (Emilian, 2009).

C'est un descripteur important dans l'étude et la surveillance des eaux qu'elles soient souterraines ou superficielles (Lounnas, 2009).

Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier O₂) dans l'eau ainsi que, la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques (Rodier *et al.*, 2009).

La température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau (Mekhalif, 2009).

La plupart des réactions chimiques vitales sont ralenties voire arrêtées par un abaissement important de température. Au contraire, des augmentations de températures peuvent avoir pour effet de tuer certaines espèces, mais également de favoriser le développement d'autres espèces en entraînant ainsi un déséquilibre écologique (Emilian, 2009).

Dans les eaux naturelles et au-dessus de 15°C, il y a risque de croissance accélérée de microorganismes, d'algues, entraînant des goûts et des odeurs désagréables ainsi qu'une augmentation de la couleur et de la turbidité (Lounnas, 2009).

b. Le potentiel hydrique (pH)

Les eaux superficielles constituent un système physique-chimique complexe tamponné par les divers équilibres entre les espèces moléculaires ou ionisées présentes, Des pH compris entre 5 et 9 constituent les limites dans lesquelles un développement quasi normal de la flore et de la faune aquatique semble être permis (Emilian, 2009).

La détermination du pH constitue une mesure de la concentration en ions H_3O^+ (Michelot, 2006). Il correspond, pour une solution diluée, à la concentration d'ions d'hydrogène. Il mesure l'acidité ou la basicité d'une eau. Le pH d'une eau naturelle dépend de l'origine de celle-ci et de la nature des terrains traversés (Lounnas, 2009).

Le pH peut être aussi influencé par d'autres facteurs tels que les conditions climatiques. Ainsi, la température élevée conduit indirectement au déplacement de l'équilibre calco-carbonique vers la formation de carbonates sous l'effet de la photosynthèse qui provoque une élévation du pH (Rejeseck, 2005).

Tableau 2. Classification des eaux d'après leur pH (De viller *et al.*, 2005)

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

c. Conductivité électrique (CE)

La conductivité, caractéristique physico-chimique de l'eau liée à la concentration des substances dissoutes et à leur nature (Lounnas, 2009). C'est est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant (De viller *et al.*, 2005). Elle sert aussi d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau (Rodier *et al.*, 2005).

Elle exprime 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 (Rodier *et al.*, 2009).

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution. Généralement, la conductivité s'élève progressivement de l'amont vers l'aval des cours d'eau (Rodier *et al.*, 2005).

Tableau 3. Quelques indications sur la relation existant entre la minéralisation et la conductivité électrique (Rodier *et al.*, 1996)

Conductivité < 100 $\mu\text{S.cm}^{-1}$: minéralisation très faible
100 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ < Conductivité < 200 $\mu\text{S.cm}^{-1}$: minéralisation faible
200 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ < Conductivité < 333 $\mu\text{S.cm}^{-1}$: minéralisation moyenne
333 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ < Conductivité < 666 $\mu\text{S.cm}^{-1}$: minéralisation moyenne accentuée
666 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ < Conductivité < 1000 $\mu\text{S.cm}^{-1}$: minéralisation importante
Conductivité > 1000 $\mu\text{S.cm}^{-1}$: minéralisation élevée

I.2.2.2. Les descripteurs chimiques

a. La demande biochimique en oxygène en 5 jours (DBO₅)

La DBO₅ est la quantité d'oxygène consommée par les germes aérobies dans les conditions de l'essai (incubation durant 5 jours à 20°C et à l'obscurité) afin d'assurer la dégradation des matières organiques fermentescibles contenues dans l'eau (Ramade, 2002).

Elle exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques par les microorganismes du milieu. Mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique des matières organiques carbonées (Rodier *et al.*, 2005). Les échantillons doivent être contenus dans des flacons complètement remplis et sans bulles d'air. Il est admis qu'une DBO₅ inférieure à (1mg/l) d'oxygène peut être considérée comme normale, entre (1 et 3 mg/l) comme acceptable et au-delà de (3 mg/l), comme douteuse (Rodier, *et al.* 2009).

La DBO₅ est exprimée en mg/l d'O₂ (Melghit, 2012).

b. La demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une oxydation complète des matières organiques et minérales présentes dans l'eau. Certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium (Rodier *et al.*, 2005).

La DCO est exprimée en mg/l d'O₂ consommé par les matières oxydables dans un litre d'eau (Melghit, 2012).

c. L'oxygène dissous (OD)

Les concentrations en oxygène dissous constituent, avec les valeurs de pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique (De viller *et al.*, 2005).

L'oxygène dissous c'est la quantité d'oxygène présent dans l'eau à l'état dissous (Ramade, 2002).

La teneur de l'oxygène dans l'eau est fonction de l'origine de l'eau ; les eaux superficielles peuvent en contenir des quantités relativement importantes proches de la saturation. Les eaux profondes n'en contiennent le plus souvent que quelques milligrammes par litre (Rodier *et al.*, 2009).

La concentration en oxygène dissous pourra être exprimée par le taux de saturation (en %) en rapportant la valeur mesurée à la température de l'eau à la concentration théorique en oxygène dissous dans l'eau saturée en air humide à la même température et à la même pression (Rodier *et al.*, 2009).

La concentration de l'oxygène dissous dans l'eau est un paramètre qui peut facilement subir une modification au cours de la période de conservation. C'est pourquoi la mesure de ce descripteur s'effectue généralement directement dans le cours d'eau au moyen d'un oxymètre (Hébert et Légaré, 2000).

Tableau 4. Solubilité de l'oxygène dans l'eau en fonction de la température (De viller *et al.*, 2005)

Température (C°)	Solubilité (mg O ₂ .l ⁻¹)
0	14,16
5	12,37
10	10,92
15	09,76
20	08,84
25	08,11

I.2.2.3. Les substances indésirables

Sont dites indésirables certaines substances qui peuvent créer soit un désagrément pour le consommateur : goût et odeur (matières organiques, phénols, fer...), couleur (fer, manganèse...), soit causer des effets gênants pour la santé (nitrates, fluor...). On surveille donc prioritairement la contamination des eaux par la concentration en ammonium, la présence de nitrites et de nitrates (Lounnas, 2009).

a. Les substances azotées

L'azote existe sous deux formes: la forme réduite qui regroupe l'azote ammoniacal (NH₃ ou NH₄⁺) et l'azote organique (protéine, créatine, acide urique). Plus une forme oxydée en ions nitrites (NO₂⁻) et nitrates (NO₃⁻) (Mekhalif, 2009).

✚ Ammonium (NH₄⁺)

L'azote ammoniacal des eaux superficielles peut avoir pour origine : naturelle, la matière organique végétale des cours d'eau (la décomposition des déchets végétaux), la matière organique animale (bétailière) ou humaine, les rejets industriels (engrais, textiles...) (Rodier *et al.*, 2005).

L'ammoniaque se transformant rapidement en nitrites et en nitrates par oxydation (Rodier *et al.*, 2009).

L'azote ammoniacal, rencontré dans les eaux et dont la présence est anormale (Nisbet *et*

Verneaux, 1970), traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique lorsque la teneur en oxygène est insuffisante pour assurer sa transformation (Melghit, 2012).

⬇ Nitrite (NO_2^-)

Nitrite : Sels de l'acide nitreux (ion NO_2^-), les nitrites se forment lorsque les conditions sont réductrices. Ils présentent une certaine toxicité pour les êtres vivants, y compris certaines bactéries anaérobies (Ramade, 2002).

Les nitrites dans l'eau proviennent essentiellement soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium, la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante (Rodier *et al.*, 2009).

Les nitrites NO_2^- ou l'azote nitreux, représentent une forme moins oxygénée et moins stable.

C'est un passage entre les nitrates et l'ammonium (sont produits par oxydation de l'ammonium et sont ensuite oxydes en nitrates) (Rondeau, 2005).

Elles sont répandus dans les eaux en quantité relativement faibles parce que l'ion nitrite (NO_2^-) s'oxyde facilement en ion nitrate (phénomène de la nitrification) (Hébert et Légaré, 2000).

⬇ Nitrate (NO_3^-)

Nitrate : Sels minéraux de l'acide nitrique, les nitrates sont des éléments minéraux nutritifs tant pour les organismes autotrophes terrestres qu'aquatiques (Ramade, 2002).

L'ion nitrate (NO_3^-) est la principale forme d'azote inorganique trouvée dans les eaux naturelles.

Il constitue le stade final de l'oxydation de l'azote (Hébert et Légaré, 2000), représentent la forme la plus oxygénée de l'azote, c'est une forme très soluble. Sa présence dans l'eau est liée à l'utilisation des engrais chimiques et les rejets domestiques (Rousseau *et al.*, 2004).

Les nitrates existent à l'état naturel, dans les sols, les eaux tant de surface que souterraines et toutes les matières végétales. Ils proviennent de la décomposition naturelle, par des microorganismes, de matières organiques azotées telles que les protéines des végétaux, des animaux et des excréta d'animaux (Melghit, 2012).

b. Les orthophosphates

Le phosphore est naturellement présent dans les eaux superficielles en faible concentration. Il est déterminant pour la productivité des écosystèmes aquatiques (Rousseau *et al.*, 2004).

Les orthophosphates (PO_4^{3-}) représentent la forme minérale principale du phosphore dans les eaux (WWF, 2011).



Elles peuvent être d'origine naturelle (produit de décomposition de la matière vivante, lessivage de minéraux contenant du phosphore), mais à l'heure actuelle, leur présence dans les eaux est principalement associée à des apports anthropiques (engrais, déjections animales, stations d'épuration, industrie chimique, . . . etc.) (Barbier *et al.*, 2000).

Compte tenu de son importance dans la constitution des êtres vivants, il joue souvent, vis-à-vis de leur développement, le rôle de "facteur limitant" (Melghit, 2012).

En effet, selon Rodier *et al.* (2005), Cet élément joue un rôle très important dans le développement des algues ; il est susceptible de favoriser leur multiplication dans les eaux des lacs, où elles contribuent à l'eutrophisation. Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol, leur présence naturelle dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique (Sarkar *et al.*, 2007).

I.2.3.L'origine de la pollution de l'eau

La pollution des ressources en eau peut avoir de multiples origines. Il y a, bien sûr, différents types de pollution liées aux activités humaines, qu'il s'agisse de pollution domestique et urbaine, industrielle ou agricole. Bien sûr, il existe aussi des pollutions "naturelles" de l'eau, qui rendent celle-ci impropre à la consommation exemple les éruptions volcaniques, certains filons géologiques de métaux ...etc. peuvent être des causes de pollution (Faurie *et al.*, 2003).

I.2.3.1.L'industrie

Les activités industrielles rejettent un bon nombre de substances qui vont polluer nos rivières et nos nappes, parfois d'une manière intensive que l'on n'en connaît pas les effets à long terme (Lounnas, 2009).

Elle provient des usines et elle est caractérisée par la présence d'une grande diversité des polluants, selon l'utilisation de l'eau tels que (Calvet *et al.*, 2005):

- Les hydrocarbures (industrie pétrolières, transports)
- Les métaux (traitements de la surface, métallurgie)
- Les acides, les bases, les produits chimiques divers (industries chimiques, tanneries...)
- Les eaux chaudes (circuits de refroidissement des centrales thermiques)
- Les matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs)

Les rejets industriels renferment des produits divers sous forme insoluble ou soluble d'origine minérale et/ou organique, à caractère plus ou moins biodégradable et parfois toxique même à très faible concentration (Lounnas, 2009).

Il peut y avoir un effet toxique sur les organismes vivants, par l'accumulation de certains éléments dans les denrées alimentaires tels que les métaux et les pesticides (Calvet *et al.*, 2005).

I.2.3.2. Pollution domestique et urbaine

Nos eaux usées urbaines sont constituées de matière organique biodégradable certes mais ces matières sont de grandes consommatrices d'oxygène, et peuvent contenir divers germes pathogènes et divers produits chimiques (Lounnas, 2009).

Elle provient des habitations et elle est, en général, véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration (Gaujout, 1995).

La pollution domestique se caractérise par la présence des germes fécaux, de fortes teneurs en matières organiques, des sels minéraux, dont l'azote et le phosphore et des détergents (Genin *et al.*, 2003).

Elle peut être responsable de l'altération des conditions de transparence et d'oxygénation de l'eau ainsi que du développement de l'eutrophisation dans les rivières (Faurie *et al.*, 2003).

I.2.3.3. Les eaux pluviales urbaines

Il ne faut pas oublier par ailleurs la pollution générée par les eaux pluviales (Lounnas, 2009). Apparue depuis qu'il existe des réseaux de collecte spécifique, avec des points de concentration des rejets, elle engendre de graves perturbations, surtout lorsqu'elle prend une importance relative plus grande (rejets domestique mieux traités). L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles) ; mais aussi au cours de ruissellement elle se charge de déchet tels que les matières minérales en suspension (sables, graviers, poussières), les hydrocarbures et les métaux lourds (Genin *et al.*, 2003).

I.2.3.4. Pollution d'origine naturelle

Certaines substances naturellement présentes dans l'environnement entraînent parfois des problèmes de contamination de l'eau potable (Lounnas, 2009).

Certains auteurs considèrent que divers phénomènes naturels sont aussi à l'origine de la pollution (éruption volcaniques,...etc.) (Grosclaude, 1999).

I.2.3.5. L'agriculture

L'agriculture constitue la première cause de pollution diffuse des ressources en eau. Elle provient des fermes ou des cultures et elle se caractérise par les fortes teneurs en sels minéraux (NO₂⁻, P, K,...) et la présence de produits chimiques du traitement (pesticides, engrais...) (Grosclaude, 1999).

Parmi les engrais les plus utilisées nous citons le nitrate d'ammonium, le nitrate de calcium, le sulfate de d'ammonium et l'urée. Les nitrates proviennent essentiellement de la minéralisation des matières organiques du sol et des apports d'engrais minéraux azotés. (Conard *et al.*, 1999).

Les dégagements d'ammoniac (NH_3) sont issus principalement de l'élevage. Environ de 40% de l'azote ingéré par les animaux sont perdus et rapidement transformés en ions (NH_4^+) surtout lors du stockage et l'épandage des déjections animales (Danish EPA, 1999).

b. Les phosphates

Les phosphates sont surtout dispersés sous forme de superphosphates (orthophosphates soluble). La majorité du phosphore utilisé comme engrais chimiques est immobilisé dans les sols à cause de leur richesse en azote, en aluminium et en fer qui fixent ces éléments (Danish EPA, 1999).

Ils représentent la première cause d'eutrophisation du milieu aquatique (Domange, 2005).

Suite à l'eutrophisation, les qualités physiques et chimiques de l'eau sont altérées, d'où la diminution d'oxygène dissous et l'empoisonnement des poissons (Boucher *et Margoum*, 2003).

• Pollution par les pesticides

Les pesticides utilisés pour le traitement des cultures sont également une source connue de dégradation des ressources en eau. Sous l'appellation "produits phytosanitaires" se cache en fait une multitude de substances, dont la rémanence dans l'eau peut varier d'une molécule à l'autre. Toutefois, on retiendra que les organochlorés sont généralement plus rémanents que les organophosphorés (Grosclaude, 1999).

L'utilisation de produits phytosanitaires « insecticide, herbicide et fongicide » est destinée à maîtriser le développement d'organismes cibles tels que les parasites et les moisissures (Keddal *et N'dri*, 2007).

Cependant l'impact des pesticides sur l'environnement est incontestable. Après ruissellement et infiltration, ces produits se trouvent dans le sol entraînant sa pollution et celle des nappes phréatiques (accumulent dans les sols et les nappes phréatiques) (Scholtus, 2004).

I.3. L'eutrophisation, conséquence de la pollution des eaux

I.3.1. Définition de l'eutrophisation

L'eutrophisation : "eu = bien, trophé = nourrir" (Ramade, 2002).

L'eutrophisation est un enrichissement de l'eau, qu'elle soit douce ou saline, par des nutriments, en particulier des composés d'azote et de phosphore, qui accéléreront la croissance

d'algues et des formes plus développées de la vie végétale (Keddal et N'dri, 2007), une l'eau eutrophe est une eau riche en matières nutritives (Aminot *et al.*, 2001).

L'eutrophisation est définie par l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Économiques) comme un « enrichissement des eaux en matières nutritives qui entraîne une série de changements symptomatiques, tels que l'accroissement de la production d'algues et de macrophytes, la dégradation de la qualité de l'eau et autres changements symptomatiques considérés comme indésirables et néfastes aux divers usages de l'eau » (Daouda, 2010).

L'eutrophisation est un problème qui affecte principalement les zones côtières et les zones à faible échange d'eau (Faurie *et al.*, 2003).

I.3.2. L'origine de l'eutrophisation

A l'origine, l'eutrophisation est un phénomène naturel de vieillissement des lacs. Ce processus très lent s'étale sur plusieurs années et est normalement peu perceptible à l'échelle d'une génération (Khellou, 2012).

Cependant, l'homme accélère l'avancée de l'eutrophisation par différents activités, la différence rencontrée entre l'eutrophisation naturelle et l'eutrophisation anthropique (dystrophisation) réside dans la vitesse du phénomène ; il s'agit là d'un des impacts les plus graves de l'homme sur les écosystèmes aquatiques, car ses effets sont progressives, longtemps imperceptibles, mais correspondent à une véritable « cancérisation » du système (Faurie *et al.*, 2003).

La modification des descripteurs physico-chimiques du milieu. Suivant le développement de la situation, on passera d'un système oligotrophe à un système mésotrophe pour aboutir à un système eutrophique caractérisé par une anaérobiose généralisée (Rodier *et al.*, 1996).

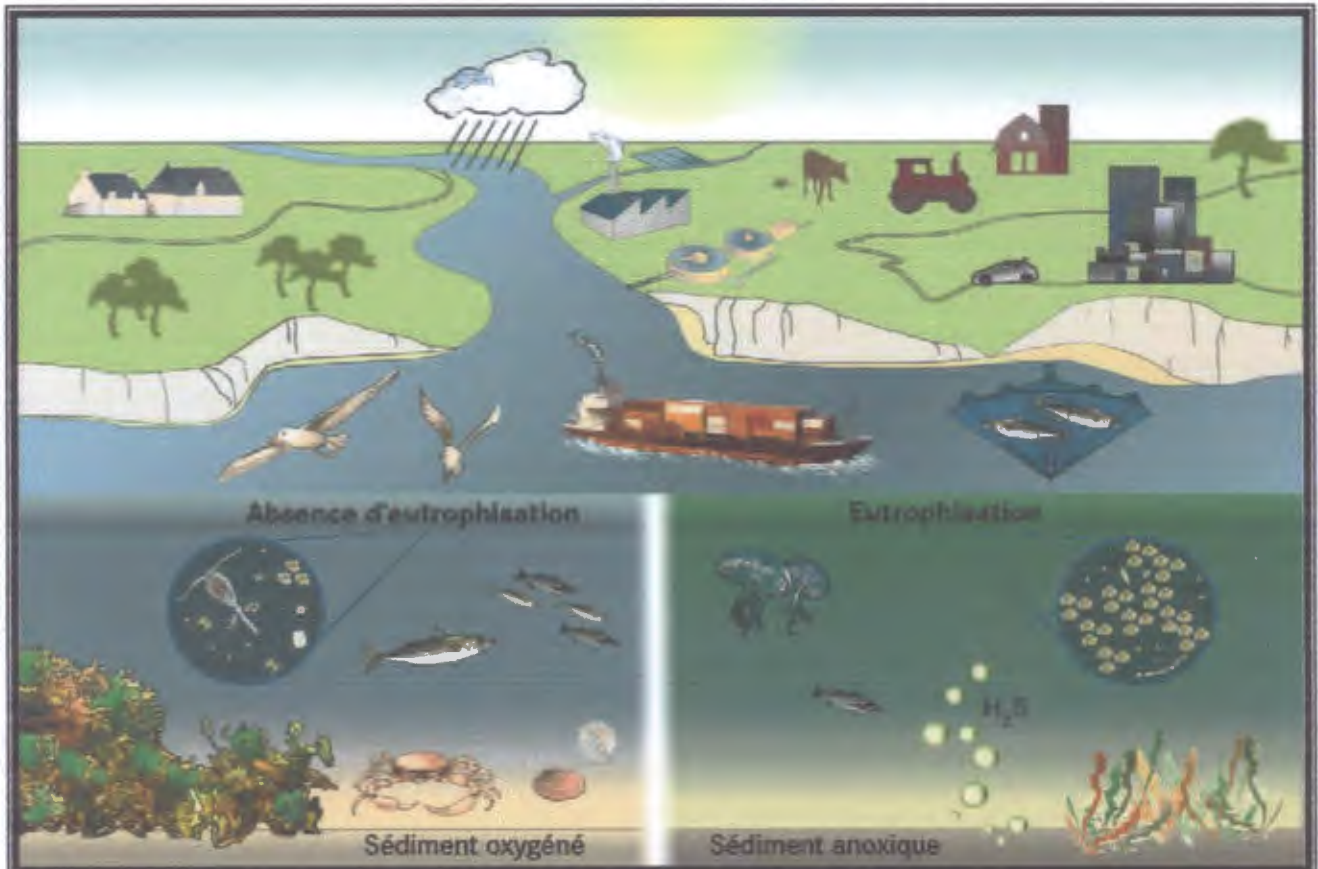


Figure 1. Sources des apports de nutriments dans le milieu marin et systèmes simplifiés montrant les effets d'eutrophisation produits par l'enrichissement en nutriments (Faurie *et al.*, 2003)

I.3.3. Le processus de l'eutrophisation

L'eutrophisation se produit en plusieurs étapes :

- ⬇ L'enrichissement des eaux en nitrates et phosphates favorise la prolifération rapide des végétaux aquatiques (algues, lentilles d'eau).
- ⬇ La lumière n'atteint plus les zones profondes du fait du développement des algues ou des lentilles d'eau, la respiration provoque un appauvrissement en oxygène.
- ⬇ il peut en résulter la mort d'organismes aquatiques : insectes, crustacés, poissons, végétaux dont la décomposition consomme le peu d'oxygène restant, amplifiant le déséquilibre.
- ⬇ Le milieu devient alors rapidement hypoxique, puis anoxique, favorable à l'apparition de composés réducteurs et de gaz délétères (mercaptans, méthane) (Keddal *et N'dri*, 2007).
- Selon Ramade (1981), les principales phases successives de l'eutrophisation des eaux peuvent être schématisées comme suit :
 - Pollution croissante
 - Prolifération des algues

- Décomposition anaérobie
- Dégradation extrême du milieu avec une simplification des espèces présentes (Khellou, 2012).

