



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 des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie et Ecologie Végétale

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Gestion durable des Ecosystèmes et protection de l'environnement

Option : Pollution des écosystèmes et Ecotoxicologie

Intitulé :

Mise au point des techniques de mesure de la DBO_5 , des formes azotées et des paramètres physiques des eaux superficielles

Présenté et soutenu par : KEDDARI Dounia

Le : 24/06/2015

Jury d'évaluation :

Présidente : KHALFALLAH Nadra (Prof- UFM Constantine).

Rapporteur : AFRI-MEHENNAOUI F-Z (MCA- UFM Constantine).

Examineur : ZAIMECHE Saida (MAT- UFM Constantine).

*Année universitaire
2014 – 2015*

SOMMAIRE

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction..... 1

Chapitre 1: Synthèse bibliographique

1. Paramètres de la qualité des eaux superficielles.....	3
1.1. Paramètres physiques.....	3
1.1.1. Température.....	3
1.1.2. Le pH.....	3
1.1.3. Conductivité électrique.....	4
1.1.4. Oxygène dissous.....	5
1.1.5. Demande biochimique en oxygène (DBO).....	5
1.2. Différentes formes d'azote.....	7
1.2.1. Azote ammoniacal.....	7
1.2.2. Nitrates.....	7
1.2.3. Nitrites.....	7
2. Normes et classes de la qualité des eaux superficielles	8
3. Méthodologie d'étude d'une eau superficielle.....	9
3.1. Echantillonnage.....	9
3.2. Conservation des échantillons.....	11
3.3. Analyses.....	11
3.3.1. Mesures in situ.....	11
3.3.2. Analyses au laboratoire.....	12

Chapitre 2: Matériel et méthode

4. Localisation des sites de prélèvement.....	13
4.1. Prélèvement des échantillons d'eau.....	15
4.2. Mesures physiques.....	15
4.3. Composés azotés.....	17

Chapitre 3: Résultats et discussion

5. Mesures physiques	20
5.1. Température.....	20

5.2. Le pH.....	21
5.3. Conductivité électrique (CE).....	22
5.4. Oxygène dissous.....	24
5.5. Demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	25
6. Composés azotés.....	27
Conclusion.....	32
Références Bibliographiques.....	35

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique	4
Tableau 2 : Qualité de l'eau en fonction de la DBO ₅	6
Tableau 3 : Grille de la qualité des eaux superficielles (ABH, 2009).....	8
Tableau 4 : Classes d'aptitude des eaux superficielles (ABH, 2009).....	9
Tableau 5 : Facteur de conversion de la DBO ₅ en fonction du volume d'essai	17
Tableau 6 : Paramètres physiques de l'eau des trois stations.....	20
Tableau 7 : Evolution spatiale de la DBO ₅ des eaux d'Oued Rhumel amont, Oued Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja	27
Tableau 8 : Résultats des mesures des concentrations des composés azotés des trois stations Rhumel amont, Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja	28

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Image de localisation des trois stations Rhumel amont, Rhumel aval et barrage Béni Haroun amont près de l'Oued Enndja.....	14
Figure 2 : Un multi-paramètre (3420-SET-G) avec une sonde thermique, une sonde pH, une sonde CE et une sonde oxygène dissous.....	15
Figure 3: Un appareil manométrique de type VELP SCIENTIFICA pour la mesure de la DBO.....	16
Figure 4: Photo du distillateur de l'azote ammoniacal.....	18
Figure 5 : Evolution spatiale de la température des trois stations Rhumel amont, Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja	21
Figure 6 : Evolution spatiale du pH des trois stations Rhumel amont, Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja.....	22
Figure 7 : Evolution spatiale de la conductivité électrique (CE) de l'eau de l'Oued Rhumel amont, Oued Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja.....	23
Figure 8: Evolution spatiale de l'oxygène dissous des trois stations Rhumel amont, Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja.....	24
Figure 9: Evolution de la BDO dans le temps des eaux des trois stations Rhumel amont, Rhumel aval (deux volumes) barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja.....	27
Figure 10: Evolution spatiale des teneurs en azote ammoniacal (N-NH ₄) des trois stations Rhumel amont, Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja.....	28
Figure 11: Evolution spatiale des teneurs en nitrites des trois stations Rhumel amont, Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja.....	29
Figure 12: Evolution spatiale des teneurs en nitrates des trois stations Rhumel amont, Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja.....	31

LISTE DES ABREVIATIONS

DBO : Demande biochimique en oxygène

DBO₅ : Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours

T°C : Température

pH : Potentiel Hydrogène

CE : Conductivité électrique

NH₄⁺ : L'azote ammoniacal

NO₃⁻ : Nitrates

NO₂⁻ : Nitrites

A.B.H : Agence de Bassin Hydrographique

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

AFNOR : L'Association française de normalisation est l'organisation française

SEQ : Système d'Evaluation de la Qualité des eaux superficielles

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à :

A mes chers parents,

A mes frères,

A ma sœur,

A toute ma famille...

A tou(te)s mes ami(e)s...

A toute personne qui a contribué à la réalisation de ce manuscrit

de près ou de loin...

DOUNIA.K

INTRODUCTION

L'eau est une ressource limitée et vulnérable, vitale pour l'homme, sa survie, sa santé et son alimentation ; elle l'est également pour ses activités agricoles, économiques et la qualité de son environnement en dépend étroitement. Cependant, elle est le réceptacle universel de tout type de pollution.

L'homme doit faire face à une diminution des ressources hydrique naturelles et à la dégradation croissante de la qualité de l'eau due principalement aux insuffisances de traitement des eaux d'égouts, aux rejets d'effluents industriels et domestiques, aux infiltrations des résidus d'engrais, de pesticides agricoles.....etc. Ces nuisances comptent parmi les principales causes de pollution des eaux. Leur gravité est fonction de la densité des populations, des pratiques agricoles et industrielles et de la présence ou non de dispositifs de récupération et de traitement des eaux usées.

En Algérie l'eau a été hissée au rang de priorité nationale depuis plus d'une décennie. Les disponibilités en eau sont estimées à 17 milliards de m³ par an dont 12 milliards de m³ dans la région Nord, avec 10 milliard de m³ des ressources superficielles. L'exploitation de ces ressources en eau est très intense avec les besoins grandissants liés à une demande cumulée de trois secteurs souvent concurrentiels (la ville, l'industrie et le périmètre d'irrigation).

La mobilisation des eaux superficielles a été de tous les temps une préoccupation majeure des pouvoirs publics. En effet, le code des eaux, promulgué en 2005, définit l'eau comme bien de la collectivité nationale. Selon ce texte, le premier principe sur lequel se fonde l'utilisation, la gestion et le développement durable des ressources en eau, est le droit à l'accès à l'eau et à l'assainissement pour satisfaire les besoins fondamentaux de la population, dans le respect de l'équité en matière de services publics.

Devant les besoins en eau douce qui ne cessent de croître coite et vu l'impossibilité de se contenter seulement de ces ressources naturelles conventionnelles, un programme de mobilisation des ressources en eau a été mis en œuvre, au début des années 80, avec un rythme particulièrement soutenu en matière de construction de barrages-réservoirs.

Les axes de la politique algérienne dans le domaine des ressources en eau sont les suivant :

- accroître la mobilisation de la ressource en eau sous ses formes conventionnelle et non conventionnelle et ceci, pour assurer la couverture des besoins en eau domestique, industrielle et agricole ;

- réhabiliter et développer les infrastructures d'assainissement et d'épuration des eaux usées pour préserver et réutiliser une ressource en eau limitée ;
 - moderniser et étendre les superficies irriguées pour soutenir la stratégie de sécurité alimentaire ;
 - assurer une bonne gouvernance de l'eau et une amélioration des indicateurs de gestion.
- Mais on s'est aperçu que malgré les coûteux investissements consentis en trente années par l'état, la protection quantitative des ressources n'était pas assurée de façon satisfaisante.

L'objectif du présent travail consiste principalement en l'apprentissage de techniques analytiques de mesure de mesure de la DBO₅, d'azote ammoniacal, nitrites, nitrates et la mesure de paramètres physiques (température, pH, conductivité électrique, oxygène dissous) formes azotées et physiques des eaux superficielles via l'utilisation d'une mallette multi-paramètres. Cette investigation permettra une approche relative à la qualité des eaux vis-à-vis de la contamination de type surtout organique des trois stations Rhumel amont, Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja . Le choix de ces trois stations repose sur leur localisation géographique par rapport à Constantine ville qui induirait une différence de la qualité physico-chimique des eaux.

Le bassin versant Kébir-Rhumel, ses oueds et barrages font l'objet de « milieu naturel atelier » de nombreux travaux de recherche accomplis au sein du laboratoire de Biologie et Environnement de l'université de Constantine 1 (Afri, 1983 ; Afri-Mehennaoui, 1998 ; Afri, 2006 ; Sahli, 2012 ; Melghit, 2012 ; Mébarki, 2005).

Dans le présent mémoire sont présentés, dans un premier chapitre, une synthèse bibliographique relative à la qualité des eaux superficielles. Le deuxième chapitre est consacré à la description du matériel et méthodes rappelant les techniques d'analyses mises en œuvre. Les résultats et leurs interprétations font l'objet du troisième chapitre.

