



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Khemis-Miliana

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des sciences biologiques

Filière: Biologie

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

En

Spécialité: Analyses biologiques et biochimiques

Thème

Caractérisation physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de l'oued de Cheliff

Soutenu le: 25/05/2017

Présenté par :

Mr MOUAZ Nasreddine

Melle BENTCHICH Khedidja

Soutenu devant le jury :

Mme. MOSTEFA-SARI. F	Président	MAA	UDB Khemis-Miliana
Mme BENOAKLIL. F	Promotrice	MAA	UDB Khemis-Miliana
Mme. BENSEHAILA.S	Examinatrice	MA	UDB Khemis-Miliana
Mr. AROUS.A	Examinateur	MAA	UDB Khemis-Miliana

Année universitaire 2016/2017.

REMERCIEMENTS

Nous exprimons nos profonds remerciements à notre promotrice, Mme **BENOUAKLIL Fatouma** pour l'aide qu'elle nous a apportée, pour sa patience, sa confiance, son encouragement, et son œil critique qui nous ont été très précieux pour structurer le travail et pour améliorer la qualité des différentes sections de notre mémoire, nous la remercions vivement.

Nos vifs remerciements aux membres de jurys pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous remercions aussi monsieur le doyen, monsieur le chef du département de biologie et tous les enseignants de notre université.

Encore, nous tenons à remercier tous les travailleurs de l'Algériennes des eaux a Tiaret surtout le sous-directeur monsieur **ZITOUNI khaled** et le responsable des laboratoires monsieur **AISSA** ainsi que monsieur **BENCHOHRA** et tous les travailleurs de cet entreprise de nous avoir donné la possibilité de réaliser ce travail.

L'aboutissement de cette thèse a été aussi soutenu par de nombreuses discussions avec des collègues de disciplines variées. Nous ne citerons pas de noms ici, pour ne pas en oublier certains.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

*A Allah Le Tout Miséricordieux, ton amour, ta
Miséricorde et Tes grâces à mon endroit m'ont fortifiée
dans la persévérance Et l'ardeur au travail.*

A ma Mère

A mes chère frères Et sœurs

A mes grands parents

A ma collègue BENTCHICH KHEDIDJ

A tous les amis(es) de ma promotion (ABB -2016).

A tous mes oncles et mes tontons et toute la famille

« MOUAZ ET CHERCHEF »

A tous mes collègues et mes amis

Avec tous mes sentiments de reconnaissance et de Gratitude

MOUAZ NASREDDIN

LISTE DES FIGURES

Figure 01	Situation géographique des stations de prélèvement sur oued Cheliff	17
Figure 02	Les stations de prélèvement d'Oued Cheliff, (a) station1, (b) station2, (c) station 3	18
Figure 03	Variation semi-mensuelle de la température	28
Figure 04	Variation semi-mensuelles du pH	29
Figure 05	Variation semi-mensuelle de la conductivité électrique	30
Figure 06	Variation semi-mensuelle de l'azote ammoniacal	31
Figure 07	Variation semi-mensuelle des nitrates	32
Figure 08	Variation semi-mensuelle des nitrites	33
Figure 09	Variation semi-mensuelle du chlore	34
Figure 10	Variation semi-mensuelle de dureté totale	35
Figure 11	Variation semi-mensuelle d'oxygène dissous	36
Figure 12	Variation semi-mensuelle des coliformes totaux	37
Figure 13	Variation semi-mensuelle des coliformes fécaux	38
Figure 14	Variation semi-mensuelle des Streptocoques fécaux	39

LISTE DES ABREVIATIONS

mS/ m	milli siemens par mètre
μS/cm	micro siemens par centimètre
JORA	Journal Officiel de la République algérienne
OMS	Organisation Mondial de la Santé
DBO	Demande Biochimique en Oxygène
DCO	Demande Chimique en Oxygène
UFC	Unités Formant Colonies
FAO	Food and Agriculture Organization
ANRH	Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
TH	Titre Hydrométrique

عين الدفلا	ذا ولاي	هـ	هـ	هـ	هـ	هـ	هـ
بيكتريولوجي	المعايير الوطني و العالمي	للتزويد	المياه	في لولا	فيزي و كيميائي	يضد	هـ
تبيين هـ غني	الاح المعدني	النترت و	تهلك.	الفيزو كيميائي	له المي	2.6 /	هـ
7.8 /	وندي	ور حيث ل	426 /	التحالي	البيكتريولوجي	ة الثاني	هـ
بينت ها	كبي	ن البكتيري	غي	ها ل	المعايير	ة عين الدفلا	هـ
:	تحالي	يزيوكيميائي	ة تحالي	بيكتريولوجي			

SUMMARY

Cheliff river represents an important resource of water supply for agricultural irrigation in Ain Defla and other states. So this research includes physic-chemical and bacteriological characterizations based on national and international standards to determinate the possibility of their use in this area while maintaining the consumer health. Physic-chemical results show the richness of this water in mineral salts nitrite which was 2.6 mg/l in the third station, as well as 7.8 mg/l of aluminum in the first station. The second station was marked by a high chlorine ratio which did not exceed 426 mg/. The bacteriological analyzes have shown that it contain a large proportion of bacteria but this percentage is approved by standards. In conclusion the waters of this Oued are uncontaminated in Ain Defla area.

Key words: Water , river , pollution , physicochemical analyzes, bacteriological analyzes

RESUME

Oued Cheliff représente une importante source d'approvisionnement en eau pour l'irrigation agricole de la région de Ain Defla, ainsi que d'autres willaya. Donc cette recherche comprend l'étude physicochimique et bactériologique basée sur des normes nationales et internationales afin de déterminer la possibilité de leur utilisation dans ce domaine tout en maintenant la santé du consommateur. Grâce aux résultats physico-chimiques de ces eaux, ces dernières se sont avérées riches en sels minéraux, tel que le nitrite qui a atteint 2.6 mg/l à la troisième station et l'ammonium qui est de 2.7 mg/l dans la première station. Dans la deuxième station, la teneur en chlore est élevée mais ne dépassant pas 426 mg/l. Les caractéristiques bactériologiques ont montré que ces eaux sont caractérisées par une présence importante de bactéries ne dépassant pas les normes, ce qui nous amène à conclure que ces eaux ne sont pas polluées dans la région de Ain Defla.

Mots-clés: Eau, Oued, Pollution, Analyses physico-chimiques, Analyses bactériologiques

ETUDE
BIBLIOGRAPHIQUE

MATERIEL

ET

METHODES

ANNEXES

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

CONCLUSION

Table des matières

)	Dédicace	
)	Remerciement	
)	Résumé	
)	Liste des figures	
)	Liste des abréviations	
)	Introduction	01

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Eaux naturelles	02
I.1.1. Différents type des eaux naturelles	02
I.1.1.1. Eaux souterraines	02
I.1.1.2. Eaux de surface	02
I.1.2. Pollution des eaux naturelles	03
I.1.2.1. Différentes origines de pollution	03
I.1.2.2. Principaux polluants des eaux naturelles	04
I.2. Caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des eaux de surface	07
I.2.1. Caractéristiques physiques	07
I.2.1.1. Température	07
I.2.1.2. Potentiel d'Hydrogène (pH)	07
I.2.1.3. Conductivité électrique	07
I.2.1.4. Matières en suspension (MES)	08
I.2.2. Caractéristiques chimiques	08
I.2.2.1. Azote ammoniacale	08
I.2.2.2. Nitrates	08
I.2.2.3. Nitrites	09
I.2.2.4. Phosphates	09
I.2.2.5. Fer	09
I.2.2.6. Chlorures	10
I.2.2.7. Sulfates	10
I.2.2.8. Calcium	10
I.2.2.9. Magnésium	10
I.2.2.10. Dureté	11

I.2.2.11. Potassium	11
I.2.2.12. Alcalinité	11
I.2.2.13. Oxygène dissous	11
I.2.2.14. Demande biochimique en oxygène (DBO)	12
I.2.2.15. Demande chimique en oxygène (DCO)	12
I.2.2.16. Rapport DBO /DCO	12
I.2.2.17. Matières organiques	12
I.2.3. Caractéristiques bactériologiques	13
I.2.3.1. Coliformes totaux	13
I.2.3.2. Streptocoques fécaux	14
I.2.3.3. Anaérobies sulfito-reducteurs	15
I.2.3.4. Salmonelles	15
I.2.3.5. Vibrion cholérique	16

MATERIEL ET METHODES

II.1. Présentation de la zone d'étude	17
II.1.1. Choix des stations de prélèvement	18
II.2. Matériel	19
II.3. Méthodes	19
II.3.1. Méthodes d'échantillonnage	19
II.3.1.1. Prélèvement	19
II.3.2. Analyses physiques	20
II.3.2.1. Température	20
II.3.2.2. Potentiel d'Hydrogène (pH)	20
II.3.2.3. Conductivité électrique	20
II.3.3. Analyses chimiques	20
II.3.3.1. Détermination de l'azote ammoniacal (NH ₄ ⁺)	20
II.3.3.2. Dosage des nitrates (NO ₃ ⁻) par la méthode de salicylate de sodium	21
II.3.3.3. Dosage des nitrites (NO ₂ ⁻) par la méthode colorimétrique	21
II.3.3.4. Détermination des chlorures (Cl ⁻)	22
II.3.3.5. Détermination de la dureté totale (titre hydrométrique TH)	23
II.3.3.6. Détermination de l'oxygène dissous par la méthode de Winkler	24

II.3.4. Analyses microbiologiques	25
II.3.4.1. Choix de dilution (dilutions décimales)	25
II.3.4.2. Recherche et dénombrement des coliformes par filtration sur membrane	25
II.3.4.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux	26

RESULTATS ET DISCUSSION

III. Résultat et discussion	28
III.1. Résultat des analyses physico-chimiques	28
III.1.1. Paramètres physiques	28
III.1.1.1. Température	28
III.1.1.2. Potentiel d'Hydrogène	29
III.1.1.3. Conductivité électrique	30
III.1.2. Paramètres chimiques	31
III.1.2.1. Azote ammoniacal	31
III.1.2.2. Nitrates	32
III.1.2.3. Nitrites	33
III.1.2.4. Chlore	34
III.1.2.5. Dureté totale	35
III.1.2.6. Oxygène dissous	35
III.2. Résultats des analyses bactériologiques	37
III.2.1. Coliformes totaux(CT)	37
III.2.2. Coliformes fécaux	38
III.2.3. Streptocoques Fécaux	39
) Conclusion	40
) Références bibliographiques	
) Annexes	

INTRODUCTION

L'eau constitue une ressource naturelle indispensable pour la vie de l'Homme, des animaux et des végétaux. L'avoir à disposition en quantité suffisante et en qualité satisfaisante contribue au maintien de la santé. Mais, l'eau peut être aussi source de maladies en cas de pollutions (Scalon *et al.*, 2005 ; El-Naqa *et al.*, 2007 ; Eblin *et al.*, 2014).

La qualité des eaux dans le monde a connu ces dernières années une grande détérioration, à cause des rejets industriels non contrôlés et l'utilisation intensive des engrais chimiques en agriculture. Ces derniers induisent une modification chimique des propriétés de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités (Rouabhia *et al.* 2004). De nombreux travaux ont été effectués pour l'étude des différents effets des rejets industriels et urbains sur l'évolution de la qualité des eaux de surface.

Les études menées par le plan bleu pour l'environnement et le développement de la méditerranée, sous l'égide du programme des nations unies pour l'environnement, indiquent que les régions méditerranéennes, et notamment l'Algérie, seront confrontées à l'horizon 2050 à une forte diminution et à une importantes pollution des ressources en eau induites par la pression anthropique (agriculture, industrialisation, urbanisation, tourisme...) (Khodir, 2002)

Au niveau de la région d'Ain Defla, certaines activités industrielles et agricoles sont en expansion et leurs déchets sont rejetés directement dans les cours d'eau d'oued Cheliff. Ces actions affectent directement la qualité de l'eau et peuvent ainsi être sources de pollution.

De plus, les eaux usées de certaines communes de Ain Defla déversées d'une façon précaire et sans traitement préalable dans l'oued peuvent contenir des concentrations importantes de micropolluants organiques, de nutriments et de métaux lourds toxiques et peuvent ainsi entraîner une dégradation considérable de la qualité des eaux de cet écosystème lotique.

Dans l'objectif de mieux appréhender la qualité des eaux d'Oued Cheliff et dans l'intérêt de cerner les principaux facteurs de dégradation de la qualité de cet écosystème lotique, nous nous sommes intéressés à :

- La caractérisation physico-chimique des eaux d'oued Cheliff.
- La caractérisation bactériologique des eaux d'oued Cheliff.

Eude bibliographique

I.1. Eaux naturelles

I.1.1. Différents type des eaux naturelles

Les réserves disponibles d'eaux naturelles sont constituées des eaux souterraines (Nappes phréatiques) et des eaux de surface retenues ou en écoulement (barrages, lacs et rivières) (**Hamed et al ., 2012**).

I.1.1.1. Eaux souterraines

Les eaux souterraines constituent 20% des réserves d'eaux sur terre soit environ 1000 millions de m³, leur origine est due à l'accumulation des eaux d'infiltration. Elles varient en fonction de la porosité et de la structure géologique du sol. Elles sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique (**Rodier, 1997**).

Leur composition est assez constante au sein d'une même nappe. Les eaux des nappes profondes sont moins vulnérables aux pollutions que les eaux des nappes peu profondes. Dans la plupart des cas, l'eau souterraine ne contient pas d'oxygène dissous. Des substances indésirables peuvent également s'y trouver naturellement, comme le gaz carbonique, le fer, le manganèse. Parfois, certaines pollutions dues aux excès de nitrates ou des résidus de pesticides peuvent exister (**Belguaqua, 2002**).

