



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 1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة 1
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie et Ecologie Végétale

قسم : بيولوجيا و علم البيئة النباتية.

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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Option : Ecologie Fondamentale et Appliquée

Intitulé :

Évaluation de la qualité physico-chimique et pollution organique des eaux du Barrage Réservoir Oued Athmenia

Présenté et soutenu par :

Le : / 07 / 2019

Cheribet Ahlem

Belounis Raounek

Jury d'évaluation :

Président du jury : AFRI-MEHENNAOUI F-Z

(Pr - UFM Constantine).

Rapporteur : TOUATI Laïd

(MCA - UFM Constantine).

Examineurs : GHIOUA Karima

(MAT - UFM Constantine).

*Année universitaire
2018 - 2019*

Remerciements

Avant tout, nous remercions notre créateur « **Allah** » tout puissant qui nous a guidé, donné la force, la santé et la volonté pour réaliser ce travail et arriver à ce stade scientifique.

Nous exprimons nos plus vifs remerciements et notre profonde gratitude à Madame **Afri-Mehennaoui F-Z** (Pr-UFM Constantine) d'avoir accepté de présider le jury. Qu'elle reçoive toute notre gratitude et notre respect.

Nous tenons à remercier vivement monsieur **Touati Laïd** (MCA-UFM Constantine), mon encadreur, qui nous a fait l'honneur d'assurer la direction de ce travail,

Nos remerciements s'adressent également à **Ghioua Karima** (MAT -UFM Constantine), pour avoir accepté d'évaluer ce travail.

Un remerciement spécial pour tout le personnel de l'agence nationale des ressources hydriques de Constantine, particulièrement à **M. Hadid**, ingénieur d'état à l'**ANRH**, qui m'a guidé et orienté techniquement sur le terrain et au laboratoire.

Mes remerciements vont également au directeur de l'**ANBT** qui m'ont soutenu et fournis les données nécessaires pour l'élaboration de ce travail.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin, tout au long de la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail qui n'aura jamais pu voir le jour sans les soutiens indéfectibles et sans limite de mes chers parents qui ne cessent de me donner avec amour le nécessaire pour que je puisse arriver à ce que je suis aujourd'hui.

Que dieux vous protège et que la réussite soit toujours à ma portée pour que je puisse vous combler de bonheur.

A ma merveilleuse Mère qui m'a tout donné depuis que j'étais enfant, merci maman, je t'adore.

A mon adorable Père, Symbole de patience, sacrifice, courage et générosité remarquable, que dieu te garde pour nous.

Mes très chères sœurs Asma et Meriem pour ton soutien et ton aide.

A mes grands parents

A mes chers enseignants que ce soit du primaire, du moyen, du Secondaire et de l'enseignement Supérieur

A toutes mes amis

A tous ceux qui me sont chers et proches,

A tous ceux qui ont semé en moi à tout point de vue

Je dis Merci

AHLEM.Ch

Dédicace

A mes chers parents,

Vous avez tout sacrifié pour moi n'épargna Efforts. Vous

*M'avez donné un magnifique modèle de labeur et de
persévérance*

Je suis redevable d'une éducation dont je suis fière....

Qu'Alla vous bénisse et vous garde pour moi.

A mon cher frère Oussama,

Je te remercie pour ton soutien et ton aide.

A mes sœurs RAYANE et ARIDJE,

Merci de m'avoir comblé d'attention.

A mes grands parents

*A mes chers enseignants que ce soit du primaire, du moyen,
du Secondaire et de l'enseignement Supérieur*

A toutes mes amis

A tous ceux qui me sont chers et proches,

A tous ceux qui ont semé en moi à tout point de vue

Je dis Merci.

RAOUNEK.B

Table des matières

Liste d'abréviation

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction.....1

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

1.1	Généralités sur les eaux de surface.....	02
1.1.1	Définition.....	02
1.1.2	Caractéristiques et exploitation des eaux de surface.....	02
1.2	Qualité des eaux superficielles.....	02
1.2.1	Paramètres physico-chimiques.....	03
1.2.2	Paramètres relatifs à la pollution.....	04
1.2.3	Les différentes formes d'azote.....	05
1.2.4	Les Phosphates (PO_4^{-3}).....	05
1.3	Normes et classes de qualité des eaux superficielles.....	06

Chapitre 2 : Matériel et méthodes

2.1	Présentation générale du Barrage réservoir Oued Athmenia.....	07
2.1.1	Situation géographique et administrative.....	07
2.1.2	Description de l'Aménagement du barrage Oued Athmenia.....	08
2.1.3	Transfert des eaux de Béni Haroun.....	09
2.2	Climatologie.....	09

2.2.1	Pluviométrie.....	09
2.3	Localisation du site de prélèvement.....	10
2.4	Campagne de prélèvement.....	11
2.5	Échantillonnage.....	11
2.5.1	Mode de prélèvement.....	11
2.5.2	Techniques de prélèvement.....	11
2.5.3	Conservation des échantillons.....	12
2.6	Méthodes d'analyse de l'eau.....	12
2.6.1	Détermination des paramètres physico- chimiques.....	12
2.6.2	Paramètres de Pollution Organique.....	15
2.6.3	Dosage des différentes formes d'azote.....	17
2.6.4	Phosphates (PO_4^{-3})	19

Chapitre 3 : Résultats et discussion

3.1	Paramètres physico-chimiques.....	20
3.2	Paramètres relative à la pollution organique.....	26
3.3	Déférentes formes d'azote.....	29
3.4	Phosphate (PO_4^{-3}).....	32
	Conclusion.....	33

Références Bibliographiques

Résumés

Annexes

Liste des abréviations

A.B.H: Agence de Bassin Hydrographique.

AFNOR : L'Association Française de Normalisation et l'Organisation Française.

A.N.B.T : Agence National des Barrages et Transfert.

A.N.R.H : Agence National des Ressources Hydraulique.

CE : Conductivité électrique.

DBO₅ : Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours.

DCO : Demande chimique en oxygène.

GPS : Global Positioning System.

MES : Matière en suspension.

NA : Norme Algérienne.

NH₄⁺ : L'azote ammoniacal.

NGA: National Geospatial-intelligence Agency.

NO₃⁻ : Nitrates.

NO₂⁻ : Nitrites.

O₂ : Oxygène.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

PH : Potentiel Hydrogène.

PO₄⁻³ : Phosphate.

Rs : Résidu sec.

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

T °C : Température.

UTM : Universal Transverse Mercator.

Liste des tableaux

Tableau	N° de page
Tableau 1 : La classification de la qualité des cours d'eau en Algérie (ABH, 2009)	06
Tableau 2 : Grille de la qualité des eaux superficielles (ABH, 2009)	06
Tableau 3 : Les principales caractéristiques du bassin	07
Tableau 4 : Répartition mensuelle des moyennes de précipitation de l'année 2018/2019	10
Tableau 5 : Coordonnées GPS et altitude du site de prélèvement	10
Tableau 6: Calendrier de prélèvement	11
Tableau 7 : Conservation des prélèvements (Rodier., 2009)	12
Tableau 8 : Résultats relatifs aux paramètres étudiés de l'eau du Barrage ; Moyenne, Ecart type, Minimum, Maximum.	20
Tableau 9 : Grille de la qualité des eaux superficielle pour la température	21
Tableau 10: Grille de la qualité des eaux superficielle pour le pH	22
Tableau 11: Grille de la qualité des eaux superficielles pour la CE	23
Tableau 12: Grille de la qualité des eaux superficielle pour les MES	24
Tableau 13 : Grille de la qualité des eaux superficielle pour RS	25
Tableau 14: Grille de la qualité des eaux superficielles pour l'O ₂ dissous	26
Tableau 15: Grille de la qualité des eaux superficielle pour la DBO ₅	27
Tableau 16: Grille de la qualité des eaux superficielle pour la DCO	28
Tableau 17: Grille de la qualité des eaux superficielle de l'NH ₄ ⁺	29
Tableau 18: Grille de la qualité des eaux superficielle de l'NO ₂ ⁻	30
Tableau 19: Grille de la qualité des eaux superficielle pour l'NO ₃ ⁻	31
Tableau 20: Grille de la qualité des eaux superficielle pour PO ₄ ⁻³	32

Liste des figures

Figure	N° de page
Figure 1: Photo de satellite d'Oued Athmenia	07
Figure 2 : Photo satellite des digues	08
Figure 3 : Site de prélèvement	10
Figure 4 : Mode de prélèvement	12
Figure 5 : Mesure de la température in situ.	13
Figure 6 : Mesure du pH in situ.	13
Figure 7 : Mesure de la CE in situ.	14
Figure 8 : Mesure de l'Oxygène dissous in situ.	14
Figure 9 : La détermination du Résidu Sec	15
Figure 10 : L'appareil de mesure DBO ₅	16
Figure 11 : L'appareil de mesure DCO	17
Figure 12 : Dosage de l'ammonium dans l'eau	17
Figure 13 : Dosage des nitrites dans l'eau	18
Figure 14 : Dosage des nitrates dans l'eau	18
Figure 15 : Dosage des phosphates dans l'eau	19
Figure16 : Variation mensuelle de la température	21
Figure17 : Variation mensuelle du pH	22
Figure 18 : Variation mensuelle de la Conductivité électrique	23
Figure 19: Variation mensuelle des teneurs en MES	24
Figure 20 : Variation mensuelle du résidu sec	25
Figure 21 : Variations mensuelles des teneurs en O ₂ dissous	26
Figure 22 : Variations mensuelles du DBO ₅	27
Figure 23 : Variations mensuelles du DCO	28
Figure 24 : Variations des teneurs de l'ammonium	29
Figure 25 : Variation mensuelle des teneurs en nitrite	30
Figure 26 : Variations mensuelle des teneurs en nitrate	31
Figure 27 : Variation mensuelle des teneurs en phosphate	32

Introduction

L'eau est un élément naturel d'une importance primordiale, indispensable à toute forme de vie, l'eau est une richesse nécessaire à toutes activités humaines, c'est un facteur de production déterminant dans le développement durable, elle devient de plus en plus au centre des intérêts stratégiques. L'eau est une ressource renouvelable car elle participe à un cycle, sa problématique est liée à la quantité et la qualité, c'est -à-dire les ressources en eau existantes ainsi que sur les risques de pollution.