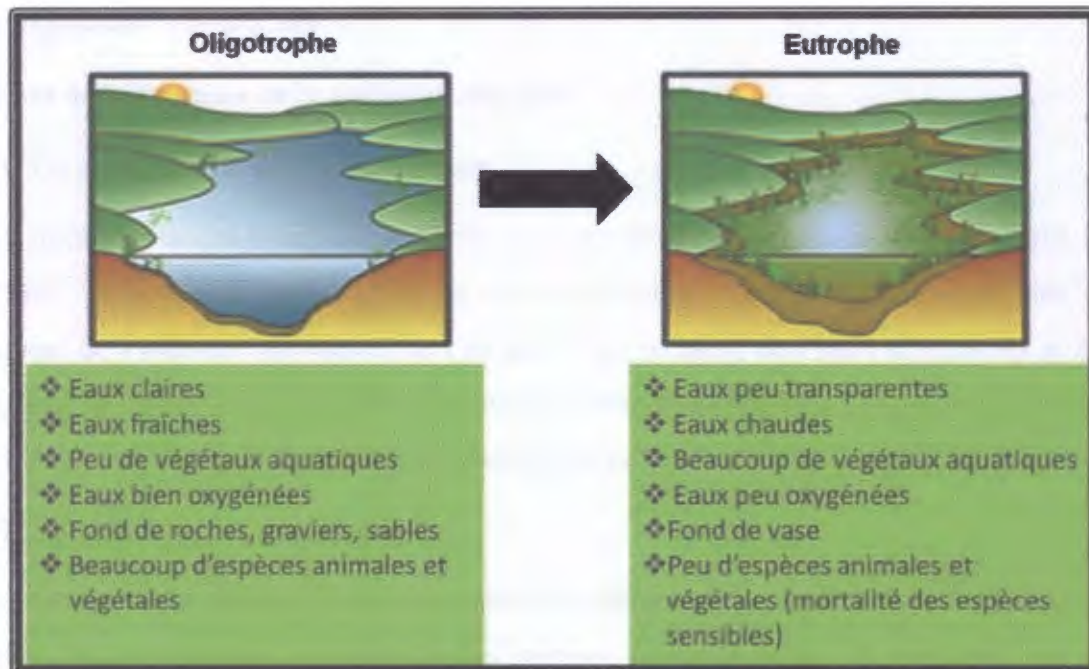


Figure 2. Processus d'eutrophisation : vers une asphyxie du milieu aquatique
(<https://sites.google.com/site/lac-aux-canards>, 2011/)

I.3.4. Les effets de l'eutrophisation

Les principaux inconvénients de l'eutrophisation sont:

- L'eutrophisation entraîne des modifications de la composition des communautés animales et végétales et encourage généralement la croissance d'espèces d'algues et d'animaux opportunistes à reproduction rapide (Figure 1) (Faurie *et al.*, 2003).
- Dégradation des qualités organoleptiques de l'eau (aspect, couleur, odeur, saveur)
- Développement de phytoplancton toxique
- Diminution de l'indice biotique
- Diminution de la biodiversité (animale et végétale)
- Diminution de la concentration en dioxygène dissous
- Diminution du rendement de la pêche
- Mort des organismes supérieurs (macrophytes, insectes, cnidaires, crustacés, mollusques poissons, etc.) (Keddal *et N'dri*, 2007).



Chapitre II :
Matériel et méthodes

II.1. Situation et présentation de la région de Jijel (Figure 3)

La wilaya de Jijel est une région côtière, située au Nord Est de pays, Elle est distante de 360 km de la capitale et environ de 120 km au Nord-ouest de la Wilaya de Constantine. Elle est affiliée au littoral méditerranéen, limitée au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par la Wilaya de Bejaïa, à l'Est par la Wilaya de Skikda, au Sud-ouest par la wilaya de Sétif, au Sud par la Wilaya de Mila et enfin au Sud-est par la Wilaya de Constantine. Elle s'étend sur une superficie de 2.398,69 Km² avec 11 Daïras et 28 Communes ([http : //www.el-milia-mico.org/Wilaya_de_Jijel-1334841.html](http://www.el-milia-mico.org/Wilaya_de_Jijel-1334841.html)).



Figure 3. Localisation de la wilaya de Jijel et de la commune d'El-Ancer (échelle 1/200 000)

([Http : //www.el-milia-mico.org/Wilaya_de_Jijel-1334841.html](http://www.el-milia-mico.org/Wilaya_de_Jijel-1334841.html))

II.1.1. Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique de la Wilaya de Jijel est très dense de direction Sud- Nord favorisant l'écoulement des lames d'eau précipitées qui se déversent généralement dans la mer.

Les plus importants oueds sont :

- * **Le Kebir Rhumel** : qui prend sa source à l'Est de la Wilaya de Sétif se jette à El Milia, El Ancer et à la mer avec une superficie de 8815 Km².

- * **Le Djen Djen** : qui prend sa source au Babord (Tamesquida) est constitué de trois étages bioclimatiques (partie supérieur Erraguene Barrage, la partie centrale de l'oued Missa, plus Tabellout et partie maritime Azzaoun à Taher) (A.N.R.H, 2016).

Le reste des oueds se présente comme suit (A.N.R.H, 2016) :

A l'Est

Irdjana	243,4 Km ²
Nil	224,1 Km ²
Zhour	165 Km ²
Boukaraa	160,0 Km ²
Mench	123,2 Km ²
Boussiaba	47 Km ²
El Agrem	41,0 Km ²
Saayoud	30,3 Km ²
Djemaa	26,7 Km ²
Adjoul	26,0 Km ²
El Kantara	19,3 Km ²

A l'Ouest

Taza	48 Km ²
El Kebir	36,0 Km ²
Seghir	16,2 Km ²
kissir	7,0 Km ²
Bourchaid	6,6 Km ²
Moutass	3,2 Km ²

NB: Surface prise et valable jusqu'aux coordonnées des sites de jaugeage d'étiage.

- Le réseau hydrographique dans la région d'El-Ancer est représenté par un certain nombre de Châabas (dense, peu dense) qui collectent et drainent les eaux de surface vers Oued Irdjana. Ce dernier s'achemine vers Oued El Kebir (Figure 4).

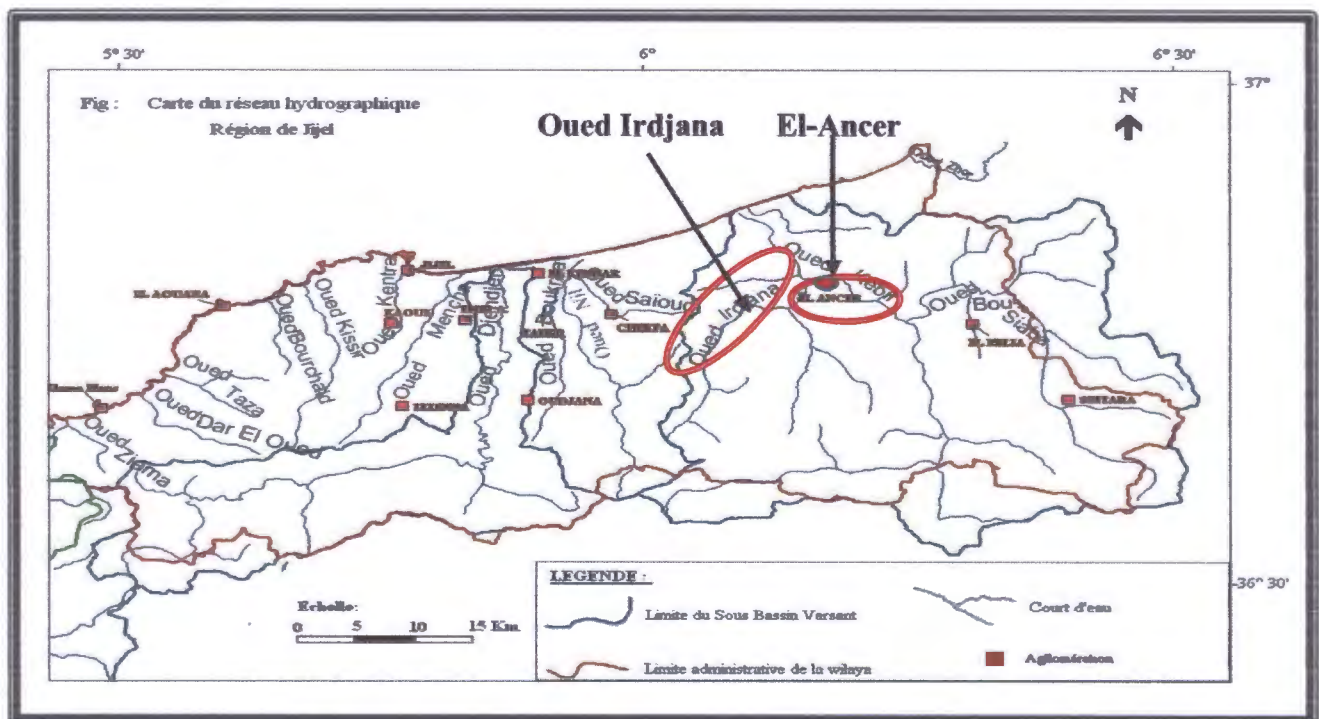


Figure 4. Réseau hydrographique de wilaya de Jijel (A.N.R.H, 2016)

II.1.2. Climat et végétation

II.1.2.1. Les caractéristiques climatologiques de la région d'étude

Le caractère important sur le climat Algérien est sans aucun doute la variation de la répartition des précipitations et des températures. Cette variation est fonction des influences méditerranéennes et sahariennes et des irrégularités topographiques, l'altitude et l'orientation des chaînes montagneuses de l'atlas tellien et saharien. Ces derniers jouent le rôle des barrières en face des vents désertiques du Sud, cependant l'influence des vents chargés d'humidité venant du Nord subsiste (A.N.R.H, 2016).

En ce qui concerne la région de Jijel qui fait partie du littoral Est Algérien, le climat est de type méditerranéen. Il est caractérisé par une période hivernale douce et humide, caractérisée par une pluviométrie élevée, suivie d'une période estivale chaude (A.N.R.H, 2016).

L'étude hydroclimatologique porte sur l'analyse des descripteurs déterminants, tels les précipitations, les températures de l'air, le vent, l'humidité.

1. Les précipitations

Les précipitations constituent un facteur climatique très important qui conditionne l'écoulement saisonnier et influence directement le régime des cours d'eau ainsi que celui des nappes aquifères (O.N.M, 2013).

A l'échelle régionale, la carte pluviométrique de l'Algérie, montre une décroissance de la pluviométrie du Nord au Sud et d'Est en Ouest. Ainsi, la région de Jijel située dans la partie Nord Est de l'Algérie, est l'une des plus arrosées du pays (A.N.R.H, 2016).

D'après l'analyse des données recueillies auprès du service météorologique d'El Achouat. Le tableau 05 résume les moyennes mensuelles des précipitations durant la période 2006 à 2015, et montre que les quantités des pluies se distribuent irrégulièrement la longue de l'année. Les mois les plus pluvieux sont respectivement : novembre, décembre, février alors que les mois les plus secs sont juillet, juin et aout.

Tableau 5. Moyennes mensuelles des précipitations [2006-2015] (O.N.M, d'El Achouat, 2016)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
P (mm)	121,3	149,1	121,9	71,6	50,2	19,2	2,2	21,5	71,1	114,3	168,3	153,7

P : Moyennes mensuelles des précipitations en mm.

2. La température

La température de l'air est un facteur qui a une grande influence sur le bilan hydrologique du fait de son impact sur le déficit d'écoulement (évapotranspiration) (A.N.R.H, 2016).

D'après le tableau 6 les variations de la température durant la période s'étalant de 2006 à 2015 montrent que : les moyennes mensuelles les plus élevées sont observées durant les mois de Juillet et Août avec 26,1°C et 26,4°C respectivement. Tandis que les moyennes les plus basses sont relevées en hiver durant les mois du Janvier et Février (12°C).

Tableau 6. Moyennes mensuelles des températures [2006-2015] (O.N.M, d'El Achouat, 2016)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
T °C	12,0	12,0	13,6	16,6	19,4	22,8	26,1	26,4	24,0	21,1	16,9	13,1

T : Moyennes mensuelles des températures en °C.

3. Le diagramme ombrothermique

Il constitue un type de représentation très utilisé pour comparer les climats (Mebarki, 2005).

Le type de climagramme le plus répandu est sans doute celui conçu par Bagnouls et Gaussen, 1953, qui consiste en une représentation sur un même graphique des précipitations moyennes mensuelles, exprimées en mm, et des températures moyennes mensuelles, exprimées en °C, avec en abscisse les mois; ceci permet d'obtenir un diagramme ombrothermique. Ce dernier permet une visualisation immédiate de la durée et de l'intensité de la saison sèche, à condition bien sûr de respecter les échelles prises en ordonnées, soit 1°C=2mm (Bouldjedri, 2012).

Selon l'échelle (P=2T), les courbes ombrothermiques déterminent deux périodes :

- ✓ L'une de sécheresse qui s'étale de la fin du mois de mai jusqu'au début du mois de septembre.
- ✓ L'autre humide s'étale du septembre au mois du mai (Figure 5).

Tableau 7. Précipitations et températures moyennes mensuelles (2006-2015) (O.N.M, d'El Achouat, 2016)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Moye
T °C	12,0	12,0	13,6	16,6	19,4	22,8	26,1	26,4	24,0	21,1	16,9	13,1	18,6
P (mm)	121,3	149,1	121,9	71,6	50,2	19,2	2,2	21,5	71,1	114,3	168,3	153,7	88,7

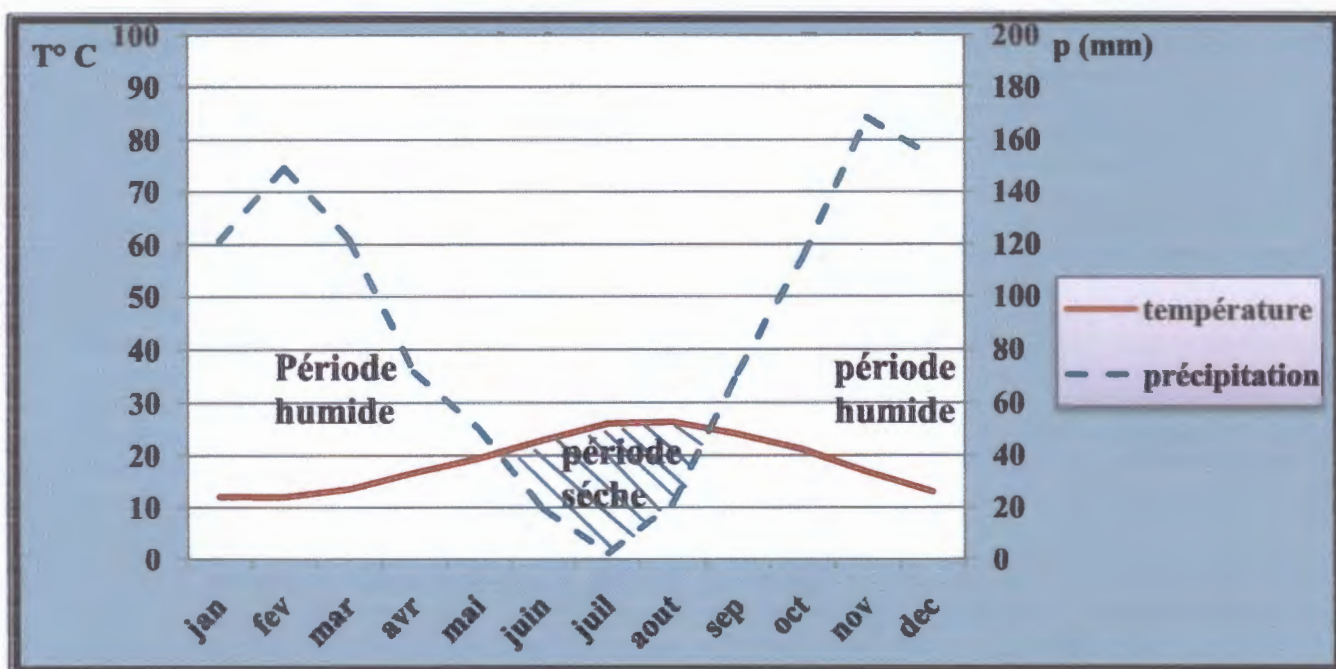


Figure 5. Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls (2006-2015)

4. L'humidité

Elle représente le rapport exprimé en pour-cent de la tension de vapeur d'eau observée à la tension de vapeur de saturation pour une température donnée (A.N.R.H, 2016).

Dans la zone côtière, les valeurs moyennes mensuelles d'humidité relative sont, en général, élevées toute l'année et leurs amplitudes saisonnières, relativement faibles, elle fluctue entre une valeur minimale de 71.67 % et une valeur maximale de 77.24 %. La mer joue un rôle important dans le maintien d'une humidité élevée durant la saison estivale (O.N.M, 2016).

5. Le vent

Il constitue, dans certaines conditions, un facteur écologique limitant par sa fréquence, sa température et son degré hygrométrique. Les vents exercent sur la végétation en place une influence considérable (Debieche, 2002).

Le vent est très néfaste pour les plantes (forte évapotranspiration) (O.N.M, 2013).

D'après les données de la station de l'aéroport de Ferhat Abbas, les vents dominants soufflent généralement de la mer vers le continent selon la direction Nord-est et Sud-est (O.N.M, 2016).

La mer au nord, donc le littoral est exposé aux vents dominants d'été sauf les parties protégées par les montagnes qui sont relativement à l'abri des bourrasques (Grimes, 2004).

II.1.2.2. Le couvert végétal

Le couvert végétal vient ajouter son influence à celle de la nature géologique et topographique du bassin versant pour conditionner la rapidité du ruissellement superficiel (Boucenna, 2009).

La région de Jijel entourée par des montagnes et a un couvert végétal très dense, en particulier les forêts et les cultures.

Le caractère continental du climat conditionne le couvert végétal : les plaines sont vouées aux cultures de la fraise (En irrigué) (S.C.F, 2013).

La végétation de long de bordures d'oued Irdjana est une végétation qui porte le nom de rupicole ou ripisylve, ces derniers jouent des rôles importants comme; la protection et la fixation du sol, rôle paysagère, le rôle de filtre pour diminuer les concentrations de N, P, K..., dans les eaux de cours d'eau, surtout pour le peuplier.

Il est composé de diverses espèces telles que : Aubépine monogyne (*Crataegus monogyna*), Le Laurier rose (*Nerium oleander*), Euphorbe petit cyprès (*Euphorbia cyparissias*), Chardon-Marie (*Silybum marianum*), Calicotome épineux (*calicotome spinosa*), Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*), Chêne liège (*Quercus suber*), Chêne zen (*Quercus canariensis*), Peuplier blanc (*Populus alba*), Peuplier noir (*Populus nigra*), massette à feuilles étroites (*Typha angustifolia*), et on rencontre également Tamaris commun (*Tamarix gallica*) qui est très abondant ([http : // www, total. Com.Fr/ GROUP : corporate social reports/ eau douce, mers comprendré eau/ pollution eau 770](http://www.total.com.fr/GROUP:corporate-social-reports/eau-douce-mers-comprendre-eau-pollution-eau-770)).

II.1.3. Activités socio-économiques

Etant en relation directe avec son milieu support, l'homme peut agir positivement ou négativement sur ce dernier c'est-à-dire que l'homme bâtit des constructions, cultive la terre et défriche la forêt (Boucenna, 2009).

Vu sa localisation sur la côte et sa topographie montagneuse, la région de Jijel est connue par ses activités qui lui sont bien spécifiques telles que la pêche, la récolte du liège et l'agriculture.

La région d'étude « El-Ancer et Oued Irdjana » est vouée principalement à l'agriculture et l'élevage de différents types d'animaux domestiques.

L'agriculture constitue l'activité économique principale de la région et observée sur l'ensemble de la plaine, avec une très grande variété de cultures, céréalières, et arboricoles ex: récolte d'olives, généralement dominée par la culture maraîchères, les légumes et la fraise.

Le Daïra d'El-Ancer possède une superficie agricole considérable en irrigue par 63.072.00 m³/ans des eaux des oueds (DREW Jijel, 2011).



Photo 6. L'élevage de différents types d'animaux domestiques



Photo 7. L'agriculture en serres dans la région d'El-Ancer

II.1.4. Situation géographique de la zone d'étude

La zone d'étude est localisée dans le territoire de la commune d'El Ancer. Elle se situe au Nord-est à l'environ de 40 km a Sud-est de Jijel, 15 km au Nord-ouest d'El Milia et à 90 km au Nord-ouest de Constantine (**Figure 8**) (https://fr.wikipedia.org/wiki/El_Ancer).

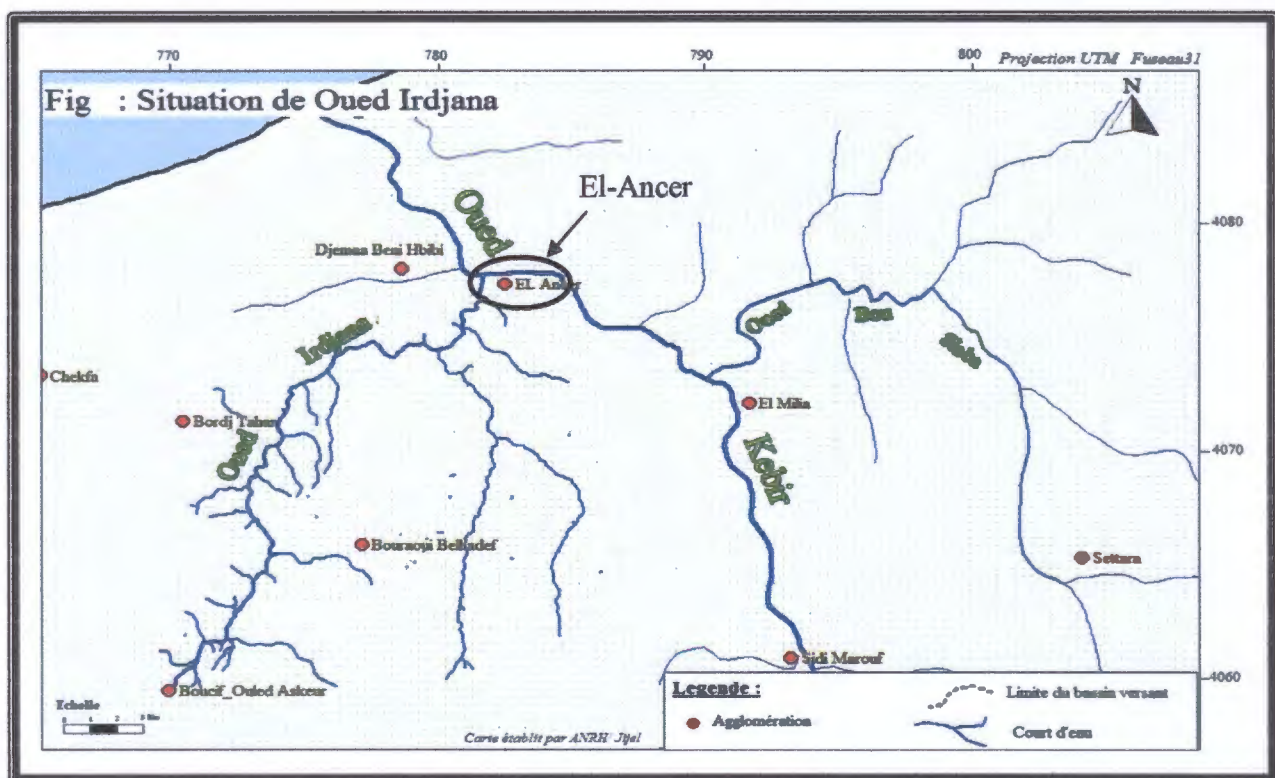


Figure 8. Situation d'oued Irdjana (A.N.R.H, 2016)

Cette région (Commune El-Ancer) est connue par sa grande activité agricole sur une superficie de 96.43 Km². La population qui se trouve sur la zone d'étude atteint 21949 habitants en (2011), elle est concentrée généralement au niveau de la commune et des hameaux et la densité au km² relativement faible (228 hab. /Km²) (DREW Jijel, 2011).