CHAPITRE I:
SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

1. Paramètres de la qualité des eaux superficielles

L'appréciation de la qualité des eaux de surface se base sur la mesure de paramètres physico-chimiques ainsi que sur la présence ou l'absence d'organismes et de micro-organismes aquatiques (De Villers, Squilbin et Yourassowsky, 2005).

1.1. Paramètres physiques

1.1.1. Température

La température de l'eau joue un rôle important en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz. Par ailleurs, la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10 °C.

L'activité métabolique des organismes aquatiques est également 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 résiduaire chaudes (Rodier, 1984).

La source principale de nuisance thermique pour les eaux de surface est constituée par les centrales thermiques (70 à 80 %), le reste étant lié à la métallurgie, aux industries chimiques et alimentaires.....etc (Pesson ,1976 et Ramade, 1982).

Les basses températures, en freinant les réactions d'oxydation vont affecter l'autoépuration des cours d'eau. Une augmentation de la température accélère les phénomènes d'oxydation, ce qui entraîne une diminution du taux d'oxygène dissous allant de pair avec une diminution de la solubilité de l'oxygène (-Mehennaoui-Afri, 1998).

1.1.2. Le pH

Le pH (potentiel Hydrogène) conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques. Il intervient avec d'autres paramètres comme la dureté, l'anhydride carbonique, l'alcalinité et la température (Rodier, 1984).

Le pH des eaux naturelles, lié à la nature des terrains traversés, varie habituellement entre 7,2 et 7,6 (Bremond et Vuichard, 1973). Cependant, dans certains cas, il peut fluctuer entre 4 et 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés.

Des pH faibles augmentent le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons.

1.1.3. Conductivité électrique

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau (Rodier, 1984). D'une façon générale, la conductivité s'élève progressivement de l'amont vers l'aval des cours d'eau, les écarts sont d'autant plus importants que la minéralisation initiale est faible, en particulier dans les zones à substrat acide ou à sous-sol siliceux. Une conductivité élevée traduit, soit des pH anormaux, soit le plus souvent une salinité élevée, qu'elle soit naturelle ou due à des rejets salins (Mehennaoui-Afri, 1998). On peut admettre que la situation est particulière ou anormale au-delà de 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et une conductivité de l'eau supérieure à 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ fait considérer une eau comme difficilement utilisable dans les zones irriguées. Pour les usages industriels, l'interprétation des résultats doit se faire en fonction d'une analyse complète de l'eau. Il faut retenir, pour le contrôle des rejets industriels, que la conductivité ne reflète qu'une minéralisation globale et ne permet pas d'identifier les éléments chimiques en cause (Rodier *et al.*, 2009). Il existe une relation non linéaire entre la mesure de la conductivité électrique et le taux de minéralisation (tab.1)

Tableau 1: Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique (Rodier, 1984).

Conductivité électrique	Taux de minéralisation
CE < 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation très faible
100 < C.E < 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation faible
200 < C.E < 333 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation moyenne
333 < C.E < 666 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation moyenne accentuée
666 < C.E < 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation importante
C.E > 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation élevée

1.1.4. Oxygène dissous

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. Dans les eaux de surface, l'oxygène dissous provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments. La concentration dépend également de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau.

Une teneur en oxygène inférieure à 1 mg d'O₂ par litre d'eau, indique un état proche de l'anaérobie. Cet état se produit lorsque les processus d'oxydation des déchets minéraux, de la matière organique et des nutriments consomment plus d'oxygène que celui disponible. Une faible teneur en oxygène dissous provoque une augmentation de la solubilité des éléments toxiques qui se libèrent des sédiments. Il est exprimé en mg/l et se mesure par la méthode de WINKLER basée sur la fixation chimique de l'oxygène et son dosage colorimétrique ou par une sonde à oxygène (oxymètre) (Rodier *et al.*, 2009).

1.1.5. Demande biochimique en oxygène (DBO)

La demande biochimique en oxygène (DBO), constitue une mesure de la pollution des eaux par les matières organiques. C'est la quantité d'oxygène nécessaire aux microorganismes vivants pour assurer l'oxydation et la dégradation des matières organiques présentes dans l'eau usée.

Le rejet des matières organiques fermentescibles par un émissaire d'égout, par exemple, provoque immédiatement une déplétion de la teneur en oxygène dissous par dégradation sous l'action des bactéries aérobies, qui va s'atténuer dans le sens du courant (Ramade, 2002).

L'indicateur utilisé est généralement la DBO₅, qui correspond à la quantité d'oxygène (exprimée en mg/l) nécessaire aux microorganismes décomposeurs pour dégrader et minéraliser en 5 jours la matière organique présente dans un litre d'eau polluée.

L'analyse de la DBO₅ est surtout intéressante pour l'appréciation de la qualité des eaux brutes (Bremond et Vuichard, 1973).

Le tableau 2, classe les eaux du point de vue qualité selon les valeurs de DBO₅.

Tableau 2 : Qualité de l'eau en fonction de la DBO₅ (Bremond et Vuichard, 1973).

DBO ₅	Qualification de l'eau
DBO ₅ < 1 mg/l d'O ₂	Excellente qualité
DBO ₅ = 2 mg/l d'O ₂	Bonne qualité
DBO ₅ = 3 mg/l d'O ₂	Qualité moyenne
DBO ₅ = 5 mg/l	Eau moyennement polluée
DBO ₅ > 10 mg/l	Eau polluée

D'après **Tardat-Henry et Beaudry, (1984)**, les facteurs influençant la DBO sont :

- le pH : en dehors des limites 6,5-8,3, la DBO mesurée peut ne correspondre qu'à une fraction de la DBO réelle ;
- la teneur en sels nutritifs : si le milieu n'est pas assez riche en dérivés azotés et phosphorés, la courbe de la DBO croit beaucoup plus lentement et la DBO₅ observée est, une fois encore, trop faible ;
- la présence de substances inhibitrices ou de matières peu ou non biodégradables : elle se traduit par une période plus ou moins longue d'acclimatation des bactéries ;
- les micro-organismes : ils doivent être en nombre suffisant : on observe que le pourcentage de DBO satisfaite en un temps donné, augmente avec le degré de diversité des espèces et leur stade d'acclimatation ;
- la possibilité de nitrification : dans les eaux naturelles, elle ne débute qu'au bout de 9 à 11 jours environ et affecte peu la DBO₅. Dans les stations d'épuration, la présence de bactéries nitrifiantes, déjà acclimatées, accélère le processus ;
- la température : par convention, les mesures de DBO sont effectuées à 20°C et les constantes de vitesse déterminées pour cette valeur. Dans le milieu naturel, la température est généralement différente, quand elle est supérieure à 20°C, les réactions d'oxydation sont accélérées et inversement.

1.2. Différentes formes d'azote

1.2.1. Azote ammoniacal

L'azote ammoniacal, assez souvent rencontré dans les eaux superficielles, a pour origine la matière organique végétale et animale des cours d'eau. En général, l'ammonium se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation bactérienne (Bremond et Vuichard, 1973).

L'ammonium en lui-même n'est pas nuisible. Lorsque le pH augmente, on retrouve de l'ammoniac, un gaz soluble dans l'eau et toxique pour la vie aquatique. Des problèmes apparaissent à partir d'une concentration de 0,1 mg NH₃/l (De Villers, Squilbin et Yourassowsky, 2005).

1.2.2. Nitrates

L'azote des nitrates, comme celui des nitrites et de l'ammoniac, constitue l'un des éléments nutritifs des plantes et à ce titre a donné lieu, avec le phosphore, à des études intensives sur le terrain.

Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux, proviennent en grande partie de ruissellement des eaux sur le sol constituant le bassin versant (Bremond et Vuichard, 1973). Les eaux naturelles non polluées contiennent généralement peu de nitrates. Les nitrates présents dans l'eau peuvent provenir de sources indirectes ou directes (De Villers, Squilbin et Yourassowsky, 2005).

Dans les effluents riches en azote organique (protéines, acides aminés, urée...), les molécules sont tout d'abord transformées en ammonium (NH₄⁺) qui est ensuite oxydé en nitrites puis en nitrates sous l'action de bactéries nitrifiantes. Ces processus d'oxydation, également appelés «nitrification», sont très sensibles à la présence de substances toxiques (métaux, pesticides) et aux faibles températures.

1.2.3. Nitrites

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés ; ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniac et les nitrates. Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniac, soit à la réduction des nitrates. Ils ne représentent qu'un stade intermédiaire et sont facilement oxydés en nitrates (par voie chimique et bactérienne).

Des concentrations élevées en nitrites, témoignent souvent de la présence de matières toxiques (De Villers, Squilbin et Yourassowsky, 2005). Les nitrites sont surtout nuisibles pour les jeunes poissons. On considère que la situation est très critique à partir d'une concentration de plus de 3 mg NO₂/l.