Du point de vue de la ressource on distinguera d'un côté les eaux de surface qui ont un taux de renouvellement très rapide, et de l'autre, les eaux de source qui s'écoulent beaucoup plus lentement. Ce sont les eaux souterraines et superficielles qui vont être captées (par drains, ou par prise d'eau dans le cas des eaux superficielles), à partir de leur gisement souterrain, d'un lac ou d'un cours d'eau, et amenées dans les usines de traitement pour être transformées en eau potable.

La qualité des eaux de superficielles; souvent polluées, et donc très variable et ne peuvent être traitées qu'au cas par des traitements appropriés à leurs natures et à leurs degré de pollution (leur faire subir des modifications physico chimiques ou biologiques) ; pour avoir des eaux potables (bonne à la consommation humaine). (**Dudiene, 1990**).

Dans ce cadre, le thème de notre mémoire de fin d'études est le contrôle de la qualité des eaux brutes du « Barrage Réservoir Oued Athmenia ». La mesure de la qualité se fait par la détermination des différents paramètres qui permettent de quantifier les éléments physiques ou chimiques (Température, pH, Conductivité, Oxygène dissous, DCO, DBO₅, MES, Ammonium, Nitrites, Nitrates, Phosphates...); dont plusieurs sont indicateurs de la charge polluante, résultant des activités humaines rejetés dans le barrage.

L'objectif de notre travail est le suivi d'une gamme de paramètres physico-chimiques et organiques des eaux brutes du « barrage réservoir Oued Athmenia » sur une période de six mois à partir d'octobre 2018 jusqu'à mars 2019. Le suivi de la qualité de ces analyses sont effectuées au niveau du laboratoire de l'ANRH où il nous a été permis d'exercer la pratique afin d'aboutir à notre but.

Les différentes parties de ce mémoire sont présentés comme suit :

- ✓ Le premier chapitre est 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 leur discussion font l'objet du troisième chapitre.

.

Chapitre 1. Synthèse bibliographique

1.1 Généralités sur les eaux de surface

1.1.1 Définition

Les eaux superficielles ou de surface, qualifient toutes les eaux naturellement ouvertes sur l'atmosphère, y compris les fleuves, les rivières, les lacs, les réservoirs, les ruisseaux, les lacs de barrage, les mers, les estuaires, etc. Elles contrastent avec les eaux souterraines qui jaillissent dans les sources, l'eau et la vapeur d'eau sur les pôles et dans les glaciers sous forme de glace dans l'atmosphère. Cependant, qu'elles soient issues des eaux naturelles ou artificielles, toutes ces eaux participent (ou subissent) le cycle de l'eau (**Larbi, 2004**).

1.1.2 Caractéristiques et exploitation des eaux de surface

Les principales sources d'eau potable sont les eaux de surface. Ces eaux s'avèrent souvent impropres à la consommation en raison de la pollution générée par nos activités urbaines, industrielles et agricoles. En effet, la qualité des eaux de surface varie fortement suivant leurs origines. Selon le cas elles sont naturellement riches en matières en suspension et en matières organiques naturelles, acides peu minéralisées, elles sont également vulnérables aux pollutions ; car leur qualité varie selon les régions et les périodes de l'année, la nature et l'intensité des activités ne permettent pas toujours au cours d'eau de diluer ou de neutraliser la pollution à un niveau acceptable, si bien que l'eau ne peut pas être utilisée pour la consommation humaine (**Larbi, 2004**).

De ce fait, les eaux de surface nécessitent des installations de traitement conséquentes comprenant généralement des opérations de chloration, coagulation, floculation, décantation/flottation, filtration, minéralisation. Les eaux de superficielles riches en matières en suspension ou substance dissoutes étant donné que les charges en suspension et en solution peuvent contenir des polluants, Elles ne peuvent en principe être utilisées à des fins domestiques ou industrielles qu'après un traitement adéquat afin d'obtenir une eau traitée ou potable (**Hamed et al. 2012**).

1.2 Qualité des eaux superficielles

Pour apprécier la qualité des eaux de surface, la mesure des paramètres physico-chimiques ainsi que bactériologiques (la présence ou l'absence d'organismes et de microorganismes aquatiques), est une nécessité.

1.2.1 Paramètres physico-chimiques

➤ Température (T °C)

La température de l'eau joue un rôle important en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz. Les vitesses des réactions chimiques et biochimiques sont accrues par la température d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10°C. Dès que l'on augmente la température de l'eau, l'activité métabolique des organismes aquatiques est alors accélérée. La valeur de ce paramètre est influencée par la température ambiante mais également par d'éventuels rejets d'eaux résiduaires chaudes (**Rodier, 2009**).

➤ Potentiel d'hydrogène (pH)

Par définition, le pH est le logarithme décimal de l'inverse de la concentration ; il mesure la concentration en ions H⁺ de l'eau.

$\text{pH} = -\text{Log} [\text{H}^+]$. Le pH n'a pas de signification hygiénique, mais il présente une notion très importante pour la détermination de l'agressivité de l'eau, pour les eaux naturelles le pH est compris entre 6 et 8. Le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH-mètre (**Bremond et Vuichard, 1973**). L'échelle de pH varie de 0 à 14 en fonction de la force ionique, si:

- $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-] \Rightarrow \text{pH} > 7$: l'eau est basique.
- $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-] \Rightarrow \text{pH} < 7$: l'eau est acide.
- $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] \Rightarrow \text{pH} = 7$: l'eau est neutre.

➤ Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique standard s'exprime généralement en milli Siemens 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**).

➤ Matière 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, le plancton et autres microorganismes de l'eau.

La quantité de matières en suspension varie notamment selon les saisons et le régime d'écoulement des eaux. Ces matières affectent la transparence de l'eau et diminuent

la pénétration de la lumière. Par ailleurs, les matières en suspension peuvent accumuler des quantités élevées de matières toxiques (métaux, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques...). Les matières en suspensions sont exprimées en mg/l (**Squibin et Yourassowsky, 2005**).

➤ **Résidu Sec**

Le résidu sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (le taux des éléments minéraux). Suivant le domaine d'origine de l'eau C'est cette teneur peut varier de moins de 100 mg/l (eaux provenant de massifs cristallins) à plus de 1000 mg/l (**Berne et Jean, 1991**).

➤ **Oxygène dissous (O₂)**

La concentration d'oxygène gazeux qui se trouve à l'état dissous dans une eau ; 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. Une faible teneur en oxygène dissous est synonyme d'une forte charge polluante ou d'une température élevée de l'eau. Il est essentiel pour la respiration des organismes hétérotrophes. 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, 2009**).

1.2.2 Paramètres relatifs à la pollution

➤ **La Demande Biochimique en Oxygène (DBO₅)**

La Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours, ou DBO₅, mesure la quantité de Matière Organique biodégradable contenue dans une eau. Cette matière est évaluée par l'intermédiaire de l'oxygène consommé par les micro-organismes impliqués dans les mécanismes d'épuration naturelle ; Quantité d'oxygène consommée par les germes aérobies dans les conditions de l'essai (incubation durant 5 jours à 20 °C et à l'obscurité) afin d'assurer la dégradation des matières organiques fermentescibles contenues dans l'eau (**Ramade, 2002**). Ce paramètre est exprimé en milligramme d'oxygène nécessaire pendant cinq jours pour dégrader la matière organique contenue dans un litre d'eau ; mg O₂/l (**Rodier, 2009**).

➤ **La Demande Chimique en Oxygène (DCO)**

La Demande Chimique en Oxygène, ou DCO, est la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une oxydation complète des matières organiques et minérales présentes dans l'eau. Certaines matières contenues dans l'eau, sont oxydées par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure.

L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium (**Rodier, 2009**). La DCO est exprimée en mg d'O₂ consommé par les matières oxydables dans un litre d'eau : mg/l d'O₂.

1.2.3 Les différentes formes d'azote

➤ Azote Ammoniacal (NH₄⁺)

L'azote ammoniacal est fréquent dans les eaux superficielles. Il a pour origine la matière organique végétale et animale polluant les cours d'eau. La nitrification des ions ammonium se fait en milieu aérobie faible. En général, l'ammonium se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation bactérienne. L'ammonium en lui-même n'est pas nuisible. Lorsque le pH augmente, on retrouve de l'ammoniac, qui est 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 et al. 2005**).

➤ Nitrites (NO₂⁻)

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 0.1 ml/g.

➤ Nitrates (NO₃⁻)

Les nitrates NO₃⁻ présents dans le sol, dans les eaux superficielles et souterraines résultent de la décomposition naturelle, par des microorganismes, de matière organique azotée telle que les protéines végétales, animales et les excréments 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. Les valeurs limites des nitrates dans l'eau, varient de 25 mg/l (CEE) à 50 mg/l (OMS) et (NA) (**Bouziani, 2000**).