Les régions d'El Milia, El Ancer et l'ensemble des régions montagneuses situées au Sud-est de la Wilaya font partie du bassin versant Kebir-Rhumel (A.N.R.H, 2016).

Nous présentons dans ce qui suit quelques traits du bassin versant Kébir-Rhumel et sous bassin qui est le sujet de notre étude.

La région de Jijel fait partie des deux bassins versants l'un (côtier constantinois) et l'autre (El-Kébir-Rhumel). Le bassin versant Kébir-Rhumel occupe la partie Est et comprend quatre sous bassins versants (Oued Irdjana, Oued El Kebir, Oued Itra, Oued Bou Siaba) (Mebarki et Thomas, 1988).

❖ Bassin versant du Kébir –Rhumel

Le bassin versant du Kébir-Rhumel fait partie du nord oriental de l'Algérie qui prend sa source à l'Est de la Wilaya de Sétif se jette à El Milia, El Ancer et s'étend sur une superficie totale d'environ 8815 Km² (A.N.R.H, 2016), il est drainé par deux cours d'eau importants : dans la partie sud, l'oued Rhumel et dans la partie ouest, l'oued Enndja. Leur confluence à l'aval de Grarem donne l'oued El Kébir, lequel rejoint plus au nord la Méditerranée (Mebarki et Thomas, 1988). Il continue d'être abondamment alimenté par d'autres affluents (Irdjana, Bou maàzouz...etc.), tous issus de secteurs montagneux bien arrosés.

- Le sous bassin versant objet de notre étude connu sous l'appellation oued Irdjana situé au nord du grand bassin en Algérie (Kébir-Rhumel).

Oued Irdjana c'est un écosystème lotique considéré comme affluent pour l'oued El Kebir leur confluence avec ce dernier, à côté de la route nationale 43 (RN43) reliant la wilaya de Jijel et la wilaya de Constantine, il s'étend sur une superficie d'environ 243,4 Km² et s'écoule sur une longueur d'environ 32 km avec une largeur variable pendant la période des crues et la période d'étiage (A.N.R.H, 2016).

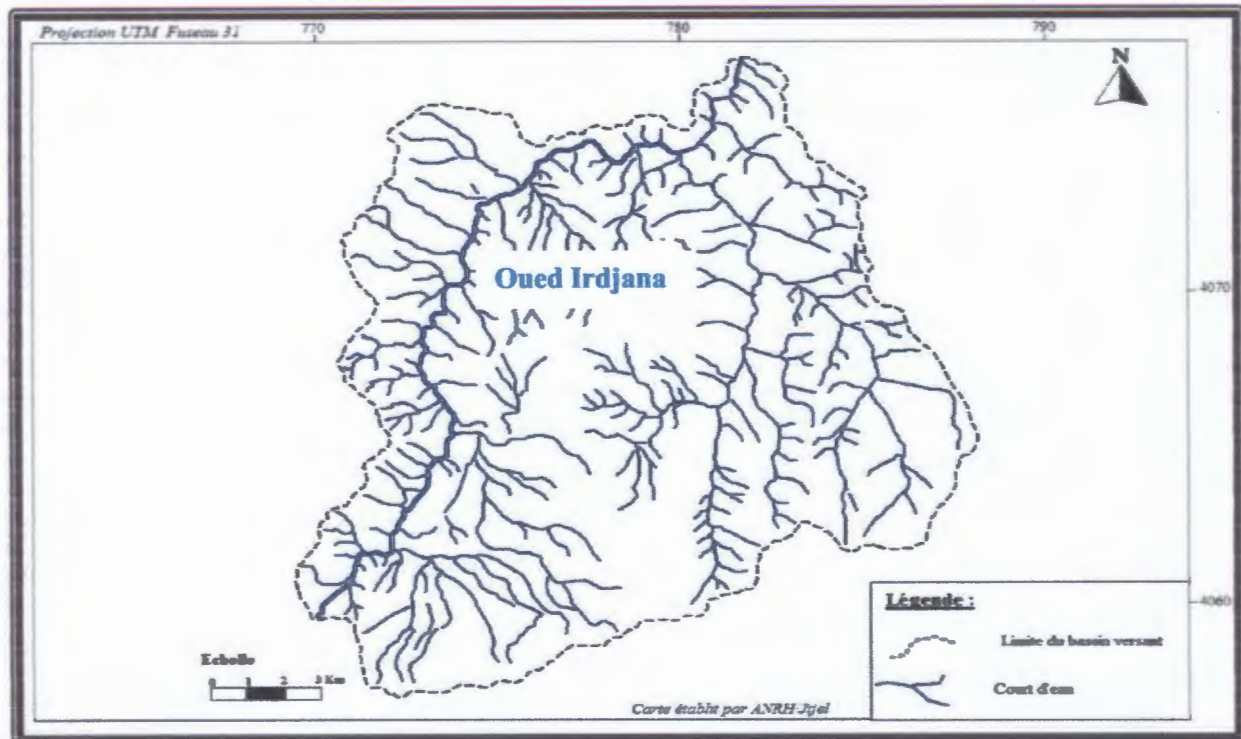


Figure 9. Réseau hydrographique du sous bassin versant d'Oued Irdjana (A.N.R.H, 2016)

D'après la figure 10 les Oueds et Châabas qui influent à l'oued Irdjana sont :

- Oued Tâmendjar
- Oued Akharrâte
- Oued Tamakhrate
- Chaâbat Bou Amrouch
- Chaâbat Bou Zorâne



Figure 10. Carte topographique El-Milia N° 1-2 et 3-4 (échelle 1/25000)

II.1.4.1. Choix et localisation des stations de prélèvement

Des stations d'eau superficielle ont été sélectionnées dans l'oued Irdjana.



Figure 11. Localisation de la zone d'étude et des stations de prélèvement (échelle 1/200)

(Google earth, 2016)

Trois stations accessibles de l'oued Irdjana ont été choisies de l'amont vers l'aval comme suit :

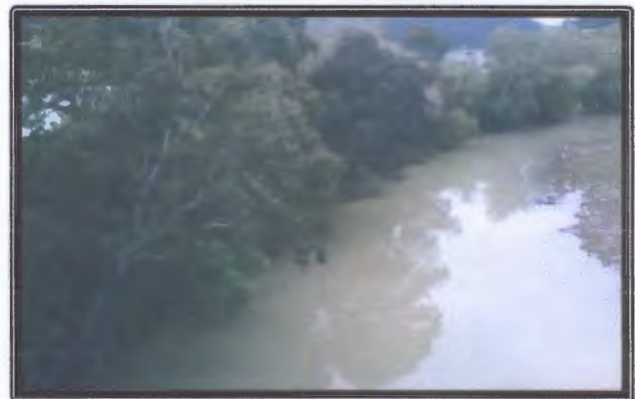
- **La station 01** : est située à l'amont de l'oued Irdjana (OI₁)
- **La station 02** : c'est une station intermédiaire de l'oued (OI₂)
- **La station 03** : est localisée à l'aval de l'oued (OI₃)

Station 1 : OI₁ (Oued Irdjana amont)

Elle est située en amont de l'oued.
Cette station est loin des habitations,
caractérisée par une végétation
dense. L'eau de cette station est
claire et lotique avec un fort débit.

**Photo 12 : Station amont de l'oued (OI₁)****Station 2 : OI₂ (Oued Irdjana, station intermédiaire)**

C'est la partie intermédiaire de
l'oued, située près du village d'El-
Ancer (Agglomération urbaines).
Les eaux sont turbides avec un débit
lent (station lenticque).

**Photo 13 : Station intermédiaire de l'oued (OI₂)****Station 3 : OI₃ (Oued Irdjana aval)**

Située à la partie inférieure d'El-
Ancer à côté de la route national 43
(RN 43) dans une région agricole,
elle est caractérisée par des eaux et
un débit lent (station lenticque).

**Photo 14 : Station aval de l'oued (OI₃)**

II.2. Échantillonnage

✚ Pourquoi échantillonner ?

La première étape dans l'élaboration d'un programme d'échantillonnage est la détermination des objectifs du suivi envisagé. L'échantillonnage des cours d'eau peut permettre de répondre à plusieurs questions concernant :

- ✓ la connaissance de base de la qualité de l'eau
- ✓ Le respect des critères de qualité de l'eau pour les usages potentiels, tels que l'approvisionnement en eau potable, la baignade, la protection de la faune aquatique...etc.
- ✓ L'identification de polluants ou d'une source de pollution spécifique
- ✓ L'impact des rejets urbains et industriels sur la qualité de l'eau
- ✓ L'impact de certaines pratiques agricoles (**Hébert et Légaré, 2000**).

Un suivi hebdomadaire des divers descripteurs physico-chimiques des eaux a été effectué pendant 2 mois. Huit campagnes d'échantillonnage ont été réalisées, du 8 mars au 24 avril 2016. Afin que nos données soient statistiquement exploitables 2 échantillons d'eau (2 répétitions) ont été réalisés pour chaque station.

L'eau est prise dans des flacons en plastique (polyéthylène) propres, préalablement rincés par l'eau de l'échantillon.

- ✚ La 1^{ère} campagne : le 08 mars 2016.
- ✚ La 2^{ème} campagne : le 15 mars 2016.
- ✚ La 3^{ème} campagne : le 22 mars 2016.
- ✚ La 4^{ème} campagne : le 28 mars 2016.
- ✚ La 5^{ème} campagne : le 04 avril 2016.
- ✚ La 6^{ème} campagne : le 11 avril 2016.
- ✚ La 7^{ème} campagne : le 19 avril 2016.
- ✚ La 8^{ème} campagne : le 24 avril 2016.

II.3. Justification du choix des descripteurs étudiant

Sachant, également toute pollution aigue est source potentielle d'eutrophisation. Les teneurs élevées en sels nutritifs surtout les phosphates et les nitrates avec une température élevée peuvent causer le phénomène d'eutrophisation, qui conduit à une pollution aigue du milieu récepteur. Nous avons donc sélectionnés quelques descripteurs qui mettent en relief le phénomène d'eutrophisation. les descripteurs physico-chimiques ciblés sont : la température, la conductivité électrique (CE), le pH, les sels nutritifs ou nutriments (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-}), la demande biochimique en oxygène (DBO_5).

II.4. Préparation du matériel

La préparation du matériel est une étape qui doit être planifiée plusieurs jours à l'avance, afin de s'assurer le bon travail. Règle générale, le matériel de terrain consiste en une série de bouteilles d'échantillonnage, une glacière, la glace, et un seau lié à une corde et aussi des instruments de mesure, tels qu'un thermomètre, un conductimètre et un pH-mètre.

II.5. Techniques de prélèvement

L'étape d'échantillonnage influence directement la qualité des résultats analytiques obtenus. Des précautions élémentaires doivent être prises pour obtenir un échantillon représentatif afin de minimiser les risques associés à la contamination de l'échantillon par le préleveur et de permettre le maintien de l'intégrité des échantillons. Les échantillons peuvent être contaminés par un manque de soins dans l'application des techniques d'échantillonnage (CEAEQ, 2011).

Le mode de prélèvement varie suivant le type d'écosystème :

- ✚ Dans le cas d'un oued : Le prélèvement de l'eau doit se faire au milieu du lit de l'oued en plein courant à une profondeur d'environ 50 cm ou à mi-profondeur si la hauteur de l'eau est inférieure à 50 cm. Selon Rodier et al. (2009), il est impératif de prélever loin des rives et des obstacles naturels ou artificiels, en dehors des zones mortes et des remous, tout en évitant la remise en suspension des dépôts.



Figure 15. Le prélèvement des eaux de l'oued

Dans chaque station, on a prélevé deux bouteilles qui ont été étiquetées pour éviter tout risque de confusion entre les échantillons (nom de station, date...), rincée au moins trois fois avec de l'eau à analyser ainsi que le matériel utilisé (seau...) afin d'éviter toute contamination ou dilution de l'échantillon.

Selon Rodier et al. (2009), une fois le seau rempli, les bouteilles sont remplies à ras bord, puis fermée immédiatement, de façon à limiter le plus possible les bulles d'air. L'échantillon prélevé doit être représentatif et obtenu sans qu'il y ait une modification des caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous,...etc.).

II.6. Prétraitement et conservation des échantillons avant les analyses

Le processus de conservation permet de préserver l'intégrité des échantillons prélevés entre le moment de l'échantillonnage et celui de l'analyse en laboratoire. Cette étape est nécessaire puisque plusieurs descripteurs peuvent subir des modifications physiques ou des réactions chimiques dans le récipient, ce qui altère la qualité originale de l'échantillon (Hébert et Légaré, 2000).

Mise à part les mesures réalisées *in situ*. Tous les échantillons d'eau ont été transportés au laboratoire dans une glacière propre contenant de la glace, où ils sont conservés au réfrigérateur à une température inférieure à 4°C et à l'abri de la lumière pour préserver l'échantillon jusqu'au dosage, en réduisant les réactions physiques, chimiques et biologiques qui peuvent se mettre en place.

II.7. Mesures effectués sur terrain

La mesure *in situ* permet de prendre plusieurs données rapidement et évite l'introduction de biais lorsque les descripteurs mesurés présentent des risques élevés de contamination ou de variation entre l'échantillonnage et l'analyse. Les trois descripteurs les plus fréquemment mesurés sur le terrain sont la température, la conductivité électrique et le pH, à l'aide des instruments de type de : TRACEABLE et HANNA instrument (HI8633 et HI8424) respectivement.

En effet, ces paramètres sont très sensibles aux conditions du milieu et sont susceptibles de varier dans des proportions importantes s'ils ne sont pas mesurés *in situ* (Rodier et al., 2009).



Photo 16. Les Appareille utilisée pour les mesures effectuées sur le terrain

- ✓ La température est un paramètre important dans l'étude et la surveillance des eaux, la mesure de la température a été effectuée sur terrain en utilisant un thermomètre modèle (Traceable), Il est préférable de garder le thermomètre immergé pendant la lecture afin d'éviter l'influence de la température ambiante. Les résultats sont exprimés en °C.
- ✓ Le pH mesure l'acidité ou la basicité d'une eau. Il est possible de mesurer sur le terrain, directement dans le cours d'eau en plongeant l'électrode dans l'eau à environ 6 à 8 cm de la surface ou dans une bouteille dont on jettera ensuite le contenu. Après avoir introduit l'électrode dans l'eau, il est important d'attendre que la mesure se stabilise. Les résultats sont exprimés en unités pH.
- ✓ La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution (Rodier *et al.*, 2009). La conductivité électrique a été mesurée à l'aide d'un conductimètre de laboratoire de type (HI8633). Les résultats sont donnés en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

II.8. Tâches effectuées

II.8.1. Nettoyage des verreries

Le nettoyage de la verrerie est très important, il convient d'employer des détergents sans phosphates, bore, etc...., pour ne pas contaminer les échantillons (Rodier *et al.*, 2009).

Les flacons utilisés pour le dosage des sels nutritifs (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-}) et la demande biologique en oxygène, sont nettoyés par la solution sulfochromique, puis rincés abondamment à l'eau distillée (Rodier *et al.*, 2005).

II.8.2. Dosage effectués au laboratoire

Les échantillons des eaux sont analysés au laboratoire via aux méthodes d'analyse chimique décrites par Rodier (Rodier *et al.*, 2009).

L'ammonium (NH_4^+), nitrites (NO_2^-), nitrates (NO_3^-) et l'orthophosphates (PO_4^{3-}) sont dosés par spectrophotométrie d'absorption moléculaire selon les méthodes décrites par Rodier. Elles donnent une appréciation du degré d'enrichissement des eaux en éléments biogènes qui assurent le développement des algues,...etc., et conduisent au phénomène d'eutrophisation.

La DBO_5 exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques par les microorganismes du milieu. Mesurée par la consommation d'oxygène dans les conditions de l'essai (incubation durant 5 jours à 20 °C et à l'obscurité).



La mesure est effectuée à l'aide d'un appareil manométrique de DBO mètre de type OXITOP IS6.

NB₁ : Les protocoles des analyses chimiques sont donnés dans l'annexe 1.

NB₂ : Suite aux résultats erronés obtenus pour les mesures de la DBO_5 qui sont probablement dus à une mauvaise manipulation, pour cela nous avons écartés du traitement les données.

Les diverses méthodes d'analyse adoptée pour l'estimation des différents descripteurs physico-chimiques sont résumées dans le tableau 8.

Tableau 8. Les différentes méthodes d'analyses physico-chimiques et biologiques de l'eau utilisée
(Rodier *et al.*, 2009)

Paramètres	Unités	Méthode de dosage	Appareillages
Température	°C	Mesure directe	Thermomètre
Conductivité électrique	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	Mesure directe	Conductimètre
pH	/	Mesure directe	pH-mètre
Nitrate	mg.l^{-1}	En présence de salicylate de sodium, les nitrates du paranitrosalicylates de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrophotométrique.	Spectrophotomètre à U.V
Nitrite	mg.l^{-1}	Dans un milieu chlorhydrique, l'acide sulfanilique en présence d'ion d'ammonium et du phénol, forme avec les ions NO_2^- un complexe coloré en jaune dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrite ;	Spectrophotomètre à U.V
Ortho-phosphate	mg.l^{-1}	En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les orthophosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleu susceptible d'un dosage spectrométrique, le développement de la coloration est accéléré par l'utilisation d'un catalyseur, le tartrate double d'antimoine et de potassium.	 <p>Photo 17: Spectrophotomètre à U.V</p>
Ammonium	mg.l^{-1}	En milieu alcalin et en présence de nitroprussiate qui agit comme un catalyseur, les ions ammonium traités par une solution de chlore et de phénol donnent du bleu d'indophénol susceptible d'un dosage par Spectrophotométrie d'absorption moléculaire.	Spectrophotomètre à U.V (mini 1240 Shimadzu)
DBO ₅	mg.l^{-1}	Dans une enceinte hermétique, on met à incuber l'échantillon à une température égale à 20°C les échanges gazeux sont contrôlés, durant l'analyse, les bactéries consomment l'oxygène contenu dans l'eau et celui-ci est remplacé par l'oxygène contenu dans le volume gazeux, le gaz carbonique rejeté lors de l'oxydation biologique des matières organiques, sera fixé par un le NaOH contenu dans le bouchon spécial.	 <p>Photo 18: Appareil manométrique DBO₅</p>

II.9. Méthode représentation des données

Nous avons construits des histogrammes afin de mieux cerner les fluctuations des divers descripteurs, d'une station à l'autre, et leur évolution dans le temps. En plus, cette analyse nous a permis de comparer les résultats obtenus avec les différentes normes fixées par le SEQ-Eau (2003) et les normes Algériennes de l'ABHCSM (2002).

II.10. Barrage d'Irdjana à El Ancer (Jijel) : Un projet en hibernation

Lors de sa visite à Jijel en 2011, Sellal avait indiqué qu'à propos de ce barrage, son étude y afférente ayant déjà été finalisée. Il est prévu que la réalisation de cet ouvrage hydrique, le sixième dans la wilaya de Jijel, permettra d'assurer l'alimentation en eau potable de près de 90 000 habitants répartis sur les communes d'El Ancer, Bouraoui Belahadef, Ouled Askeur, Bordj T'har, Chahna, Djemaâ Beni H'bib, Kheiri Oued Adjoul et Sidi Abdelaziz, en plus de l'irrigation d'un millier d'hectares des basses plaines de Oued El Kebir ([http : //odejjijel.org](http://odejjijel.org)).

L'opération relative à la construction du barrage d'Irdjana dans la commune d'El Ancer, wilaya de Jijel (le point 26 sur la carte topographique El-Milia N° 3-4) (Figure 19), en raison du caractère d'infrastructure d'intérêt général, d'envergure nationale et stratégique de ces travaux (MRE, 2011).

Ce barrage d'une capacité de 62 Hm³ et d'un volume régularisé de 62 Hm³/ans (DREW Jijel, 2011).

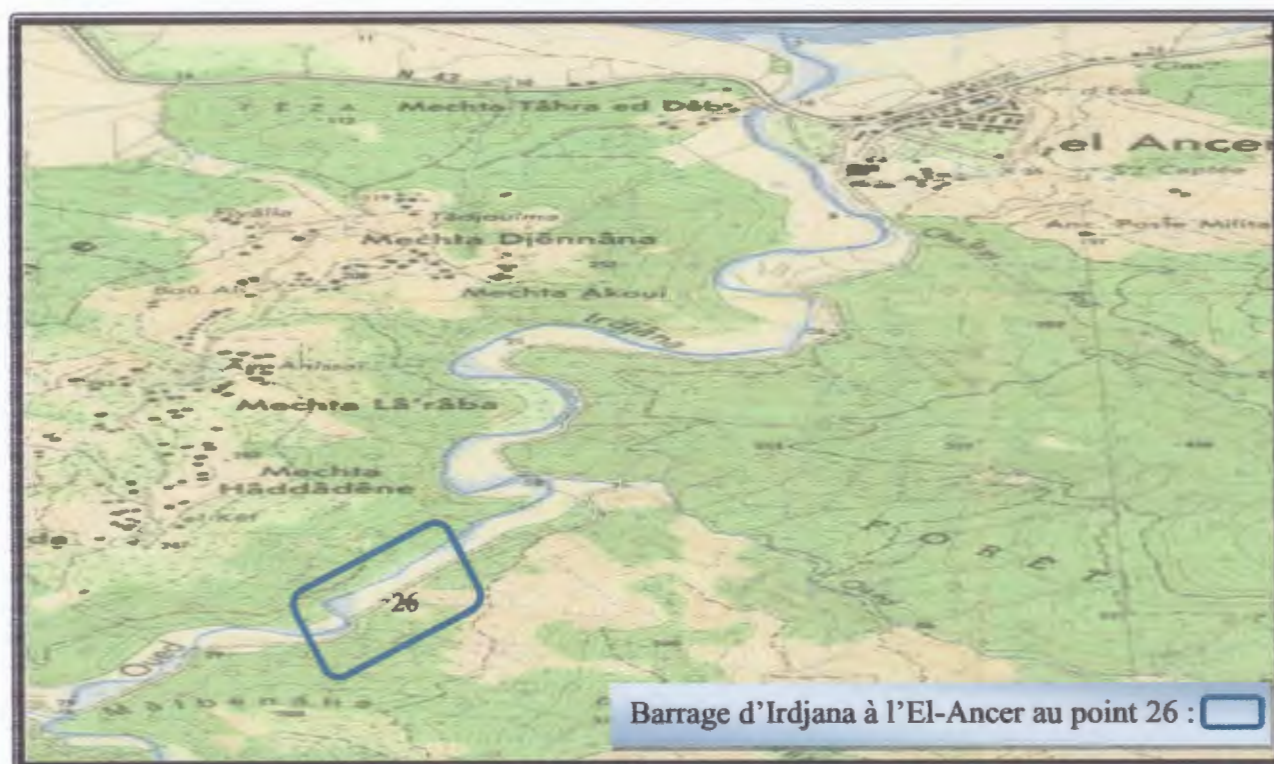


Figure 19. La localisation de barrage Irdjana El-Ancer (échelle 1/25000)



Chapitre III :
Résultats et discussions

L'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux est basée, essentiellement, sur les normes préconisées par le système d'évaluation de la qualité des eaux des cours d'eau (SEQ-Eau) de la directive cadre de l'eau, publiée par les Agences Françaises de l'Eau 2003.