I.1.1.2. Eaux de surface

Les eaux de surface sont constituées par toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine les eaux de ruissellement ou les nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseau puis de rivière (**Hamed et al., 2012**). Ces eaux se rassemblent en cours d'eau caractérisés par une surface de contact eau-atmosphère, elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (étangs et lacs) ou artificielles (retenues et barrages) (**Guilbert, 2000**).

Les eaux de surface sont des ressources facilement accessibles, mais malheureusement, fragiles et vulnérables, qui doivent être protégées contre divers facteurs de pollution qui les menacent. Ces facteurs résultent, pour la plupart, de l'activité humaine et industrielle, mais aussi de processus naturels (eutrophisation) qui peuvent dégrader la qualité de l'eau (**Berne et al ; 1991**).

Les eaux de surface se classent en deux grandes catégories :

Eude bibliographique

➤ **Eaux lenticques**

Ce sont des eaux stagnantes piégées dans des dépressions du sol. Elles se distinguent les unes des autres selon leur taille et leur profondeur. On trouve ainsi des mares, des étangs et des lacs. Malgré leurs affluents et confluents, ces systèmes restent relativement fermés à la différence des eaux courantes (**Chauteau, 2004**).

➤ **Eaux lotiques**

Ces eaux forment des milieux ouverts. Les principales caractéristiques des cours d'eau (largeur, quantité d'eau, courant) permettent de distinguer les ruisseaux, des rivières et des fleuves (**Chauteau, 2004**).

Parmi les eaux lotiques on peut distinguer les oueds :

) **Oued**

C'est un cours d'eau temporaire dans les régions arides ou semi--arides. Son écoulement dépend des précipitations et il peut rester à sec pendant de très longues périodes (**Kassas, 1953**).

I.1.2. Pollution des eaux naturelles

La pollution des eaux est définie comme toute modification physique ou chimique de la qualité des eaux, qui a une influence négative sur les organismes vivants ou qui rend l'eau inadéquate aux usages souhaités. Donc on dit que l'eau est polluée, lorsque sa composition ou son état est directement ou indirectement modifiée par l'action de l'Homme (**Ezziane, 2007**).

Les eaux douces sont devenues le réceptacle de pollution multiple, de nature chimique, organique, radioactive, microbiologique et d'origines variées (urbaine, industrielle ou agricole) (**Leardy, 1986**).

I.1.2.1. Différentes origines de pollution

) **Origine industrielle**

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

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 (**Boeglin, 2001**).

Eude bibliographique

) Origine agricole

La pollution agricole est due à l'utilisation des engrais chimiques (azotés ou phosphorés) et des produits phytosanitaires destinés à protéger les cultures. Ces produits parfois toxiques lorsqu'ils sont utilisés en excès contaminent en période de pluie les eaux de surface et les eaux souterraines par infiltration (**Djabri, 1996**).

) Origine domestique

La pollution d'origine domestique provient des activités humaines de tous les jours (bains, excréments, préparation des aliments, lessive et vaisselle). À travers ces activités, l'homme rejette des polluants biologiques, urinaires et fécaux (**Radoux et al ; 1991**).

) Origine naturelle

Certaines substances naturellement présentes dans l'environnement entraînent parfois des problèmes de contamination de l'eau potable. Des composés inorganiques comme le baryum, l'arsenic, les fluorures, le mercure, le cadmium et les cyanures peuvent contaminer l'eau potable. L'eau souterraine est particulièrement vulnérable lorsqu'il y a présence de métaux dans les formations géologiques environnantes (**Djabri, 1996**).

I.1.2.2. Principaux polluants des eaux naturelles

➤ Polluants physiques

Les polluants physiques représentent les éléments solides entraînés par l'eau. Ils se subdivisent en plusieurs catégories selon leur nature et leur dimension (**Lounnas, 2009**).

) Éléments grossiers

Leur dimension est suffisamment grande pour être retenue par de simples grilles. Dans les eaux de surface, ces éléments sont en général des brindilles, des feuilles, des arbres (**Lounnas, 2009**).

➤ Polluants chimiques

Les polluants chimiques des eaux sont regroupés en deux catégories :

) Organiques (hydrocarbures, pesticides, détergents et phénols).

) Minérales (métaux lourds, cyanure, azote et phosphore) (**Mekhalif, 2009**).

Eude bibliographique

a. Polluants organiques

Les effluents sont chargés de matières organiques biodégradables, rejetés par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucrerie). Ils provoquent la consommation d'oxygène dissous de ces eaux, en entraînant la mort des poissons par asphyxie et le développement de fermentation anaérobie (putréfaction) génératrice de nuisances olfactives (**Mekhalif, 2009**).

Parmi les polluants organiques les plus importants, nous citerons :

) Hydrocarbures

La pollution par les hydrocarbures résulte de plusieurs activités liées à l'extraction du pétrole, à son transport et à l'utilisation de produits finis (carburants et lubrifiants), ainsi qu'aux rejets effectués par les navires (marées noires).

Les effets des hydrocarbures dans le milieu aquatique sont considérables. Ils dépendent largement de leur composition (**Galaf, 2003**).

b. Polluants minéraux

Les polluants minéraux les plus importants sont :

) Métaux lourds

Ce sont des éléments en traces qui comprennent principalement le mercure, le cadmium, le plomb, l'argent, le cuivre et le chrome.

Ces éléments, bien qu'ils puissent avoir une origine naturelle, proviennent essentiellement de la contamination des eaux par des rejets des activités industrielles diverses (**Keck et al ; 2000**).

) Matières azotées

Les activités industrielles peuvent être à l'origine de rejets plus ou moins riches en azote (élément nutritif) issu des fabrications d'engrais ou des industries chimiques et agroalimentaires.

L'azote existe sous deux formes: la forme réduite qui regroupe l'azote ammoniacal (NH_3 ou NH_4^+) ou la forme oxydée en ions nitrites (NO_2^-) et nitrates (NO_3^-). Ces derniers interviennent dans le phénomène de l'eutrophisation (**Mekhalif, 2009**).

Eude bibliographique

) **Matières phosphatées**

Le phosphore a pour origine les industries du traitement de surfaces, les laveries industrielles et les productions agroalimentaires ou d'engrais.

Comme l'azote, le phosphore est un élément nutritif, il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation, c'est-à-dire, la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques (**Rodier, 1996**).

c. Polluants microbiologiques

L'eau peut contenir des micro-organismes pathogènes (des virus, des bactéries, des parasites). Ils sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut avoir de l'eau (**Lounnas, 2009**).

Etude bibliographique

I.2. Caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des eaux de surface

I.2.1. Caractéristiques physiques

I.2.1.1. Température

La température de l'eau joue un rôle important dans la solubilité des sels et des gaz. Par ailleurs, une augmentation de température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques. L'activité métabolique des organismes aquatiques est accélérée lorsque la température de l'eau s'accroît. La valeur de ce paramètre est influencée par la température ambiante mais également par d'éventuels rejets d'eaux résiduelles chaudes. Des changements brusques de température de plus de 3°C s'avèrent souvent néfastes (**Devillers et al ; 2005**)

I.2.1.2. Potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau, c'est-à-dire, de la concentration en ions d'hydrogène (H⁺). Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons (**Devillers et al ; 2005**).

Ce paramètre est d'une grande importance dans l'activité biologique. Sa mesure s'effectue sur place par évaluation exacte à l'aide d'un pH mètre. Un pH acide ou basique est un signe direct de pollution (**Rodier et al ; 1986**).

I.2.1.3. Conductivité électrique

La conductivité électrique standard s'exprime généralement en millisiemens par mètre (mS/ m) à 20 °C. La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500 µS/cm. La connaissance du contenu en sels dissous est importante dans la mesure où chaque organisme aquatique a ses exigences propres en ce qui concerne ce paramètre. Les espèces aquatiques ne supportent pas généralement des variations importantes en sels dissous, ce qui peut être observé par exemple en cas de déversements des eaux usées (**Devillers et al ; 2005**).

Etude bibliographique

I.2.1.4. Matières en suspension (MES)

Les matières en suspension comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, ainsi que le plancton et d'autres micro-organismes de l'eau (**Devillers et al ; 2005**).

La quantité des matières en suspension varie notamment selon les saisons, le régime d'écoulement des eaux (**Devillers et al ; 2005**), la sédimentation et l'érosion (**Baxter, 1977**). Ces matières affectent la transparence de l'eau et diminuent la pénétration de la lumière et, par suite, la photosynthèse (**Devillers et al ; 2005**).

Les matières en suspension peuvent également gêner la respiration des poissons. Par ailleurs, les matières en suspension peuvent accumuler des quantités élevées de matières toxiques (métaux, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycyclique). Les matières en suspensions sont exprimées en mg/l (**Devillers et al ; 2005**).

I.2.2. Caractéristiques chimiques

I.2.2.1. Azote ammoniacal

Il est présent sous deux formes en solutions, l'ammoniaque (NH_3^+) et l'ammonium (NH_4^+) dont les proportions dépendent du pH et de la température. L'azote ammoniacal provient des excréments animaux et de la décomposition bactérienne des composés organiques azotés (**Aminot et Chaussepied, 1983**).

La valeur normale de l'azote ammoniacal fixée par le **JORA(2011)** est égale à 4 mg /l.

I.2.2.2. Nitrates

Les nitrates NO_3^- présents dans les eaux superficielles et souterraines résultent de la décomposition naturelle, par des microorganismes, de matières organiques azotées telles que les protéines végétales et les protéines ou les excréments des animaux. L'ion ammonium formé est oxydé en nitrates. La présence de nitrates dans l'environnement est une conséquence naturelle du cycle de l'azote (**Schuddeboom, 1993**).

Etude bibliographique

Selon l'OMS (2004), La valeur normale des nitrates dans l'eau de surface est 50 mg/l.

I.2.2.3. Nitrites

Les nitrites (NO_2^-) proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates (Boualem, 2009).

Selon l'OMS (2004), la valeur normale des nitrites dans les eaux de surface est 0.1ml/g.

I.2.2.4. Phosphates

Les ions phosphates contenus dans les eaux de surface peuvent être d'origine naturelle (décomposition de la matière organique et lessivage des minéraux), ou aussi résulter des rejets industriels (agroalimentaires), des rejets domestiques (poly-phosphate des détergents) et de l'utilisation des engrais et des pesticides (Tardat, 1992).

Les phosphates doivent être dégradés et hydrolysés par les bactéries en ortho phosphates pour devenir assimilables par d'autres organismes aquatiques (Devillers et al ; 2005).

La valeur normale des ortho phosphates fixée par le JORA(1993) est égale à 0.5mg /l.

I.2.2.5. Fer

Les eaux de surfaces peuvent contenir jusqu'à 0.5 mg/l de fer qui peut avoir pour origine les terrains traversées ou les pollutions industrielles. Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau. Le fer de l'eau ne présente certes aucun inconvénient du point de vue physiologique, mais à des teneurs très importantes, il influe sur la qualité organoleptique de l'eau (mauvais goût, couleur et saveur) (Rodier, 1996).

Etude bibliographique

I.2.2.6. Chlorures

L'eau contient presque toujours des chlorures mais en proportions très variables. La teneur en chlorures augmente généralement avec le degré de minéralisation d'une eau (**Tardat et Beaudry, 1984**). La présence des chlorures dans l'eau est liée principalement à la nature des terrains traversés. Ainsi elle peut être attribuée à des sources naturelles, aux eaux usées ou à des intrusions salines (**Maiga, 2005**).

La valeur maximale des chlorures dans les eaux superficielles fixée par (**JORA, 2011**) est égale à 600 mg/l.

I.2.2.7. Sulfates

Ils sont rencontrés sous forme de sulfates de magnésium ou sous forme de sulfate de calcium dans les eaux dures. A fortes concentrations, ils peuvent provoquer des troubles gastro-intestinaux (en particulier chez les enfants). Ils peuvent aussi conférer à l'eau un goût désagréable (**Paul, 1998**).

Selon **JORA (2011)**, la concentration normale des sulfates dans l'eau de surface est de 400 mg/l.

I.2.2.8. Calcium

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous formes de carbonates. C'est aussi un composant majeur de la dureté de l'eau (**Berne et al., 1991**).

Les eaux de bonne qualité renferment de 200 à 250 mg en CaCO₃/l. (**Berne et al., 1991**).

I.2.2.9. Magnésium

Le magnésium est un des éléments les plus répandus dans la nature, il peut être d'origine naturelle ou industrielle (**Gaujous, 1995**). Il constitue un élément significatif de la dureté de l'eau (**Rodier, 1996**).

La valeur normale du magnésium selon l'**OMS (2004)** est égale à 50 mg/l.

Etude bibliographique

I.2.2.10. Dureté

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau est une grandeur reliée à la somme des concentrations en cations métalliques (calcium, magnésium, aluminium, fer et strontium) présents dans l'eau. Les deux premiers cations (Ca^{2+} et Mg^{2+}) sont généralement les plus abondants.

Une eau à titre hydrotimétrie élevée est dite « dure ». Dans le cas contraire, il s'agit d'une eau douce (**Rodier, 1996**).

I.2.2.11. Potassium

La teneur en potassium dans les eaux naturelles est de l'ordre de 10 à 15 mg/l. A cette concentration, le potassium ne présente pas d'inconvénients pour la santé des individus. (**Rodier, 1996**).

Le potassium provient de l'altération des formations silicatées (gneiss, schiste), des argiles potassiques et de la dissolution des engrais chimiques (NPK) (**Debieche, 2002**).

I.2.2.12. Alcalinité

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement de la présence d'hydrogencarbonates, de carbonates et d'hydroxydes (**Rodier et al ; 2009**).