1.2.4 Les Phosphates (PO₄⁻³)

Les ions phosphates contenus dans les eaux de surface ou dans les nappes peuvent être d'origine naturelle : décomposition de la matière organique ; lessivage des minéraux, ou due aussi aux rejets industriels (agroalimentaire...etc.), domestiques (poly-phosphate des détergents, engrais (pesticides...etc.). En l'absence d'apport d'oxygène, les phosphates n'existent qu'à l'état de traces dans les eaux naturelles, leur introduction dans les eaux de surfaces (rivières, lacs) se fait par les eaux usées dont l'épuration est souvent insuffisante.

La concentration maximale admissible de phosphate en eau potable est 0.5 mg/l (**Tardat-Henry, 1992**).

1.3 Normes et classes de 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-EAU (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 de l'eau. Les classes d'aptitude des eaux superficielles sont présentées sous forme de grille de 5 classes définies par rapport à la qualité chimique de l'eau. (**Tableau 1**). Chaque classe regroupe les valeurs correspondantes pour une gamme de paramètres physico-chimiques à contrôler impérativement. (**Tableau 2**).

Tableau 1: La classification de la qualité des cours d'eau en Algérie (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

Tableau 2: Grille de la qualité des eaux superficielles (ABH, 2009).

Classe Paramètres	unité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
Conductivité	µS/cm	180-2500	120-3000	60-3500	0-40000	>4000
O ₂ dissous	mg/l	>7	5 à 7	3 à 5	<3	0
DBO ₅	mg/l d'O ₂	3	6	10	25	>25
DCO	mg/l d'O ₂	20	30	40	80	>80
NO ₃ ⁻	mg/l	2	10	25	50	>50
NO ₂ ⁻	mg/l	0.03	0.3	0.5	1	>1
NH ₄ ⁺	mg/l	0.5	1.5	2.8	4	>4
PO ₄ ³⁻	mg/l	0.1	0.5	1	2	> 2

Chapitre 2. Matériel et méthodes

2.1 Présentation générale du barrage réservoir Oued Athmenia

2.1.1 Situation géographique et administrative

Le barrage réservoir Oued Athmenia (**Figure 1**) se situe sur l'Oued El Kaïm, affluent de l'Oued Athmenia qui se jette ensuite dans l'Oued Rhumel. Le bassin versant a une altitude comprise entre 800 et 1256 mm NGA (Djebel Lakhal). Les Djebels Kaïm et Lakhal occupent une portion réduite du bassin; ce dernier se caractérise par des hautes plaines de relief assez doux. (**Tableau 3**) (**Dar-Al-Handasah, 2006**).



Figure 1: Photo de satellite d'Oued Athmenia (Google Maps, 2019).

Tableau 3: Les principales caractéristiques du barrage réservoir oued athmenia (Dar-Al-Handasah ,2006).

Superficie du barrage réservoir oued athmenia	16,5 Km ²
Longueur du talweg principale	8,5 Km
Cote maximale	1256 m
Cote minimale	800 m
Dénivelée	456 m

2.1.2 Description de l'aménagement du barrage Oued Athmenia

Le projet du barrage réservoir Oued Athmenia comporte les ouvrages suivants (**Figure 2**) :

- Une digue principale en argile avec filtres et drains,
- Une digue de col également en argile avec filtres et drains en rive droite de la retenue,
- Une structure en béton regroupant les ouvrages de dérivation, vidange de fond et prise d'eau, réalisée en tranchée sous les remblais de la digue principale,
- Une tour de prise immergée de 20 m de haut,
- Une chambre de vanne amont sous le remblai de la digue, permettant la commande de la vidange de fond et de la vanne de secours des conduites d'eau,
- Une chambre de vannes aval permettant le contrôle des conduites d'eau se prolongeant vers l'aval,
- Un voile d'injection exécuté à partir d'une galerie d'injection le long du contact du noyau de la digue principale avec la fondation,



Figure 2 : Photo satellite des digues (Dar-Al-Handasah ,2006).

2.1.3 Transfert des eaux de Béni Haroun

Le barrage réservoir Oued Athmenia dans la wilaya de Mila entre dans le cadre du système de transfert des eaux de la retenue du barrage Béni Haroun dans l'est de l'Algérie. Les coordonnées UTM du site sont : E = 794 200, N = 4 025 100.

Le projet du transfert de Béni Haroun a pour objectif de transférer les ressources mobilisées par les barrages de Béni Haroun vers les Wilayas de Batna, Khenchela, Mila, Oum El Bouaghi et Constantine.

En effet, la région Est de l'Algérie est caractérisée par le fait que, dans le Nord, la demande en eau est faible alors que les ressources y sont importantes. Par contre, sur les hauts plateaux du Sud, les ressources sont réduites alors que la demande en eau potable est en forte croissance et qu'il s'y trouve de grandes superficies agricoles irrigables.

Dans une deuxième phase, le système sera complété par le barrage Bousiaba et le transfert Bousiaba – Béni Haroun.

Les volumes d'eau transférés annuellement seront à terme de l'ordre de 504 Mm³, dont 486 Mm³ transiteront par le barrage Oued Athmenia.

Le barrage Oued Athmenia constitue un réservoir intermédiaire d'une capacité utile de 31,9 Mm³, pour stockage des eaux destinées aux utilisations suivantes :

- Transfert d'un volume de 329 Mm³ vers les réservoirs d'extrémité de Koudiat Medaour et Ourkis plus au Sud,
- Alimentation en eau potable de la ville de Constantine à hauteur de 106 Mm³,
- Alimentation en eau potable des localités de Tadjnanent et Chelghoum Laid à hauteur de 11 Mm³,
- Alimentation en eau d'irrigation du périmètre de Teleghma à hauteur de 40 Mm³.

2.2 Climatologie

Oued Athmenia à un climat méditerranéen chaud avec un été sec, selon la classification de Koppen-Geiger. Sur l'année la température moyenne à Oued Athmenia est de 15.3°C et les précipitations sont en moyenne de 501.7 mm.

2.2.1 Pluviométrie

La pluviométrie mesure les précipitations des pluies, pour des valeurs supérieures à 10 mm par heure on considère qu'on a de fortes pluies. Il est important de savoir qu'il y a équivalence entre millimètres de pluie et volumes d'eau précipités, il est à préciser que 1 mm est l'équivalent de 1 litre / m². Donc, un fort volume d'eau tombant sur une surface plus ou moins importante peut entraîner une quantité d'eau précipitée surprenante. Par exemple, une surface de 1 km² touchée par les précipitations de 100 mm est équivalente à 100.000 m³ de

volume. La pluviométrie annuelle moyenne au niveau du site du barrage d'eau. Réservoir Oued Athmenia est de 600 mm (**tableau 4**) (**station météo Ain Tine**).

Tableau 4 : Répartition mensuelle de précipitation de l'année 2018/2019

Mois	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Total
Pluviométrie (mm)	35	55	72	118	35	114	71 ,5

2.3 Localisation du site de prélèvement

- ✓ Le site du barrage est localisé sur la (**Figure 3**).
- ✓ L'altitude et les coordonnées GPS du lieu sont illustrées sur (**tableau 5**).



Figure 3 : Site de prélèvement

Tableau 5: Coordonnées GPS et altitude du site de prélèvement (ANRH.2019).

Barrage Réservoir Oued Athmania	Coordonnées GPS		Altitude
	Nord	Est	966 m
	36°14' 57"	6°17' 18"	

2.4 Campagne de prélèvement

Les échantillons ont été prélevés une fois par mois durant la période 2018/2019. (**Tableau 6**).

Tableau 6 : Calendrier de prélèvement

Année	2018			2019		
Mois	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars
Date	Mercredi 05/10/2018	Dimanche 04/11/2018	Lundi 03/12/2018	Mercredi 06/01/2019	Mercredi 06 /02/2019	Mercredi 06 /03/2019

2.5 Échantillonnage

2.5.1 Mode de prélèvement

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. Dans un barrage, le prélèvement se fait par le choix de plusieurs points à différentes profondeurs en tenant compte de l'hétérogénéité verticale et horizontale. Environ 4 litres d'eau sont prélevés dans chacun des cinq points, pour chaque station dans des flacons. Ces derniers et leurs bouchons doivent être lavés trois fois avec de l'eau à analyser, puis remplis complètement et bouchés tout en évitant la formation de bulles d'air. Les échantillons sont conservés avec des conservatrices et gardés à basse températures (2 à 4°C) dans des emballages isothermes (**Rodier et al, 2009**).

2.5.2 Techniques de prélèvement

- Les flacons et bouchons doivent être lavés trois fois avec de l'eau à analyser.
- En faire le prélèvement par un seau attaché à une corde longue.
- Puis remplis complètement jusque bord les quatre flacons et bouchés tout en évitant la formation de bulles d'air.



Figure 4: Mode de prélèvement

2.5.3 Conservation des échantillons

- Les prélèvements sont étiquetés (l'étiquette contient un code que correspond en nom de lieu de prélèvement).
- Cette prélèvements sont conservés avec des conservateurs spécifiques à chaque paramètre utilisé (**tableau annexe**) et gardés à basse températures (2 à 4°C) dans une glacière.
- Les prélèvements physiques -chimique s'acheminent directement dans laboratoires.

Le tableau 8 illustre le mode de conservation des échantillons à analyser (**Tableau en annexe**).

2.6 Méthodes d'analyse de l'eau

2.6.1 Détermination des paramètres physico- chimiques

➤ Mesure de la température

Pour mesurer la température sur terrain on a utilisé un thermomètre gradué à la 1/10. La température de l'eau a été mesurée sur le site (**Figure 5**). La lecture a été faite après une immersion de 10 minutes du thermomètre à environ 15 cm de profondeur. Les résultats sont exprimés en °C.