Nous avons également eu recours aux normes algériennes, publiées par l'Agence du Bassin Hydrographique Constantinois-Seybouse-Mellegue (ABHCSM) en 2002.

III.1. Analyse statistique simple

III.1.1. Variabilité temporelles des descripteurs physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques sont représentés comme suit :

❖ Station amont de l'oued (OI₁)

-La température (T°C)

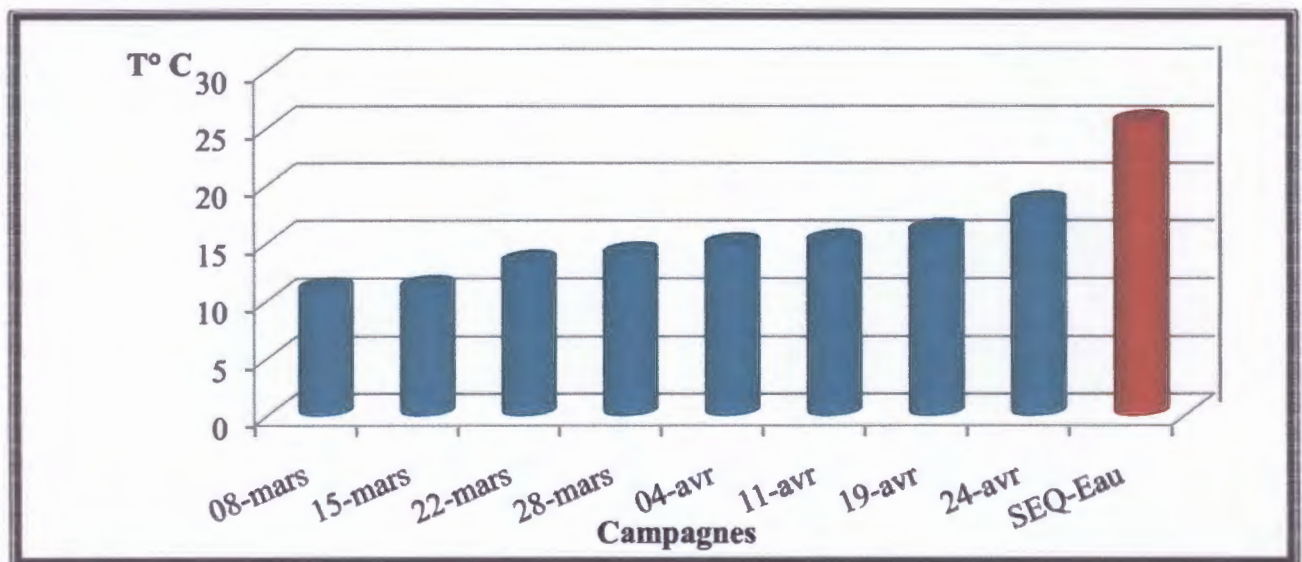


Figure 20. Valeurs des températures obtenues durant les différentes campagnes

Les mesures in-situ de la température montrent une augmentation régulière de ses valeurs au fil du temps. Un minimum de l'ordre de 10,90°C est observé à la 1^{ère} campagne suite à des précipitations abondantes (52 mm) (Annexe 3) qui ont eu pour effet de rafraîchir l'air. Un maximum de 18,40°C a été enregistré lors de la dernière campagne, qui marque la saison printanière caractérisée par des températures optimales. Cependant toutes les températures mesurées sont inférieures à la norme préconisée par le SEQ-Eau (25,5°C).

Les eaux de l'oued sont toujours de qualité très bonne à la biologie vis – à – vis de ce paramètre.

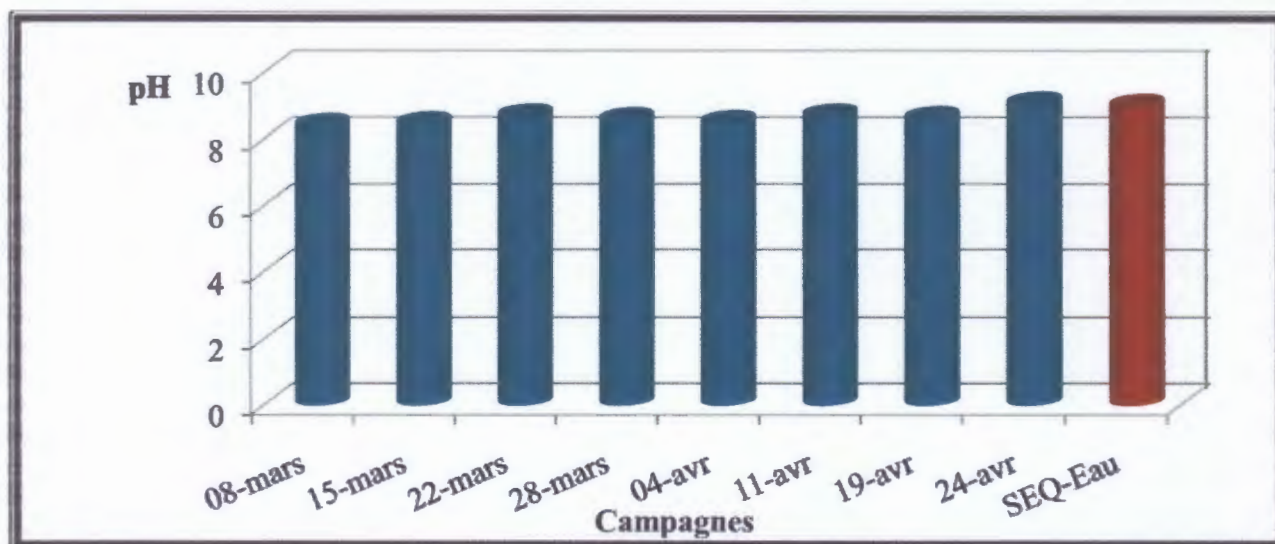
-Le pH

Figure 21. Valeurs du pH obtenus durant les diverses campagnes

Les valeurs du pH semblent être constantes et ne présentent pas de fluctuations remarquables (Fig. 21). La valeur minimale trouvée est de l'ordre de 8,41, observée au cours de la 1^{ère} campagne, et la valeur maximale de l'ordre de 9,07 est rencontrée lors de la dernière campagne. Cette dernière, dépasse la norme (9) fixée par le SEQ-Eau. Ce qui confère à l'eau une aptitude passable à la biologie et aux usages (production d'eau potable).

Cette légère hausse du pH peut être attribuée à la nature calcaire des terrains traversés ou à une bonne activité photosynthétique, suite à la présence d'une couverture végétale luxuriante (Savary, 2003).

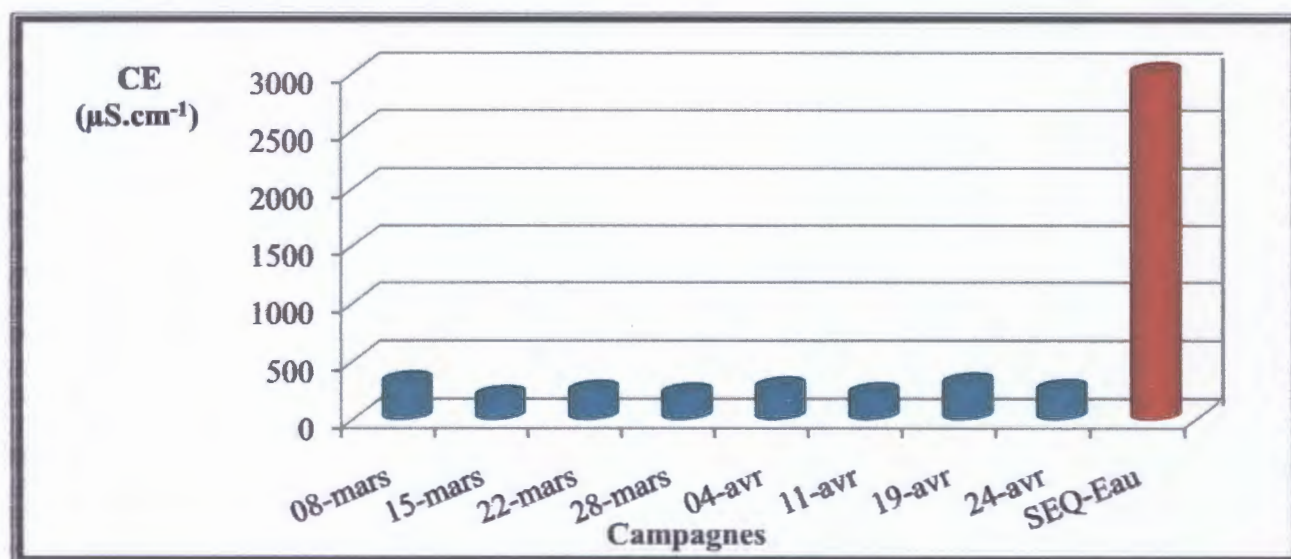
-La conductivité électrique (CE)

Figure 22. Valeurs de la CE durant les diverses campagnes

Selon la figure 22, nous remarquons que les valeurs de la CE sont relativement constantes et fluctuent de 191 à 315 $\mu\text{S.cm}^{-1}$. Ces valeurs restent bien en deçà de la norme du SEQ-Eau (3000 $\mu\text{S.cm}^{-1}$). L'eau présente donc une très bonne aptitude aux usages (production d'eau potable, irrigation et abreuvement des bestiaux, ...etc.).

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

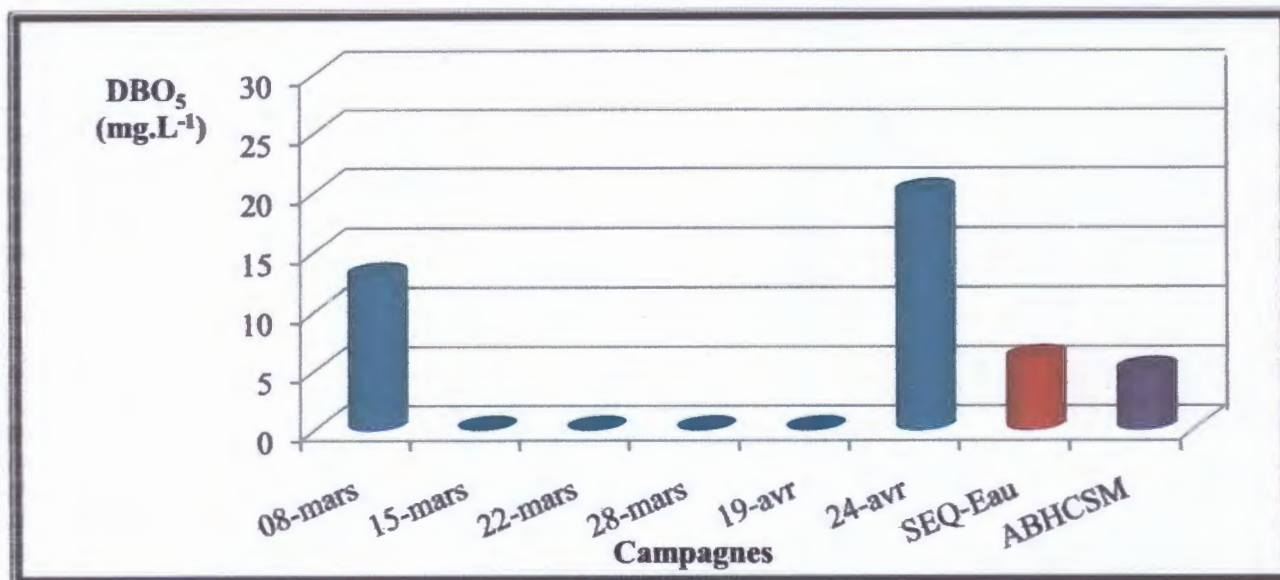


Figure 23. Variation de la DBO₅ au cours des différentes campagnes

Généralement, les valeurs de la DBO₅ sont faibles, exception faite de la première et la deuxième campagne où les valeurs trouvées sont respectivement de 0 mg.L⁻¹ à 20 mg.L⁻¹. Ces dernières excèdent la limite (6 mg.L⁻¹) recommandée par le SEQ-Eau et la limite de (3 à 5 mg.L⁻¹) de l'ABHCSM.

Selon le SEQ-Eau, l'eau de cette station présente une mauvaise aptitude à la biologie et aux usages (production d'eau potable et aquaculture). Ceci est confirmé par l'ABHCSM qui attribue à l'eau une qualité médiocre.

À priori, la station amont de l'oued est sujette à une pollution organique qui peut avoir diverses origines : la présence d'une végétation abondante, l'utilisation du fumier par les agriculteurs pour l'amendement des terres agricoles et des serres, qui s'étendent largement sur le bassin versant de l'oued. Les rejets d'eau usée, et enfin la décharge sauvage localisée sur la rive de l'oued.

-Les sels nutritifs

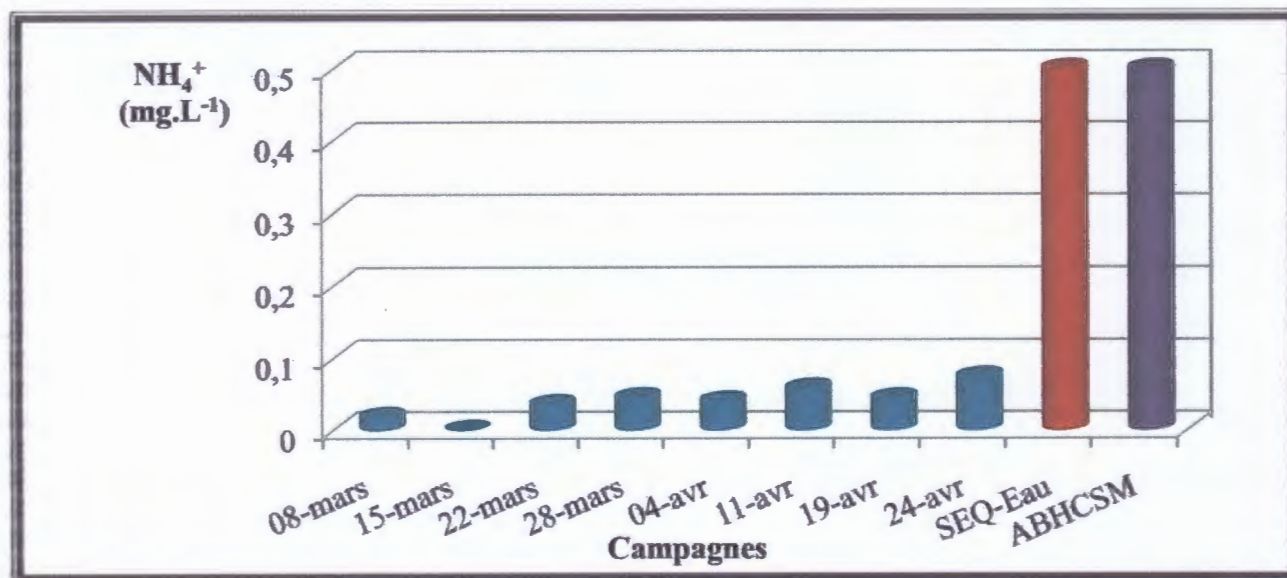
• L'ammonium (NH_4^+)

Figure 24. Valeurs de l'azote ammoniacal durant des différentes campagnes

Les concentrations en azote ammoniacal montrent des variations notables dans le temps (Fig. 24). Les teneurs varient de 0 à 0,074 mg.L⁻¹. Néanmoins, les concentrations obtenues restent à la limite recommandée par l'ABHCSM et le SEQ-Eau (0,5 mg.L⁻¹). L'eau présente une très bonne aptitude à la biologie et aux usages, selon le SEQ-Eau, et qualifiée de bonne qualité selon l'ABHCSM.

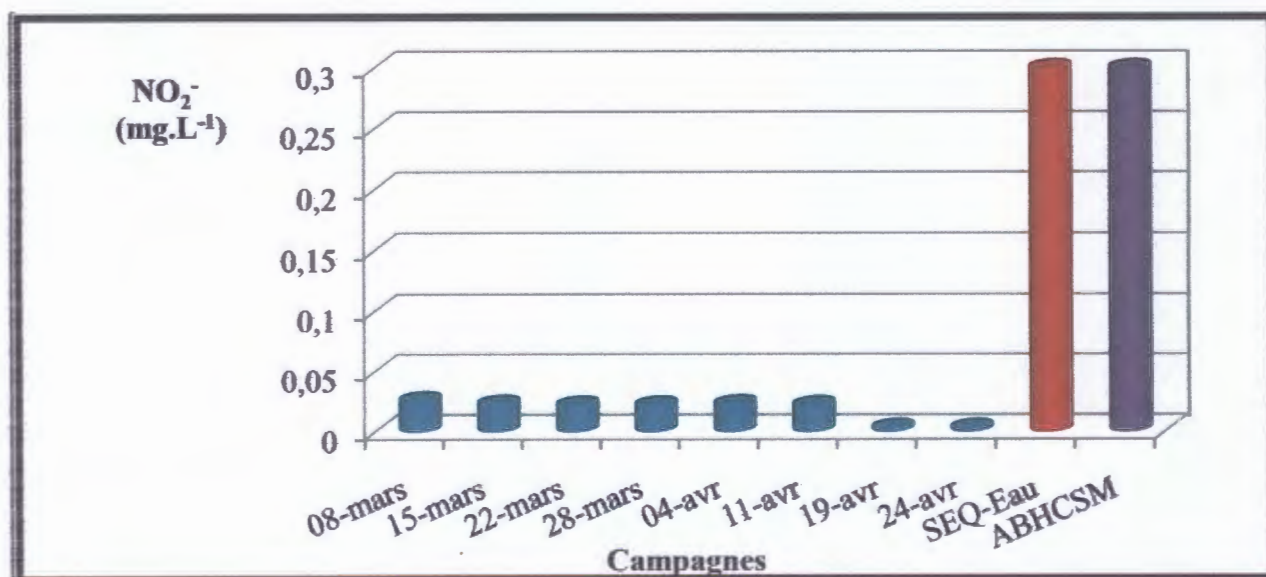
• Les nitrites (NO_2^-)

Figure 25. Valeurs des nitrites lors des différentes campagnes

Les concentrations en nitrites sont très faibles et varient de 0 à 0.02 mg.L⁻¹ (Fig. 25). Ces dernières restent inférieures à la limite (0.3 mg.L⁻¹) recommandée par le SEQ-Eau et l'ABHCSM. Ce qui confère à l'eau une très bonne aptitude à la biologie et aux usages.

- Les nitrates (NO₃⁻)

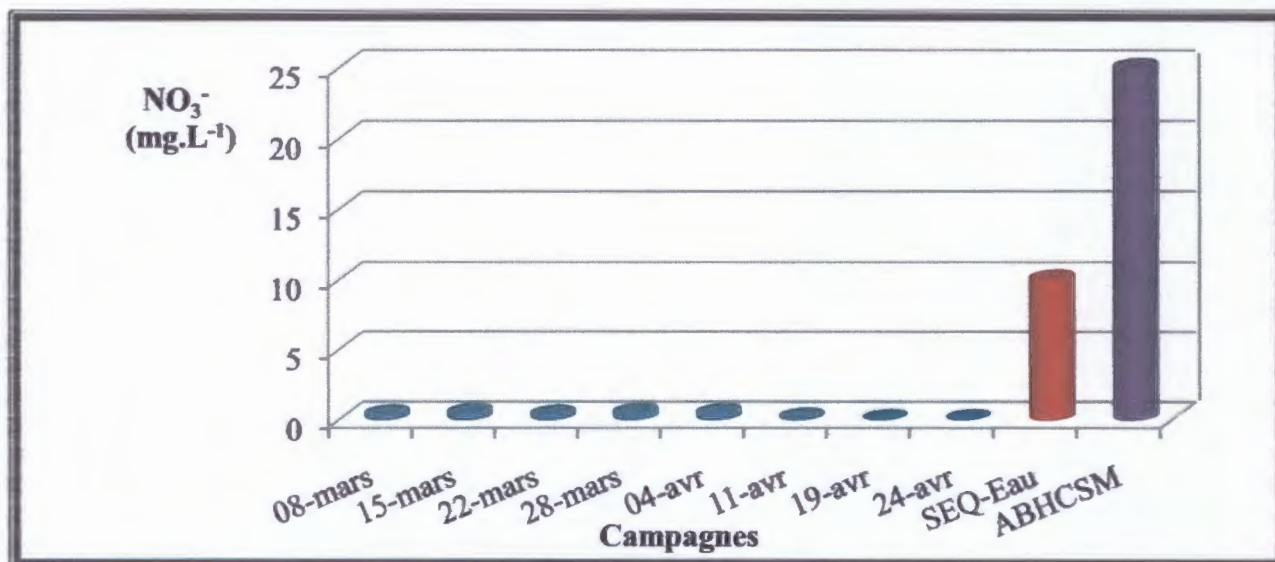


Figure 26. Valeurs des nitrates lors des différentes campagnes

D'après la figure 26, nous remarquons que les concentrations en nitrates sont très faibles et varient de 0,03 à 0,44 mg. L⁻¹. Ces teneurs restent bien en dessous des normes préconisées par le SEQ-Eau (10 mg. L⁻¹) et l'ABHCSM (5 à 25 mg. L⁻¹). L'eau présente donc, une très bonne aptitude à la biologie.

- Les orthophosphates (PO₄³⁻)

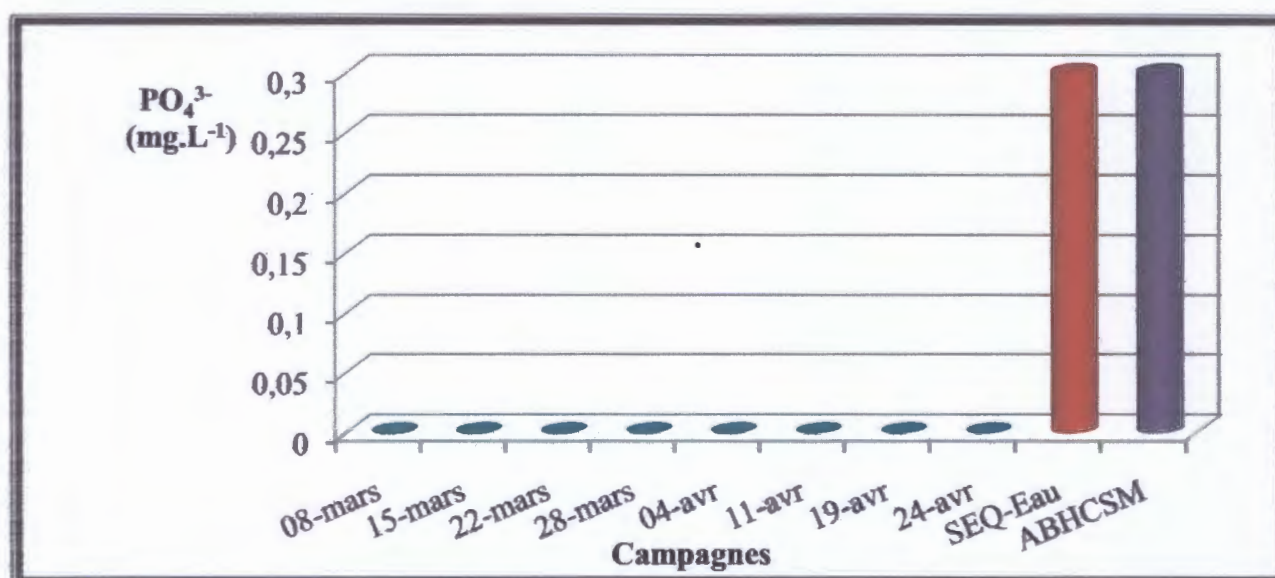


Figure 27. Valeurs des orthophosphates au cours de différentes campagnes

Les concentrations en PO_4^{3-} sont nulles tout au long des campagnes d'échantillonnage et sont bien en dessous de la limite fixée (0.5 mg. L^{-1}) par le SEQ- Eau et l'ABHCSM.