I.2.2.13. Oxygène dissous

Parmi les gaz dissous, l'oxygène est celui qui joue le rôle le plus important dans la qualité biotique des eaux. Indispensable à la respiration des organismes, il facilite la dégradation des matières organiques détritiques et l'accomplissement des cycles biochimiques.

L'oxygène présent dans les eaux est le résultat d'échanges entre l'atmosphère et la surface de l'eau ainsi que de l'activité photosynthétique (**Alizieu, 1989**).

Selon l'**OMS (2004)**, la valeur normale de l'oxygène dissous est de 5mg d' O_2 /l

Etude bibliographique

I.2.2.14. Demande biochimique en oxygène (DBO)

La demande biochimique en oxygène (DBO) représente la quantité d'oxygène utilisée par les bactéries pour décomposer partiellement ou pour oxyder totalement les matières biochimiques oxydables présentes dans l'eau et qui constituent leur source de carbone (**Devillers et al ; 2005**).

Selon **JORA (2011)**, la valeur normale de la DBO est 7 mg d'O₂/l.

I.2.2.15. Demande chimique en oxygène (DCO)

Elle regroupe la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation de l'ensemble des matières minérales et organiques biodégradables ou non, présentes dans un milieu. Donc les matières oxydables par les processus purement chimiques et celles oxydables par les processus biochimiques (**Bousseboua, 2005**).

La valeur préconisée de la DCO fixée par **JORA (2011)** est 30 mg d'O₂/l.

I.2.2.16. Rapport DBO /DCO

La différence entre la DCO et la DBO est due aux substances qui ne peuvent pas être décomposées biologiquement. Le rapport entre la DBO et la DCO constitue une mesure indicative de la dégradabilité biochimique des composés présents dans l'eau. Le rapport DCO/ DBO évolue d'environ 2,5 (eau résiduaire récemment déversée) à 10-20 après décomposition totale (eau bien minéralisée). Cependant, lorsque des composés toxiques sont présents, l'activité biologique est ralentie et, de ce fait, la quantité d'oxygène consommée après 5 jours est moindre. Ceci se traduit également par un rapport DCO/DBO élevé. La DBO et la DCO se mesurent en mg d'O₂ par litre (**Devillers et al ; 2005**).

I.2.2.17. Matières organiques

Les matières organiques susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborés sous l'influence des microorganismes. L'inconvénient des matières organiques est de favoriser l'apparition de mauvais goût qui peut augmenter après chloration. Une eau riche en matière organique doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique (**Berne et Jean, 1991**).

Etude bibliographique

Selon la classification de **Rodier (1996)** :

- Une eau est très pure pour des valeurs inférieures à 1mg/l.
- Une eau est dite potable pour des valeurs comprises entre 1 et 2mg/l.
- Une eau est suspecte pour des valeurs comprises entre 2 et 4mg/l.
- Une eau est mauvaise pour des valeurs supérieures à 4mg/l.

I.2.3. Caractéristiques bactériologiques

On trouve naturellement dans les eaux de surface une grande variété de microorganismes, dont certains peuvent notamment favoriser la décomposition de la matière organique et le recyclage des éléments nutritifs essentiels au maintien de l'équilibre aquatique et de la chaîne trophique (**Hébert et Légaré, 2000**).

Par contre, d'autres microorganismes proviennent des déjections d'origine animale et humaine et peuvent causer des maladies importantes chez les humains, dont des gastro-entérites et des infections cutanées. Des bactéries indicatrices présentes en grand nombre dans le tube digestif des animaux à sang chaud, comme les coliformes fécaux (coliformes thermotolérants) et *Escherichia coli* (*E. coli*), sont utilisés pour évaluer le niveau de contamination bactériologique des eaux (**Brouillet et Quellet, 2013**).

I.2.3.1. Coliformes totaux

Selon l'organisation internationale de standardisation, il s'agit de bacilles gram négatif, non sporulés, oxydase négative, aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36°C et 37°C.

Elles existent dans les matières fécales mais se développent également dans les milieux naturels (**Leyral et al ; 2002**).

La valeur normale des coliformes totaux fixée par l'OMS (2004) et le JORA(1992) est égale à 50000 UFC/100 ml.

Etude bibliographique

➤ Coliformes fécaux

Les coliformes fécaux présentent les mêmes caractéristiques que les coliformes totaux après incubation entre 44 et 45°C. *Escherichia coli* est l'espèce la plus fréquente de ce groupe qui comprend également des espèces des genres suivants : *Citrobacter*, *Yersinia*, *klebsiella*, et *Entérobacter* (Rodier, 1996). Les coliformes fécaux ne se trouvent que chez les animaux à sang chaud, ce qui fait d'eux un indicateur intéressant. Leur présence dans l'eau trahit donc nécessairement une contamination fécale ((Regnault, 1990).

La norme des eaux de surface pour les coliformes fécaux est fixée par l'OMS (2004) et le JORA (2011). Elle est de 20000 UFC/100 ml.

a. *Escherichia coli*

Escherichia coli est une bactérie qui se trouve couramment dans le tractus gastro-intestinal des humains et des animaux à sang chaud. En raison de sa prévalence élevée dans le tractus gastro-intestinal et dans les fèces, *E. coli* est un indicateur privilégié de la contamination fécale lors de l'évaluation de la qualité de l'eau. La plupart des *E. coli* sont des organismes commensaux inoffensifs lorsqu'ils sont contenus dans leur habitat naturel intestinal. Plusieurs souches d'*E. coli* sont des agents pathogènes gastro-intestinaux dangereux pour les humains, et certaines sont également pathogènes pour les jeunes animaux d'élevage (FAO, 2011).

I.2.3.2. Streptocoques fécaux

Ce sont les streptocoques du groupe D de la sérologie de LANCEFIELD. Ce sont des bactéries sphériques groupées en paires ou en chaînes, Gram positif, catalase négatif et anaérobies facultatives. Elles ne forment pas d'endospores et certaines espèces font preuve de mobilité. Leur propriété d'hydrolyser l'esculine en présence de bile caractérise la présence d'antigène D de LANCEFIELD (OMS, 2000).

Dans les eaux, ils sont témoins de contamination fécale car ils ont tous un habitat fécal (Bonney et al ; 2002).

Selon l'OMS (2004) et le JORA (1992) la norme des Streptocoques fécaux est de 10000 UFC/100 ml.

Etude bibliographique

I.2.3.3. Anaérobies sulfito-réducteurs

Ce sont des micro-organismes anaérobiques formant des spores, sulfito-réducteurs, appartenant à la famille des bacillacées et au genre *Clostridium*.

Les spores des micro-organismes anaérobies sulfito-réducteurs sont largement répandues dans l'environnement. Elles sont présentes dans les matières fécales humaines et animales ainsi que les eaux usées et le sol. A la différence des Coliformes, les spores survivent dans l'eau pendant longtemps, car elles sont plus résistantes à l'action des facteurs chimiques et physiques que les formes végétatives. Elles peuvent ainsi fournir des indications sur une pollution éloignée ou intermittente (ISO, 1986).

Selon l'OMS (2004) et le JORA (1992) le nombre des Anaérobies sulfito-réducteurs dans les eaux de surface doit être égale à 00 spores /20 ml.

I.2.3.4. Salmonelles

Les Salmonelles appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae*. Ce sont des bacilles à Gram négatif, aéro-anaérobies facultatives, avec un métabolisme oxydatif et fermentaire. Leur température optimale de croissance est entre 35 et 37 °C (Rodier et al ; 1984).

Le réservoir principal de *Salmonella* est le tractus gastro-intestinal des mammifères (porcs et bovins) et des oiseaux (volailles domestiques). Certaines souches peuvent également être isolées d'autres sources, telles que les animaux à sang froid (reptiles et tortues) et les animaux aquatiques (mollusques et poissons). Le réservoir animal constitue la principale source de danger. Les salmonelles présentes dans les matières fécales des animaux, peuvent contaminer les pâturages, les sols et l'eau et y survivre pendant plusieurs mois (PETER, 2010).

Les infections à *Salmonella* se manifestent par une gastro-entérite aiguë. Cette infection peut évoluer vers une forme septicémique ou localisée. Les infections à *Salmonella Typhi* (fièvre typhoïde) et à *S. Paratyphi A, B et C* (fièvres paratyphoïdes) sont des infections généralisées. Les fièvres paratyphoïdes sont généralement moins sévères que la fièvre typhoïde (Peter, 2010).

Etude bibliographique

Selon l'OMS (2004) et le JORA(2011) les Salmonelles doivent être absentes dans les eaux de surface.

I.2.3.5. Vibrion cholérique

Les vibrions cholériques sont des bâtonnets incurvés en virgule ou droits, mobiles et aérophiles, Gram- et oxydase(+). Ils sont des halotolérants et peuvent se développer en présence de chlorure de sodium (Delarras, 2003).

Certaines espèces de vibrions sont pathogènes pour l'Homme et d'autre pour la faune marine (poissons, crustacés et mollusques). Parmi ces espèces, on peut citer *V. cholerae 01 et 0139* responsables des pandémies de choléra (Moissec, 2002).

Selon l'OMS (2004) et le JORA(2011) les *Vibrions cholériques* doivent être absentes dans les eaux de surface.

Matériel et méthodes

II. Matériel et méthodes

Cette étude expérimentale réalisée sur une période de trois mois de Mai 2016 à Juillet 2016, à raison d'un prélèvement par 15 jours, a porté sur la caractérisation de la qualité physico-chimique et bactériologique des échantillons d'eau provenant de trois stations situées tout au long de Oued Cheliff traversant la Wilaya de Ain Defla.

Les analyses physico-chimiques et bactériologiques ont été effectuées au niveau des laboratoires de l'Algérienne Des Eaux de la wilaya de Tiaret.

II.1. Présentation de la zone d'étude

Le Cheliff (Figure 1) est un des plus importants fleuves de la région nord-ouest de l'Algérie. Sa longueur est de 733 km. Sa source est dans l'Atlas tellien et son embouchure est dans la mer méditerranée (Léon, 1898).

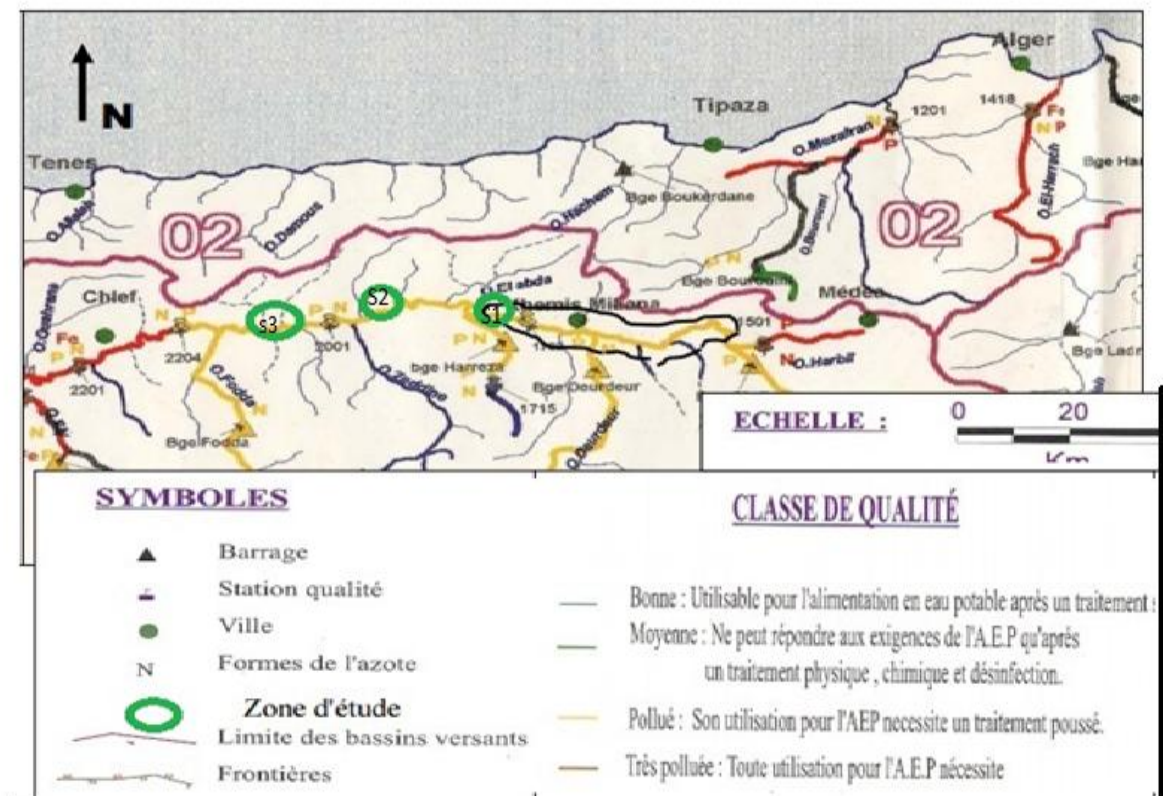


Figure 1: Situation géographique des stations de prélèvement sur oued Cheliff (ANRH, 2013)

Matériel et méthodes

II.1.1. Choix des stations de prélèvement

Le choix des stations de prélèvements a été effectué en fonction de la localisation et de l'accessibilité de ces derniers. En amont **S1** (Ain Defla), au milieu **S2** (Sidi Bouabida) et en aval **S3** (El Attaf) (Figure 2)

La première station a été choisie à cause des effluents urbains et les rejets de la station d'épuration des eaux usées de Ain Defla qui peuvent changer les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de l'eau. La deuxième station a été choisie par rapport au rapport d'eau du barrage d'Arib. Pour la troisième station, le choix est basé sur la présence des effluents de l'usine de conditionnement des œufs qui sont rejeté dans l'oued.