Figure 5 : Mesure de la température in situ.

➤ **Mesure du pH**

Le pH a été mesuré sur terrain ensuite au laboratoire, respectivement à l'aide d'un pH-mètre portable et un pH-mètre de paillasse ; L'appareil est préalablement étalonné avec des solutions tampon de pH = 4

On a trempé l'électrode de pH combiné dans le flacon d'eau prélevée à partir du barrage ou dans un bêcher rempli d'eau de l'échantillon (au labo), la lecture est stabilisée après un moment, On note la valeur du pH (*Rodier et al, 2009*).



Figure 6 : Mesure du pH in situ.

➤ **Mesure de la CE**

La conductivité électrique a été mesurée à l'aide d'un conductimètre de laboratoire de type (HI9033 Multirange Conductimeter). L'appareil est préalablement étalonné avec des solutions de chlorure de potassium (KCL) (NF t 90-031). Les résultats sont donnés en $\mu\text{s/cm}$.



Figure 7 : Mesure de la CE in situ.

➤ Mesure de l'Oxygène dissous

Mesuré au laboratoire par la méthode de WINKLER. En milieu alcalin, l'oxygène dissous forme avec de manganèse (II) hydroxyde (Mn(OH)_2) un précipité brun d'hydroxydemanganique (III) (MnO(OH)_3). La réduction de ce dernier en milieu acide en présence d'un excès d'iodure libère l'iode qui est dosé par le thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) et en utilisant l'empois d'amidon comme indicateur. Les résultats sont exprimés en mg/l d' O_2 et en pourcentage de saturation (AFNOR, 1975).



Figure 8 : Mesure de l'Oxygène dissous in situ.

➤ Détermination des MES

La détermination des matières en suspension s'effectue par centrifugation. L'eau à analyser est centrifugée à 3000 tr /min pendant 20 minutes. Le culot recueilli, séché à 105°C pendant 1h 30 min à 2 h. Le taux des MES est exprimé en mg /l.

➤ Détermination du Résidu Sec

On a mis un échantillon de 50 ml d'eau bien mélangée dans une capsule en aluminium, on lui a fait subir une évaporation à sec dans une étuve à 110°C. Le résidu sec est obtenu par pesée (le poids de la capsule vide est terré). Les résultats sont exprimés en mg/l (Rodier et al, 2009).



Figure 9 : la détermination du Résidu Sec

2.6.2 Paramètres de Pollution Organique

➤ Détermination de la DBO₅

Il convient d'effectuer le prélèvement de deux échantillons au même endroit, au même instant et dans les mêmes conditions. Ces échantillons doivent être contenus dans des flacons complètement remplis et sans bulles d'air. A l'arrivée au laboratoire, les deux flacons sont portés à une température de 20 °C. Ce n'est que lorsque cette température est atteinte, dans toute la masse du liquide, qu'on procède pour l'un au dosage de la teneur en oxygène dissous (T0), pour l'autre à l'incubation à 20°C et à l'obscurité pendant 5 jours (T5) .On mesure

l'oxygène dissous subsistant au bout de 5 jours. La différence entre les deux teneurs à T0 et T5 représente la quantité d'oxygène consommée. La DBO5 est exprimée en mg/l d'O₂. La mesure est effectuée à l'aide d'un appareil manométrique de type WTW "OXITOP IS 12". La Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO₅) est évaluée par la méthode respirométrique qui permet de suivre automatiquement l'évolution de la DBO au cours de l'oxydation des matières organiques. L'échantillon d'eau introduit dans des flacons ambrés maintenus dans une enceinte thermostatée est mis à incuber en présence d'air à 20 °C. Pendant 5 jours sous agitation constante. 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-dessus de l'échantillon. L'anhydride carbonique formé est piégé par de l'hydroxyde de potassium (*Rodier et al, 2009*).



Figure 10 : l'appareil de mesure DBO₅

➤ Détermination de la DCO

Par la mesure quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une oxydation complète des matières organiques et minérales présentes dans l'eau. Certaines matières contenues dans l'eau, sont oxydées par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium (*Rodier et al, 2009*). La DCO est exprimée en mg/l d'O₂ consommé par les matières.



Figure 11 : l'appareil de mesure DCO

2.6.3 Dosage des différentes formes d'azote

➤ Ammonium (NH_4^+)



Figure 12 : Dosage de L'ammonium dans l'eau

L'ammonium a été dosé par la méthode au bleu d'indophénol en milieu alcalin et en présence de nitroprussiate qui agit comme un catalyseur. Les ions ammonium traités par une solution de chlore et de phénol donnent du bleu d'indophénol, susceptible d'un dosage par spectrophotométrie d'absorption moléculaire (Spectrophotomètre UV Visible à une longueur d'onde 655 nm). Les résultats de la teneur en ion NH_4^+ sont exprimés en mg/l (*Rodier et al. 2009*).

➤ **Nitrites (NO_2^-)**



Figure 13 : Dosage des nitrites dans l'eau

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

➤ **Nitrates (NO_3^-)**

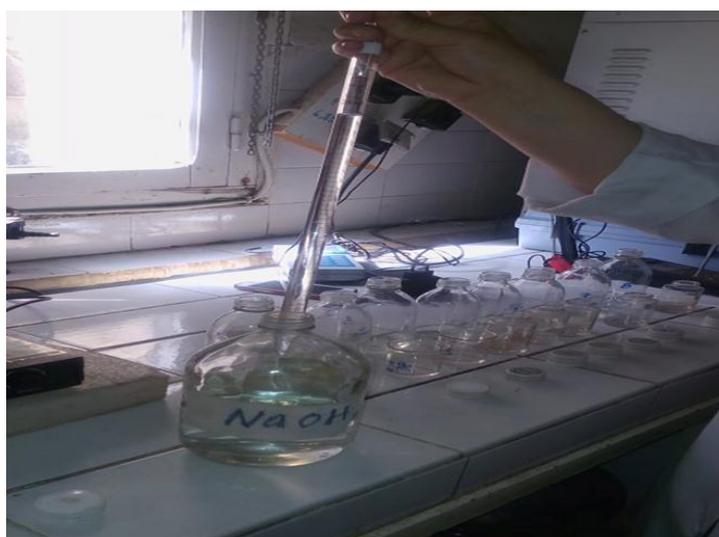


Figure 14 : Dosage des Nitrates dans l'eau

Dosés selon la méthode de réduction au cadmium par passage sur une colonne de cadmium ; les nitrates sont réduits en nitrites dont le dosage a été décrit précédemment. Le taux de

nitrate exprimé en mg/l. Le nitrate est calculé par la différence des taux des nitrates et nitrites à la fois et du taux des nitrites.

2.6.4 Phosphates (PO_4^{-3})



La figure 15 : Dosage des phosphates dans l'eau

Le dosage des phosphates a été effectué par la méthode colorimétrique. Le molybdène d'ammonium ($\text{Mo}(\text{NH}_4)_4\text{H}_2\text{O}$) réagit en milieu acide en présence de phosphate en donnant un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue (bleu de molybdène) susceptible d'un dosage colorimétrique. Les résultats sont exprimés en mg/l de phosphate.

Chapitre 3. Résultats et discussion

Dans ce chapitre nous présentons les résultats des analyses effectuées sur les eaux superficielles du Barrage réservoir Oued Athmenia, ainsi que leurs discussions et interprétations ; qui permettent le suivi et l'évaluation de la qualité de l'eau par une gamme de paramètres relatifs à la pollution et à la charge organique et minérale des eaux brutes, étudiés, évalués et illustrés graphiquement.

Tableau 8: Résultats relatifs aux paramètres étudiés de l'eau du barrage réservoir Oued Athmenia; Moyenne, Ecart type, Minimum, Maximum.

Paramètre	Moyenne ± Ecart-type	Min	Max
T (°C)	8 ± 4.00	4	15
pH	7.75 ± 0.34	7.5	8.4
CE (µS/cm)	1180 ± 58.65	1100	1230
MES à 105°C (mg/l)	14.66 ± 3.72	10	20
Résidu sec à 105 °C (mg/l)	782.33 ± 31.98	750	820
O ₂ dissous (mg/l)	9.48 ± 1.50	7.5	11.2
DBO ₅ (mg/l d'O ₂)	2.83 ± 1,16	1	4
DCO (mg/l d'O ₂)	31.5 ± 9.83	16	44
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0.05 ± 0.02	0.01	0.08
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0.09 ± 0.06	0.018	0.193
NO ₃ ⁻ (mg/l)	5.83 ± 3.06	1	10
PO ₄ ⁻³ (mg/l)	0.01 ± 0.02	0	0.06

3.1 Paramètres physico-chimiques

➤ Température (°C)

La valeur moyenne est de 8 ± 4.00 °C. La figure 16 et le tableau 8 montrent des importantes variations de température entre les mois, selon la saison. Les températures fluctuent entre une valeur minimale de 4°C durant le mois de Janvier 2019 et une valeur maximale de 15°C durant le mois d'Octobre 2018.

Le facteur température est très important car c'est le meilleur catalyseur pour toute réaction chimique et biologique dans l'eau ; par conséquent sa variation influe sur la croissance ou la décroissance de certains paramètres.