2. Normes et classes de la qualité des eaux superficielles

La qualité des eaux est extrêmement variable dans le temps et elle est fonction de différents facteurs. Afin d'avoir une bonne connaissance de l'état globale d'un cours d'eau, et de pouvoir suivre son évolution dans le temps ; le SEQ (Système d'Evaluation de la Qualité des eaux superficielles) a mis en place un outil d'évaluation qui permet d'obtenir une image globale de la qualité des cours d'eau, et définit les aptitudes à satisfaire les équilibres biologiques et les différents usages des cours d'eau. Les Agences des bassins hydrographiques (ABH) algériennes se sont inspirées du SEQ eau pour classer les eaux superficielles. Cette classification (tab. 3) repose sur une grille de la qualité des eaux superficielles (ABH, 2009). Les eaux sont ensuite regroupées en classes d'aptitude (tab.4).

Tableau 3 : Grille de la qualité des eaux superficielles (ABH, 2009)

Classes Paramètres	unité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
DCO	mg/l d'o ₂	20	30	40	80	>80
DBO ₅	mg/l d'o ₂	3	6	10	25	>25
NH ₄ ⁺	mg/l	0,5	1,5	2,8	4	>4
NO ₃ ⁻	mg/l	2	10	25	50	>50
NO ₂ ⁻	mg/l	0,03	0,3	0,5	1	>1
PO ₄ ³⁻	mg/l	0,1	0,5	1	2	>2
Conductivité	µs/cm	180-2500	120-3000	60-3500	0-4000	>4000

Tableau 4: Classes d'aptitude des eaux superficielles (ABH, 2009)

Classe	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
	Qualité chimique	Eau exempte de pollution	Eau de qualité moindre pouvant satisfaire tous les usages	Eau de qualité médiocre, suffisante pour les usages peu exigeants	Eau polluée, inapte à la vie biologique
Biologie	Tous les taxons	Taxons sensibles absents	Taxons absents nombreux	Diversité faible	Diversité très faible
Eau potable	Acceptable	traitement simple	traitement classique	traitement complexe	Inapte

3. Méthodologie d'étude d'une eau superficielle

3.1. Echantillonnage

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, il faut s'assurer de la qualité du prélèvement, de la conservation et du transport adéquat des échantillons.

L'échantillonnage doit être de qualité mais également représentatif de ce que l'on veut analyser. Les échantillons d'eau doivent être prélevés dans des récipients propres, rincés plusieurs fois avec l'eau à analyser, puis fermés hermétiquement sans laisser de bulles d'air dans les flacons. Les prélèvements doivent être effectués de façon à éviter au maximum les effets de bords (oxygénation trop près de la surface, mise en suspension des matières solides trop près du fond, eau stagnante trop près des rives...). Il peut être nécessaire de constituer un échantillon " moyen " en mélangeant plusieurs prélèvements effectués en divers points.

Il est très important de définir au préalable les objectifs de prélèvement. En effet, si le prélèvement se fait au niveau des rives du cours d'eau ou en surface, l'échantillonnage

manuel suffit. Par contre, si un prélèvement en profondeur est exigé, on a recours à un échantillonnage par pompage (pompe électromécanique).

➤ **Matériaux de prélèvement**

La nature du matériau du récipient de prélèvement est importante. Ce dernier ne doit pas entrer en réaction avec l'eau à analyser. Le verre et le Pyrex peuvent être employés sans problème pour le dosage des ions majeurs. Cependant, des oligo-éléments peuvent passer en solution dans l'eau (silice du verre et bore du Pyrex). Le polyéthylène est souvent recommandé pour tout échantillonnage.

➤ **Fréquences de prélèvement**

Le nombre de prélèvement, doit être ajusté de telle sorte que l'information recherchée soit obtenue avec le minimum de prélèvements (Kohonen, 1984). Dans un programme de contrôle régulier, le choix de la fréquence des prélèvements est très important. Il se fait sur la base des variations temporelles, supposées ou connues de la qualité de l'eau.

➤ **Choix des points de prélèvement**

Le choix des points de prélèvement ainsi que leur fréquence d'échantillonnage dépendent principalement des variations spatiale et temporelle de la qualité de l'eau. Dans tout les cas, ils conditionnent la représentativité de la population échantillonnée, et donc des conclusions tirées des résultats analytiques.

➤ **Précautions particulières de prélèvement**

- laisser un espace d'air d'au moins 2,5 cm entre la surface du liquide et le bouchon du flacon. Ce qui facilite l'homogénéisation de l'échantillon au moment de son analyse. Les bouteilles à large ouverture doivent être remplies jusqu'à l'épaule, en laissant un espace d'air d'au moins 2,5 cm et le bouchon doit être remis immédiatement après le prélèvement ;
- éviter de mettre les doigts ou tout autre objet à l'intérieur du bouchon du contenant et limiter au minimum l'exposition à l'air libre lors de l'échantillonnage ;
- entreposer le matériel d'échantillonnage dans un endroit propre et bien aéré;
- boucher soigneusement et hermétiquement tous les contenants après les prélèvements.

3.2. Conservation des échantillons

Le prélèvement des échantillons d'eau implique leur transport et leur stockage en attendant leur analyse au laboratoire.

Le fait de prélever un échantillon d'eau et de le séparer de son milieu naturel entraîne des modifications plus ou moins importantes selon les paramètres. Certains peuvent être considérés comme stables à l'échelle du temps de travail, alors que d'autres varient très rapidement. Pour rétablir de nouveaux équilibres à la nouvelle température ambiante, diverses réactions chimiques se produisent et peuvent entraîner la précipitation de sels et favoriser la mise en solution de gaz.....etc. Cependant, une température basse (environ 4°C) bloque l'évolution des réactions.

Durant la conservation, les caractéristiques de l'eau sont sujettes à des variations plus ou moins fortes. Ces variations dépendent de la nature même de l'eau, mais aussi du type de flacon utilisé, de la température et du temps de conservation. Pour des analyses particulières, des additifs de stabilisation sont nécessaires.

En général, les flacons en polyéthylène sont les plus utilisés, la température est maintenue en dessous de 4 °C (utilisation des glacières et des agents réfrigérants). Le délai d'analyse peut varier de 24 heures à plusieurs semaines, selon le paramètre considéré. Lorsqu'un agent de conservation est utilisé pour rendre basique ou pour acidifier un échantillon, il est inapproprié d'ajouter plus de 0,5 ml d'agent de conservation par 100 ml.

3.3. Analyses

3.3.1. Mesures in situ

La température, le pH, la conductivité, et l'oxygène dissous, doivent être mesurés *in situ*. En effet, ces paramètres sont très sensibles aux conditions du milieu et susceptibles de varier dans des proportions importantes s'ils ne sont pas mesurés sur site. L'idéal, est d'effectuer les mesures en continu (sauf l'alcalinité qui se mesure par titration), en plein courant s'il s'agit d'une rivière. Il faut veiller à ne pas aérer l'eau (risque de précipitation d'éléments en solution, oxygénation...)

3.3.2. Analyses au laboratoire

En dehors du choix des paramètres à doser qui dépend des objectifs de l'analyse, ce sont les méthodes analytiques et les manipulations de laboratoire qui limitent la précision analytique. L'interprétation des résultats analytiques, doit tenir compte des limites de la mesure effectuée dans les différentes étapes (échantillonnage, conservation, analyse) (Rodier *et al.*, 2009).

CHAPITRE II:
MATERIELS
ET
METHODES

4. Localisation des sites de prélèvement

Le bassin du Kébir–Rhumel, est doté de plusieurs oueds qui constituent les récepteurs de divers rejets (urbains, domestiques et industriels) et qui alimentent deux barrages : barrage Hammam Grouz et barrage Béni Haroun, respectivement en amont et en aval de la ville de Constantine. Le premier barrage a été mis en service en 1987 et le second en 1997. Ces deux barrages ont déjà faits l'objet d'une étude de qualité des eaux en 2007 (Khaldi et Melghit, 2007), Melghit en 2012, Benayache en 2014.

L'objectif de notre méthode étant la mise en fonctionnement de nouveaux appareils acquis par le laboratoire de « Biologie et Environnement », pour notre étude, trois stations de prélèvements des échantillons d'eau ont été retenues à titre d'exemple. Nous les avons choisies sur la base de leur différence de la qualité des eaux.