L'absence des orthophosphates peut être attribuée au fait que dans les eaux naturelles, qui ont un pH de 7 à 8, les orthophosphates se trouvent sous formes $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ et HPO_4^{3-} . Ces deux formes chimiques sont solubles dans l'eau et *ipso facto* facilement assimilables par les organismes et les végétaux aquatiques (Rodier 2009 ; Savary 2003). Selon le SEQ-Eau l'eau présente une très bonne aptitude à la biologie.

- Station intermédiaire (OI₂)

-La température (T°C)

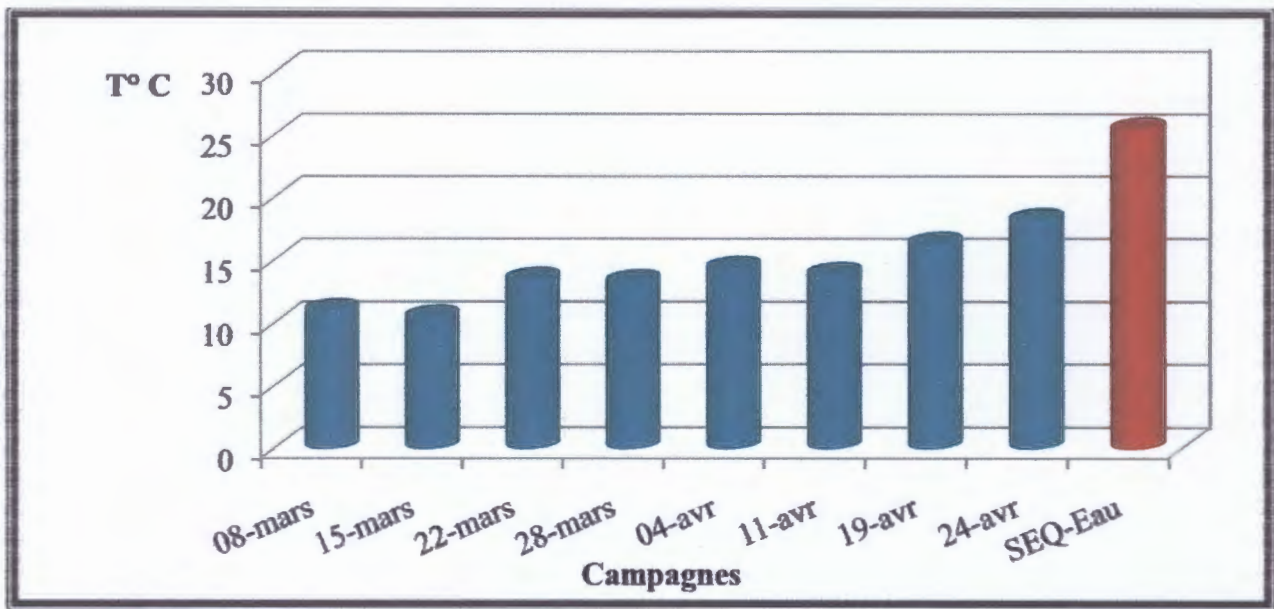


Figure 28. Valeurs des températures trouvées au cours des huit campagnes

Les valeurs des températures varient de $10,5^\circ\text{C}$ à $18,20^\circ\text{C}$ (Figure 28). Ces valeurs restent dans en dessous de la norme ($25,5^\circ\text{C}$). L'eau est qualifiée de très bonne qualité vis-à-vis à l'aptitude à la biologie, selon le SEQ-Eau.

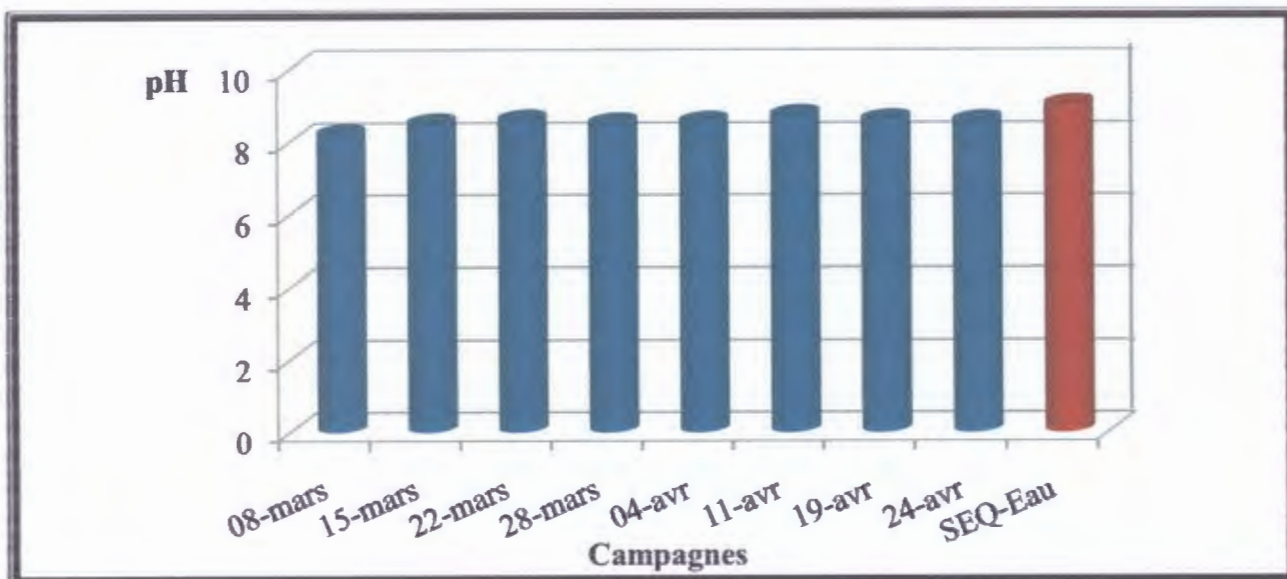
-Le pH

Figure 29. Valeurs du pH trouvées durant des différentes campagnes

Selon la figure 29, les valeurs du pH ne présentent pas de variations notables. Les valeurs oscillent entre 8,2 à 8,7 et restent donc dans la limite (9) du SEQ-Eau. L'eau est qualifiée donc de bonne qualité par rapport à la biologie et aux usages.

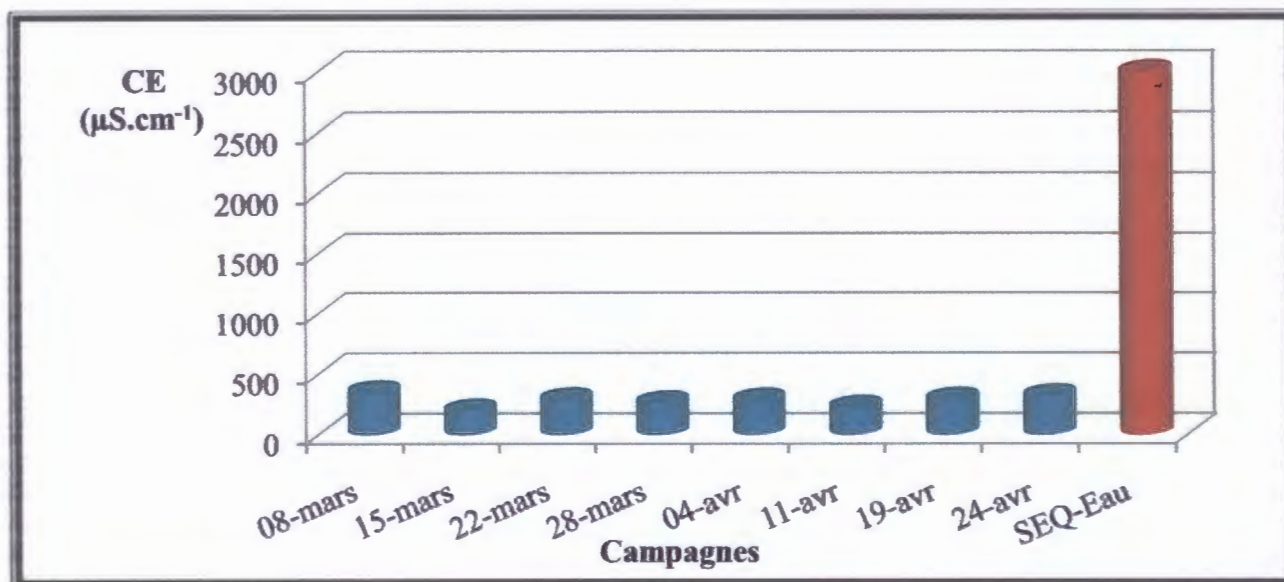
-La conductivité électrique (CE)

Figure 30. Valeurs de la CE durant les différentes campagnes

Les valeurs de la CE varient entre 195 à 350 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ce qui met en relief une très faible minéralisation des eaux. Toutefois, ces valeurs restent en dessous de la norme et l'eau est qualifiée de très bonne aptitude aux usages (production d'eau potable et l'irrigation) selon le SEQ-Eau.

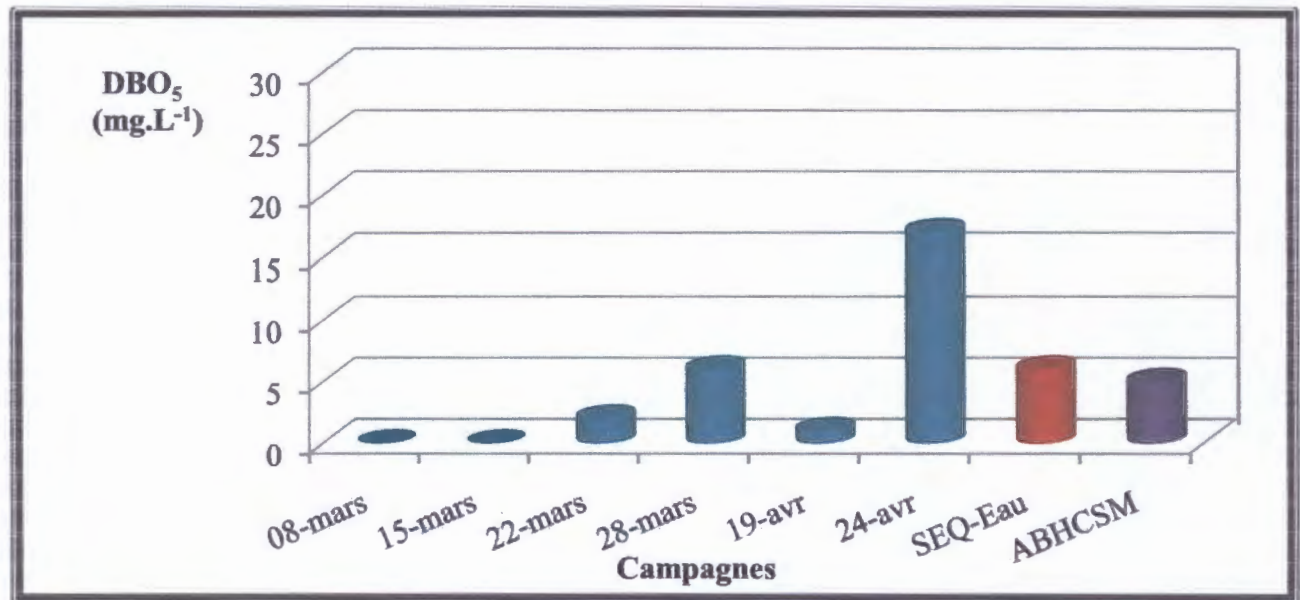
-La demande biochimique en oxygène en 5 jours (DBO₅)

Figure 31. Valeurs du DBO₅ des différentes campagnes

Les valeurs de la DBO₅ fluctuent de manière notable au fil du temps (Fig. 31). Les valeurs varient de 0 à 17 mg.L⁻¹ d'O₂.

Généralement, la plupart des valeurs sont dans les normes du SEQ-Eau (6 mg.L⁻¹) et celles de l'ABHCSM (3 à 5 mg.L⁻¹). Exception faite, pour la campagne du 28 mars et celle du 24 avril où la valeur maximale (17 mg.L⁻¹) a été enregistrée. Ce qui confère à l'eau une mauvaise aptitude à la biologie et aux usages. Ceci est aussi confirmé par la norme algérienne, qui attribue à l'eau une qualité médiocre.

Cet excès en matières organiques peut avoir diverses sources. Je citerai entre autre, les déchets occasionnés par le marché hebdomadaire, l'élevage, les pratiques culturelles très présentes. En sus du rejet direct des eaux usées domestiques dans l'oued.

-Les sels nutritifs

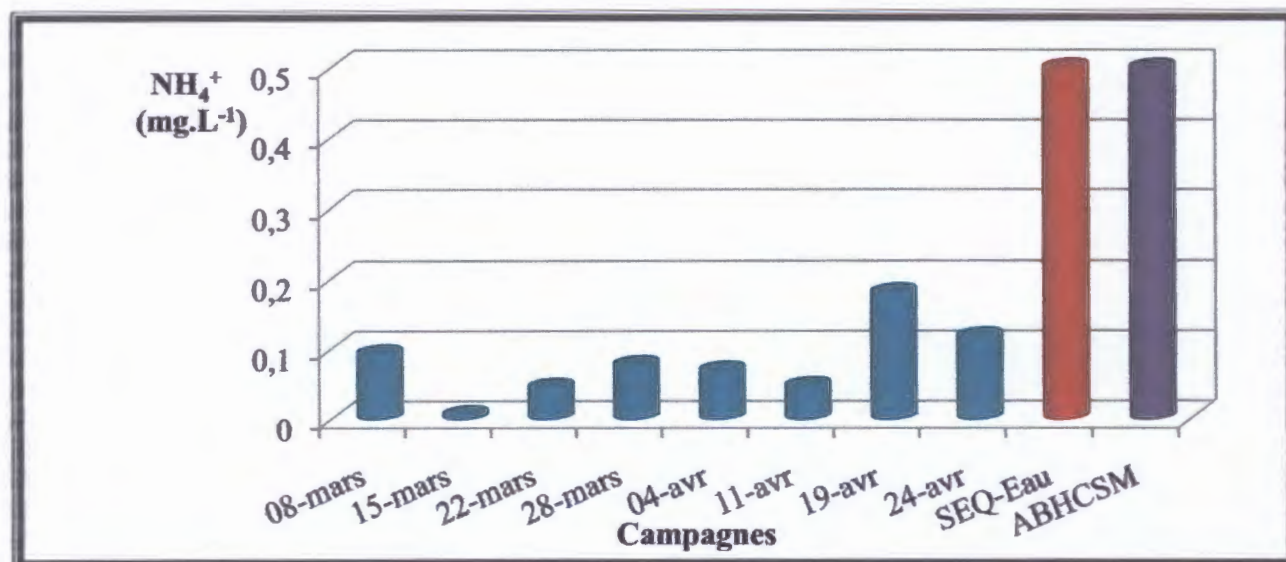
• L'ammonium (NH_4^+)

Figure 32. Valeurs d'ammonium des différentes campagnes

Malgré une fluctuation relativement remarquable (Figure 32), les concentrations en azote ammoniacal restent inférieures aux normes retenues. Les teneurs varient de 0 à 0,18 mg.L⁻¹. L'eau présente donc une très bonne aptitude à la biologie et aux usages.

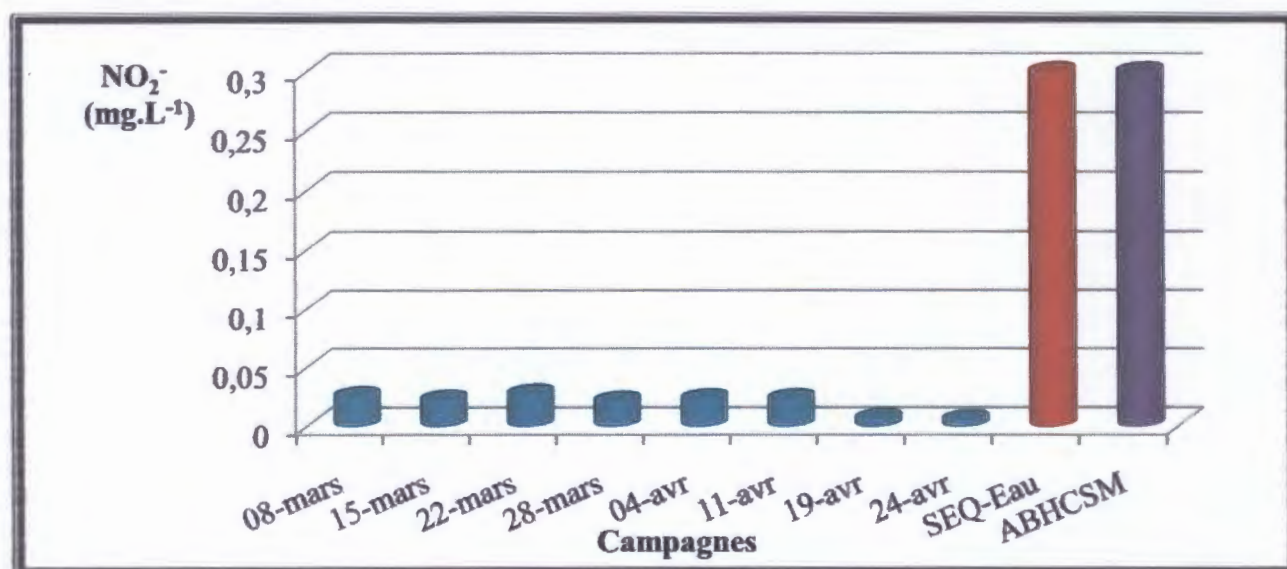
• Le nitrite (NO_2^-)

Figure 33. Concentrations en nitrites durant les diverses campagnes

Selon la figure 33, nous observons que les concentrations en nitrites sont faibles et varient de 0 à 0,02 mg.L⁻¹. Ces taux sont inférieurs à la norme (0,03 mg.L⁻¹). L'eau présente une très bonne aptitude à la biologie, selon le SEQ-Eau, et une excellente qualité d'après l'ABHCSM.

- Les nitrates (NO_3^-)

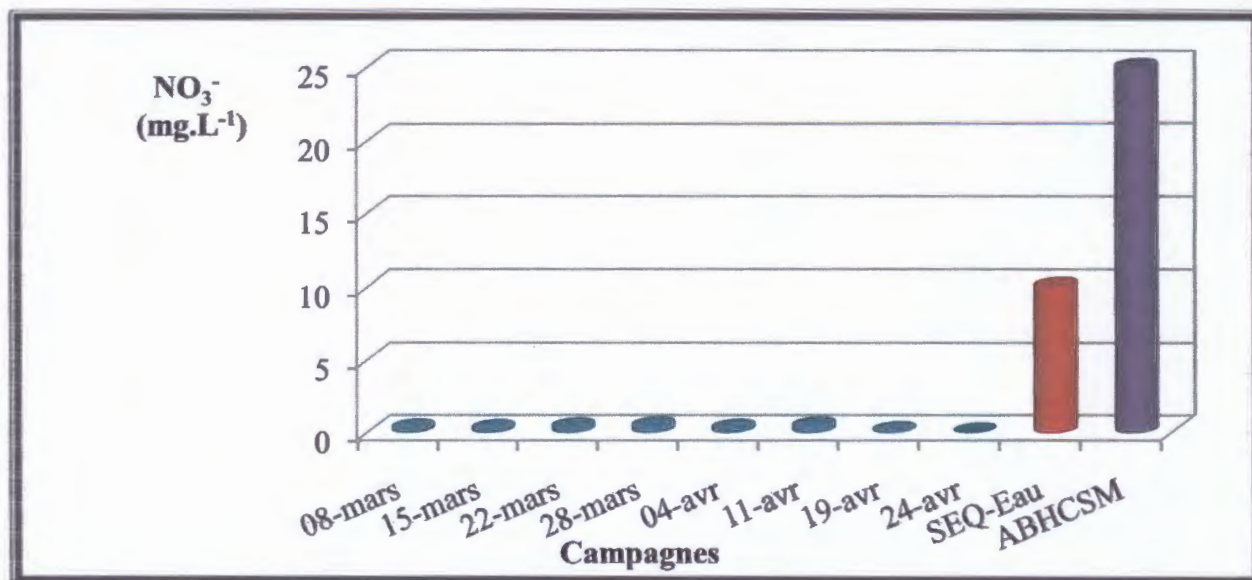


Figure 34. Concentrations en nitrates durant les diverses campagnes

Les concentrations en nitrates obtenues sont quasiment nulles et varient de 0,01 à 0,41 mg.L^{-1} . Toutes les teneurs sont inférieures à la norme adoptée par le SEQ-Eau (10 mg.L^{-1}). L'eau présente donc une très bonne aptitude à la biologie et aux usages (production d'eau potable, l'abreuvement et l'aquaculture). Une excellente qualité est aussi attribuée à l'eau selon l'ABHCSM.