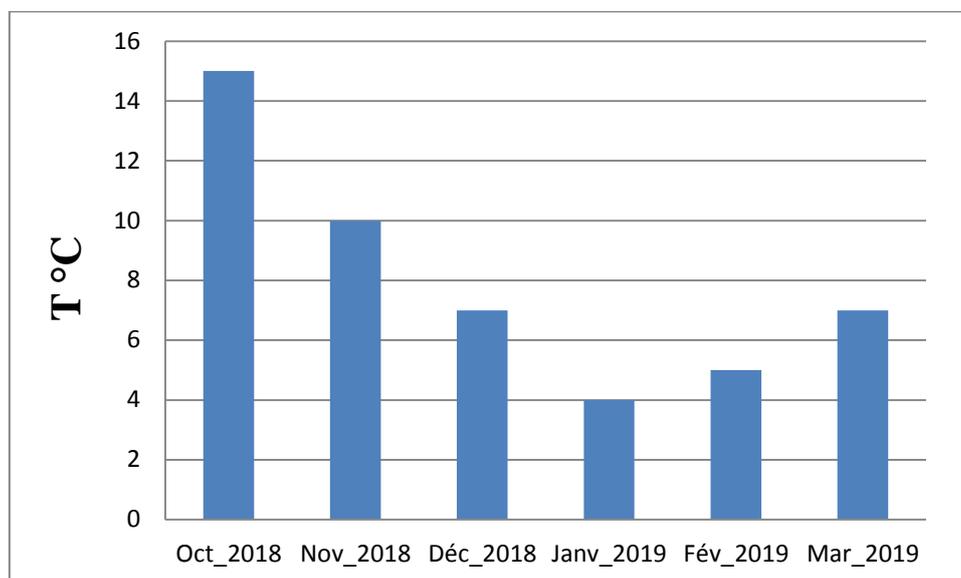


Figure 16 : Variation mensuelle de la température de l'eau du Barrage réservoir Oued Athmenia.

La température est un facteur écologique de première importance qui a une grande influence sur les propriétés physico-chimiques des écosystèmes aquatiques (**Ramade, 1993 ; Angelier, 2003**). Ainsi un réchauffement entraîne l'apparition des algues flottantes et des organismes aquatiques indésirables.

Tableau 9 : Grille de la qualité des eaux superficielle de l'ANRH pour la TC°.

Qualité	CI	CII	CIII	CIV
T (° C)	25	25 – 30	30 – 35	>35

Selon la grille, nous concluons que la température moyenne de l'eau du barrage est considérée aux alentours de 25 °C à l'intervalle de la classe CI, donc de bonne qualité.

➤ pH

La figure 17 et le tableau 8 montrent que le pH des eaux du barrage réservoir Oued Athmenia oscille entre une valeur minimale de 7.5 enregistrée au mois de Décembre et une valeur maximale de 8.4 notée au mois d'Octobre, avec une valeur moyenne de $7,75 \pm 0.34$.

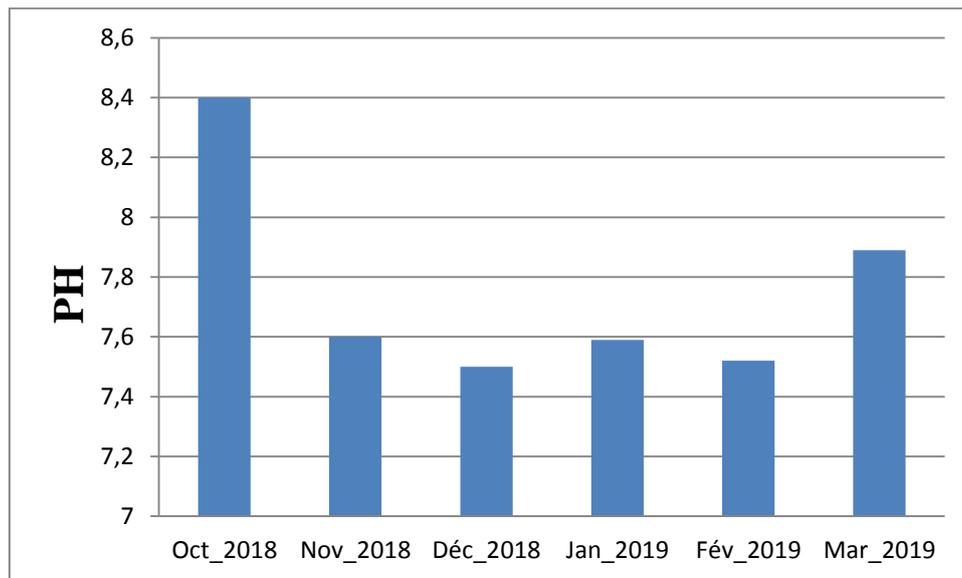


Figure 17 : Variation mensuelle du pH de l'eau du Barrage réservoir Oued Athmenia.

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 joue un rôle capital dans le développement de la faune et de la flore aquatique dont le pH optimum varie de 6,5 et 7,5.

Tableau 10 : Grille de la qualité des eaux superficielle pour le pH (ANRH, 1999).

Qualité	CI	CII	CIII	CIV
pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	5,5 – 6,5 ou 8,5 - 9	< 5,5 ou > 9

Comparativement aux données de la grille de la qualité des eaux superficielle de l'ANRH (**Tableau 10**) .l'eau du Barrage est de bonne qualité pour la vie aquatique. Toutes les valeurs sont aux alentours de 6,5 et 8,5 à l'intervalle de la classe CI.

➤ CE

La figure 18 et tableau 8 montrent que les eaux du barrage réservoir Oued Athmenia sont caractérisées par une CE moyenne de $1180 \pm 58.65 \mu S/cm$, La Conductivité électrique fluctuent entre une valeur minimale de $1100 \mu S/cm$ durant les mois de Janvier et une valeur maximale de $1250 \mu S/cm$ durant le mois d'Octobre. La mesure de la conductivité permet une bonne appréciation des concentrations globales des matières en solutions.

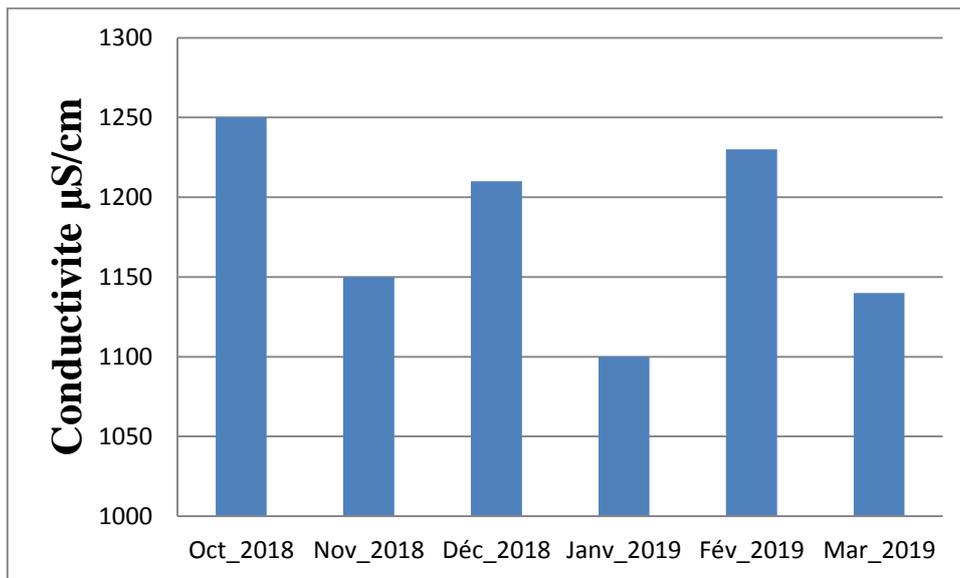


Figure 18 : Variation mensuelle de la Conductivité électrique de l’eau du Barrage réservoir Oued Athmenia.

La mesure de la conductivité constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d’une eau où chaque ion agit par sa concentration et sa conductivité spécifique (Makhoukh et al, 2011).

Tableau 11 : Grille de la qualité des eaux superficielles pour la CE (ABH, 2009).

Classe / Paramètres	unité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
CE	µS/cm	180 - 2500	120 - 3000	60 - 3500	0 - 40000	>4000

Comparativement aux données de la grille de la qualité des eaux superficielle de l’ABH (Tableau 11). Nous concluons que l’eau du barrage réservoir Oued Athmenia est très bonne car la CE est inférieur de 2500 µS/cm.

➤ **MES à 105°C**

Les valeurs de MES sont représenté par la figure 19 et le tableau 8. La plus forte teneur est enregistrée au mois d’Octobre avec 20 mg/l et la valeur la plus faible est de 10 mg/l enregistrée au mois de Janvier, avec une moyenne de 14.66 ± 3.72 mg/l.