Station 1 :

Située en amont d'Oued Rhumel, à Ain Smara au niveau de l'ancien pont sur la route de la nouvelle ville Ali Mendjli, les coordonnées de cette station sont :

-Latitude : 36 ° 15' 31.19"N

-Longitude : 6 ° 30' 04.51"E

Station2 :

Située en aval d'Oued Rhumel, près de l'URBACO, les coordonnées de cette station sont :

-Latitude : 36 ° 20' 51.66"N

-Longitude : 6 ° 36' 46.33"E

Station3 :

Située du barrage Béni Haroun près de l'Oued Enndja, les coordonnées de cette station sont :

-Latitude : 36 ° 29' 58.38"N

-Longitude : 6 ° 6' 56.01"E

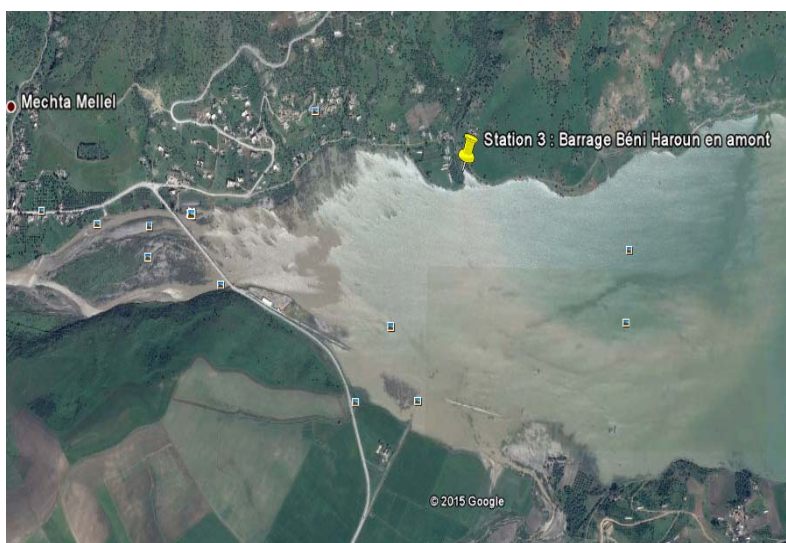


Figure 1 : Image de localisation des trois stations Rhumel amont, Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja

4.1. Prélèvement des échantillons d'eau

L'échantillon prélevé doit être représentatif et obtenu sans qu'il y ait une modification des caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, ...etc.).

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.* (2005), 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.

-dans le cas d'un barrage : plusieurs points sont choisis, à différentes profondeurs en tenant compte de l'hétérogénéité verticale et horizontale. Le recueilli obtenu est un composite.

4.2. Mesures physiques

➤ Température, pH, conductivité électrique et l'oxygène dissous

Pour les paramètres température, pH, conductivité électrique et l'oxygène dissous nous avons utilisé un multi-paramètre (3420-SET-G) avec une sonde pH Sentix, une sonde conductivité électrique et une sonde unique oxygène /température ConOx. L'utilisation de cet appareil consiste à plonger la sonde appropriée dans l'eau, puis à attendre quelques secondes jusqu'à la stabilisation et l'affichage sur l'écran avant de relever le résultat de la mesure. Les résultats sont exprimés respectivement en °C, en unité pH, en $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Figure 2 : Un multi-paramètre (3420-SET-G) avec une sonde thermique, une sonde pH, une sonde CE et une sonde oxygène dissous

➤ Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (DBO₅) est évaluée par la méthode respirométrique dite manométrique qui permet de suivre automatiquement l'évolution de la demande biochimique en oxygène au cours de l'oxydation des matières organiques.

La mesure est effectuée à l'aide d'un appareil manométrique de type VELP SCIENTIFICA (figure 3: photo du DBO mètre) et la DBO est exprimée en mg/l d'O₂.



Figure 3: Un appareil manométrique de type VELP SCIENTIFICA pour la mesure de la DBO

L'échantillon d'eau mesuré à l'aide d'une fiole à trop plein, est introduit dans des flacons ambrés maintenus dans une enceinte thermostatée est mis à incuber en présence d'air à une température de 20 °C, pendant 5 jours sous agitation constante.

Dans notre cas nous avons prolongé la durée de l'incubation pendant 11 jours afin de voir comment évolue la consommation de l'oxygène dissous dans le temps.

Les micro-organismes présents consomment l'oxygène dissous qui est remplacé en permanence par de l'oxygène en provenance du volume d'air situé au-dessous de l'échantillon. L'anhydride carbonique formé est piégé par de l'hydroxyde de potassium placé dans le réservoir fixé au goulot. Chaque flacon est muni d'un manomètre qui enregistre la dépression provoquée par la consommation de l'O₂ et la fixation du CO₂ (Rodier *et al.*, 2009).

La valeur réelle est calculée comme suit :

$$\text{DBO}_5 \text{ (mgO}_2\text{/l)} = \text{Valeur lue} * \text{facteur}$$

Tableau 5 : Facteur de conversion de la DBO₅ en fonction du volume d'essai

Portée de mesure	Quantité	Facteur
0 – 40	432 ml	1
0 – 80	365 ml	2
0 – 200	250 ml	5
0 – 400	164 ml	10
0 – 800	97 ml	20
0 – 2000	43.5 ml	50
0 – 4000	22.7 ml	100

4.3. Composés azotés

➤ Dosage de l'azote ammoniacal (NH₄⁺)

Le dosage de l'azote ammoniacal est réalisé selon la méthode par acidimétrie après distillation (NF T 90-015). Elle est applicable aux teneurs en azote ammoniacal, exprimées en NH₄ supérieures à 4 mg/l, avec une prise d'essai de 50 ml ou une dilution si la charge en NH₄ est élevée. Elle est perturbée par la présence de composés acides ou basiques volatils, tels que les amines, et par les produits hydrolysables en ammoniac (urée, etc.).

Le dosage acidimétrique est effectué après entrainement à la vapeur en milieu alcalin de l'ammoniaque libre ou salifiée (figure 4).



Figure 4 : Photo du distillateur de l'azote ammoniacal

En milieu alcalin, par ajout d'une base forte (NaOH, KOH) et phénolphtaléine (comme indicateur), l'azote ammoniacal est entraîné par la vapeur puis fixé dans une solution d'acide borique à 1% en présence de quelques gouttes d'un indicateur mixte (rouge de méthyle et vert de bromocrésol) préparé dans une solution alcoolique. Le distillat est titré par de l'acide sulfurique 0,01N.

Pour l'expression des résultats soient :

V_1 le volume en millilitres de solution d'acide sulfurique utilisé pour la titration de l'échantillon.

V_0 le volume en millilitres de solution d'acide sulfurique utilisé pour l'essai en blanc.

T la normalité de la solution titrée d'acide sulfurique utilisée (0,1 N)

V_2 le volume en millilitres de la prise d'essai.

La teneur en azote ammoniacal, exprimée en milligrammes de N-NH₄ par litre, est donnée par l'expression :

$$\frac{(V_1 - V_0) \times T \times 1000 \times 18}{V_2}$$

➤ Nitrates (NO_3^-)

Les nitrates sont déterminés dans le même échantillon que celui de l'azote ammoniacal. Après la distillation de ce dernier, on ajoute dans le ballon une pincée d'alliage de Dewarda pour réduire les NO_3^- et NH_4^+ . Puis on procède à la même distillation que précédemment. Les résultats sont exprimés en mg/l de NO_3^- .

➤ Nitrites (NO_2^-)

Les nitrites sont dosés par spectrophotométrie d'absorption moléculaire. La diazotation du sulfanilamide par les nitrites en milieu acide et sa copulation avec le α -Naphthyl éthylène diaminedihydrochloride donne un complexe pourpre susceptible d'un dosage spectrophotométrique à 540 nm. Les résultats sont exprimés en mg/l de NO_2^- .

**CHAPITRE III:
RESULTATS
ET DISCUSSIONS**

Dans ce chapitre nous présentons les résultats et la discussion des analyses effectuées sur les eaux superficielles des trois stations. Les résultats, présentés dans le tableau 6, sont illustrés graphiquement.

Tableau 6 : Paramètres physiques de l'eau des trois stations

Stations Paramètres	Oued Rhumel amont (S1)	Oued Rhumel aval (S2)	Barrage Béni Haroun (S3)
T (°C)	19,5	20,1	20,5
pH	7,40	7,99	7,30
CE (µS/cm)	1592	1674	1309
O₂ (mg/l)	8,50	8,22	8,20

5. Mesures physiques

5.1. Température

L'examen du tableau (6) permet de constater que les valeurs des températures de l'eau dans les trois stations sont similaires comme le montre la figure 5 malgré l'éloignement géographique des 3 stations. En effet, la figure 3 ne montre pas d'importantes variations de température soit 19,5 °C, 20,1 °C et 20.5 °C respectivement dans Oued Rhumel amont, Oued Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja.

La mesure de la température est nécessaire puisqu'elle joue un rôle important dans la solubilité des gaz, la dissociation des sels dissous et la détermination du pH et sur la vitesse des réactions chimiques en général (Rodier *et al.*, 2009).

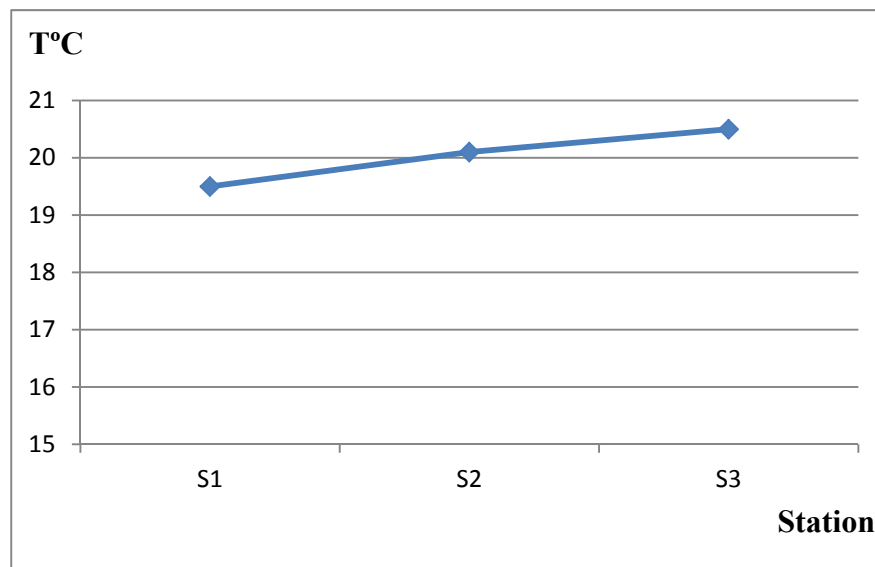


Figure 5 : Evolution spatiale de la température des trois stations Rhumel amont, Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja

La température de l'eau dépend essentiellement de celle du milieu ambiant. En effet, la température est un facteur écologique de première importance qui a une grande influence sur les propriétés physico-chimiques des écosystèmes aquatiques (Ramade, 1993). Elle conditionne les possibilités de développement et la durée du cycle biologique des espèces aquatiques (Angelier, 2003).