(a)



(b)



(c)

Figure 2: Stations de prélèvement d'Oued Cheliff, (a) station1, (b) station2, (c) station

Matériel et méthodes

II.2. Matériel

La préparation du matériel de terrain est une étape importante qui doit être bien planifiée. Le matériel doit inclure notamment un nombre suffisant de bouteilles stérilisées clairement identifiées, une glacière, un carnet pour prendre des notes sur le terrain et un thermomètre (Denis, 2013).

Le matériel utilisé au laboratoire (appareillage, verrerie, solutions, réactifs et milieux de culture) est mentionné en annexe I.

II.3. Méthodes

II.3.1. Méthodes d'échantillonnage

L'étape d'échantillonnage influence directement la qualité des résultats obtenus. Il faut s'assurer de la méthode du prélèvement, de la conservation et du transport adéquat des échantillons.

II.3.1.1. Prélèvement

Des prélèvements destinés aux analyses ont été effectués à partir des trois stations d'étude :

-) Dans des flacons en plastique, un volume de 1.5 litre est destiné aux analyses physico-chimiques.
-) Dans des flacons en verre stérilisé, un volume de 500 ml est destiné aux analyses bactériologiques.

Le prélèvement se fait en immergeant la bouteille, l'ouverture vers le bas jusqu'à 30 cm sous la surface de l'eau, puis en la remontant en exécutant un mouvement en « U ». Lorsque le prélèvement est effectué en eau peu profonde, il faut éviter les particules déposées en surface ainsi que celles qui proviennent des sédiments (Denis, 2013).

Les échantillons sont transportés dans une glacière car il est conseillé de garder les échantillons à une température de 4°C et cela pour ralentir l'activité bactérienne (Aminot et Chaussepied, 1983).

Matériel et méthodes

II.3.2. Analyses physiques

II.3.2.1. Température

La température a été mesurée au moment du prélèvement à l'aide d'un thermomètre.

II.3.2.2. Potentiel d'Hydrogène (pH)

Nous avons suivi le mode opératoire suivant:

-) L'appareil a été étalonné avant la mesure, avec des solutions tampons à pH=7, pH=4 et pH=9. Après avoir rincé l'électrode en verre avec de l'eau distillée.
-) Une quantité de 100 ml d'eau à analyser a été mise dans un bécher avec agitation, puis l'électrode a été trempée dans le bécher.
-) La valeur de pH a été notée après la stabilisation (**Rodier, 1996**).

II.3.2.3. Conductivité électrique

La détermination est directe à l'aide d'un instrument approprié à la mesure de la conductivité électrique des solutions aqueuses. Le mode opératoire est le suivant :

-) L'appareil a été étalonné par un produit d'étalonnage.
-) L'électrode a été rincée par l'eau distillée.
-) Un bécher est rempli avec une quantité d'eau suffisante pour l'immersion de l'électrode du conductimètre puis ce dernier est trempé dans le bécher.
-) La valeur de la conductivité est notée avec une unité de micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

(Norme ISO 7888 / NA749)

II.3.3. Analyses chimiques

II.3.3.1. Détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+)

Le principe consiste à la mesure spectrométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

Le mode opératoire est le suivant :

-) Une quantité de 4 ml du réactif coloré (I) est ajoutée à 40 ml d'eau à analyser.
-) Une quantité de 4 ml du réactif de dichloroisocyanurate de sodium (II) est rajoutée et ajusté à 50 ml avec l'eau distillée.
-) Après 1 h, l'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de NH_4^+ .
-) La lecture a été effectuée au spectrophotomètre à une longueur d'onde $\lambda = 655 \text{ nm}$.

Matériel et méthodes

Expression des résultats

Le résultat est exprimé en mg/l.

(ISO N°7150)

II.3.3.2. Dosage des nitrates (NO_3^-) par la méthode de salicylate de sodium

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosouylate de sodium coloré en jaune et susceptible à un dosage colorimétrique.

Les étapes du mode opératoire sont :

-) Deux à trois gouttes de NaOH à 30% sont ajoutées à 10 ml de l'échantillon à analyser.
-) Une quantité de 1 ml de salicylate de sodium à 0.5 % a été rajoutée.
-) Le mélange a été évaporé à sec au bain marie ou à l'étuve 75-88 ° C et laissé refroidir.
-) Le résidu est repris avec l'ajout de 2 ml d'acide sulfurique H_2SO_4 tout en laissant reposer 10 min.
-) Une quantité de 15 ml d'eau distillée est ajoutée puis une quantité de 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium a été rajoutée.
-) La lecture est effectuée au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 415 nm.

Expression des résultats

Le résultat est exprimé en mg/l.

(NF T90-012)

II.3.3.3. Dosage des nitrites (NO_2^-) par la méthode colorimétrique

Les nitrites réagissent avec le sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui après copulation avec le N1 Naphthyl Éthylène Diamine Dichloride donne naissance à une coloration rose dont l'absorbance est mesurée à 543 nm.

Le mode opératoire est le suivant :

-) Préparation du réactif mixte constitué par :
 - Sulfanilamide40 g.
 - Acide phosphorique100 ml.
 - N-1- Naphthyl éthylène diamine2 g.
 - H_2O distilléeq.s.p 1000 ml.
-) Prise de 50 ml d'eau à analyser.

Matériel et méthodes

-) Ajout de 1 ml de réactif mixte sur l'eau avec une faible agitation.
-) Un repos de 10 min.
-) L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO₂.
-) La lecture a été effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 543 nm.

Expression des résultats

Le résultat est exprimé en mg/l.

(ISO 5667)

II.3.3.4. Détermination des chlorures (Cl⁻)

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.



Les réactifs utilisés dans ce dosage sont:

-) Solution de nitrate d'argent à 0,01 N.
-) Solution de chlorures à 71 mg/l.
-) Indicateur coloré K₂CrO₄ à 10 %.

Expression des résultats

$$[\text{Cl}^-] \text{ en mg/l} = \frac{V_{\text{AgNO}_3} \times N_{\text{AgNO}_3} \times M_{\text{Cl}^-}}{\text{PE}} \times 1000$$

$$[\text{Cl}^-] \text{ en mg /l} = V_{\text{AgNO}_3} \times 71 \times F$$

V_{AgNO₃} : Volume d'AgNO₃ nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

N_{AgNO₃} : Normalité d'Ag NO₃.

M_{Cl⁻} : Masse molaire des chlorures.

Matériel et méthodes

F : Facteur de correction du titre d'AgNO₃.

PE : la prise d'essai. Volume de l'eau à analyser

Pour calculer le Facteur de correction du titre d'AgNO₃, il faut:

- Prendre 5 ml de la solution mère à 71 mg/l.
- Ajouter 2 gouttes de l'indicateur coloré.
- Doser par AgNO₃ à 0.01 N j'usqu'au virage (couleur brune rougeâtre).

$$F = \frac{1}{V_{\text{AgNO}_3}}$$

(NF T90-014)

II.3.3.5. Détermination de la dureté totale (titre hydrométrique TH)

La dureté totale détermine la concentration du calcium et du magnésium dissous. Le titrage molaire des ions calcium et magnésium se fait avec une solution aqueuse de l'EDTA (éthylène-diamine-tetra-acétique) à pH 10. L'indicateur utilisé est le noir ériochrome qui donne une couleur rose en présence des ions calcium et magnésium. Lors du titrage avec l'EDTA la solution vire au bleu et s'exprime par le TH ou la dureté. Nous avons procédé selon les étapes suivantes :

-) Une quantité de 4 ml de la solution tampon pH 10 est ajoutée à 50 ml d'eau à analyser.
-) Une pincée d'indicateur coloré noir ériochrome est ajoutée au mélange.
-) Le mélange a été titré immédiatement avec la solution d'EDTA et le virage est atteint lorsque la couleur devient nettement bleue.

Expression des résultats

La concentration totale en calcium et magnésium, exprimée en milliéquivalents par litre, est calculée par l'équation suivante :

$$\text{Dureté totale} = \frac{1000 \times V_1 \times C}{V_2}$$

Matériel et méthodes

V_1 : Volume en ml de la solution d'EDTA.

C : Concentration en milliéquivalents par litre de la solution d'EDTA.

V_2 : Volume d'échantillon dosé en millilitre.

(Rodier et al ; 2009)

II.3.3.6. Détermination de l'oxygène dissous par la méthode de Winkler

Selon la méthode de WINKLER, on détermine la quantité d'oxygène dissous dans l'eau à l'aide de la réaction de précipitation de l'hydroxyde de manganèse qui absorbe entièrement l'oxygène qui se trouve dans l'eau pour former de l'hydroxyde manganique.

Cette substance sous l'action de l'acide chlorhydrique donne du chlorure manganique qui libère l'iode « I_2 » et l'iodure de potassium KI (Hakmi, 2006).

La détermination de l'oxygène dissous se fait selon le mode opératoire suivant :

-) Remplir complètement d'eau un flacon de 126 ml muni d'un bouchon rodé.
-) Laisser l'eau s'écouler pendant un certain temps en la faisant arriver au fond du flacon par un tube en verre.
-) Introduire tout près du fond du flacon avec une pipette à deux traits 1ml du mélange (NaOH + KI) puis de la même façon 1 ml de $MnCl_2$.
-) Boucher soigneusement le flacon sans faire entrer des bulles d'air, en humectant au préalable le bouchon.
-) Retourner plusieurs fois le flacon et laisser déposer le précipité d'hydroxyde de manganèse.
-) Lorsque la partie supérieure du liquide se clarifie complètement, déboucher et à l'aide d'une pipette de 5 ml effiler et bien humecter d'eau.
-) Couler 2,5 ml d'acide chlorhydrique.
-) Refermer le flacon et agiter jusqu'à dissolution totale du précipité.
-) Transvaser le contenu du flacon dans un erlenmeyer et ajouter quelques gouttes de I_2 solution d'amidon.
-) Titrer par la solution de thiosulfate de sodium (0,01N) jusqu'à décoloration totale.

Expression des résultats

$$XO_2 = (V * n * 8000) / V_0$$

Matériel et méthodes

V_0 : Volume de la prise d'essai.

XO_2 : Teneur de la prise d'essai en oxygène dissous exprimée en mg/l.

V : Volume en ml de la solution de thiosulfate de sodium utilisée.

(Rodier *et al* ; 2009)

II.3.4. Analyses microbiologiques

L'objectif de ce type d'analyse n'est pas de faire un inventaire de toutes les espèces présentes dans les eaux mais le but est de :

-) Rechercher et dénombrer les bactéries indicatrices de contamination fécale.
-) Apprécier la qualité bactériologique des eaux.

II.3.4.1. Choix de dilution (dilutions décimales)

Le choix du degré de dilution est basé essentiellement sur la charge microbienne de l'eau à analyser. A l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile, nous avons pris 1 ml de l'échantillon d'eau à analyser puis nous l'avons introduit aseptiquement dans un flacon puis nous avons complété à 10 ml par l'eau distillée stérile. Le flacon est fermé et agité, cette dilution est alors de 1 /10 ou 10^{-1} . De la même façon, nous avons pris par la suite 1 ml et nous l'avons transféré dans un deuxième flacon afin d'obtenir une dilution de 10^{-2} . Ces étapes sont répétées jusqu'à obtention de la dilution adéquate.

A. Recherche et dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale

II.3.4.2. Recherche et dénombrement des coliformes par filtration sur membrane

Nous avons procédé selon les étapes suivantes :

-) La surface supérieure de la rampe de filtration et la plaque poreuse, ont été stérilisées puis refroidies.
-) Une membrane de porosité de 0.45 μm est posée sur la plaque poreuse de la rampe de filtration à l'aide d'une pince stérile.
-) Le flacon d'eau à analyser (100ml) est agité soigneusement puis versé stérilement.
-) Le robinet de la rampe est ouvert pour laisser l'eau s'écouler.

Matériel et méthodes

-) Dès que la quantité d'eau est filtrée, la membrane est prélevée et déposée sur le milieu Gélose Tergitol, avec une pince stérile, en prêtant attention à ne pas piéger des bulles d'air.
-) L'incubation est à :
 - 37°C pendant 48 heures pour les boîtes de pétri qui serviront à la recherche des coliformes totaux.
-) Des colonies jaunes ou jaunes orangées peuvent être observées.

a- Test confirmatif pour la recherche des coliformes totaux

-) Le test de confirmation se fait par repiquage des colonies jaunes ou jaunes orangées sur milieu TSI (triple sugar iron) à l'aide d'une pipette Pasteur stérile à la fois en stries à la surface de l'agar et par piqûre centrale sur toute la profondeur du tube, ensuite incuber les tubes à 37°C pendant 24 heures.
-) Le changement de couleur du milieu vers le jaune et le dégagement de gaz indique la présence des coliformes totaux.
-) L'incubation se fait à 44°C pendant 24 heures pour les boîtes qui serviront à la recherche des coliformes fécaux.

b- Test confirmatif pour la recherche des coliformes fécaux

-) A partir du milieu TSI, un repiquage vers le milieu Schubert se fait puis l'incubation s'effectue à 44°C pendant 24 heures.
-) Un trouble et un dégagement de gaz jusqu'au 1/10 de la cloche de Durham et l'apparition d'un anneau rouge après l'addition de quelques gouttes du réactifs Kovacs sur la surface du milieu indique la présence des coliformes fécaux et plus spécialement *Escherichia coli*.
-) Le résultat est donné en nombre de germes par 100 ml.

II.3.4.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

-) La technique de filtration est la même que celle précédemment décrite. Seulement le milieu utilisé dans ce cas-là est le milieu Slanetz.
-) les milieux ont été incubés à 37°C pendant 48h.
-) Des colonies roses à marrons avec un diamètre de 0.5 à 2 mm peuvent être observées.