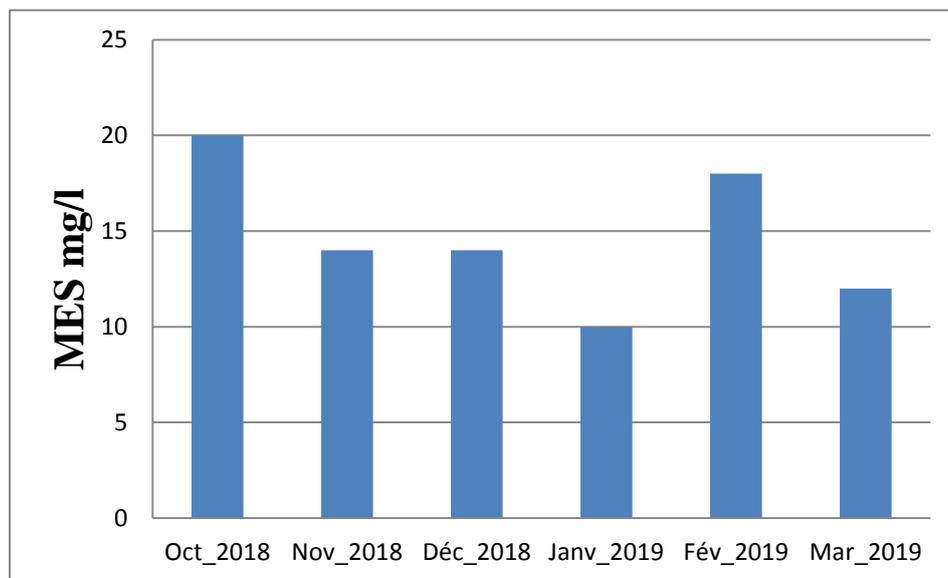


Figure 19: variation mensuelle des teneurs en MES de l'eau du Barrage réservoir Oued Athmenia.

Dans les eaux superficielles, les MES peuvent provenir soit des effets de l'érosion naturelle du bassin versant suite à de violentes précipitations, soit des rejets d'eaux résiduares urbaines ou industrielles. Leurs effets sur les caractéristiques physico-chimiques de l'eau sont très néfastes. En effet, elles peuvent empêcher la pénétration de la lumière, diminué l'oxygène dissous et limiter alors le développement de la vie aquatique (Rodier, 1976).

Comparativement aux données de la grille de la qualité des eaux superficielle de L'ANRH (Tableau 12). Nous concluons que l'eau du barrage réservoir Oued Athmenia est de bonne qualité car les valeurs de la présente étude sont classer en «classe I».

Tableau 12 : Grille de la qualité des eaux superficielle pour les MES (ANRH, 1999).

Qualité	CI	CII	CIII	CIV
MES mg/l	0-30	30-75	75-100	>100

➤ Résidus secs à 105°C

La figure 20 et tableau 8 montrent que le taux des résidus secs le plus élevé est 820 mg/l, enregistré au mois d'Octobre et le taux le plus faible 750 mg/l noté au mois de Janvier et Mars, La valeur moyenne est de $782,33 \pm 31,98$ mg/l.

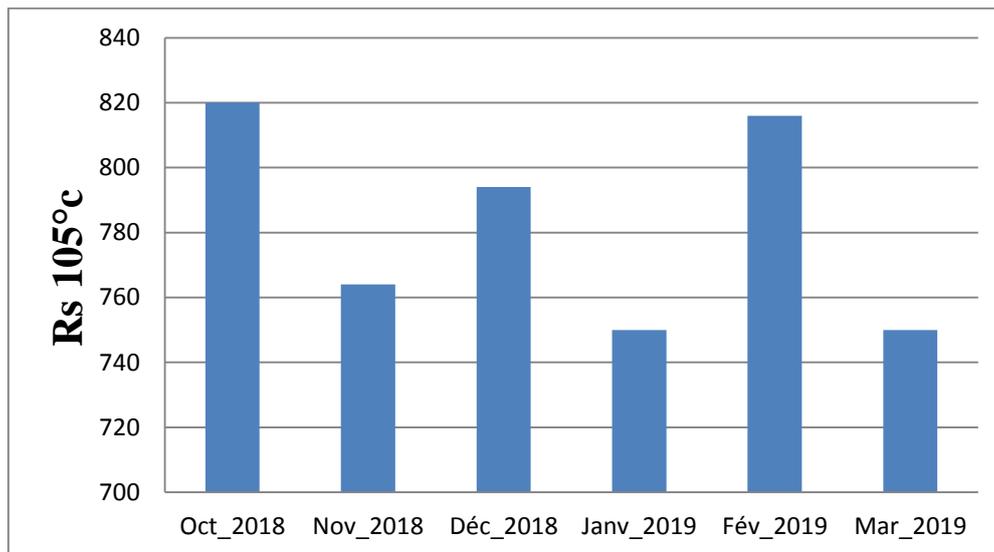


Figure 20 : Variation mensuelle du résidu sec de l'eau du Barrage réservoir Oued Athmenia.

Le résidu sec est la quantité de la matière solide dans l'eau, sa mesure constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau.

Comparativement aux données de la grille de la qualité des eaux superficielle de l'ANRH (Tableau 13). Nous concluons que les eaux superficielles du barrage réservoir Oued Athmenia peuvent être classées en classe I «eau de bonne qualité».

Tableau 13 : Grille de la qualité des eaux superficielle pour les résidus secs (ANRH, 1999).

Qualité	CI	CII	CIII	CIV
Résidu sec mg /l	300-1000	1000-1200	1200 -1600	>1600

➤ Oxygène dissous (O₂)

Les teneurs en oxygène dissous sont très variables et irrégulières d'un mois à l'autre, d'après l'allure de l'histogramme (Figure 21 et tableau 8) elles varient entre une valeur minimale de 7.5 mg/l enregistrée en Octobre et une valeur maximale de 11.2 mg/l enregistrée en Janvier, avec une moyenne de 9.48 ± 1.50 mg/l.

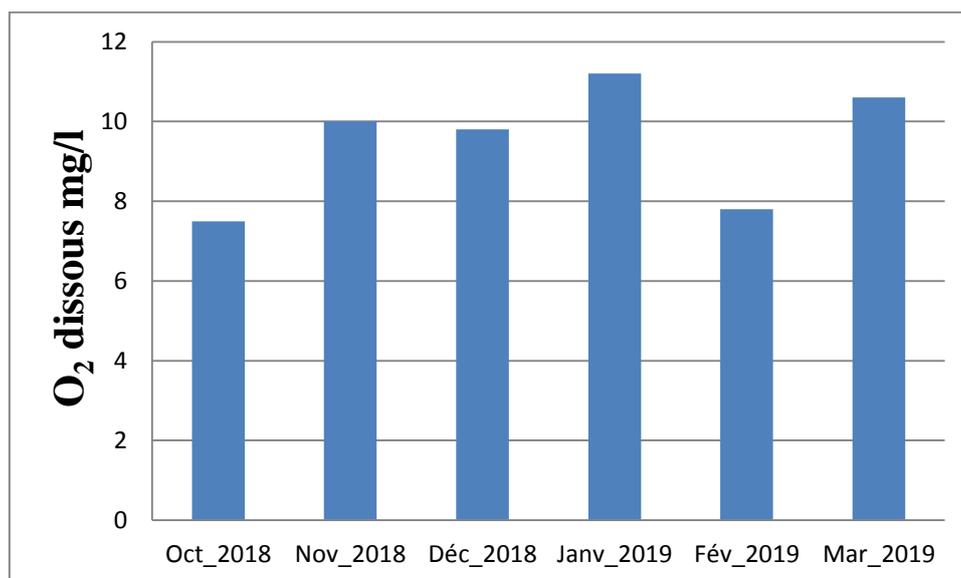


Figure 21 : Variations mensuelles des teneurs en O₂ dissous de l'eau du Barrage réservoir Oued Athmenia.

La solubilité de l'oxygène dépend essentiellement de la température ; plus la température de l'eau est faible, plus la solubilité de l'oxygène n'est importante. Effectivement nous avons enregistré une valeur minimale de 8,8 mg/l en Octobre où la température était de 15°C et une valeur maximale de 11.2 mg/l en Mars où la température était de 7°C.

Comparativement aux données de la grille de la qualité des eaux superficielle de l'ABH (Tableau 14). Nous concluons que l'eau du barrage réservoir Oued Athmenia est très bonne.

Tableau 14 : Grille de la qualité des eaux superficielles pour l'O₂ dissous (ABH ,2009).

Classe Paramètres	unité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
O ₂ discus	mg/l 'o ₂	>7	5 à 7	3 à 5	< 3	0

3.2 Paramètres relative à la pollution organique

➤ Demande biologique en oxygène (DBO₅ mg/l)

Les valeurs de la DBO₅ subissent une légère variation durant la période de notre étude, la valeur moyenne est 2.83 ± 1.16 mg/l (Figure 22 et Tableau 8). Les valeurs enregistrées sont entre (4-1) mg/l. Nous avons remarqués que les valeurs ne dépassent pas les normes algériennes.

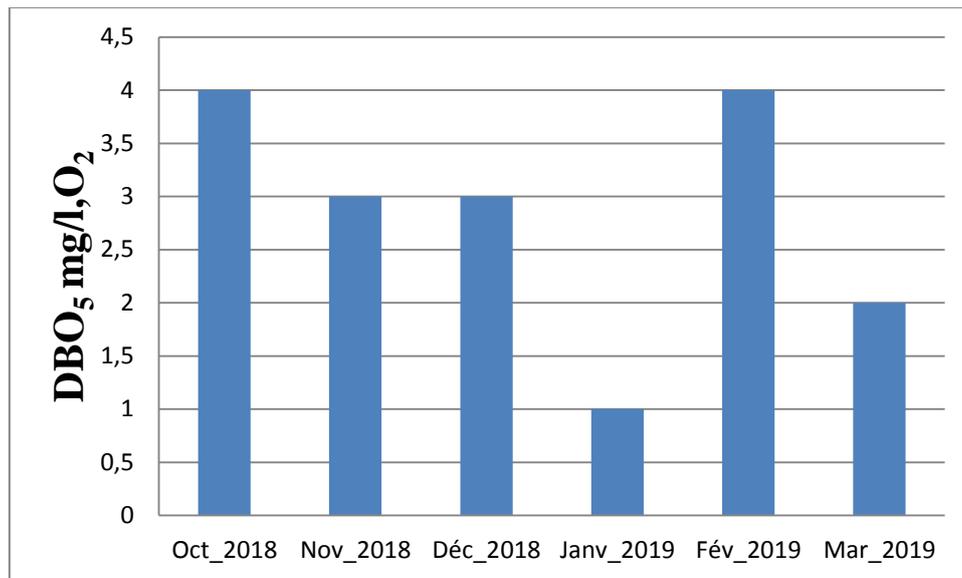


Figure 22 : Variations mensuelles du DBO₅ de l’eau du Barrage réservoir Oued Athmenia.