- Les orthophosphates (PO_4^{3-})

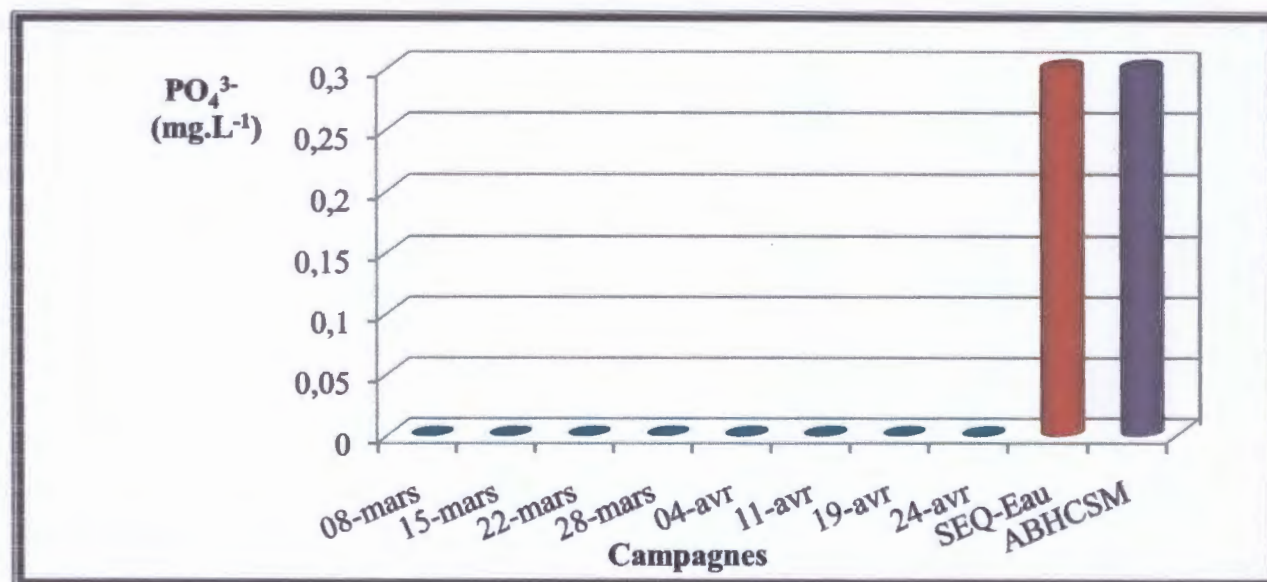


Figure 35. Concentrations des orthophosphates des différentes campagnes

Les concentrations en PO_4^{3-} sont nulles dans toutes les campagnes et bien loin de la norme fixée par SEQ- Eau (0,5 mg/l) et celle préconisée par l'ABHCSM (0,2 à 0,5 mg/L).

L'absence des orthophosphates a été justifiée antérieurement (Station amont de l'oued). Enfin, selon le SEQ-Eau, l'eau présente une très bonne aptitude à la biologie.

❖ Station en aval de l'oued (OI₃)

-La température (T°C)

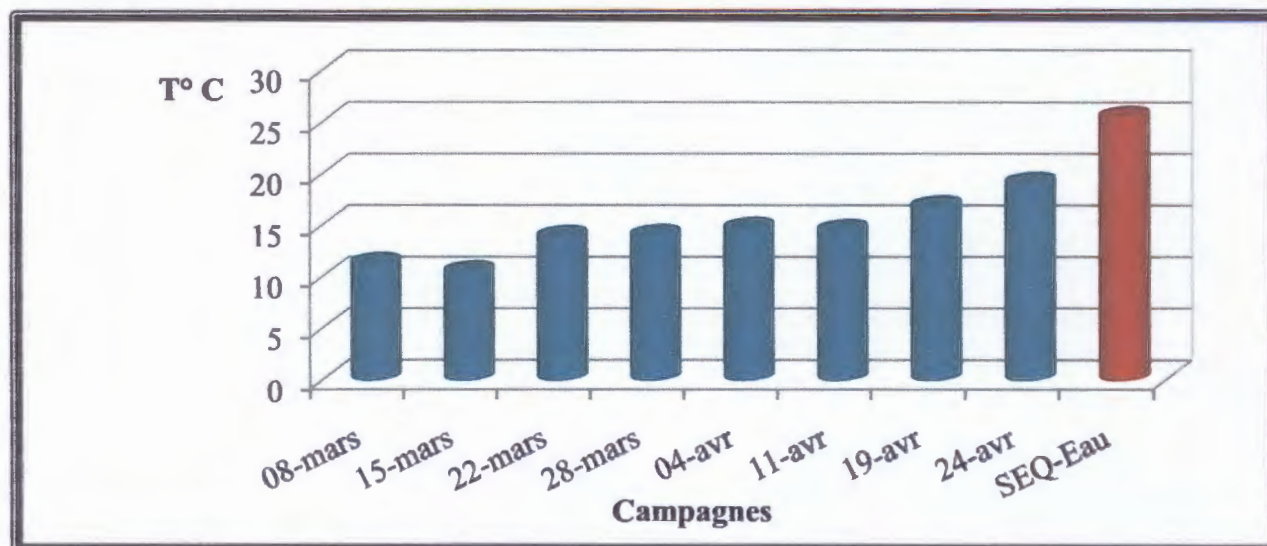


Figure 36. Valeurs du T°C des différentes campagnes

De manière générale, les températures mesurées augmentent graduellement en fonction du temps (Fig. 36). Une température minimale de 10,5°C a été mesurée lors de la deuxième campagne, et une autre maximale de 19,1°C, au cours de la dernière campagne.

Néanmoins, ces valeurs restent dans la limite recommandée (25,5°C). L'eau présente donc une très bonne aptitude à la biologie.

-Le pH

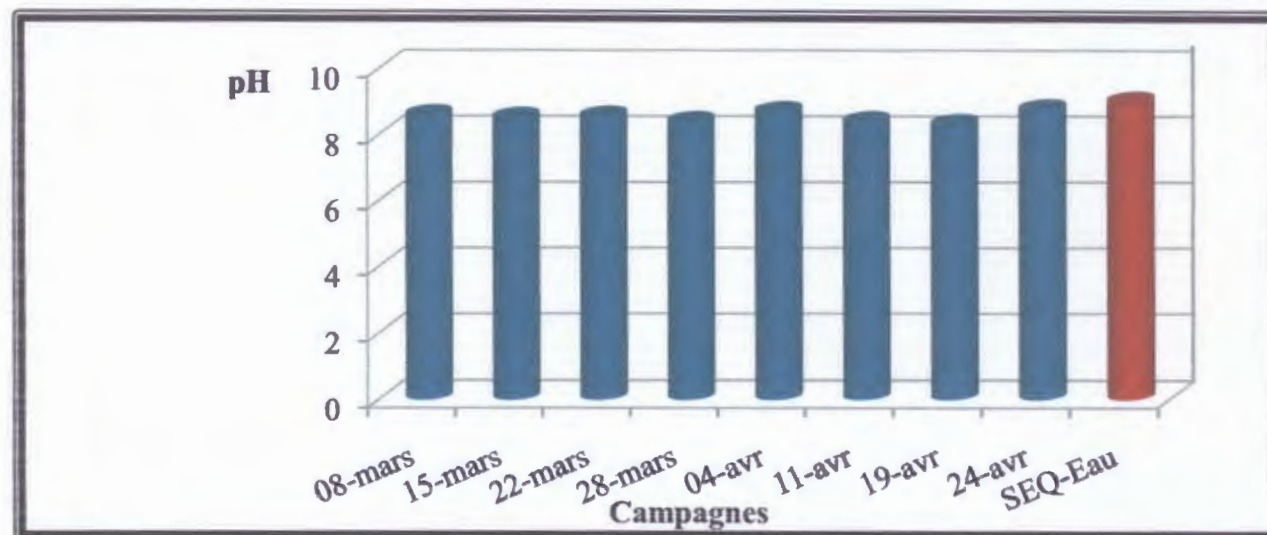


Figure 37. Valeurs du pH des différentes campagnes

Le pH des eaux est basique et oscille entre 8,3 à 8,7. Ces valeurs restent également dans la limite du SEQ-Eau (9). L'eau de l'oued présente une bonne aptitude à la biologie et aux usages (production d'eau potable et l'aquaculture), par rapport à ce descripteur.

-La conductivité électrique (CE)

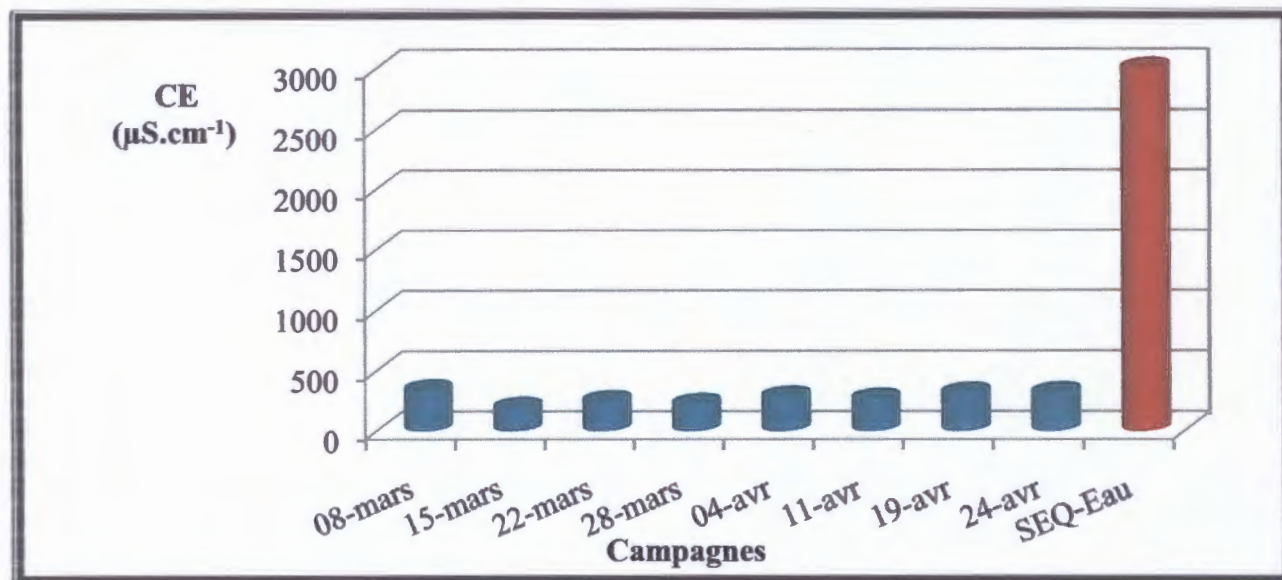


Figure 38. Valeurs de la CE des différentes campagnes

D'après la figure 38, nous remarquons que les valeurs de la CE sont faibles et varient de 190 à 388 $\mu\text{S.cm}^{-1}$. La CE reste bien en dessous de la limite ($3000 \mu\text{S.cm}^{-1}$) fixée par le SEQ-Eau.

L'eau présente une très bonne aptitude aux usages (production d'eau potable et l'irrigation).

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

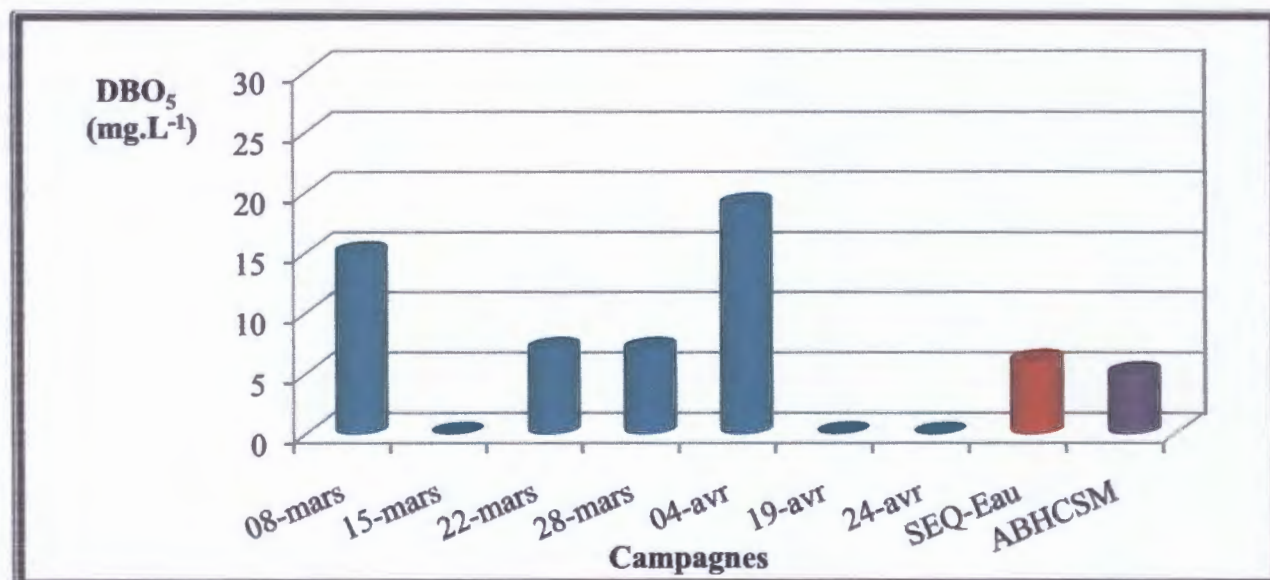


Figure 39. Valeurs DBO₅ des différentes campagnes

D'après la figure 39, la DBO_5 varie de manière notable. Les valeurs obtenues fluctuent de 0 à 19 mg.L^{-1} et dépassent largement les limites recommandées par le SEQ-Eau et l'ABHCSM.

L'eau est qualifiée de mauvaise par rapport à l'aptitude à la biologie et aux usages, d'après le SEQ-Eau et de qualité médiocre selon la norme algérienne.

La contamination organique de la station peut être attribuée au rejet d'eaux usées, aux décharges sauvages, aux pratiques culturelles et à l'élevage.

-Les sels nutritifs

- L'ammonium (NH_4^+)

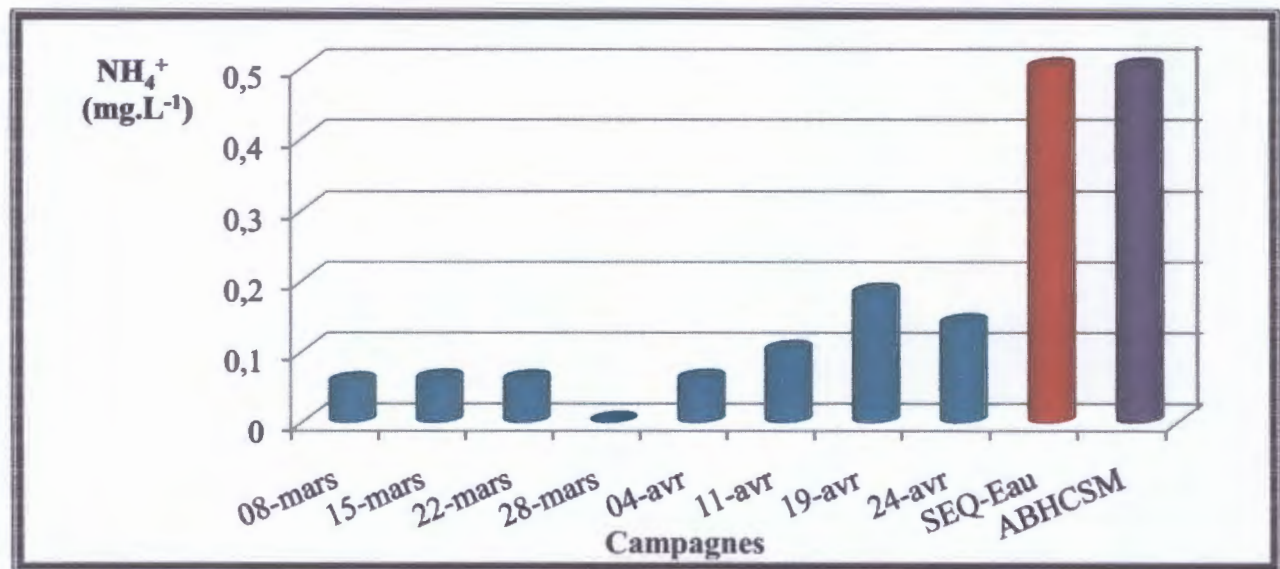


Figure 40. Valeurs de l'ammonium des différentes campagnes

Nous observons d'après la figure 40, que les concentrations en ammoniacque varient de façon notable (0 à $0,18 \text{ mg.L}^{-1}$). Cependant, elles restent dans les normes adoptées. L'eau présente une bonne qualité (ABHCSM) et une très bonne aptitude à la biologie et aux usages (SEQ-Eau).

• Les nitrites (NO_2^-)

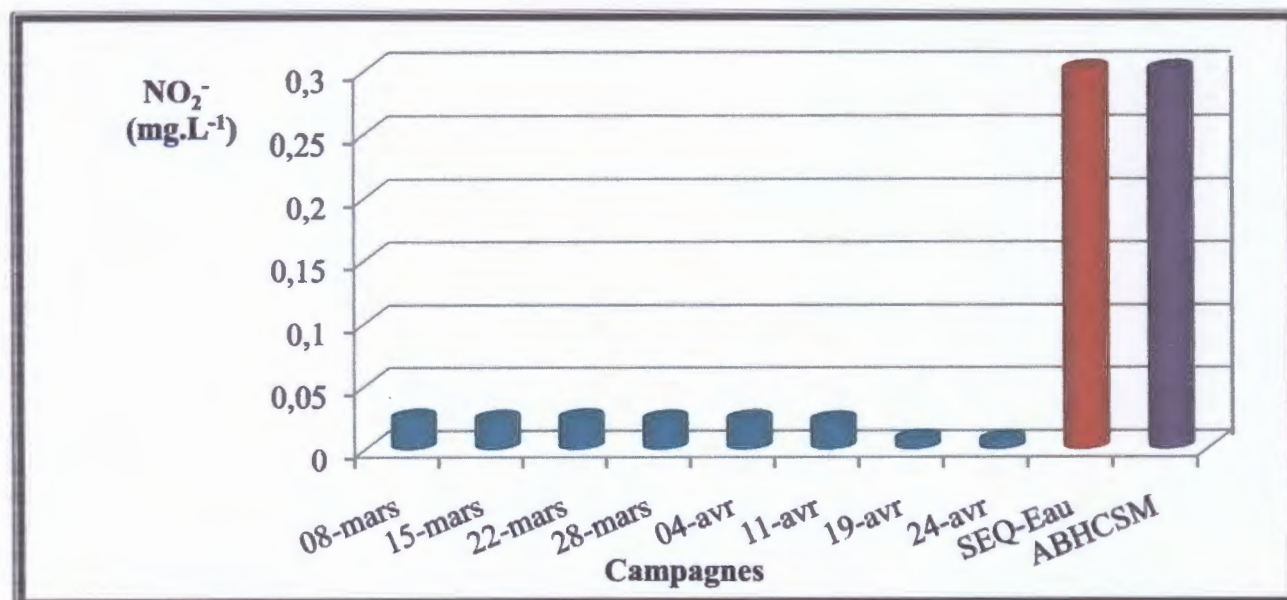


Figure 41. Concentrations en nitrites durant les diverses campagnes

La figure 41, montre que les concentrations en azote nitreux sont très faibles et varient de 0 à 0.02 mg.L^{-1} . Ces taux sont inférieurs à la norme (0,3 mg.L^{-1}) et l'eau présente une très bonne classe d'aptitude à la biologie, selon le SEQ-Eau. Une qualité excellente lui est attribuée par la norme algérienne.

• Les nitrates (NO_3^-)

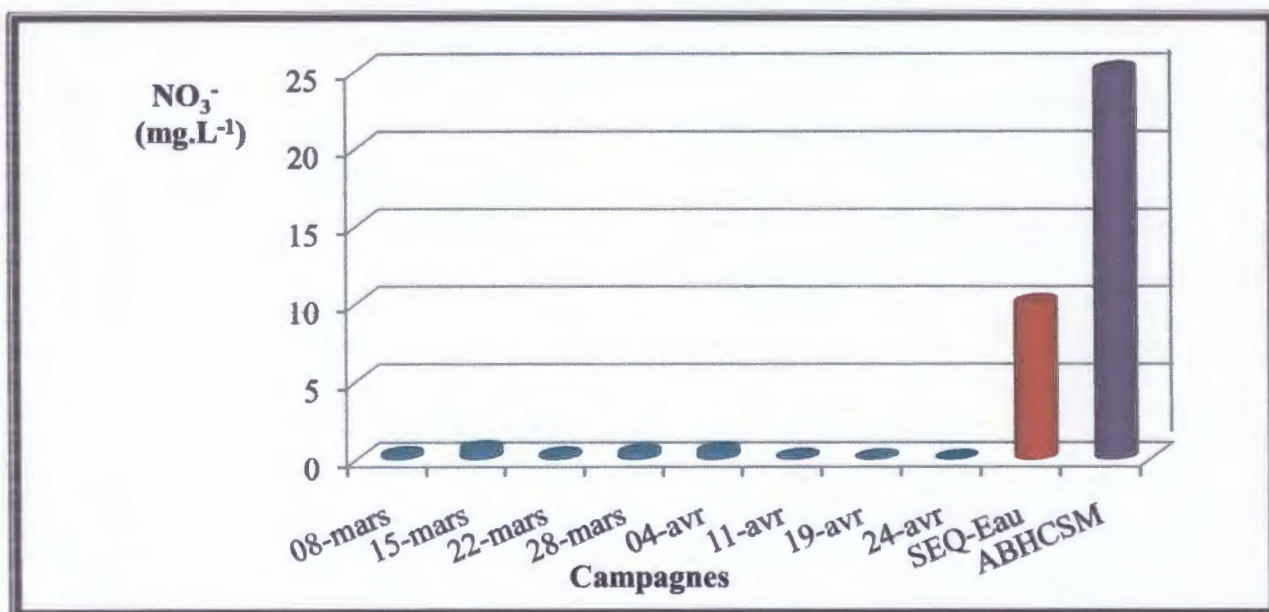


Figure 42. Concentrations des nitrates au cours des différentes campagnes

Les concentrations en nitrates obtenues sont quasiment nulles (Figure 42) et varient de 0,02 à 0,60 mg.L⁻¹. Toutes les teneurs sont inférieures à la norme adoptée par le SEQ-Eau (10 mg. L⁻¹) et la limite fixée par l'ABHCSM (25 mg. L⁻¹). L'eau est présente une très bonne aptitude à la biologie.

- Les orthophosphates (PO₄³⁻)

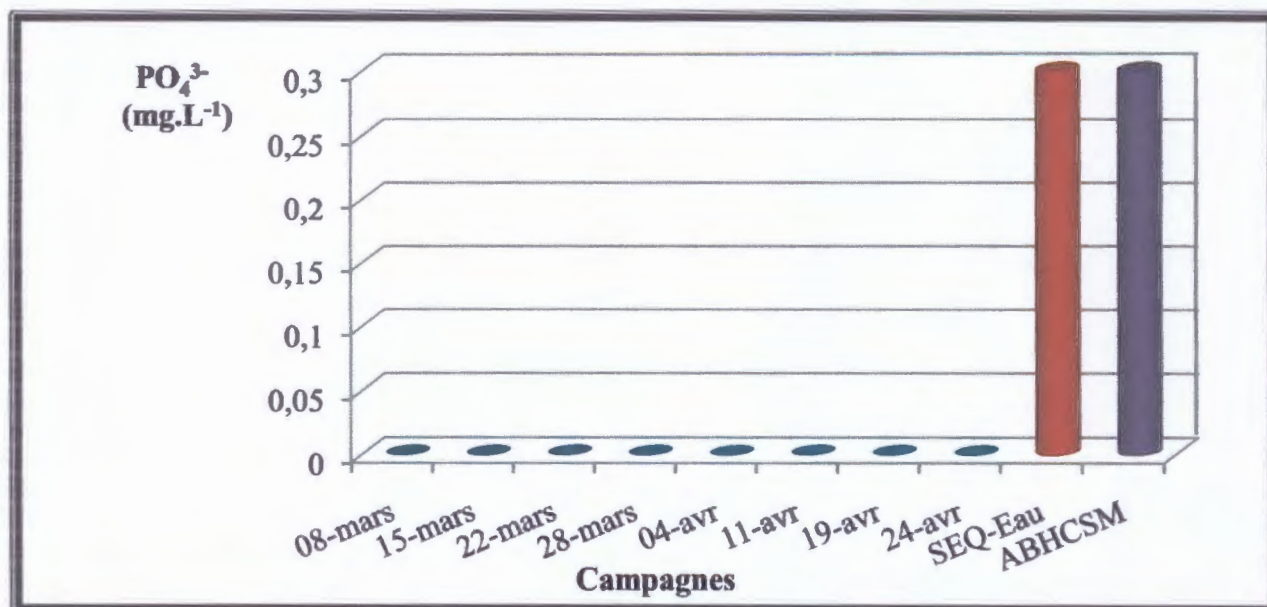


Figure 43. Valeurs des PO₄³⁻ des différentes campagnes

Les concentrations en PO₄³⁻ sont nulles dans toutes les campagnes. Les phosphates ne sont pas abondants dans le sol et leur origine principale est la matière organique. En tant qu'élément biogène, il est très facilement assimilé par les organismes vivants d'où ses teneurs quasiment nulles. L'eau présente une excellente qualité par rapport à la norme algérienne, et une très bonne aptitude à la biologie vis-à-vis du SEQ-Eau.