Matériel et méthodes

a- Test confirmatif

-) Un repiquage des colonies est effectué sur milieu BEA et l'incubation est réalisée à 44°C pendant 24 heures.
-) La présence des colonies noires indique la présence des Streptocoques.
-) Le résultat est donné en nombre de germes par 100 ml.

(Norme ISO 9308-1)

Résultats et discussion

III. Résultats et discussion

III.1. Résultats des analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques réalisées sur les eaux d'Oued Cheliff sont consignés dans le tableau 02 en annexe II. Ces résultats sont comparés aux normes **JORA** et aux normes de l'**OMS**.

II.1.1. Paramètres physiques

III .1.1.1. Température

Les températures relevées dans les stations d'étude sont très voisines et varient selon un rythme saisonnier, avec des valeurs comprises entre 24°C et 28°C et une moyenne de 26.33°C \pm 1.86 °C dans la station 1. La température oscille entre 22°C et 27°C avec une moyenne de 25.83°C \pm 2.31°C pour la station 2 et dans la station 3 les valeurs sont comprises entre 23°C et 28°C avec une moyenne de 26.33°C \pm 2.25°C. Ainsi, il faut noter que les températures augmentent au cours des trois mois d'échantillonnage (Figure 3).

Les valeurs de la température mesurées dans les eaux de l'oued Cheliff sont acceptables car elles restent en dessous de la norme fixée par l'**OMS (2004)** qui est de 30°C.

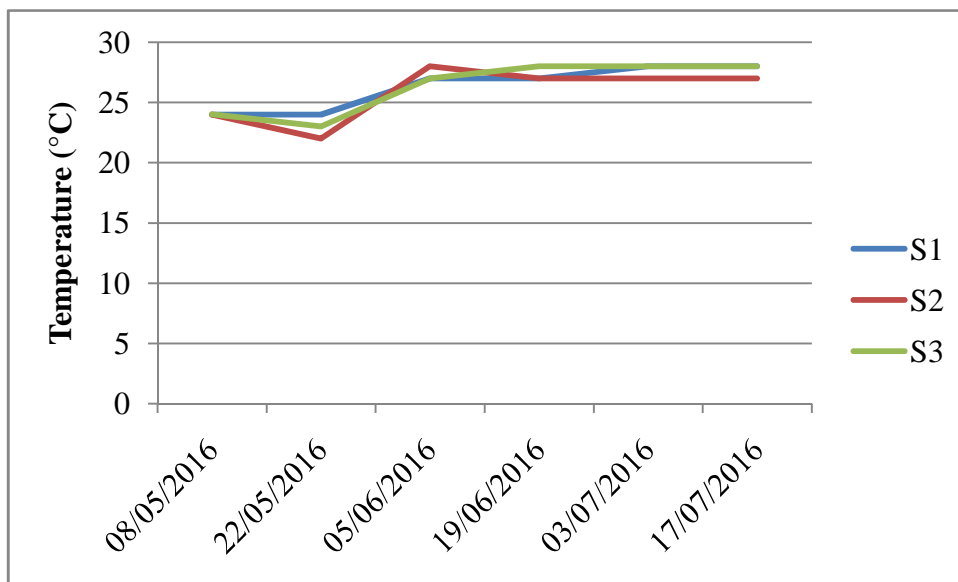


Figure 3 : Variation semi-mensuelle de la température

Résultats et discussion

Selon **RODIER et al., (1984)** Cette augmentation est influencée par les conditions environnementales liées à la situation géographique de la localité, la géologie des terrains traversés, l'hydrologie de l'écosystème et surtout le climat régnant.

L'élévation de la température s'accompagne toujours d'une modification des propriétés de l'eau, car elle agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels dissous, le pH, de même que sur les réactions chimiques et biochimiques ainsi que sur le développement et la croissance des organismes vivant dans l'eau et particulièrement les microorganismes (**Who, 1987**).

III.1.1.2. Potentiel d'Hydrogène

Ce paramètre mesure la concentration des protons H^+ contenus dans l'eau, et donc l'acidité ou l'alcalinité de l'eau sur une échelle logarithmique de 0 à 14. Il influence la plupart des mécanismes chimiques et biologiques dans les eaux.

Habituellement, les valeurs du pH se situent entre 6 et 8,5 dans les eaux naturelles (**Chapman et al ; 1996**). D'après la figure 4, les valeurs du pH des eaux de oued Cheliff montrent des variations notables, avec un minimum de 6.00 à la station S1 et un maximum de 7,31 à la station S2. Nous avons aussi observé une faible diminution dans toutes les stations au cours du temps. Mais, ces valeurs restent toujours conformes à la norme algérienne préconisée par le **JORA (2011)** qui est 6.5 pH 9.

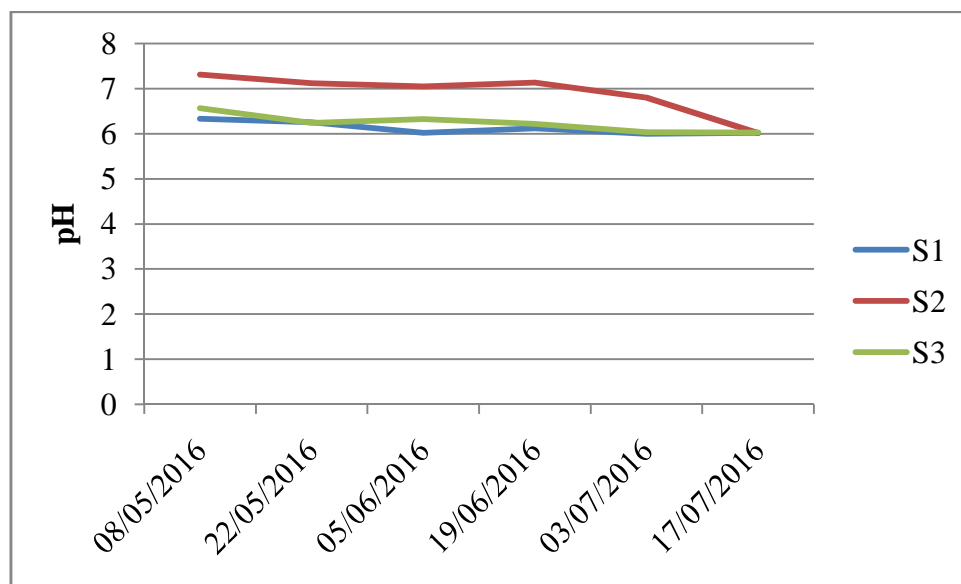


Figure 4 : Variation semi-mensuelles du pH

Résultats et discussion

La diminution du pH peut résulter de l'activité bactérienne et de la décomposition de la matière organique (Neal *et al* ; 2000).

III.1.1.3. Conductivité électrique

Les eaux dans notre zone d'étude ont une conductivité qui varie selon les stations. Les valeurs sont comprises entre 1146 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 1149 $\mu\text{S}/\text{cm}$ avec une moyenne de 1147.33 $\mu\text{S}/\text{cm} \pm 0.88 \mu\text{S}/\text{cm}$ pour les eaux de la station 1. Concernant la station 2, les valeurs sont comprises entre 1210.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 1324 $\mu\text{S}/\text{cm}$ avec une moyenne de 1258.35 $\mu\text{S}/\text{cm} \pm 43.1 \mu\text{S}/\text{cm}$. Les eaux échantillonnées dans la station 3, présentent des valeurs comprises entre 1146.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 1148 $\mu\text{S}/\text{cm}$ avec une moyenne de 1147.23 $\mu\text{S}/\text{cm} \pm 0.56 \mu\text{S}/\text{cm}$ (Figure 5).

Ces valeurs restent en dessous de la norme fixée par le **JORA (2011)** qui est de 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

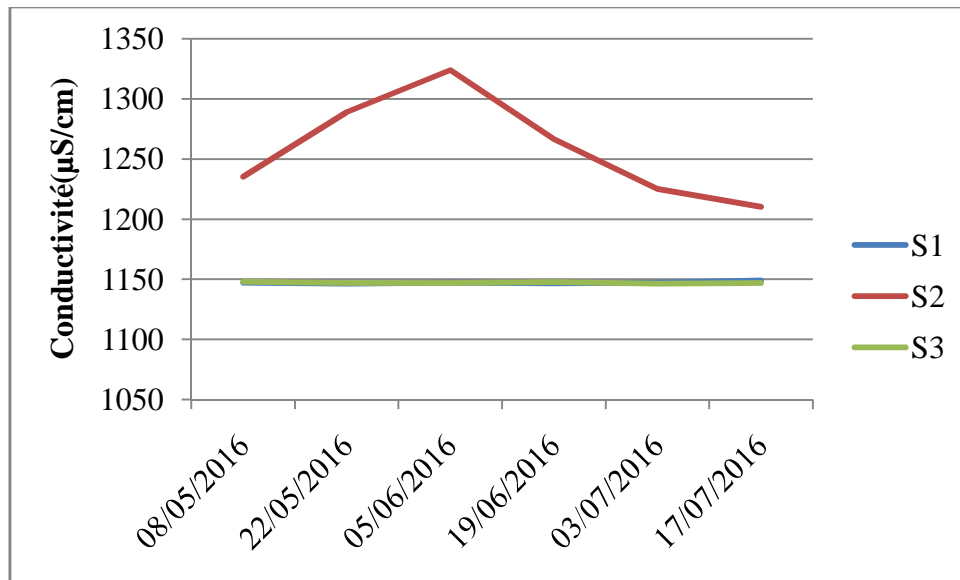


Figure 5 : Variation semi-mensuelle de la conductivité électrique

La conductivité électrique sert à apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau (Rodier *et al* ; 1984) et du moment que les valeurs de la conductivité électrique sont toujours supérieures à 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, les eaux d'Oued Cheliff sont considérées comme fortement minéralisées.

Ces valeurs importantes semblent être la conséquence des apports de l'oued surtout au niveau de la station S2 d'une part et d'autre part elles peuvent être le résultat du lessivage du sol car cet oued traverse des terrains agricoles qui comportent des quantités considérables d'engrais.

Résultats et discussion

L'influence de la température de l'eau est également importante lorsque cette dernière augmente (Rejsek ;2002).

III.1.2. Paramètres chimiques

III.1.2.1. Azote ammoniacal

L'azote ammoniacal constitue un des maillons du cycle complexe de l'azote dans son état primitif. C'est un gaz soluble dans l'eau (Chapman *et al* ; 1996).

Les teneurs de l'azote ammoniacal enregistrées pendant la saison sèche sont plus importantes que celles trouvées pendant la saison des pluies. Elles varient entre 3.2 mg/l et 7.8 mg /l avec une moyenne de $6.11 \text{ mg/l} \pm 1.94 \text{ mg/l}$ pour la station 1 et entre 0.8 mg/l et 4.8 mg/l avec une moyenne de $3.33 \text{ mg/l} \pm 1.68 \text{ mg/l}$ pour la station 2. Concernant la station 3, les valeurs sont comprises entre 2.3 mg/l et 6.2 mg/l avec une moyenne de $4.41 \text{ mg/l} \pm 1.46 \text{ mg/l}$ (Figure 6).

Les résultats obtenus sont supérieures à la norme fixée par le JORA (2011) qui est de 4 mg/l.

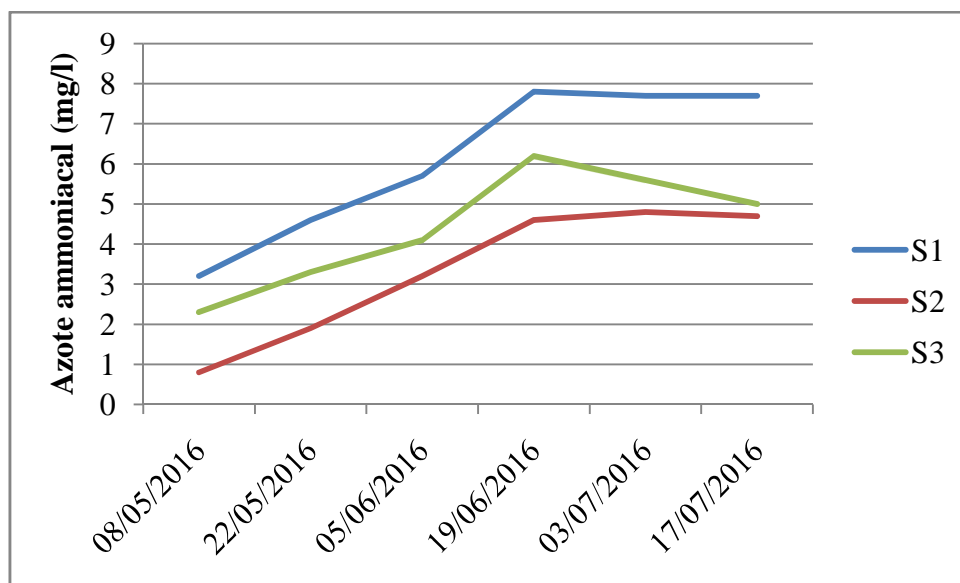


Figure 6 : Variation semi-mensuelle de l'azote ammoniacal

Les valeurs importantes d'ammonium enregistrées à oued Cheliff (7.7 mg/l) sont probablement dues aux effluents de la station d'épuration des eaux usées de Ain Defla ainsi que l'usine de conditionnement des œufs au niveau de la station 1 et aux apports d'eau qui traverse les terres agricoles (Activités d'agricultures et d'élevage) au niveau de la station 3.

Résultats et discussion

Cependant, les valeurs de l'ammonium enregistrées au niveau de la station 2 sont plus faibles à cause du flux d'eau douce du barrage Arib.