La DBO₅ est sensiblement proportionnelle à la teneur de l’eau en matière organique biodégradable et donc à la quantité de micro-organismes et inversement proportionnelle à la teneur en oxygène dissous. Elle dépend entre autre de la nature des matières organiques dissoutes, de la présence ou de l’absence d’éléments inhibiteurs de la flore microbienne (métaux lourds, hydrocarbures, détergents...). Les phénomènes d’autoépuration dans les eaux superficielles résultent de la dégradation des charges organiques polluantes sous l’action des microorganismes. La DBO₅ est une mesure du carbone organique biodégradable, et dans certaines conditions, des formes azotées réduites dans l’eau usée (Eckenfelder, 1982).

Les eaux superficielles du barrage sont de qualité très bonne selon la grille de l’ABH 2009 (Tableau 15).

Tableau 15 : Grille de la qualité des eaux superficielle pour la DBO₅ (ABH, 2009).

Classe Paramètres	unité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
DBO ₅	mg/l 'o ₂	3	6	10	25	>25

➤ Demande chimique en oxygène (DCO)

Les teneurs de la DCO oscillent entre une valeur minimale 16 mg/l d'O₂ enregistrée en Janvier (Figure 23 et Tableau 8), et une valeur maximale de 44 mg/l enregistrée en Octobre. La moyenne est de $31,5 \pm 9.83$ mg/l d'O₂.

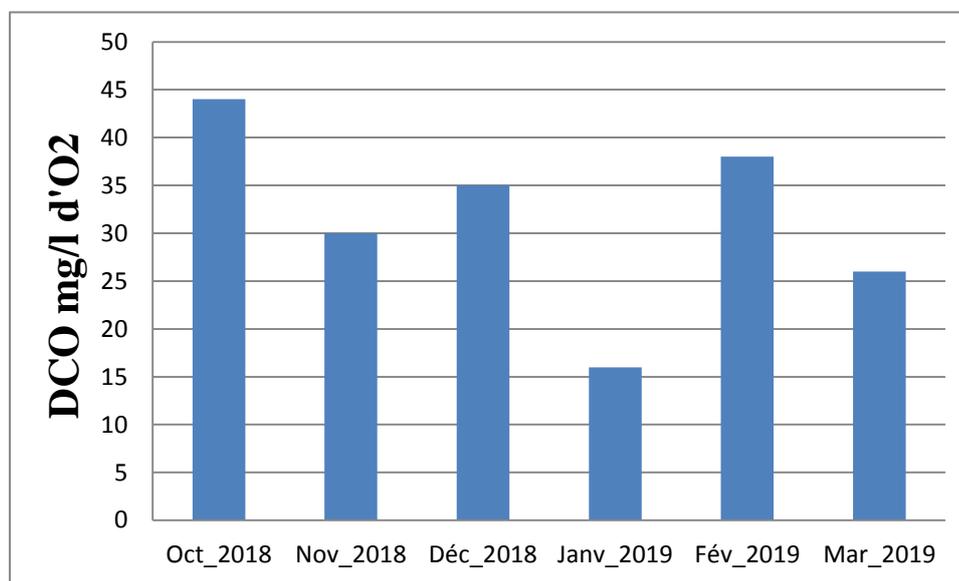


Figure 23 : Variations mensuelles du DCO de l'eau du Barrage réservoir Oued Athmenia.

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une oxydation complète des matières organiques et minérales présentes dans l'eau, Elle s'exprime par la quantité d'oxygène fournie par le dichromate de potassium et nécessaire à l'oxydation des substances organiques (protéines, glucides, lipides, etc.) présentes dans les eaux résiduaires. Les différences des résultats obtenus par la DCO constituent une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables (Rodier et al, 2009).

Selon la grille de l'ABH, les eaux du barrage réservoir Oued Athmenia sont de qualité passable (Tableau 16).

Tableau 16: Grille de la qualité des eaux superficielle pour la DCO (ABH ,2009).

Classe Paramètres	unité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
DCO	mg/l 'o ₂	20	30	40	80	>80

3.3 Déférentes formes d'azote

➤ L'ammonium (NH₄⁺)

Les teneurs en azote ammoniacal montrent des variations s'observant d'un mois à l'autre selon la figure 24 et le tableau 8. La teneur moyenne déterminée est de 0.05 ± 0.02 mg/l, avec une valeur minimale de 0.01 mg/l a été enregistrée durant les mois de Janvier, et une valeur maximale de 0.08 mg/l a été enregistrée au mois d'Octobre.

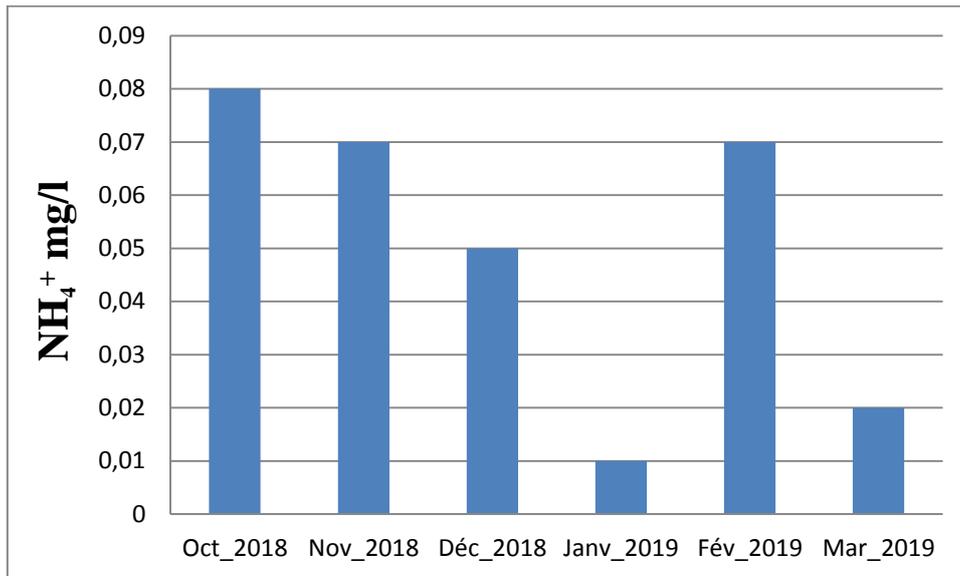


Figure 24 : Variations des teneurs de l'ammonium de l'eau du Barrage réservoir Oued Athmenia.

Dans les eaux superficielles, il 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, 2005).

Selon les classes d'aptitude des eaux superficielles de l'ABH 2009 (Tableau 17). Les concentrations en azote ammoniacal au niveau du barrage révèlent une eau appartenant à une qualité des eaux très bonne.

Tableau 17 : Grille de la qualité des eaux superficelle de l'NH₄⁺ (ABH, 2009).

Classe Paramètres	unité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
NH ₄ ⁺	mg/l	0.5	1.5	2.8	4	>4

➤ **Les Nitrites (NO₂⁻)**

Les teneurs en nitrite (NO₂⁻) au cours de notre étude sont relativement faibles. Ces teneurs varient entre une valeur minimale de 0.018 mg/l observée durant le mois de Février et une valeur maximale de 0.193 mg/l observée durant les mois de Janvier (Figure 25 et Tableau 8) avec une valeur moyenne de 0.09 ± 0.06 mg/l.

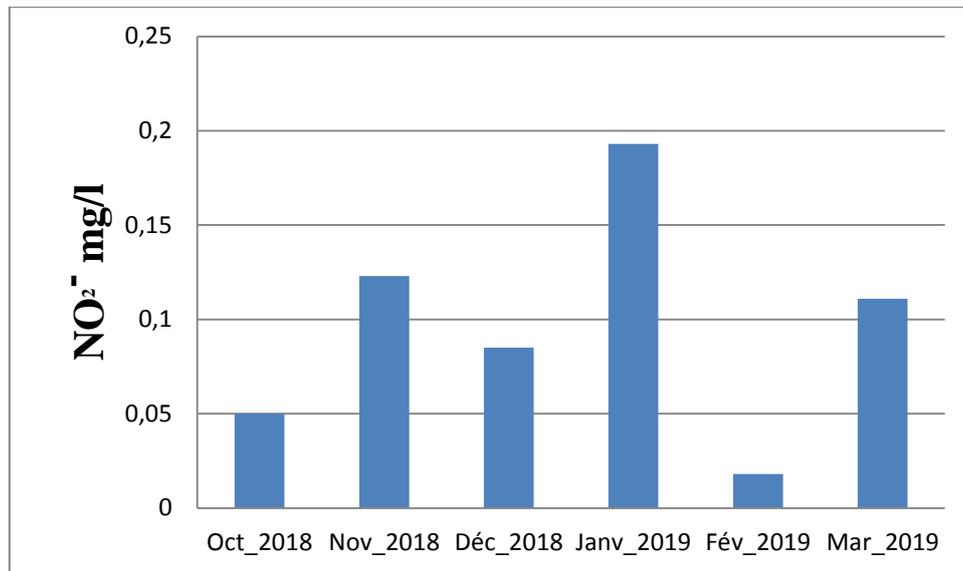


Figure 25 : Variation mensuelle des teneurs en nitrite de l’eau du Barrage réservoir Oued Athmenia.