5.2. Le pH

Les valeurs des pH des eaux de l'Oued Rhumel amont, Oued Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja sont respectivement 7,40, 7,99 et 7,30 (figure 6). Elles indiquent des eaux à pH faiblement alcalin.

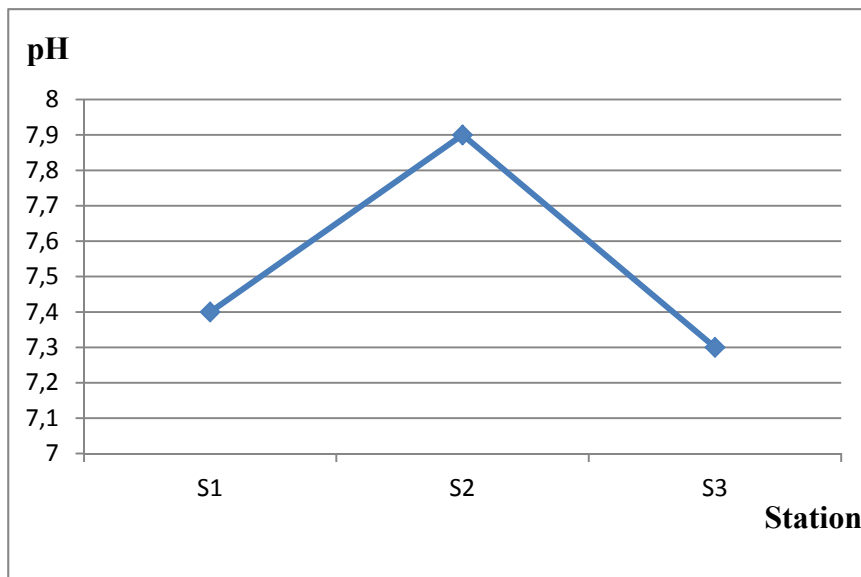


Figure 6 : Evolution spatiale du pH des trois stations Rhumel amont, Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja

Ces valeurs du pH peuvent être expliquées par la nature géologique calcaire du bassin versant Kebir-Rhumel (*cf. Chapitre 1*), par les phénomènes de dilution qui peuvent intervenir sur les valeurs du pH des milieux aquatiques, ou par l'influence des eaux du ruissellement chargées généralement de diverses matières aux origines différentes.

Le pH est un paramètre qui mesure le degré d'acidité ou d'alcalinité des écosystèmes aquatiques. Un pH compris entre 6 et 9 permet un développement à peu près correct de la faune et de la flore aquatique (Sahli, 2002). En effet, les organismes vivants sont très sensibles aux variations brutales, même limitées, du pH.

5.3. Conductivité électrique (CE)

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution (Rodier *et al.*, 2009). Elle est influencée par la température, la nature des ions libérés et leur concentration dans les eaux.

Les valeurs enregistrées sont de 1592 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 1674 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 1309 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivement dans Oued Rhumel amont, Oued Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja (tableau 6).

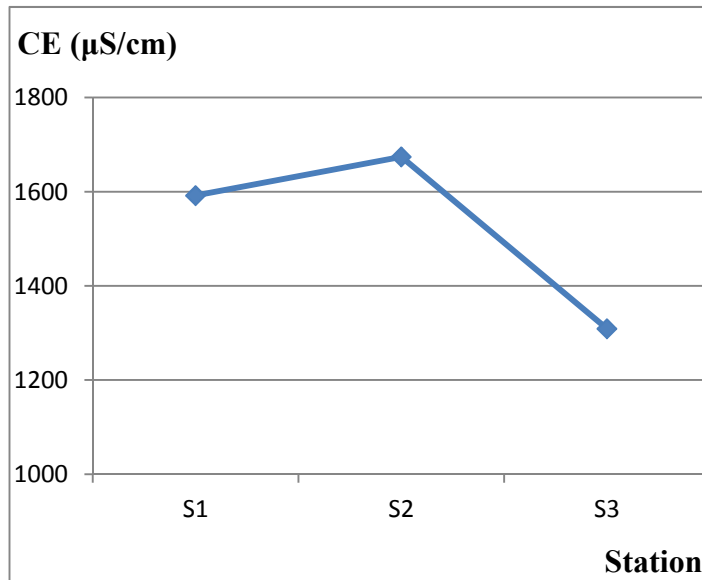


Figure 7 : Evolution spatiale de la conductivité électrique (CE) de l'eau de l'Oued Rhumel amont, Oued Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja

Il est à remarquer que l'évolution de la CE est variable d'une station à l'autre (figure 7). L'augmentation de la CE dans le Rhumel aval par analogie au Rhumel amont est probablement liée aux rejets diffus de l'Ouest de la ville de Constantine et de la zone industrielle Palma. Il a toujours été signalé que la CE est impactée par les divers effluents domestiques, urbains ou autres. Pour la station 3 du barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja on enregistre une diminution due certainement à un effet de dilution ou à la nature de la roche mère.

Les eaux des trois stations sont caractérisées par une minéralisation élevée ($CE > 1000 \mu\text{S}/\text{cm}$) selon la classification de Rodier *et al.*, (2009). Cette CE généralement élevée, mais ne dépassant pas les normes. Elle traduit une minéralisation excessive.

Les résultats de cette étude sont similaires à ceux de Melghit (2012) pour les stations du Rhumel, mais plus élevée pour le barrage. En effet, Melghit (2012) a enregistré, une CE moyenne de 1584 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à Oued Rhumel amont et une CE moyenne de 1667 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à Oued Rhumel aval au niveau de l'Oued Metlili et une CE moyenne de 1114 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au barrage Béni Haroun.

5.4. Oxygène dissous

Les valeurs enregistrées sont de 8,50 mg/l, 8,22 mg/l et 8,20 mg/l respectivement dans Oued Rhumel amont, Oued Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja (tableau 6).

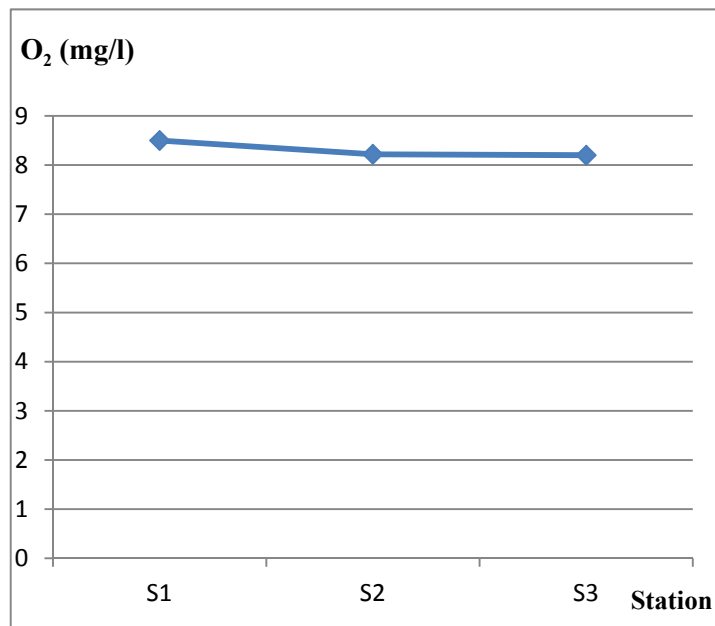


Figure 8: Evolution spatiale de l'oxygène dissous des trois stations Rhumel amont, Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja

Les teneurs en oxygène dissous sont presque similaires pour l'ensemble des trois stations (fig.8). Une évolution du taux d'oxygène dissous qui reflète un processus d'autoépuration avancé et des eaux généralement bien oxygénées. La solubilité de l'oxygène dans l'eau est un paramètre qui dépend essentiellement de la température. L'oxygène représente environ 35 %

des gaz dissous dans l'eau. Sa forme dissoute est d'une importance primordiale dans les eaux de surface puisqu'elle conditionne les processus d'auto-épuration et de préservation de la vie aquatique (Gaujous, 1995). L'oxygène dissous disponible est limité par la solubilité de l'oxygène (maximum 9 mg/l à 20°C) qui décroît avec la température et la présence de polluants dans les cours d'eau (Rodier *et al.*, 2009).