Selon **CHAPMAN et al ; (1996)**, les ions ammonium résulte de la réduction finale des substances organiques azotées et de la matière inorganique dans les eaux et les sols. Il provient également de l'excrétion des organismes vivants et de la réduction et la biodégradation des déchets, sans négliger les apports d'origine domestique, industrielle et agricole. Dans les eaux superficielles, il provient aussi des échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère.

Ces teneurs très élevés par rapport aux normes, laissent prédire que cet augmentation constitue un risque de pollution pour les eaux étudiée.

III.1.2.2. Nitrates

Les nitrates résultent de l'oxydation des nitrites par des bactéries (nitrobacter) lors de la réaction de nitratisation (**Aminot et Chausse-pied, 1983**). Les eaux de l'oued Cheliff présentent des teneurs faibles en nitrates dans les trois stations, avec un minimum de 1.2 mg/l dans la station 2 et un maximum de 3.5 mg/l dans la station1 (Figure 7).

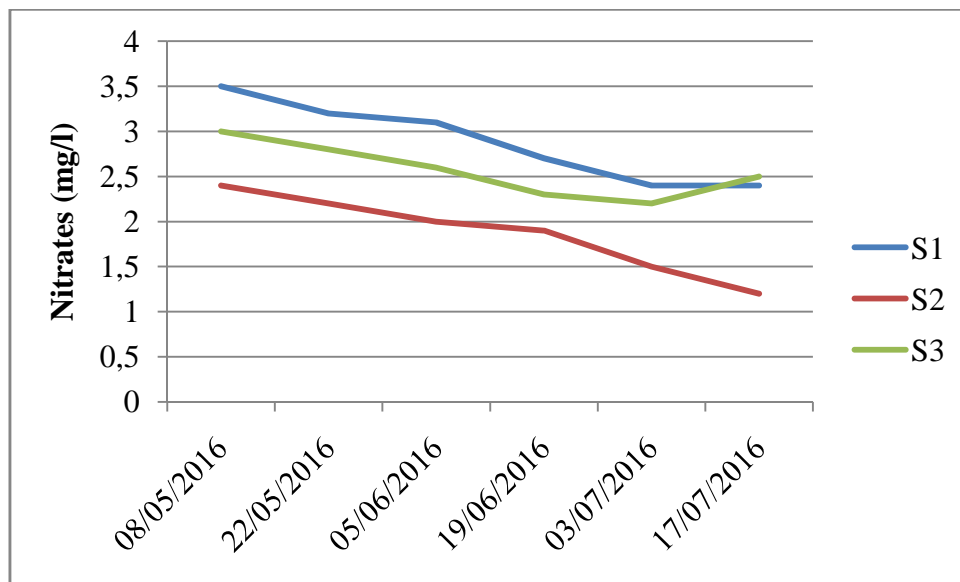


Figure 7 : Variation semi-mensuelle des nitrates

Les teneurs en nitrates enregistrées sont inférieures à la teneur préconisée (50 mg/l) par l'**OMS (2004)** et le **JORA (2011)**.

Résultats et discussion

Selon GAUDREAU et MERCIER (1998), les ions nitrates proviennent du lessivage des sols et des rejets des eaux usées particulièrement au début du crue de la rivière par temps de pluie. Par temps sec, l'augmentation progressive des nitrates est attribuée uniquement à la présence des rejets des eaux domestiques et industrielles tout au long de la rivière.

III.1.2.3. Nitrites

Les valeurs des nitrites sont très variables. Nous avons enregistré des teneurs élevées pour la station 1 et la station 3 et des teneurs moyennes pour la station 2.

Pour la station 1, elles varient entre un minimum de 1 mg/l et maximum de 2.3 mg/l avec une moyenne de $1.69 \text{ mg/l} \pm 0.54 \text{ mg/l}$. Dans la station 2, les valeurs oscillent entre 0.33 mg/l et 1.2 mg/l avec une moyenne $0.62 \text{ mg/l} \pm 0.37 \text{ mg/l}$. concernant la station 3, les valeurs varient de 1 mg/l à 2.6 mg/l avec une moyenne de $1.75 \text{ mg/l} \pm 0.6 \text{ mg/l}$ (Figure 8).

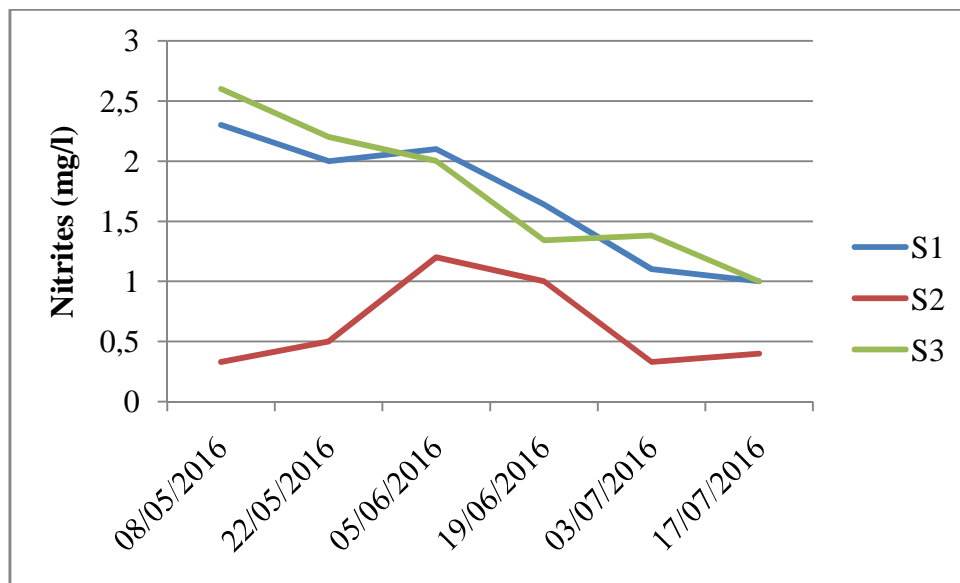


Figure 8 : Variation semi-mensuelle des nitrites

Les valeurs de nitrites sont supérieures à la norme fixée par l'OMS (2004) qui est de 0.1 mg/l.

Les teneurs les plus faibles de nitrites ont été enregistrées au niveau de la S2. Cela est probablement dû à la dilution des eaux d'oued Cheliff par les apports d'eau du barrage Arib qui est utilisé comme source d'eau potable pour la consommation Humaine.

Résultats et discussion

Selon **RODIER et al ; (2009)**, une eau qui renferme des nitrites est considérée comme suspecte car il lui est souvent associé une détérioration de la qualité microbiologique. Cependant les eaux en contact avec certains terrains peuvent contenir des nitrites indépendamment de toute souillure (**Cebon, 2004**).

III.1.2.4. Chlore

Les variations des teneurs en chlorure sont liées principalement à la nature des terrains traversés. Ainsi, les eaux courantes exemptes de pollution ont une teneur généralement inférieure à 25 mg/L, mais dans certaines régions, la traversée de marnes salifères peut conduire à des teneurs exceptionnelles de 1 000 mg/l. Pour l'usage agricole, les teneurs élevées en chlorures peuvent limiter certaines cultures (**Rodier, 2005**).

Généralement les teneurs en chlorure des eaux de la région étudiée varient entre 313,3 mg/l et 319.6 mg/l avec une moyenne de $317.46 \text{ mg/l} \pm 2.53 \text{ mg/l}$ dans la station 1, pour la station 2, les valeurs varient entre 405 mg/l et 426.8 mg/l avec une moyenne de $414.95 \text{ mg/l} \pm 10.14 \text{ mg/l}$. Concernent les valeurs enregistrées dans la station 3, elles oscillent entre 312.4 mg/l et 318.1 mg/l avec une moyenne de 316.26 ± 2.09 (Figure 9). Ces valeurs restent inférieures à la norme fixée par le **JORA (2011)** qui est de 600mg/l.

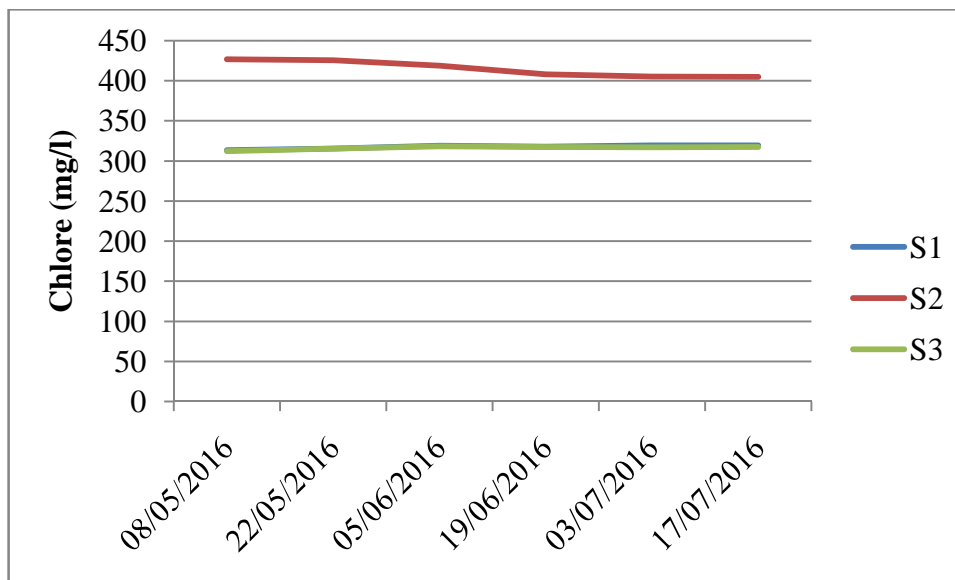


Figure 9 : Variation semi-mensuelle du chlore

Ces faibles teneurs de chlorure sont probablement liées à la nature des terrains traversés et à la qualité des apports d'eau du barrage Arib.

Résultats et discussion

II.1.2.5. Dureté totale

La dureté d'une eau traduit sa teneur globale en ions calcium (Ca⁺) et magnésium (Mg⁺⁺). Elle est exprimée en degrés hydrotimétriques (**Gomella, 2015**).

Comme il est indiqué dans la Figure 10, la dureté varie entre 98mg/l (observé au mois de Mai au niveau de la station S2) et 148 mg/l (observé au mois de Juillet au niveau de la station S3).

Les eaux de l'oued Cheliff dans la région d'Ain Defla sont caractérisées par une dureté totale qui augmente généralement après chaque échantillonnage, notamment au niveau de S1 et S3.

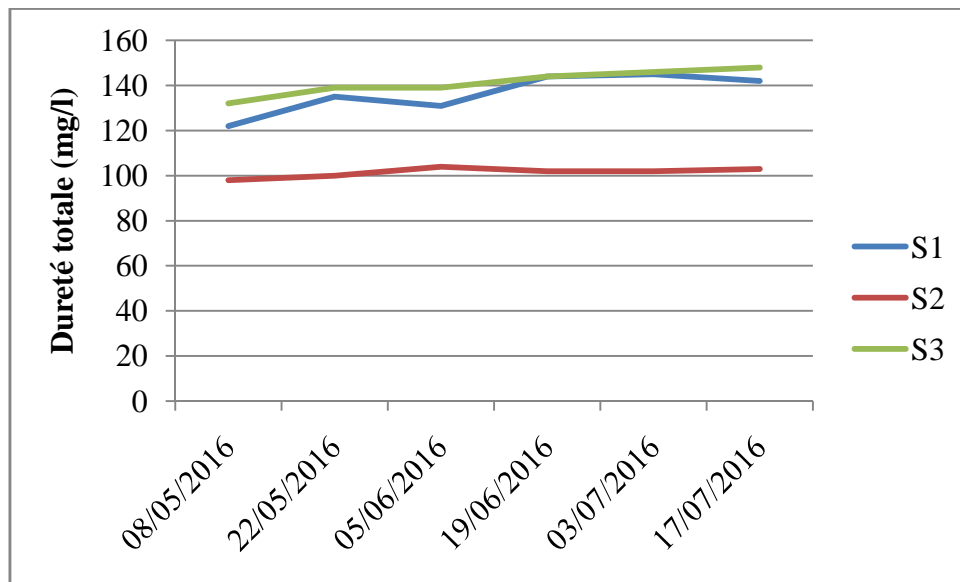


Figure 10 : Variation semi-mensuelle de dureté totale

Dans les eaux étudiées, ce paramètre présente une grande variation qui serait liée à la nature du sol agricole traversé et en particulier à sa contenance en magnésium et en calcium.

III.1.2.6. Oxygène dissous

L'oxygène présent dans l'eau est le résultat des échanges entre l'atmosphère et la surface de l'eau ainsi que l'activité photosynthétique (**Alzieu, 1989**).

La teneur de l'oxygène dissous des eaux de l'oued Cheliff varie entre 3.7 mg d'O₂/l et 4.7 mg d'O₂/l avec une moyenne de 4.43 mg d'O₂/l ± 0.36 mg d'O₂/l dans la station 1. Elle fluctue entre 2.6 mg d'O₂/l et 5.2 mg d'O₂/l avec une moyenne de 3.3 mg d'O₂/l ± 0.96 mg

Résultats et discussion

d'O₂/l dans la station 2. Pour la station 3, les valeurs varient entre 3.6 mg d'O₂/l et 3.9 mg d'O₂/l ± 0.09 mg d'O₂/l (Figure 11).

Les valeurs de l'oxygène dissous des trois stations sont généralement inférieures à la norme fixée par l'OMS (2004) qui est 5 mg d'O₂/l.