*Conclusion
Générale*

Suite aux résultats analytiques obtenus, nous pouvons dire à priori que l'eau de l'oued Irdjana est de bonne qualité vis-à-vis aux divers descripteurs.

Cependant, les valeurs élevées de la DBO₅ dans les trois stations d'étude peuvent mettre en relief la présence d'une contamination organique insidieuse. Cette dernière peut avoir diverses origines anthropiques : rejet des eaux usées de l'agglomération d'El Ancer, présence de décharges sauvages dans l'oued, les pratiques culturelles et l'élevage des bestiaux.

Cette altération organique de l'oued peut être épisodique tant que la concentration en sels nutritifs est faible. Les valeurs élevées de la DBO₅ reflète aussi une bonne activité microbienne et donc un bon pouvoir épurateur de l'hydrosystème. Si l'anthropisation reste limiter, il est fort possible que l'oued retrouve son homéostasie.

Enfin, il ne faut pas perdre de vue que les ressources hydriques sont très précieuses, surtout dans un pays comme le nôtre où la sécheresse sévit. En sus, la croissance démographique et économique fait que la demande en eau devient de plus en plus accrue. Aussi la mauvaise gestion des ressources et le gaspillage aggrave la situation.

C'est pourquoi, il est impératif de conserver cette ressource vitale. Pour se faire quelques recommandations doivent être respectées :

- Sensibiliser toute la population de l'importance de l'eau qui devient une denrée de plus en plus rare...
- Utiliser et gérer les ressources en eau de manière rationnelle et équitable.
- Contrôler les activités culturelles et surtout l'utilisation des produits phytosanitaires et les fertilisants.
- Un assainissement adéquat doit être assuré à tous les citoyens en vue de préserver la santé publique et la protection des eaux superficielles et *ipso facto* les eaux souterraines.



*Références
bibliographiques*

- 1- Aminot A., Belin C., Chapelle A., Guillaud J.F., Joanny M., Lefebvre A., Ménesguen A., Merceron M., Piriou J.Y., Souchu P., 2001. L'eutrophisation des eaux marines et saumâtres en Europe, en particulier en France, Rapport IFREMER, Éd. Direction de l'Environnement et de l'Aménagement Littoral, 64p.
- 2- Andréassian V., Margat J., 2008. L'eau, Éd. Le Cavalier Bleu, France, 125p.
- 3- A.N.R.H., 2016 : Agence National des Ressources Hydriques (Wilaya de Jijel).
- 4- Augier H., 2008. Le livre noir de l'environnement : état des lieux planétaires sur les pollutions, Éd. Alphée-Jean-Paul Bertrand, Monaco, 600 p.
- 5- Barbier J., Chery L., Ruppert N., 2000. Le phosphore dans les eaux souterraines en France : Etat des connaissances, Année 1, Rapport BRGM/RP 40875-FR, France, 63p.
- 6- Bensoillah S., 1995. Contribution à l'étude hydrogéologique des hautes plaines sétifiennes dans le cadre de la haute vallée de l'Oued Rhumel en amont d'Oued Athmania, (Mémoire de Magister). Université Mentouri de Constantine, Algérie, 247p.
- 7- Boucenna F., 2009. Cartographie par les différentes méthodes de vulnérabilité à la pollution d'une nappe côtière cas de la plaine alluviale de l'oued djendjen (Jijel, nord-est algérien), (Mémoire de Magister en Hydrogéologie environnemental et modélisation). Université Badji Mokhtar - Annaba, Algérie, 115p.
- 8- Boucher C. G., Margoum C., 2003. Contribution à l'étude du devenir des produits phytosanitaires lors d'écoulements dans les fosses, caractérisation physico-chimique et hydrodynamique, (Thèse de Doctorat), Université de Joseph Fourier-Grenoble I, France, 282p.
- 9- Bouldjedri M., 2012. Contribution à l'Etude Ecologique d'un Hydro-système de la région de Jijel : cas de la zone humide de Beni-Belaid (Algérie), (Thèse de Doctorat en Écologie végétale). Université de Badji Mokhtar - Annaba, Algérie, 129p.
- 10- Calvet R., Barriuso E., Bedos C., Benoit P., Charnay M. P., Coquet Y., 2005. Les pesticides dans le sol, conséquences agronomiques et environnementales, Éd. France agricole, 637p.
- 11- Carnevale E., Frei A., Garcia D., Coppel G., 2006. La qualité de l'eau : impacts des activités et des intrants agricoles (engrais, pesticides, déchet, etc..) sur les eaux situées en aval des exploitations, Suisse, 14p.
- 12- Castany G. ,1965. Unité des eaux de surface et des eaux souterraines : principe fondamental de la mise en valeur des ressources hydrologiques : Bull. I.A.S.H, 30p.

- 13- Cauchi A., Vignoles C., 2011. Petites installations d'assainissement, Éd. TECHNIP, 402p.
- 14- CEAEQ : Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. 2011. Mode de prélèvement et de conservation des échantillons relatifs à l'application du règlement sur la qualité de l'eau potable. Bibliothèque nationale du Québec. Canada. 13p.
- 15- Conard J. E., Colvin C., Sililo O., Görgens A., Weaver J., Reinhardt C., 1999. Assessment of the Impact of Agricultural Practices on the Quality of Groundwater Ressources In South Africa. Water Research Commission, Pretoria, South Africa, Report 641/1/99. 86p.
- 16- Danish EPA ; Daisy : Soil-plant-Atmosphere System Model. Danish Research, 1999. Program on Nitrogen, Phosphorus and Organic Matter, Report A10, Danish EPA, Copenhagen, Denmark, 236p.
- 17- Daouda M., 2010. Méthodologie et résultats du diagnostic de l'eutrophisation du Lac Noköue (Bénin), (Thèse de Doctorat en Chimie et microbiologie de l'eau,). Université Limoges, 157p.
- 18- Debieche T.H., 2002. Évolution de la qualité des eaux (salinité. azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle : Application à la basse plaine de la Seybouse - Nord-est Algérien. (Thèse de Doctorat en hydrogéologie et l'environnement). Université de Franche- Comté, France, 199p.
- 19- Defrance S M., 1996. L'eau dans tous ses états, Éd. Ellipses, Paris, 632p.
- 20- De viller J., Squilbin M., Yourassowsky C., 2005. Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface : cadre général, Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement / Observatoire des données de l'environnement (fiche 2), 16p.
- 21- Domange N. ,2005. Etude des transferts de produits phytosanitaires à l'échelle de la parcelle et du bassin versant viticole (Rouffach, Haut-Rhin), (Thèse de Doctorat), Université Louis Pasteur Strasbourg I, France, 285p.
- 22- DREW Jijel, 2011: direction des ressources en eau de la wilaya de Jijel-El-Ancer.
- 23- Emilian. K, 2009. Traitement des pollutions industrielles: Eau, Air, Déchets, Sols, Boues, 2^{ème} édition, Éd. Dunod, Paris, 576 p.
- 24- Faurie C., Ferra C., Medori P., 2003. Ecologie : approche scientifique et pratique, 5^{ème} édition, Éd. Lavoisier technique et documentation, Paris, 407p.

- 25- Festy B., Hartemann P., Ledrans M., Levallois P., Payment P. et Tricard D., 2003. Qualité de l'eau. In : Environnement et santé publique-Fondement et pratiques, Gérin M., Gosselin P., Cordier S., Viau C., Quénel P., Dewailly E., Edissem/ Tec et Doc, Acton vale, Paris, 333-368 p.
- 26- FH : Fondation Hesperian, et PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement, 2005. De l'eau pour la vie, la garantie de la sécurité de l'eau pour les communautés, Éd. New York, 52p.
- 27- Gaujout D., 1995. La pollution des milieux aquatiques : Aide-mémoire, 2^{ème} édition, Lavoisier Tec et Doc, Paris, 220p.
- 28- Genin B., Chauvin C., Ménard F., 2003. Cours d'eau et indice biologique: pollution-méthode-IBGN, 2^{ème} édition, Éd. Educagri, Dijon, 221p.
- 29- Gilli E., Mangan C., Mudry J., 2004. Hydrogéologie : objet, méthodes, applications, Éd. Dunod, Paris, 301p.
- 30- Google earth, 2016.
- 31- Grimes S., 2004. Le tourisme environnemental et l'aménagement urbain du littoral : Cas de la ville de Jijel, (Mémoire de Magistère en urbanisme). Université de Mentouri -Constantine, 192p.
- 32- Grosclaude G., 1999. L'eau : Tome II : Usages et polluants, Éd. Institut national de la recherche agronomique, Paris, p210.
- 33- Hébert, S., Légaré S., 2000. Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, Québec, rapport n° QE-123, 48p.
- 34- Keddal H., N'dri J. Y., 2007. Impacts de l'intensification agricole sur la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines, HTE, n°138, 13-29p.
- 35- Khellou M., 2012. Flux de l'azote et du phosphore minéraux à l'embouchure de l'Oued Seybouse, (Mémoire de Magister en Biologie et Ecologie Végétale). Université Badji Mokhtar - Annaba, Algérie, 123p.
- 36- Leemans M., Bawin C., Bellon J., 2002. Livre bleu (tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur l'eau potable et l'assainissement des eaux usées, 2^{ème} édition, Éd. Belgaqua, Bruxelles, 76p.

- 37- Lounnas A., 2009. Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station Hamadi-Kroma de Skikda, (Mémoire de Magister en Pollutions Chimiques et Environnement). Université du 20 Août 1955 - Skikda, Algérie, 99p.
- 38- Masson, 1988. Grille de la qualité des eaux, Éd. Gauthier-Villards, Paris, 286p
- 39- Mebarki A., Thomas C., 1988. Analyse des relations entre écoulements superficiels et souterrains à partir des hydrogrammes des cours d'eau : Application au bassin du Kébir Rhumel dans le Constantinois (Algérie), Hydrol. Continent, vol. 3, n° 2, 89-103p.
- 40- Mebarki A., 2005. Hydrologie des bassins de l'Est algérien : Ressources en eau, aménagement et environnement, (Thèse de Doctorat d'Etat en hydrogéologie de l'environnement). Université de Mentouri de Constantine, Algérie, 321p.
- 41- Mekhalif F., 2009. Réutilisation des Eaux Résiduaires Industrielles Epurées Comme Eau d'appoint dans un Circuit de Refroidissement, (Mémoire de Magister en Pollution Chimique et Environnement). Université du 20 Août 1955 - Skikda, Algérie, 139p.
- 42- Melghit M., 2012. Qualité physico-chimique, pollution organique et métallique des compartiments Eau / Sédiments de l'Oued Rhumel, et des barrages Hammam Grouz et Beni Haroun, (Mémoire de Magister en Ecologie). Université Mentouri de Constantine, Algérie, 141p.
- 43- Michard G., 2002. Chimie des eaux naturelles : principes de géochimie des eaux, Éd. Publisud, Paris, 565p.
- 44- Michelot J. L., 2006. Donnée sur l'eau dans les milieux naturels, réserves naturelles de France, 84p.
- 45- Ministère des Ressources en Eau, Décret n° 11-08 du 13 janvier 2011 portant déclaration d'utilité publique l'opération relative à la construction du barrage d'Irdjana dans la commune d'El Ancer, daïra d'El Milia, wilaya de Jijel, Journal officiel, n° 03 du 16 janvier 2011, 20p.
- 46- Nisbet M., Verneaux J., 1970. Composantes chimiques des eaux courantes : Discussion et proposition de classes en tant que base d'interprétation des analyses, Ann. De limnologie. Tome 6, n°2, 161-190p.
- 47- ONEMA : L'Office national de l'eau et des milieux aquatiques, 2012. Le cycle de l'eau, France, 4p.
- 48- ONM., 2013 : Office National de la Météorologie. Station de contrôle de l'aéroport Ain El Bey, Constantine.

- 49- ONM., 2016 : Office National de la Météorologie. Station d'Achouat de Jijel.
- 50- Paquerot S., 2005. Eau douce -La nécessaire refondation du droit international, Éd. Presses de l'université du Québec, Québec, 246p.
- 51- Pourriot P., Meybeck M., 1995. Limnologie générale, Éd. Masson, 956p.
- 52- Ramade F., 2002. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement, 2^{ème} édition, Éd. Dunod, Paris, 1075p.
- 53- Rejeseck F., 2005. Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques, Éd. CRDB, Paris, 785p.
- 54- Reggam A., Bouchelaghem H., Houhamdi M., 2015. Qualité Physico-chimique des Eaux de l'Oued Seybouse (Nord-est de l'Algérie): Caractérisation et Analyse en Composantes Principales (Physico-chemical quality of the waters of the Oued Seybouse (North-eastern Algeria): Caractérisation and Principal Component Analysis), JMESCEN, Université 8 Mai 1945 Guelma, Algérie, 9p.
- 55- Rodier J., Bazin C., Broutin J. P., Champsaur H., Rodi L., 1996. Analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer, 8^{ème} édition, Éd. Dunod Bordas, Paris, 1383 p.
- 56- Rodier J., Bazin C., Broutin J. P., Champsaur H. et Rodi L., 2005. L'analyse de l'eau : Eaux Naturelles. Eaux résiduaires. Eau de mer, 8ème édition, Éd. Dunod, Paris, 1383p.
- 57- Rodier J., Legube B., Merlet N. et Brunet R., 2009. L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer, 9^{ème} édition, Éd. Dunod, Paris, 1600p.
- 58- Rondeau B., 2005. La qualité de l'eau du secteur fluvial : La contamination par les toxiques, 2^{ème} édition. Environnement Canada –Région du Québec et ministère du Développement durable, de L'environnement et des Parcs du Québec. Fiche d'information de la collection « suivi de l'état du Saint-Laurent », Saint-Laurent Vision 2000, 6p.
- 59- Rousseau N., Roy N., Cantin P., Cardinal P., 2004. L'Étude sur la qualité de l'eau potable dans sept bassins versants en surplus de fumier et impacts potentiels sur la santé. Méthodologie. MENV, MSSS, MAPAQ, INSPQ. Envirodoq ENV/2004/0311, 35p.
- 60- Sarkar S. K., Saha M., Takada H., Bhattacharya A., Mishra P., Bhattacharya B., 2007. Water quality management in the lower stretch of the river Ganges, east coast of India: an approach through environmental education, Journal of Cleaner Production, Vol 15, Issue 16, 2007, Pages 1559–1567p.

- 61- Savary P., 2003. Guide des analyses de la qualité de l'eau, 3^{ème} édition, Éd. Techni Cités cedex, France, 284 p.
- 62- SCF., 2013 : Service de conservation des forêts, subdivision de Chelghoum Laid.
- 63- Scholtus.M., 2004. Construction d'un indicateur de qualité des eaux de surface vis-à-vis des produits phytosanitaires à l'échelle du bassin versant viticole, (Thèse de Doctorat), Institut national polytechnique de Lorraine, France, 206p.
- 64- SDAGE., 2010 : Schéma Directeur d'aménagement et de gestion des eaux, Réduire les pollutions microbiologiques des milieux, 5p.
- 65- Simtchoou M., 2011. Evaluation de l'acceptabilité socio-économique et de la Qualité de l'eau des systèmes d'approvisionnement en eau potable (AEP) en milieu rural et semi-urbain : cas de la petite station de Kpele-Sud (préfecture de Kioto), (Mémoire de master).Université de LOME, 32 p.
- 66- Tshibamba, S. O., 2006. La problématique de la gestion intégrée des ressources en eau en République Démocratique du Congo : Analyse et stratégies, (Mémoire de Licence en Economie de Développement).Université de Kinshasa, 30 p.
- 67- WWF-France (World Wildlife Fund) ,2011. L'eau toujours sources de vie : l'état réel des eaux et des données sur l'eau, 51p.

Les sites internet consultés

- 1- https://sites.google.com/site/lac_aux_canards, 2011/
- 2- http://www.el-milia-mico.org/Wilaya_de_Jijel-1334841.html.
- 3- <http://www.total.com/fr/GROUP:corporate-social-reports/eau-douce-mers-comprendre-eau-pollution-eau-770>
- 4- https://fr.wikipedia.org/wiki/El_Ancer
- 5- <http://odejjijel.org>

The page features three blue circles of varying sizes and two thin blue lines. One circle is at the top, a smaller one is in the middle, and a large one is at the bottom right. Two lines intersect at the top left, forming a triangular shape that frames the circles. The word "Annexes" is centered in a blue script font.

Annexes

1-Dosage de l'ammonium (NH_4^+)

➤ Principe de dosage

En milieu alcalin et en présence de nitroprussiate qui agit comme un catalyseur, les ions ammonium traités par une solution de chlore et de phénol donnent du bleu d'indophénol susceptible d'un dosage par spectrophotométrie d'absorption moléculaire.

➤ Réactifs

Utiliser pour la préparation des réactifs de l'eau fraîchement distillée

- Solution chlorée :

Hydroxyde de sodium en pastilles.....	20g
Citrate trisodique ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7, 2\text{H}_2\text{O}$).....	380g
Acide dichlorocyanurique ($\text{C}_3\text{HCl}_2\text{N}_3\text{O}_3$).....	4g
Eau permutée.....	1000ml

Dissoudre avec précaution l'hydroxyde de sodium et le citrate trisodique dans 800 ml d'eau environ.

Porter la solution à ébullition, maintenir celle-ci pendant 20 minutes.

Après refroidissement, ajouter l'acide dichlorocyanurique et ajuster le volume à 1000 ml.

Conserver cette solution au réfrigérateur.

- Solution de nitroprussiate et ajuster le volume à 1000 ml.

Phénol.....	35g
Nitroprussiate de sodium.....	0,4g
Eau distillée.....	1000ml

Transvaser cette solution dans un flacon de verre brun et la conserver au réfrigérateur.

- Solution mère étalon à 100 mg.l^{-1} d'ion ammonium

Chlorure d'ammonium.....	297mg
Eau distillée.....	1000ml

- **Solution fille étalon à 100 mg.l⁻¹ d'ion ammonium**

Diluer la solution mère étalon au 1/100. Préparer cette solution au moment d'emploi.

➤ **Etablissement de la courbe d'étalonnage**

Solutions	T	1	2	3	4	5	6
Solution fille étalon à 1 mg.l⁻¹ d'ammonium (ml)	0	1	2	5	10	15	20
Eau distillée (ml)	100	100	100	100	100	100	100
Correspondance en mg.l⁻¹ d'ammonium	0	0,01	0,02	0,05	0,10	0,15	0,20

Dans une série de fioles coniques de 100 ml numérotées, introduire 20 ml de chacune des dilutions ci-dessus, ajouter rapidement dans chaque tube :

1 ml de solution de nitroprussiate de sodium de phénol.

1 ml de solution chlorée.

Agiter et placer les fioles à l'obscurité pendant 6 heures au moins. Effectuer les lectures au spectrophotomètre à longue d'onde de 630 nm. Construire la courbe d'étalonnage.

➤ **Essais**

Introduire dans une fiole conique de 100 ml d'eau à analyser puis poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage. Préparer de la même façon un témoin avec 20 ml d'eau.

2-Dosage des nitrites (NO₂⁻)

Principe de dosage

La diazotation de l' amino-4-benzènesulfonamide par les nitrites en milieu acide et sa copulation avec le dichlorure de *N*-(naphtyl-1) diamino-1,2 éthane donne un complexe coloré pourpre susceptible d'un dosage spectrométrique.

➤ Réactifs

- Acide orthophosphorique ($d = 1,70$).
- Réactif de diazotation :

Amino-4-benzènesulfonamide.....40g

Dichlorure de *N*-(naphtyl-1) diamino- 1,2 éthane.....2g

Acide orthophosphorique ($d = 1,7$).....100ml

Eau distillée1000ml

Mélanger dans un bécher 800 ml d'eau distillée et 100 ml d'acide phosphorique, ajouter

L' amino-4-benzènesulfonamide puis après dissolution, ajouter le dichlorure de *N*-(naphtyl-1) diamino-1,2 éthane. Agiter jusqu'à complète dissolution. Transvaser la solution dans une fiole jaugée de 1 000 ml, ajuster le volume avec de l'eau distillée, mélangé.

Conservée au réfrigérateur, cette solution est stable un mois.

➤ Mode opératoire

- Préparation de la solution mère étalon de NO₂⁻ à 100mg.l⁻¹

Nitrite de sodium.....492,8mg

Eau fraîchement distillée.....1000ml

- Préparation de la solution fille étalon de NO₂⁻ à 1mg.l⁻¹

Amener 1 ml de la solution mère à 100 ml avec de l'eau distillée.

➤ Etablissement de la courbe d'étalonnage

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

Solutions	N° des Fioles	T	1	2	3	4	5
Solution fille étalon à 1mg.l⁻¹(ml)		0	1	2,5	5	7,5	10
Eau distillée en (ml)		50	49	47,5	45	42,5	40
Correspondance en mg/l d'azote nitreux (NO₂⁻)		0	0,02	0,05	0,10	0,15	0,20
Réactif diazotation (ml)		1	1	1	1	1	1

Effectuer la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde 543nm. Construire la courbe d'étalonnage.

➤ **Essai**

Introduire 50 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée puis poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage. et effectuer la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde 543 nm en tenant compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

➤ **Expression des résultats**

Pour une prise d'essai de 50 ml, la courbe donne directement la teneur en NO₂⁻, exprimée en milligrammes par litre d'eau.

3-Dosage des nitrates (NO_3^-)

➤ Principe de dosage

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

➤ Réactifs

- Solution de salicylate de sodium à 1% (cette solution est renouvelable toutes les 24 heures).
- Acide sulfurique concentré ($d=1,84$).
- Acide d'hydroxyde de sodium.

Hydroxyde de sodium200g
Sel disodique de l'EDTA.....50g
Eau permutée.....q.s.p.1000 ml

Dissoudre avec précaution l'hydroxyde de sodium dans 800 ml d'eau permutée, ajouter le sel disodique EDTA. Après dissolution et refroidissement, transvaser la solution dans une fiole jaugée, ajuster le volume à 1000ml.