5.5. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Les valeurs de la DBO₅ présentent des variations importantes s'observant d'une station à l'autre et même au niveau des répétitions. La valeur moyenne la plus élevée, 15,75 mg/l d'O₂ a été enregistrée au niveau d'Oued Rhumel aval avec une quantité d'eau de 432 ml (tableau 7) alors que la valeur moyenne la moins élevée, 5,56 mg/l d'O₂, a été notée a barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja.

Tableau 7 : Evolution spatiale de la DBO₅ des eaux d'Oued Rhumel amont, Oued Rhumel aval et barrage Beni Haroun près de l'Oued Endja

Stations Paramètres	Quantité	DBO ₅ (mg/l d'O ₂)	Moyenne
Oued Rhumel amont	432 ml	4,8	7,70
		9,6	
		8,7	
Oued Rhumel aval	432 ml	15,01	15,75
		16,5	
Oued Rhumel aval	250 ml	14,3	12,60
		10,9	
Barrage Beni Haroun près de l'Oued Endja	432 ml	6,5	5,56
		5,4	
		4,8	

Le paramètre DBO₅ est un test conventionnel utilisé pour établir un classement qualitatif des eaux et définir l'altération du milieu par les matières organiques biodégradables ; il est influencé par la nature et la quantité des microorganismes présents, le pH, la température et la teneur en sels nutritifs.

Les moyennes calculées sont de 7,7 mg/l d'O₂ à l'Oued Rhumel amont, 5,56 mg/l d'O₂ au barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja, 15,75 mg/l d'O₂ à l'Oued Rhumel aval pour une quantité d'eau de 432 ml et 12,6 mg/l d'O₂ à l'Oued Rhumel aval pour une quantité d'eau de 250 ml (figure 9). La quantité d'échantillon testé est importante ; quand il y en a trop ou pas assez le résultat peut être sous estimé. L'échantillon de 250 ml s'est avéré insuffisant et le volume de l'air est trop grand. C'est un test conventionnel mais qui peut manquer de précision et il n'y a pas une bonne répétabilité car il s'agit d'action d'organismes vivants ; d'où la nécessité de faire des répétitions.

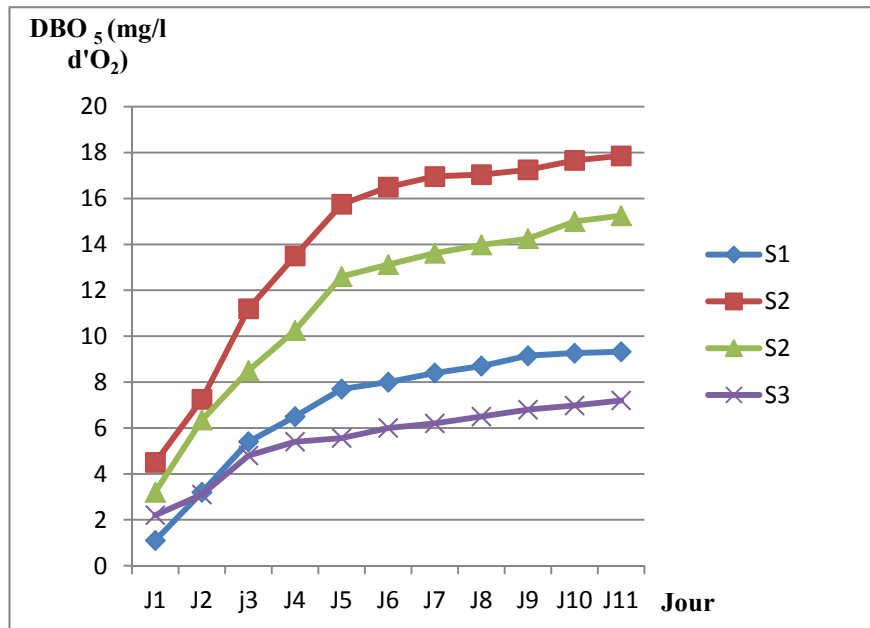


Figure 9: Evolution de la BDO dans le temps des eaux des trois stations Rhumel amont, Rhumel aval (deux volumes) et barrage Béni Haroun près de l’Oued Endja

La lecture des courbes et la même pour les 4 échantillons dans tous les cas en constate une consommation d’O₂ est importante jusqu’au 5^{ème} jour puis elle diminue pour former un plateau (figure 9). Les DBO₅ enregistrées pour l’oued Rhumel amont et aval révèlent une eau de mauvaise qualité selon les classes d’aptitude des eaux superficielles de l’ABH (2009). Quant au barrage Béni Haroun près de l’Oued Endja, la DBO₅ de 5,56 mg/l traduit une eau de bonne qualité pour ce paramètre.

6. Composés azotés

Les résultats des mesures des concentrations moyennes des composés azotés (NH₄⁺, NO₂⁻ et NO₃⁻) des trois stations sont présentés dans le tableau 8.

Tableau 8 : Résultats des mesures des concentrations des composés azotés des trois stations Rhumel amont, Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja

Stations Paramètres	Oued Rhumel	Moyenne	Oued Rhumel	Moyenne	Barrage Béni	Moyenne
	amont		aval		Haroun	
NH ₄ ⁺ (mg/l)	1,75	1,80	1,52	1,54	2,32	2,34
	1,85		1,56		2,36	
NO ₂ ⁻ (mg/l)	2,62	2,64	2,73	2,75	0,28	0,29
	2,66		2,77		0,30	
NO ₃ ⁻ (mg/l)	11,60	11,64	12,92	12,89	3,40	3,42
	11,68		12,87		3,44	

➤ L'azote ammoniacal (NH₄⁺)

Les teneurs en azote ammoniacal montrent des variations s'observant d'une station à l'autre (figure 10). Les teneurs moyennes déterminées sont de 1,80 mg/l N-NH₄, 1,54 mg/l N-NH₄ et 2,34 mg/l N-NH₄ respectivement dans Oued Rhumel amont, Oued Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja (tableau 8).

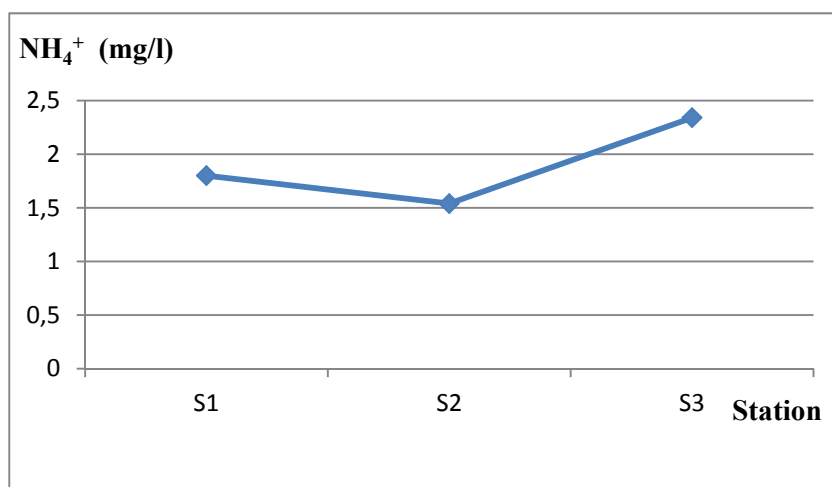


Figure 10: Evolution spatiale des teneurs en azote ammoniacal (N-NH₄) des trois stations Rhumel amont, Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja

Dans les eaux superficielles, l'azote ammoniacal peut avoir pour origine : la matière organique végétale des cours d'eau, la matière organique animale ou humaine, les rejets industriels (engrais, textiles...) (Rodier *et al.*, 2009).

Les concentrations en azote ammoniacal, supérieures à 1,5 mg/l N-NH₄, des eaux de l'oued Rhumel à la fois en amont (S1), en aval (S2) et en amont du barrage Beni Haroun près de l'Oued Endja (S3) révèlent une eau appartenant à la classe 3 selon les classes d'aptitude des eaux superficielles de l'ABH (2009). Mehennaoui-Afri (1998) et Rodier *et al.* (2005) soulignent que la situation devient dangereuse quand les valeurs dépassant 1,5 mg/l N-NH₄.

➤ Nitrites (NO₂⁻)

Les teneurs en nitrites montrent des variations importantes s'observant d'une station à l'autre (figure 11). Les valeurs enregistrées en moyennes sont de 2,64 mg/l N-NO₂, 2,75 mg/l N-NO₂ et 0,29 mg/l N-NO₂ respectivement dans Oued Rhumel amont, Oued Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja (tableau 8).