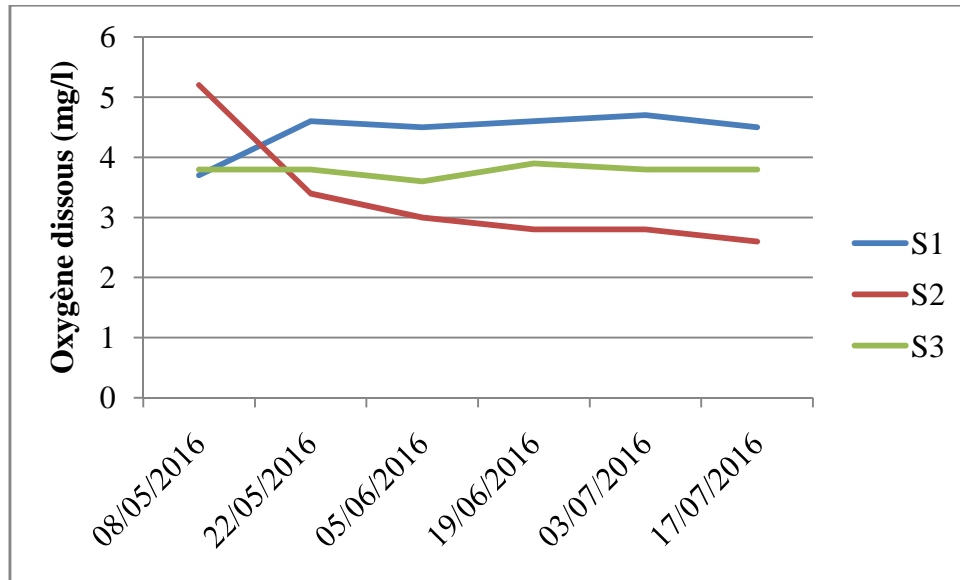


Figure 11 : Variation semi-mensuelle d'oxygène dissous

La teneur en oxygène dissous peut subir des variations importantes. Elle dépend de la température et de la salinité de l'eau, de la pression et de la température de l'air (**Burns et Sliot, 1986**).

Résultats et discussion

III.2. Résultats des analyses bactériologiques

III.2.1. Coliformes totaux(CT)

Les coliformes totaux constituent un groupe hétérogène de bactéries d'origine fécale et environnementale. D'après la figure 12, les eaux de l'oued Cheliff sont caractérisées par la présence d'un nombre de coliformes totaux compris entre 2150 et 2280 UFC/100 ml avec une moyenne de 2228.33 ± 79.85 UFC/100 ml dans la station 1 et entre 1180 et 2270 UFC/100 ml avec une moyenne de 1851 ± 521.51 UFC/100 ml dans la station 2. Dans la station 3, leur nombre est compris entre 2050 et 2260 UFC/100 ml avec une moyenne de 2213.33 ± 81.15 UFC/100 ml.

Ces teneurs restent toujours inférieures à la norme fixée par l'OMS (2004) et le JORA (1992) qui est < 50000 UFC/100 ml.

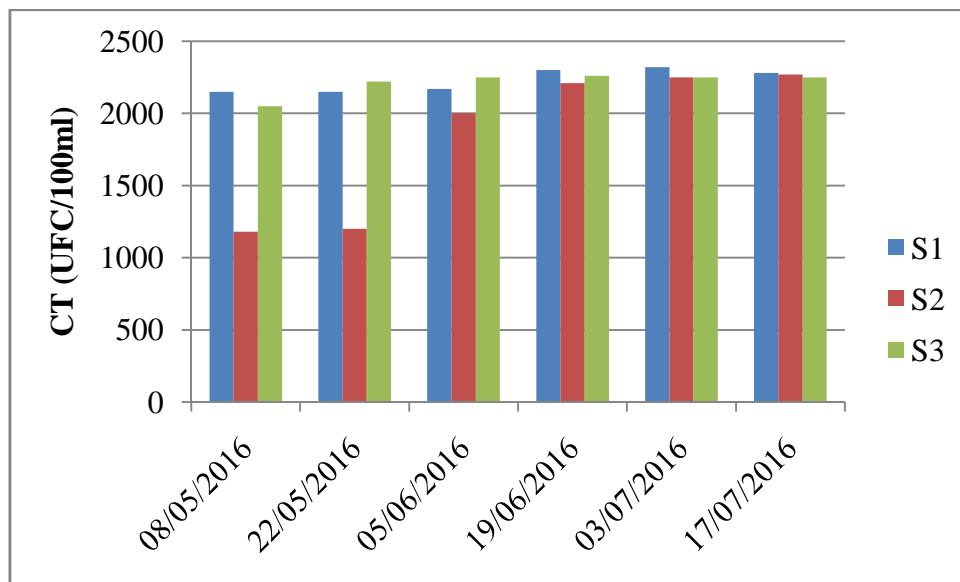


Figure 12 : Variation semi-mensuelle des coliformes totaux

Le nombre des coliformes totaux augmente en période sèche. Cela peut être dû à la présence des matières organiques et l'élévation de la température qui accélère la multiplication et le développement des bactéries. Par contre, leur présence est faible au cours de la période froide et cette diminution est du possiblement à la dilution des eaux par l'apport des eaux pluviales.

Les coliformes totaux sont moins présents au niveau de la S2 par rapport à la S1 et la S3. Ceci est toujours attribué au facteur de dilution par les eaux douces du barrage Arrib estimés de bonne qualité.

Résultats et discussion

III.2.2. Coliformes fécaux

Le nombre de coliformes fécaux des eaux de l'oued Cheliff oscille entre 2000 et 2460 UFC/100 ml avec une moyenne de $2243,33 \pm 208$ UFC/100 ml dans la station 1 et entre 1500 et 2850 UFC/100 ml avec une moyenne $2241,66 \pm 553,54$ UFC/100 ml dans la station 2 .dans la station 3, leur nombre est compris entre 1700 et 2270 UFC/100 ml avec une moyenne de $2081,66 \pm 260,03$ UFC/100 ml (Figure 13).

Ces valeurs restent conformes aux normes des eaux de surface fixées par l'OMS (2004) et le JORA (1992) qui est < 20000 UFC/100 ml.

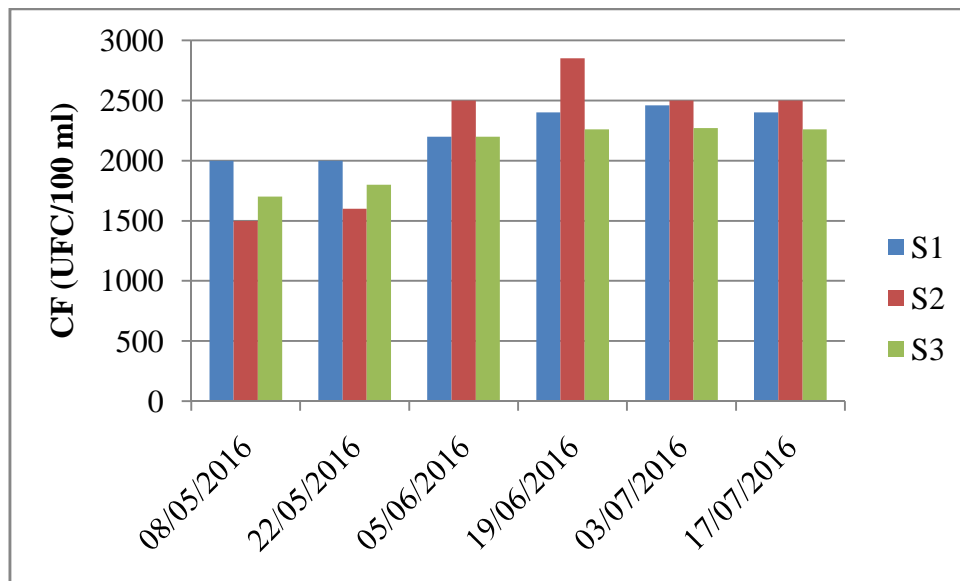


Figure 13 : Variation semi-mensuelle des coliformes fécaux

La présence de ces germes indicateurs de contamination fécale est due d'une part aux déjections d'origine animale ou humaine et la présence des mammifères (mouton, chiens etc....) et d'autre part aux rejets d'eaux usées domestiques non traitées dans l'oued.

Selon l'OMS (1997), les coliformes fécaux sont des indicateurs de contamination fécale des eaux. On les retrouve dans les eaux d'égouts ainsi que dans toutes les eaux naturelles et les sols ayant subi une contamination fécale récente.

Résultats et discussion

III.2.3. Streptocoques Fécaux

Selon GAUJOUS, (1995), ce sont des témoins de contamination fécale. Ils sont assez résistants même dans les milieux sales. Leur prolifération est due au déversement des matières organiques et des substances nutritives azotées (Rodier et al ; 1984). Ils peuvent aussi se multiplier dans les milieux présentant des pH atteignant 9.6. Ils sont par conséquent utilisés comme indicateur de la présence d'organismes pathogènes (Pnue/OMS, 1977).

D'après la figure 14, les concentrations des Streptocoques fécaux varient entre 1000 et 7000 UFC/100 ml avec une moyenne de $3227,66 \pm 2446,98$ UFC/100 ml dans la station 1, entre 800 et 6500 UFC/100 ml avec une moyenne de $2932,16 \pm 2425,57$ UFC/100 ml pour la station 2 et entre 1250 et 8200 UFC/100 ml avec une moyenne de $4182,83 \pm 3203,80$ UFC/100 ml dans la station 3.

Ces valeurs restent conforme à la norme des eaux de surface fixée par l'OMS (2004) et le JORA (1992) qui est <10000 UFC/100 ml.

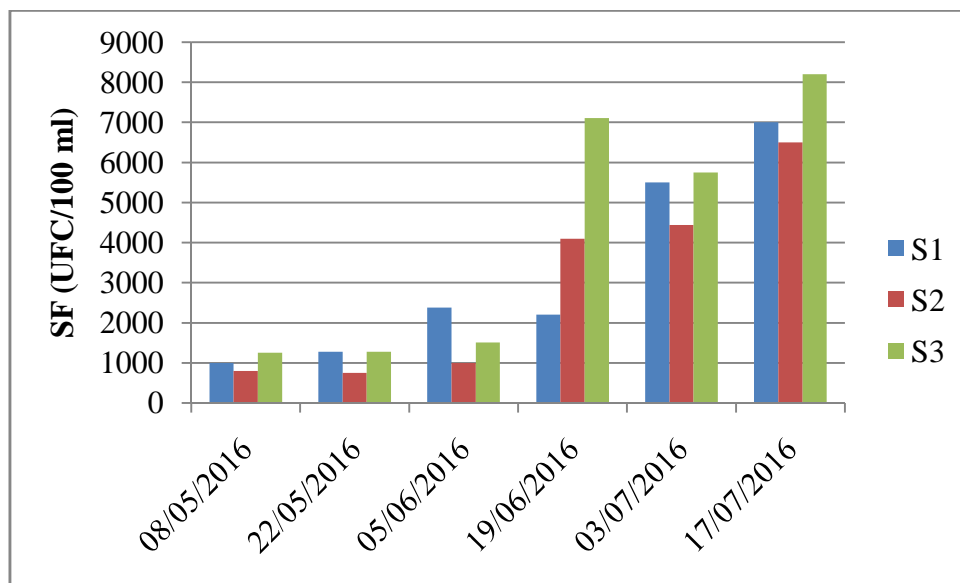


Figure 14 : Variation semi-mensuelle des Streptocoques fécaux

Le suivi microbiologique des eaux d'Oued Cheliff montre que les streptocoques fécaux sont beaucoup plus présents dès la fin du mois de Juin, ce qui correspond à la période d'été de l'oued.

CONCLUSION

Le présent travail s'insère dans le cadre de l'évaluation de la qualité physicochimique et bactériologique de l'eau d'oued Cheliff, qui reçoit les rejets sans aucun traitement préalable, et à la répartition des germes indicateurs d'une pollution microbienne en réponse aux différentes perturbations de l'écosystème.

Au terme de cette étude, les caractéristiques physicochimiques de l'eau d'Oued Cheliff ont été déterminées dans la région d'Ain Defla. Parmi les neuf paramètres mesurés, on constate qu'ils ont révélé un pH neutre (entre 6 et 8) et une température oscille entre 24 et 29°C avec une faible dégradation de la qualité de l'eau particulièrement la faible teneur en oxygène dissous et la concentration élevée de nitrite qui dépasse 0.1 mg/l au niveau de la première et la troisième stations soumise aux rejets d'eaux usées provenant des complexes urbaines, l'infiltration des engrais chimiques des terrains agricoles et la station d'épuration des eaux usées à Ain Defla par contre les concentrations des autres paramètres est conformes aux normes algériennes et de l'OMS.

Après les valeurs enregistrées qui ne dépassent pas les normes des eaux destinées à l'irrigation le dénombrement des bactéries indicatrices de la contamination fécale (CT, CF et SF) et la distribution spatio-temporelle de ces micro-organismes a reflété la pureté de l'eau d'Oued Cheliff.

Les résultats obtenus indiquent que la qualité physico-chimique aussi bien que la qualité microbiologique des eaux de surface répondent aux critères en vigueur. La classification de cet oued selon le système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (2003), a permis de conclure que les eaux de l'oued Cheliff sont de bon qualité en ce qui concerne la température, le PH et la conductivité, les nitrates ammonium, chlore, dureté, coliformes totaux, coliformes fécaux et streptocoques fécaux.