- Solution d'azoture de sodium
Azoture de sodium.....50 mg
Eau permutée..... .q.s.p. 100 ml
- Solution mère étalon d'azote nitrique à 100 mg.l^{-1}
Nitrate de potassium anhydre.....722 mg
Eau permutée..... q.s.p. 1000 ml
- Solution fille étalon d'azote nitrique à 5 mg.l^{-1}

Amener 50 ml de la solution mère à 1000 ml avec de l'eau permutée.

➤ Etablissement de la courbe d'étalonnage

Dans une série de béchers numérotés de 50 ml, introduire successivement les réactifs en agitant après chaque addition.

Solutions	N° des Fioles	T	1	2	3	4
Solution fille étalon d'azote nitrique 5mg.l⁻¹ (ml)		0	1	2	5	10
Eau distillée en (ml)		10	9	8	5	0
Correspondance en mg.l⁻¹ d'azote		0	0,5	1	2,5	5
Solution d'azoture de sodium (ml)		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Acide acétique (ml)		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Attendre 5 minutes puis évaporer à sec dans une étuve portée à 70-80° C. Ajouter 1 ml de solution de salicylate de sodium, mélanger puis évaporer. Laisser refroidir.

Reprendre le résidu par 1ml d'acide sulfurique concentré ayant soin de l'humecter complètement.

Attendre 10 minutes, ajouter 15 ml de l'eau permutée puis 10 ml de la solution d'hydroxyde de sodium qui développe le coloré jaune. Effectuer la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde 415 nm. Soustraire des unités d'absorbance, lues pour les étalons, la valeur relevée par le témoin. Construire la courbe d'étalonnage.

➤ **Essai**

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

➤ **Expression des résultats**

Pour une prise d'essai de 10 ml, la courbe donne directement la teneur en azote nitrique exprimée en milligrammes par litre d'eau. Pour obtenir la teneur en nitrate (NO³⁻), multiplier ce résultat par 4,43.

4-Dosage des orthophosphates (PO_4^{3-})

➤ Principe de dosage

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les orthophosphates donnent un complexe phosphomolybdique, qui réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleu susceptible d'un dosage spectrophotométrique. Le développement de la coloration est accéléré par un catalyseur, le tartrate double d'antimoine et de potassium.

➤ Réactifs

- Solution d'acide sulfurique ($d=1.84$) à 15% environ en volume.
- Solution de molybdate d'ammonium à 40 g/l
Molybdate d'ammonium.....20g
Eau permutée.....q.s.p. 100ml
- Solution de tartrate double d'antimoine et de potassium à $2,80\text{g.l}^{-1}$
Tartrate double d'antimoine et de potassium.....0,28g
Eau permutée.....q.s.p. 100ml
- Solution d'acide ascorbique à 20g.l^{-1}
Acide ascorbique.....2g
Eau permutée.....q.s.p. 100ml
- Réactif
Solution d'acide sulfurique.....50ml
Solution de tartrate double d'antimoine et de potassium....5ml
Solution de molybdate d'ammonium.....15ml
Eau permutée.....q.s.p. 100ml

Conserver le réactif au réfrigérateur à 4°C .

• Solution mère étalon à 50mg.l^{-1} de phosphore

Dihydrogénophosphate de potassium desséché au préalable à l'étuve à 100°C219, 7mg
Eau permutée.....q.s.p. 100ml

Acidifier la solution par 1 ml d'acide sulfurique à 15 % avant d'ajuster le volume.

• Solution fille étalon à 1mg.l^{-1} de phosphore

Diluer au 1/50 la solution précédente avant de l'eau distillée au moment de l'emploi.

➤ **Etablissement de la courbe d'étalonnage**

Introduire dans une série de fioles jaugées de 25 ml :

Solutions	N° des Fioles	T	1	2	3	4	5
Solution fille étalon de phosphore à 1mg		0	1	5	10	15	20
Eau distillée en (ml)		20	19	15	10	5	0
Correspondance en mg de phosphore		0	0,001	0,005	0,010	0,015	0,020

Introduire dans chaque fiole 1 ml de solution d'acide ascorbique, agiter puis ajouter 4 ml de réactif, mélangé soigneusement, compléter éventuellement le volume à 25 ml. Attendre 30 minutes la stabilisation de la coloration et effectuer les mesures au spectrophotomètre à la longueur d'onde 700 ou 800 nm en cuve de 1 cm. Construire la courbe d'étalonnage.

➤ **Essai**

Vérifier que le pH qui doit être compris entre 2 et 7, l'ajuster si nécessaire. Introduire 20 ml d'eau dans une fiole jaugée de 25 ml, ajouter 1 ml de solution d'acide ascorbique puis poursuivre comme pour l'établissement de la courbe d'étalonnage. Tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

➤ **Expression des résultats**

La courbe donne directement la teneur en phosphore, exprimée en milligrammes pour la prise d'essai.

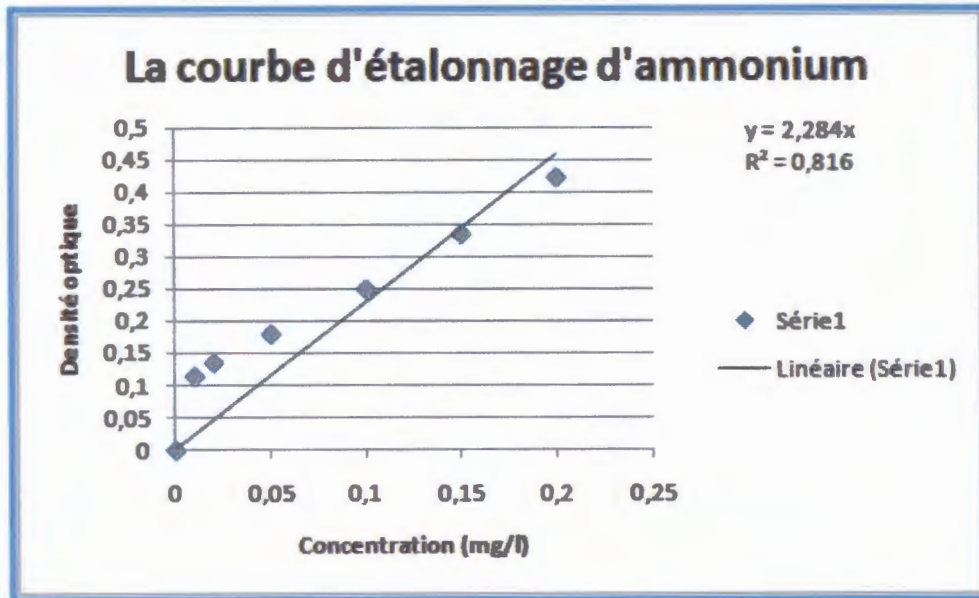
5-Demande biochimique en Oxygène (DBO₅)

➤ Mode opératoire

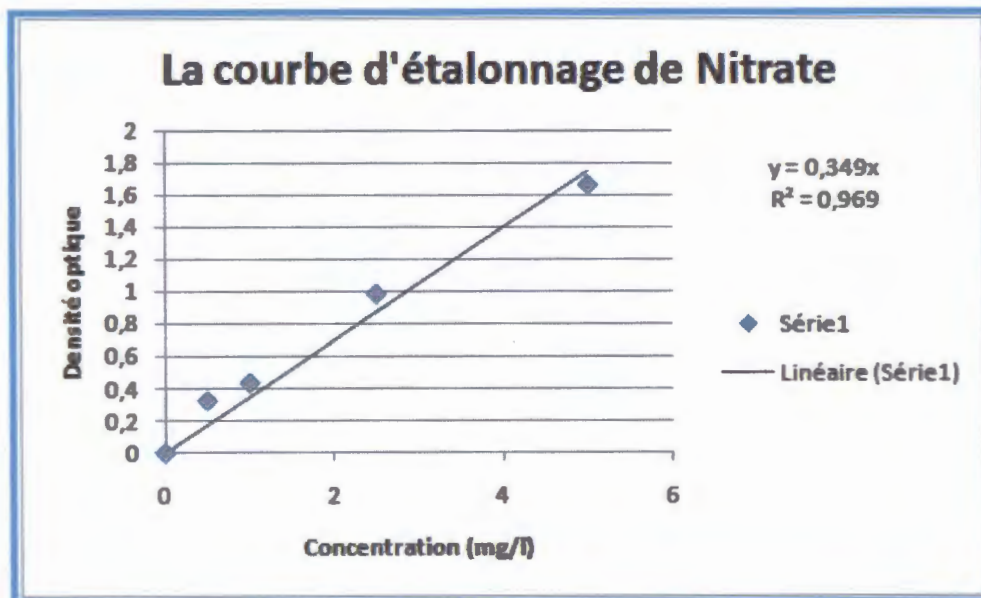
- Mesurer un volume de l'échantillon (250 ml)
- Placer le contenu dans les flacons.
- Mettre 6 pastilles de KOH dans les flacons, puis remettre les bouchons.
- Presser sur les touches M et S jusqu'à l'affichage du double zéro (M et S sont des mémoires qui enregistrent respectivement la DBO₅ journalière).
- Introduire les flacons dans l'incubateur, à une température de 20 °C.
- Après 5 jours faire la lecture en appuyant sur les touches M et S.

- Courbe d'étalonnage des analyses des eaux

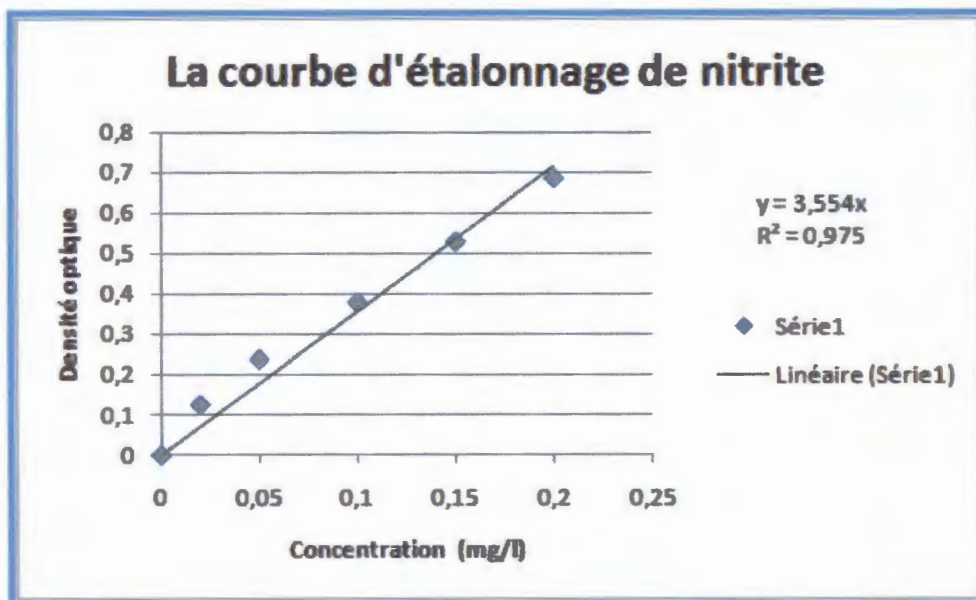
1- Courbe d'étalonnage de l'ammonium



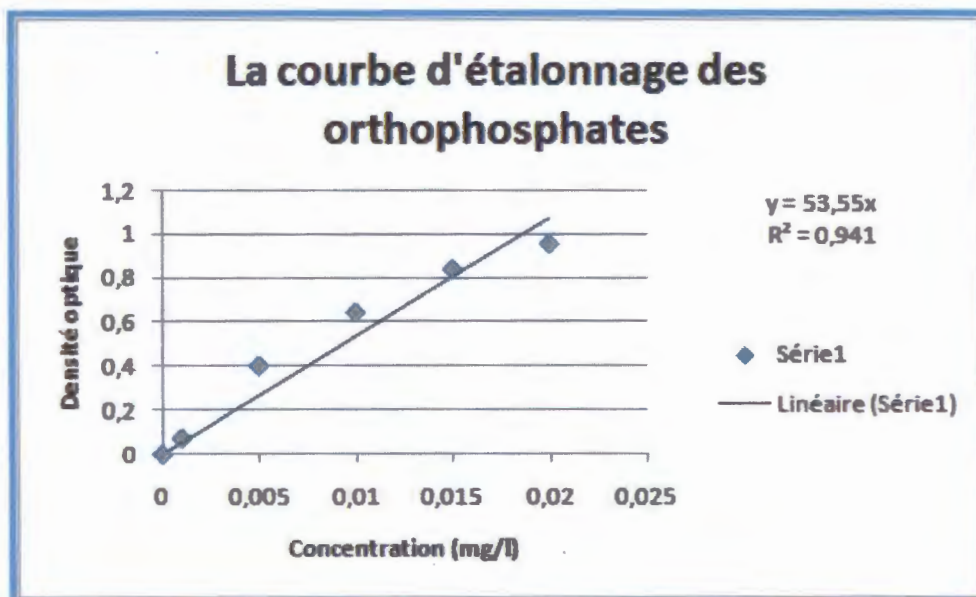
2- Courbe d'étalonnage de nitrate



3- Courbe d'étalonnage de nitrite

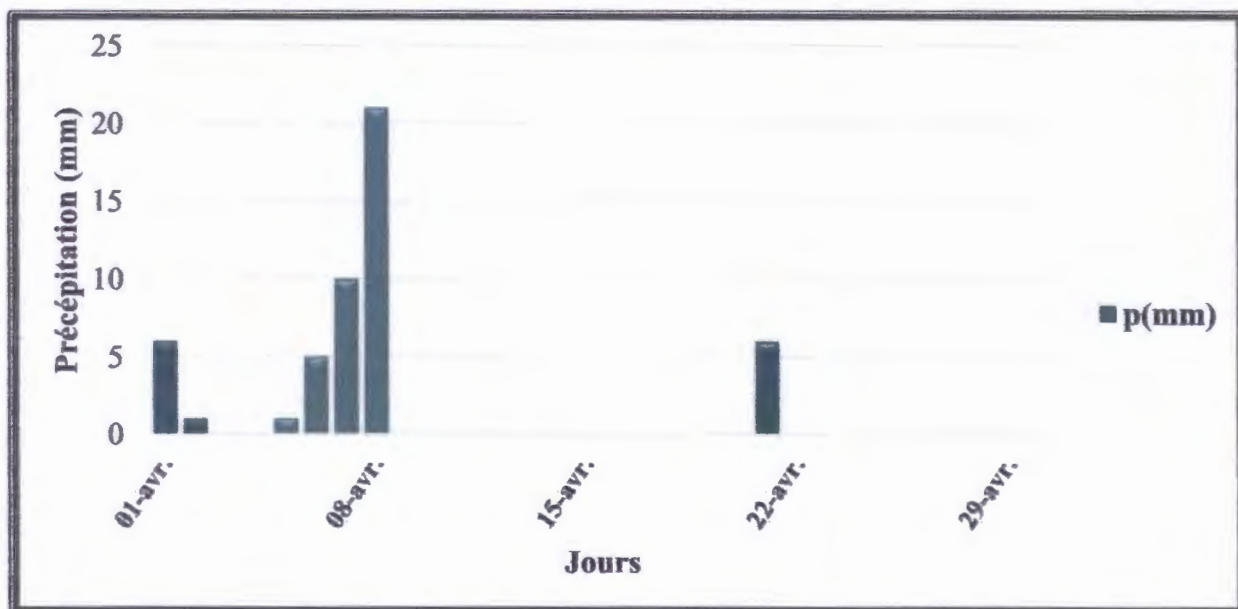
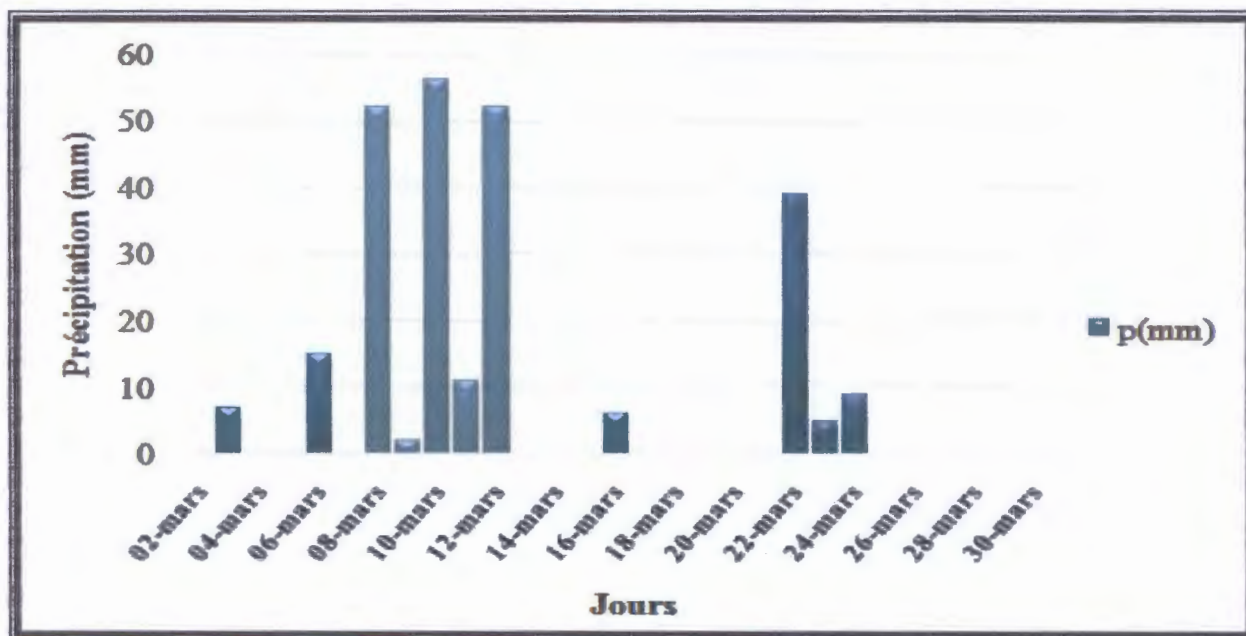


4- Courbe d'étalonnage des orthophosphates



Annexe 3

- Précipitation au mois de Mars et d'Avril 2016 (O.N.M, 2016).



Annexe 4

- Grille d'évaluation de la qualité des eaux par l'agence Française de l'eau (2003) (version2)

1. Classe d'aptitude à la biologie

Classe d'aptitude →	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
Indice d'aptitude →	80	60	40	20	
Température (°C)					
1 ^{ère} catégorie	20	21,5	25	28	
2 ^{ème} catégorie	24	25,5	27	28	
pH					
Min	6,5	6	5,5	4,5	
Max	8,2	9	9,5	10	
NO ₃ ⁻ (mg/l)	2				
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,03	0,3	0,5	1	
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,1	0,5	2	5	
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	0,1	0,5	1	2	
DBO ₅ (mg/l d'O ₂)	3	6	10	25	

2. Classe d'aptitude aux usages

2.1. Production d'eau potable

Classe d'aptitude →	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
Indice d'aptitude →	80	60	40	20	4000
Conductivité (µs/cm)					
Min	180	3000	3500	4000	
Mix	2500				
pH					
Max	6,5				
Min	9				
NO ₃ ⁻ (mg/l)	50				
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,5		1,5	4	
DBO ₅ (mg/l d'O ₂)	3		10	20	

2.2. Abreuvement

Classe d'aptitude →	Très bonne	Bonne	Mauvaise
NO_2^- (mg/l)	0,1	30	
NO_3^- (mg/l)	50	450	

3. Classe et indice de la qualité de l'eau par altération

Classe d'aptitude →	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
Indice d'aptitude →	80	60	40	20	
Température (°C)					
1 ^{ère} catégorie	20	21,5	25	28	
2 ^{ème} catégorie	24	25,5	27	28	
pH					
Min	6,5	6	5,5	4,5	
Max	8,2	9	9,5	10	
Conductivité (µs/cml)					
Min	180	120	60	0	
Max	2500	3000	3500	4000	
NO₃⁻ (mg/l)	2	10	25	50	
NO₂⁻ (mg/l)	0,03	0,3	0,5	1	
NH₄⁺ (mg/l)	0,1	0,5	2	5	
PO₄³⁻ (mg/l)	0,1	0,5	1	2	
DBO5 (mg/l O₂)	3	6	10	25	

4 .Grille de la qualité globale de l'eau (Agence du Bassin Hydrographique Constantinois Seybouse-Mellegue, 2002)

Classe de qualité Descripteurs	Unités	Excellente	Bonne	Passable	Médiocre	Pollution excessive
NH₄⁺	(mg.l⁻¹)	< 0,1	0,1 à 0,5	0,5 à 2	2 à 8	>8
PO₄³⁻	(mg.l⁻¹)	< 0,2	0,2 à 0,5	0,5 à 1	1 à 2	>2
NO₃⁻	(mg.l⁻¹)	< 5	5 à 25	25 à 50	50 à 80	>80
NO₂⁻	(mg.l⁻¹)	< 0,1	0,1 à 0,3	0,3 à 1	1 à 2	>2
DBO5	(mg.l⁻¹)	< 3	3 à 5	5 à 10	10 à 25	>25



❖ BELHOUCHE Walid
❖ BENAZIZA Hicham

Date de soutenance
02 Juil 2016

Thème
Analyses physico-chimiques des eaux de l'oued Irdjana (EL Ancer, Jijel).

Résumé

Situé dans la région d'El-Ancer wilaya de Jijel, l'Oued Irdjana est un affluent important de l'oued El Kébir. Pour diagnostiquer le phénomène de l'eutrophisation, nous avons entrepris de faire l'analyse physico-chimique des principaux paramètres indicateurs d'eutrophisation.

Un échantillonnage hebdomadaire a été réalisé durant deux mois (du 8 Mars au 24 Avril 2016).

Les résultats préliminaires obtenus montrent une contamination organique des eaux (6,85 mg/l d'O₂) dont la principale origine est anthropique (rejet d'eaux usées, élevage, pratiques culturales, décharges sauvages, etc.).

Mots clef : Oued Irdjana, analyse physico-chimique, eutrophisation, contamination organique.

Abstract

Located in the region of El-Ancer wilaya of Jijel, River Irdjana is a tributary of the River El Kebir. To diagnose the phenomenon of eutrophication, we undertook to do the physic-chemical analysis of the main indicators parameters of eutrophication.

A weekly sampling was conducted for two months (from March 8 to April 24, 2016).

The preliminary results show organic contamination of waters (6,85 mg/l of O₂) with the primary source is anthropogenic (discharge of sewage, livestock, cultivation practices, dumps, etc.).

key-words: River of Irdjana, analysis physic-chemical, eutrophication, organic contamination.

ملخص

يقع وادي ارجانة بمنطقة العنصر ولاية جيجل ويعتبر رافد مهم من روافد الوادي الكبير.

لتشخيص ظاهرة الإثراء الغذائي قمنا بإجراء تحاليل فيزيو-كيميائية باستهداف معايير رئيسية مؤشرة للظاهرة.

وجرى اخذ العينات أسبوعيا لمدة شهرين (من 8 مارس إلى 24 افريل 2016).

وتشير النتائج الأولية المتحصل عليها إلى تلوث عضوي للمياه (6,85 ملغ / ل أوكسجين) من أصل اصطناعي (تصريف المجاري،

فضلات الماشية، الممارسات الزراعية، النفايات العشوائية... الخ.

الكلمات المفتاحية : واد ارجانة، التحليل الفيزيائي والكيميائي، الإثراء الغذائي، التلوث العضوي.