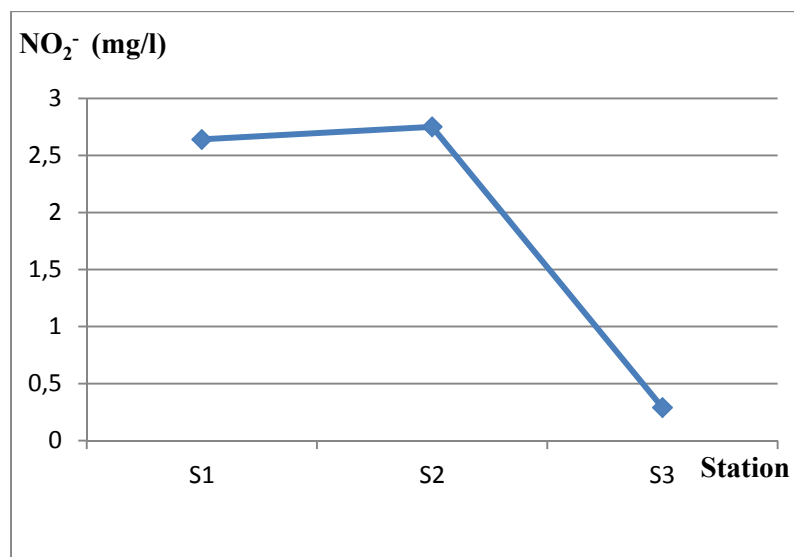


Figure 11: Evolution spatiale des teneurs en nitrites des trois stations Rhumel amont, Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja

Les concentrations en azote des nitrites, supérieures à 1mg/l N-NO₂, des eaux de l'oued Rhumel à la fois en amont (S1) et en aval (S2), révèlent une eau de très mauvaise qualité selon les classes d'aptitude des eaux superficielles de l'ABH (2009). Les eaux de la station 3 (S3) sont, par contre, de bonne qualité avec une teneur de 0,29 mg/l N-NO₂.

Nos résultats confirment les travaux précédents (Melghit, 2012) ; nous trouvons que la situation des eaux de l'Oued Rhumel, toujours anormale, traduit un état de pollution organique. Les nitrites, molécules intermédiaires instables, présentent une certaine toxicité pour les êtres vivants y compris pour certaines bactéries aérobies (Ramade, 2000). Leur présence dans les eaux traduit un processus de nitrification inachevé.

La méthode de dosage de l'ammonium et des nitrates, par entrainement à la vapeur, révèle une bonne répétabilité. Nous avons constaté l'absolue nécessité d'utiliser une burette de précision de 5 ml et la dilution de l'acide sulfurique recommandée est 0,01N pour espérer minimiser les erreurs de manipulation.

➤ Nitrates (NO₃⁻)

Les valeurs enregistrées en moyennes sont de 11,64 mg/l N-NO₃, 12,89 mg/l N-NO₃ et 3,42 mg/l N-NO₃ respectivement dans Oued Rhumel amont, Oued Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja (tableau 9). Les teneurs en nitrates montrent des variations importantes s'observant d'une station à l'autre. Les eaux de l'Oued Rhumel contiennent des concentrations plus élevées en nitrates par rapport à l'eau de barrage Beni Haroun près de l'Oued Endja (figure 12).

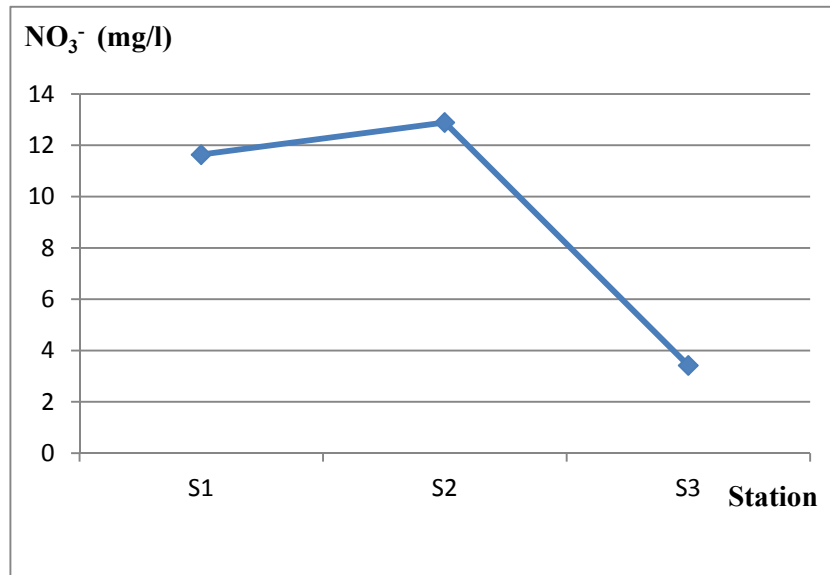


Figure 12: Evolution spatiale des teneurs en nitrates des trois stations Rhumel amont, Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja

Toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniacque nitrites, etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique. Leur présence dans une eau polluée atteste d'un processus d'autoépuration avancé.

Les taux relevés dans les eaux de l'Oued Rhumel, supérieurs à 10 mg/l N-NO₃, traduisent une eau de qualité passable en adéquation avec les classes de qualité des eaux superficielles de l'ABH (2009). Avec une teneur de 3,42 mg/l N-NO₃, les eaux de la station 3 sont de bonne qualité vis-à-vis du paramètre nitrates.

En général, les eaux de surface ne sont pas chargées en nitrates à plus de 10 mg/l N-NO₃ (O.M.S, 1989). Nos valeurs obtenues sont supérieures à ces limites. Ceci peut être dû au lessivage des sols. Ainsi, les eaux de pluies peuvent contenir des nitrates en provenance des oxydes d'azote et de l'ammoniac présents dans l'atmosphère (Rodier *et al.*, 2005), et surtout les nitrates peuvent avoir comme origine les engrais azotés utilisés en agriculture.

CONCLUSION

Pour conclure ce travail, il convient de rappeler que, le bassin du Kébir–Rhumel, est doté de plusieurs oueds qui constituent les récepteurs de divers rejets (urbains, domestiques et industriels) et qui alimentent deux barrages : barrage Hammam Grouz et barrage Béni Haroun, respectivement en amont et en aval de la ville de Constantine.

Les multiples études écologiques des eaux des oueds et barrages du bassin versant Kébir-Rhumel ont souvent mis en évidence le danger des rejets diffus d'origine domestique et industrielle sur la qualité physico-chimique et biologique des écosystèmes aquatiques.

L'objectif du présent travail consiste principalement en l'apprentissage de techniques analytiques de mesure de la DBO₅, l'azote ammoniacal, nitrites, nitrates et la mesure de paramètres physiques (température, pH, conductivité électrique, oxygène dissous) via l'utilisation d'une mallette multi-paramètre. Cette investigation a permis une approche relative à la qualité des eaux vis-à-vis de la contamination de type surtout organique des trois stations Rhumel amont, Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja. Le choix de ces trois stations a été motivé par leur localisation géographique. La station 1 a servi de référence et les stations 2 et 3 rendent compte de l'impact de Constantine sur la qualité physico-chimique des eaux.

Les paramètres analysés, ont révélé :

- ✓ une température qui révèle des eaux de qualité normale à bonne ;
- ✓ un pH à tendance faiblement alcaline ;
- ✓ une CE généralement élevée, mais ne dépassant pas les normes. Elle traduit une minéralisation excessive ;
- ✓ une évolution du taux d'oxygène dissous qui reflète un processus d'autoépuration avancé et des eaux généralement bien oxygénées;
- ✓ le paramètre DBO₅ est un test conventionnel mais qui peut manquer de précision et il n'y a pas toujours une bonne répétabilité car il s'agit d'action d'organismes vivants, nous recommandons de bien mélanger les eaux avant le prélèvement de l'aliquot pour la mesure et d'effectuer 3 répétitions par prélèvement pour traduire au mieux la qualité des eaux d'où la nécessité de faire des répétitions. Les DBO₅ enregistrées pour l'oued Rhumel amont et aval révèlent une eau de mauvaise qualité alors que celles du barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja traduisent une eau de bonne qualité ;

- ✓ la méthode de dosage de l'ammonium et des nitrates, par entrainement à la vapeur, révèle une bonne répétabilité. Nous avons constaté l'absolue nécessité d'utiliser une burette de précision de 5 ml et la dilution de l'acide sulfurique recommandée est 0,01N pour espérer minimiser les erreurs de manipulation.
- ✓ Les teneurs en azote ammoniacal des eaux de l'oued Rhumel à la fois en amont (S1), en aval (S2) et du barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja (S3) traduisant une eau de qualité passable.
- ✓ Les teneurs en azote des nitrites, des eaux de l'oued Rhumel à la fois en amont (S1) et en aval (S2), révèlent une eau de très mauvaise qualité. Les eaux de la station 3 du barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja sont, par contre, de bonne qualité.
- ✓ Les teneurs en azote des nitrates, des eaux de l'Oued Rhumel, traduisent une eau de qualité passable. Les eaux de la station 3 du barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja sont de bonne qualité.

Pour préserver la qualité des eaux, il devient nécessaire que l'état impose son autorité au secteur industriel pour qu'il respecte la réglementation en vigueur en matière de protection et de respect de l'environnement afin d'instaurer un programme de contrôle et de surveillance continu des différentes sources de pollution. Il est également nécessaire d'adopter une politique de tri des déchets et ordures et leur recyclage dans le but de réduire leur impact sur les écosystèmes aquatiques, réceptacles ultimes des diverses pollution.