A court terme, il faut sensibiliser les populations et les inciter à protéger l'eau contre la pollution car elle perturbe les conditions de vie et il faut respectes les règles des gestions des déchets industriels et agricoles et pourrait être assurée l'interdite de rejets des eaux usées à Oued Cheliff ce qui diminuera la pollution des eaux superficielles.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **ALIZIEU C, (1989)** : L'eau milieu de culture. In aquaculture. 2^{ème} Ed Tec et Doc, Tome 1, édition C.N.E.X.O Franc, p : 395.
- **ALPHA SIDIKI MAIGA (2005)** : qualité organoleptique de l'eau dans la ville de Bamako évaluation saisonnières thèse doctorat en pharmacie p : 20.
- **AMINOT A. ET CHAUSSEPIED. M. (1983)** : Manuels d'analyses chimiques en milieu marin p : 993.
- **BAXTER, R. M., (1977)** : Environmental effects of dams and impoundments. Ann. Rev. Ecol. Syst. 8 : 255–283.
- **BELGAQUA(2002)** : Livre bleu. Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur l'eau potable et l'assainissement des eaux usées. Bruxelles: Fédération belge du secteur de l'eau.
- **BERNE. F, JEAN. C, (1991)** : Traitement des eaux, Édition TECHNIP, p : 306.
- **BOEGLIN J, (2001)** : Propriétés des eaux naturelles. Technique de ingénieur, traité environnement.
- **BOUALEM. R, (2009)** : Contribution à l'étude de la qualité des eaux des Barrages, Article de recherche, p : 20-33.
- **BOUSSEBOUA H., (2005)** : Eléments de microbiologie. 2ème édition, Campus-Club, Algérie.
- **BROUILLET. J, PICOT .B, (2008)** : Ecotechniques d'assainissement des eaux usées domestiques évolution et perspectives, UMR 5569 hydrosciences _ UMI faculte de pharmacie, BP 14491 34093 MONTPELLIER cédex5 .France. p : 07.
- **CEBRON, A. (2004)** : Nitrification, bactéries nitrifiantes et émissions de N₂O. Thèse de doctorat, université Paris VI-Pierre et Marie Curie, p : 289.
- **CHAPMAN D., KIMSTACH V. (1996)** : Sélection of water quality variables. Water quality assessments : a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2nd ed. E & FN Spon, London, p : 59-126.
- **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, de l'univ. De Franche-Comté, 200.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **DELARRAS, C. (2003)** : Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux. Édition Lavoisier, p : 269.
- **DENIS BRUILLETTE ET MANON QUELLET (2013)**: Guide pour l'évaluation de la qualité bactériologiques de l'eau en lac p: 20.
- **DEVILLERS J, SQUILBIN M, YOURASSOWSKY C, (2005)**: Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface, Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement, p : 1, 2, 3,4.
- **DJABRI L, (1996)** : Mécanismes de la pollution et vulnérabilité des eaux de la Seybouse, origine géologiques, industrielles, agricoles et urbaines. Thèse de doctorat d'état, université d'Annaba, Algérie.
- **EZZIANE. S, (2007)** : traitement des eaux de rejets, le Mémoire Présenté pour obtenir le Diplôme de Magister, Université HASSIBA BEN BOUALI de CHLEF, p : 186.
- **FAIZA MEKHALIF, (2009)** : réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement .
- **FAO. (2011)** : a. Food chain crisis management framework. In Preventing E. coli in food. Rome. www.fao.org/fileadmin/user_upload/fcc/news/1_fao_preventing-e.coli-infood_fcc_2011.06.23.pdf.
- **GALAF F. & GHANNAM (2003)** : Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site web sur la pollution du milieu marin », mémoire de troisième cycle, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat.
- **GOMELLA, Cyrille (2015)** : Dureté de l'eau. Encyclopædia Universalis.
- **GAUDREAU D. et MERCIER M., (1998)** : la contamination de l'eau des puits privés par les nitrates en milieu rural , Edition Régie Régionale de la santé et des services sociaux de la Montérégie, p : 64 .
- **GAUJOUS.D, (1995)**: Pollution des milieux aquatiques (aide-mémoire)2ème édition, p: 46.
- **GUILBERT. L, (2000)** : Chimie Dans La Buanderie, Projets d'Intégration des Sciences et des Technologies en Enseignement au Secondaire, p : 21.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **HAMED. M, GUETTACHE A & BOUAMER L,(2012)** : Etude des propriétés physicochimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF- TORBA Bechar. Mémoire d'Ingénieur d'état en Biologie. Université de Bechar. p : 7, 9.
- **HEBERT, SERGE ET LEGARE, STEPHANE ,(2000)** : Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement. Québec : envirodoq no ENV-2001-0141, p : 24.
- **ISO ,(1986)**: Qualité de l'eau –recherche et dénombrement des spores de micro-organismes anaérobies sulfito-réducteurs (clostridia) Partie1:méthode par enrichissement en milieu liquide.
- **JORA, (1992)** : Journal Officielle de la République Algérienne, Décret exécutif n° 92-434 du 30 novembre 1992 gestion et distribution de l'eau potable.
- **JORA, (1993)** : Journal Officielle de la République Algérienne, Décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels
- **KECK G, VERNUS E, (2000)** : Déchets et risques pour la santé, Techniques de l'ingénieur, Paris, p : 2450.
- **LEYRAL. G, RONNEFOY. C, GUILLET. F,(2002)** : Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris, p : 245.
- **LOUNNAS A, (2009)** : Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station Hamadi-Kroma de Skikda, mémoire de Magister, université de Skikda, p : 10,13.
- **MADANI KHODIR, (2002)** : évaluation et quantification de ressources en eau p : 03.
- **M Kassas 1953** : la végétation et la régénération du sol dans les oueds désertiques.
- **NEAL C., HARROW M., WICKHAM H. (2000)** : The water quality of a tributary of the thames, the Pang, southern England. Sci. Total Environ. 251-252: 459-475.
- **OMS, (1997)** : Organisation Mondiale de la Santé Directives de qualité pour l'eau de boisson. Deuxième édition, Additif au Volume 1 – Recommandations. Genève, p : 48.
- **OMS, (2000)** : Directive de qualité pour l'eau de boisson : Vol2 : critères d'hygiène et documentation à l'appui. Genève : OMS. p :1050.
- **OMS, (2004)** : Directive de qualité pour l'eau de boisson : Vol2 : critères d'hygiène et documentation à l'appui. Genève, p : 1050.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **PAUL. R, (1998):** Eaux d'égout et eaux résiduaires industrielles: Epuration, utilisation, Société d'Éditions techniques, p : 192.
- **PETER F.M,(2010):**Teunis, Fumiko Kasuga, Aamir Fazil, Iain D. Ogden, Ovidiu Rotariuand Norval J.C. Strachan,. Dose-response modeling of Salmonella using outbreak data. International Journal of Food Microbiology 144, 243-249.
- **PNUE/OMS/UNESCO/OMM, (1992) :** « Guide pratique GEM/EAU », Programme mondial de surveillance et d'évaluation de la qualité des eaux, troisième édition, GEM/W.95.1.
- **RADOUX .M, CADELLI D, NEMCAVA M, KEMP D, KLAESSEN D, (1991) :** Qualité et traitement des eaux, Belgique.
- **REGNAULT.J.P, (1990) :** Microbiologie générale, Paris : Vigot.- p : 859.
- **REJSEK F, (2002) :** Analyse des eaux- Aspects réglementaires et techniques, Biologie technique CRDP d'aquitaine. p : 358.
- **RODIER, (1984) :** Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 7ème édition, 1365 p : 08 - 101-112 .
- **RODIER J, (1986) :** L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer.8ème édition, Edit. Dunod, Paris. p :1365.
- **RODIER J, BAZIN C, BOUTIN J-P, CHAMBON P, CHAMPSAUR H, RODI L, (1996) :** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer.8ème édition, Dunod, Paris, France, p : 879 -1260 .
- **RODIER. J, (1997):** L'analyse De L'eau (Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires Et Eaux De Mer),8ème Edition, Dunod, Paris, p : 66.
- **ROUABHIA A, BAALI F. KHERICI N , DJABRI L SECHERESSE 2004 :** p : 47-52
- **RODIER J, LEGUBE B, MERLET N, COLL, (2009) :** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer.9ème édition, Dunod, Paris, p : 50, 107,118.
- **RODIER J, LEGUBE B, MERLET N, (2005) :** L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Ed. Dunod, Paris, p : 1384.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **SCALON B.R, REEDY R.C, STONESTROM D.A, PRUDIC D.D.D.E. DENNHY K.F, (2005)** : Impact of land use and land cover change on groundwater recharge and quality in the South western US. *Global Biol.*,11 :1577-1593
- **SCHUDEBOOM. J, (1993)** : Nitrates et Nitrites dans les denrées alimentaires, éditions du Conseil de l'Europe, Strasbourg, p : 11.
- **TARDAT-HENRY M., (1984)** : Chimie des eaux, éd. "le Griffon d'argile Inc.", 1ère éd. revue et corrigée, *bibliot. Nat. du Québec, Canada*, p : 340.
- **TARDAT HENRY. M, (1992)** : Chimie Des Eaux, 2ème Edition, Les éditions du griffon d'Argile, p : 213-215.
- **W.H.O. (1987)** : Global pollution and health results of related environmental monitoring. *Global Environment Monitoring system, WHO, UNEP.*

Annexes

ANNEXE I

Tableau 01 : Matériel utilisé au laboratoire

Réactifs, solutions et milieux de culture	appareillage	Verrerie et autres
Réactifs : - Tampon pH = 7 - Tampon PH = 4. J Solution Kcl , J Acide dichloroisocyanurique ... 2 g J Hydroxyde de sodium NaOH..32 g J H2O distilléeq.s.p 1000 ml . J Trictrate de sodiu.....130 g J Salicilate de sodium130 g J Nitropruciate desodium....0.97 g J Sulfanilamide40g . J Acide *phosphorique ...100 ml . J N-1- Naphtyl éthylène iamine2 g J Solution de nitrate d'argent à 0,01 N. J Solution de chlorures à 71 mg/l. J Indicateur coloré K2CrO4 à 10 % J Alcool J Gélose Endo. J Gélose TSI. J milieu TSI- J Gélose slanetz +TTC (Chlorure de triphényl 2.3.5-tetrazolium)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Thermomètre ➤ PH Mètre Réf 60209000 ➤ Conductimètre ➤ Spectrophotomètre ➤ Rampe de filtration. ➤ Pompe à vide assurant au moins 50 KPA (0.5 Kgf/cm2) ➤ Bec Bunsen ➤ Incubateur ➤ Bain marie 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Becher ❖ Glasière ❖ Flacons en plastique de 1.5 L ❖ Flacons en verre de 500 ml ❖ barreau magnétique ❖ Flacon aspirateur ❖ Boite de pétri ❖ Membrane filtrante (pore 0.45 µm). ❖ Pincés.

Annexes

ANNEXE II

Tableau 02 : Résultats physico-chimiques

dates		08/05/2016	22/05/2016	05/06/2016	19/06/2016	03/07/2016	17/07/2016	Normes
Température (C°)	S1	24	24	27	27	28	28	30(C°) OMS (2004)
	S2	24	22	28	27	27	27	
	S3	24	23	27	28	28	28	
PH	S1	6.33	6.25	6.02	6.12	6.00	6.02	6.5 à 09 JORA (2011)
	S2	7.31	7.12	7.05	7.13	6.80	6.01	
	S3	6.57	6.24	6.33	6.22	6.04	6.03	
Conductivité électrique (µS/cm)	S1	1147.2	1146.5	1147.3	1146.7	1174.3	1149	2800 (µS/cm) JORA (2011)
	S2	1235.3	1289.2	1324	1266.4	1225	1210.2	
	S3	1148	1147.1	1147	1147.8	1146.5	1147	
Dureté	S1	122	135	131	144	145	142	
	S2	98	100	104	102	102	103	
	S3	132	139	139	144	146	148	
O2 dissous	S1	3.7	4.6	4.5	4.6	4.7	4.5	5 mg/l OMS (2004)
	S2	5.2	3.4	3.0	2.8	2.8	2.6	
	S3	3.8	3.8	3.6	3.9	3.8	3.8	
Nitrate	S1	3.5	3.2	3.1	2.7	2.4	2.4	50 mg/l JORA (2011) OMS (2004)
	S2	2.4	2.2	2.0	1.9	1.5	1.2	
	S3	S3 =3.0	2.8	2.6	2.3	2.2	2.5	
Nitrites	S1	S1 =2.3	2.00	2.1	1.64	1.1	1.00	0.1mg/l OMS (2004)
	S2	S2 =0.33	0.5	1.2	1.00	0.33	0.40	
	S3	S3 =2.6	2.2	2.0	1.34	1.38	1.00	
Ammonium	S1	S1 =3.2	4.6	5.7	7.8	7.7	7.7	4 mg/l JORA (2011)
	S2	S2 =0.8	1.9	3.2	4.6	4.8	4.7	
	S3	S3 =2.3	3.3	4.1	6.2	5.6	5.0	
Chlore	S1	S1 =313.3	315.5	319	318	319.6	319.4	600 mg/l JORA (2011)
	S2	S2 =426.8	425.7	419	408	405.2	405	
	S3	S3 =312.4	315.4	318.3	317.5	317	317.2	

Annexes

Tableau 03 : résultats bactériologiques

Paramètres		dates	08/05/2016	22/05/2016	05/06/2016	19/06/2016	03/07/2016	17/07/2016	Normes
Coliformes totaux	S1		2150	2150	2170	2300	2320	2280	50000 UFC/100ml OMS (2004) JORA(1992)
	S2		1180	1200	2000	2210	2250	2270	
	S3		2050	2220	2250	2260	2250	2250	
Coliformes fécaux	S1		2000	2000	2200	2400	2460	2400	20000 UFC/100ml OMS (2004) JORA(1992)
	S2		1500	1600	2500	2850	2500	2500	
	S3		1700	1800	2200	2260	2270	2260	
Streptocoques fécaux	S1		1000	1280	2300	2202	5504	7000	10000 UFC/100ml OMS (2004) JORA(1992)
	S2		800	750	1000	4100	4443	6500	
	S3		1250	1280	1510	7109	5748	8200	