A l'issue de cette contribution, dans nos perspectives nous proposons

- un suivi régulier de tous les paramètres physico-chimiques et de pollution organique pour alimenter une banque de données permettant d'évaluer l'évolution de la qualité et des aptitudes des réservoirs d'eau ;
- d'étendre les investigations vers d'autres polluants organiques et essentiellement vers l'évaluation du niveau de contamination par les polluants organiques persistants tels que les hydrocarbures, les PCB...et les produit pharmaceutiques étant donné que ces eaux sont destinées à l'alimentation en eau potable ;
- de réaliser un suivi de l'évolution de la contamination des eaux et surtout des sédiments par les éléments traces métalliques (ETM) qui s'accumulent dans les sédiments, vu les problèmes d'envasement que connaissent les barrages en Algérie ;
- une évolution du niveau de transfert des polluants, surtout les ETM, vers la faune et la flore aquatiques et la chaine trophique dans son ensemble ;

- une évaluation de la qualité biologique des eaux des barrages via la présence/absence des macroinvertébrés benthiques et des algues macro et microscopiques, le calcul de différents indices biotiques et l'appréciation de la diversité.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- A.B.H. 1999-2004.** Les cahiers de l'Agence, Agence de Bassin Hydrographique Constantinois-Seybouse-Mellegue, Constantine.
- AFNOR, 1975.** Essais des eaux. Table de solubilité de l'oxygène dans l'eau. NF T 90-032. 6 p.
- Angelier E., 2003.** Ecologie des eaux courantes. Ed. Technique et documentation. Lavoisier, Paris. 199 pp.
- Benayache N., 2014.** Evaluation du niveau de la pollution organique des eaux des barrages Hammam Grouz et Béni Haroun. Mémoire de master 2 en Ecologie et Ecotoxicologie. Université de Constantine 1. 43 p.
- Bremond R., Vuichard R., 1973.** Paramètres de la qualité des eaux, OSPEPE, Paris.
- De Villers J., Squilbin M., yourassowsky C. 2005.** Qualité physicochimique et chimique des eaux de surface. Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement.
- Gaujous D., 1995.** La pollution des milieux aquatiques. Aide mémoire. Ed. Technique et Documentation. Lavoisier, Paris. 220p.
- Khaldi F. Z. et Melghit M., 2007.** Qualité physico-chimique, pollution organique et contamination métallique (Fe, Cu, Mn et Zn) de l'Oued Rhumel et des eaux des barrages Hammam Grouz et Beni Haroun. Mémoire d'ingénieur en Ecologie et environnement. Université Mentouri, Constantine. 102 p.
- Kohonen T., 1984.** Automatic monitoring of river water quality- Water Science Technology 16 89-294.
- Mébarki A., 1982.** Le bassin du Kébir-Rhumel (Algérie). Hydrologie de surface et aménagement des ressources en eau. Thèse de doctorat 3^{ème} cycle. Nancy II. 304 p.
- Mébarki A., 1984.** Ressources en eau et aménagement en Algérie. Le bassin du Kébir-Rhumel. *O.P.U.* Alger. 302 p.

Mébariki A., 2005. Hydrologie des bassins de l'Est Algérien : ressources en eau, aménagement et environnement. Thèse d'état. Université Mentouri-Constantine. 306 p.

Mébariki A., 2005. Hydrologie des bassins de l'Est Algérien : ressources en eau, aménagement et environnement. Thèse d'état. Université Mentouri-Constantine. 306 p.

Mehennaoui- Afri F. Z., 1998. Contribution à l'étude physico-chimique et biologique de l'Oued Kébir-Rhumel et de ses principaux affluents. Mémoire de magistère en Ecologie. Université Mentouri, Constantine. 238 p.

Melghit M., 2012. Evaluation de la qualité physico-chimique, pollution organique et d'une éventuelle contamination métallique (Zn, Cu, Cd, Pb et Cr) des compartiments Eau-Sédiments de l'Oued Rhumek, de ses affluents et des eaux des barrages Hammam Grouz et Béni haroun. Mémoire d'ingénieur en Ecologie et Environnement. Université Mentouri, Constantine. 141p.

OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 1989. Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants. 3^{ème} rapport du comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires, rapport technique n°776 de l'OMS. Genève (Suisse). 156 p.

Pesson P., 1976. La pollution des eaux continentales, Bordas, Paris.

Ramade F., 1982. Eléments d'écologie (écologie appliquée), DULOD, Paris.

Ramade F., 1993. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Ed. *Science Internatinal*. Paris. 822 p.

Ramade F., 2002. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. 2^{ème} Ed. *DUNOD*. Paris. 1075 p.

Rodier J., 1984. L'analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux résiduaires et Eaux de mer, 7^{ème} édition, DULOD, Paris.

Rodier J., 2009. Analyse de l'eau ; Eaux. Ed. *DUNOD BORDAS*, Paris, 9^{ème} édition. 1526 p.

Rodier J., 2005. L'analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux résiduaires et Eaux de mer, 9^{ème} édition, DULOD, Paris.

Sahli L., 2002. Evaluation de la contamination par le Cadmium, le Chlore, le Plomb et le Manganèse dans les sédiments, les macroinvertébrés et une plante aquatique (*Roripansturium*) dans l'oued Rhumel et son affluent l'OuedBoumerzoug en zone urbaine. Mémoire de Magistère en Ecologie et Ecotoxicologie, Université Mentouri de Constantine. 126p.

Tardat-Henry M et Beaudry J., 1984. Chimie des eaux. Ed. Le Griffon d'argile inc. 340 p.

Résumé

L'eau est une ressource limitée et vulnérable, indispensable à la vie, au développement et à l'environnement l'objectif du présent travail consiste principalement en l'apprentissage de techniques analytiques de mesure de la DBO₅, l'azote ammoniacal, nitrites, nitrates et la mesure des paramètres physique (température, pH, conductivité électrique, oxygène dissous) via l'utilisation d'une mallette multi- paramètre. Cette investigation a permis une approche relative à la qualité des eaux vis-à-vis de la contamination de type surtout organique des trois stations Rhumel amont, Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja. Le choix de ces trois stations a été motivé par leur localisation géographique. La station 1 a servi de référence, la station 2 rend compte de l'impact de l'ouest de Constantine et la zone industrielle palma et la station 3 donne une idée de la qualité physico-chimique des eaux du barrage Béni Haroun. La DBO₅, la teneur en ammonium et en nitrites révèlent une perturbation induite par la présence de pollution organique des eaux. L'apprentissage des techniques de mesure nous a permis de suggérer des recommandations. Afin de préserver la qualité des eaux, il est nécessaire d'instaurer un programme de contrôle et de surveillance continu des différentes sources de pollution.

Abstrat

Water is a finite and vulnerable resource, essential to sustain life, development and the environment the objective of this work consists mainly of learning analytical techniques for measuring BOD₅, ammonia nitrogen, nitrite, nitrates and measurement of physical parameters (temperature, pH, electric conductivity, dissolved oxygen) through the use of a multi-parameter case. This investigation has allowed an approach to quality vis-à-vis waters especially organic type contamination of the three stations Rhumel upstream, downstream and Rhumel Beni Haroun dam near Oued Endja. The choice of these three stations was motivated by their geographical location. Station 1 was used as reference, the station 2 realizes the impact of western Constantine Palma and the industrial zone and the station 3 gives an idea of the physical-chemical water quality of the dam Beni Haroun. BOD₅, the ammonium and nitrite content reveal a disturbance induced by the presence of organic pollution of water. Learning measurement techniques allowed us to suggest recommendations. To preserve water quality, it is necessary to establish a monitoring program and continuous monitoring of the various sources of pollution.

Nom et Prénom : KEDDARI Dounia

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master 2

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Gestion durable des Ecosystèmes et protection de l'environnement

Option : Pollution des écosystèmes et Ecotoxicologie

***Thème : Mise au point des techniques de mesure de la DBO₅,
des formes azotées et des paramètres physiques des eaux superficielles***

Résumé :

L'eau est une ressource limitée et vulnérable, indispensable à la vie, au développement et à l'environnement l'objectif du présent travail consiste principalement en l'apprentissage de techniques analytiques de mesure de la DBO₅, l'azote ammoniacal, nitrites, nitrates et la mesure des paramètres physique (température, pH, conductivité électrique, oxygène dissous) via l'utilisation d'une mallette multi-paramètre. Cette investigation a permis une approche relative à la qualité des eaux vis-à-vis de la contamination de type surtout organique des trois stations Rhumel amont, Rhumel aval et barrage Béni Haroun près de l'Oued Endja. Le choix de ces trois stations a été motivé par leur localisation géographique. La station 1 a servi de référence, la station 2 rend compte de l'impact de l'ouest de Constantine et la zone industrielle palma et la station 3 donne une idée de la qualité physico-chimique des eaux du barrage Béni Haroun. La DBO₅, la teneur en ammonium et en nitrites révèlent une perturbation induite par la présence de pollution organique des eaux. L'apprentissage des techniques de mesure nous a permis de suggérer des recommandations. Afin de préserver la qualité des eaux, il est nécessaire d'instaurer un programme de contrôle et de surveillance continu des différentes sources de pollution.

Mots clé : Mise en point, technique de mesure, DBO₅, formes azotés, physico-chimie, eaux superficielles.

Jury d'évaluation :

Présidente : KHALFALLAH Nadra (Prof- UFM Constantine).

Rapporteur : AFRI-MEHENNAOUI F-Z (MCA- UFM Constantine).

Examineur : ZAIMECHE Saida (MAT- UFM Constantine).

Année universitaire : 2014/2015