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

Comparativement aux données de la grille de la qualité des eaux superficielle de l’ABH (Tableau 18) Nous concluons que l’eau du barrage réservoir Oued Athmenia est très bonne.

Tableau 18 : Grille de la qualité des eaux superficielle de l’NO₂⁻(ABH, 2009).

Classe / Paramètres	unité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
NO ₂ ⁻	mg/l	0.03	0.3	0.5	1	>1

➤ Nitrate (NO₃⁻)

Le suivi des teneurs en nitrates a permis d’obtenir les résultats mentionnée dans la figure 26 et le tableau 8, et qui oscillent entre une teneur maximale de 10 mg/l enregistrée au mois de Janvier et une valeur minimale de 1 mg/l observée au mois de Février, avec une valeur moyenne de 5.83 ± 3.06 mg/l.

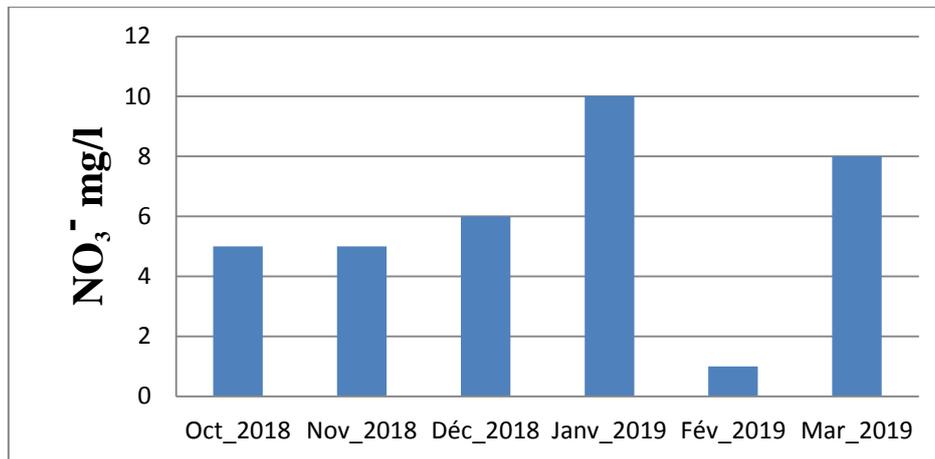


Figure 26 : Variations mensuelle des teneurs en nitrate de l’eau du Barrage réservoir Oued Athmenia.

Les nitrates sont naturellement présents dans notre environnement et peuvent avoir une origine naturelle par la transformation de matières organiques en décomposition par les micro-organismes ou alors d’origine domestique, industrielle et agricole (engrais, pesticides...etc.). Ils rejoignent ainsi les rivières par les nappes d’eaux souterraines et par ruissèlement des terres agricoles en période hivernale.

Les nitrates constituent le stade final de l’oxydation de l’azote organique : Composés organiques azotés → Ammonium → Nitrites → Nitrates En générale, les eaux de surfaces ne sont pas chargées pas plus de 10 mg/l NO₃⁻ en nitrates (O.M.S, 1989).

Malgré les taux élevés (10 mg/l et 8 mg/l) enregistré respectivement au mois de Mars et au mois de Février, la valeur moyenne traduit une eau de qualité

«Bonne» selon les classes d’aptitude des eaux superficielles de l’ABH (2009). (Tableau 19).

Tableau 19 : Grille de la qualité des eaux superficelle pour l NO₃⁻ (ABH, 2009).

Classe Paramètres	unité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
NO ₃ ⁻	mg/l	2	10	25	50	>50

3.4 Phosphate (PO_4^{-3})

Les teneurs en phosphate oscillent entre (0 - 0.06) mg/l, avec une moyenne de 0.01 ± 0.02 . Selon la figure 27 et le tableau 8 e les teneurs les plus faibles en phosphates 0 mg/l est enregistrée durant les mois d'Octobre et Février. Alors que la teneur la plus élevée (0.06 mg/l) est relevée au mois de Janvier.

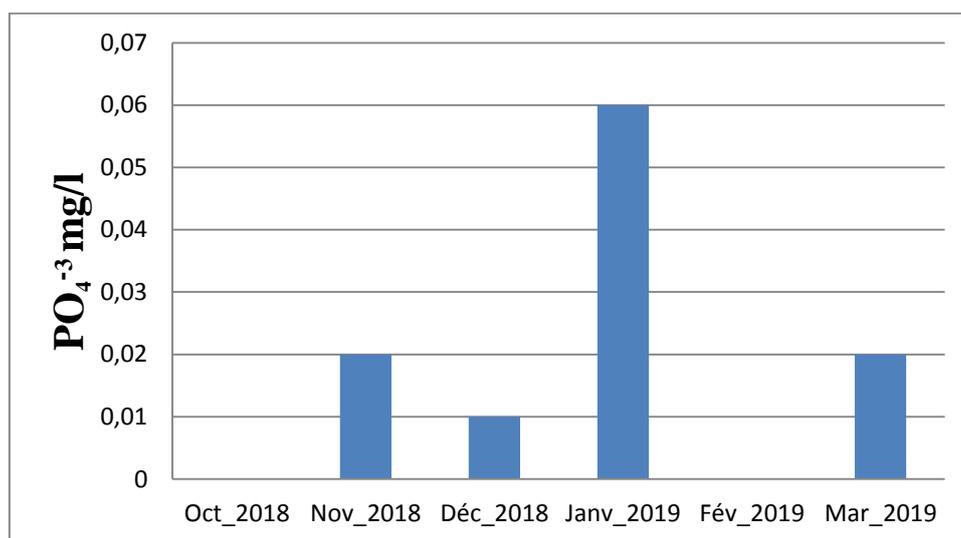


Figure 27 : Variation mensuelle des teneurs en phosphore de l'eau du Barrage réservoir Oued Athmenia.

Les phosphates jouent un rôle très important dans le développement des algues ; avec les nitrates, ils sont susceptibles de favoriser leur multiplication dans les écosystèmes aquatiques, où ils contribuent à l'eutrophisation. Les phosphates peuvent avoir pour origine le lessivage des terres cultivées enrichies en engrais phosphatés ou traitées par certains pesticides et surtout la présence de lessives dans les eaux usées domestiques et urbaines (**Rodier, 2009**).

Les eaux du barrage contiennent des teneurs en phosphates allant de 0 mg/l à 0.06 mg/l, traduisant ainsi des eaux de qualité «très bonne» selon les classes d'aptitude des eaux superficielles de l'ABH (2009).(**Tableau 20**).

Tableau 20 : Grille de la qualité des eaux superficielle pour PO_4^{-3} (ABH, 2009).

Classe Paramètres	unité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
PO_4^{3-}	mg/l	0.1	0.5	1	2	> 2

Conclusion

En Algérie, l'eau est une ressource rare, fragile et inégalement répartie sur le territoire. La demande en eau est continuellement en augmentation et l'utilisation des eaux de surface s'avère une nécessité incontournable. Des pénuries d'eau conjoncturelles ou structurelles sont constatées. En plus des tensions liées à la ressource en eau, s'ajoute la dégradation de l'écosystème et de la biodiversité causée par l'intervention anthropique amplifiée par les déficits hydriques.

Le barrage réservoir Oued Athmenia est utilisé pour l'alimentation en eau potable et à l'irrigation et qui couvre les besoins en eau de la population constantinoise. La préservation de la qualité de leurs eaux nécessite une surveillance continue du niveau de contamination.

Notre étude s'est portée sur l'évaluation de la qualité physico-chimique et le niveau de contamination organique des eaux brutes du barrage réservoir Oued Athmenia, sur une période de six mois à partir d'Octobre 2018 jusqu'à Mars 2019. Le suivi s'est fait par une série de contrôles qualité d'une bonne gamme de paramètres physico-chimique et indicateurs de pollution organique, (Température, pH, Conductivité électrique, résidus secs, nitrates, phosphates, DBO₅, nitrites, DCO.....).

Les résultats obtenus ont montré que :

- ✓ Une température inférieure à 25°C qui est saisonnière,
- ✓ un pH faiblement alcalin qui varie entre 7.4 à 8.4;
- ✓ une moyenne de 1180 µs/cm pour la conductivité électrique qui est élevée mais ne dépassant pas les normes, traduisant une minéralisation excessive,
- ✓ des taux du résidu sec et des MES qui ne dépassent pas les normes traduisant des eaux de bonne qualité.
- ✓ une évolution du taux d'oxygène dissous qui reflète un processus d'autoépuration avancé et des eaux généralement bien oxygénées.
- ✓ une DBO₅ qui reflète une eau de très bonne qualité.
- ✓ une DCO élevée due probablement à une pollution diffuse traduisant une eau de qualité passable.
- ✓ les teneurs en matières azotées (nitrates, nitrites et ammonium) reflètent une eau de qualité bonne.

- ✓ des teneurs faibles en phosphates suite au lessivage des sols fertilisés par des engrais phosphatés.

On peut donc conclure que les eaux du barrage réservoir Oued Athmenia sont de bonne qualité physico-chimique et organique sur toute la période de l'étude.

Références bibliographiques :

Angelier E, 2003. Ecologie des eaux courantes. Ed. Technique et documentation. Lavoisier, Paris. 199 p.

Berne F, Jean C, 1991. Traitement des eaux, Édition TECHNIP, 1991, 306 p.

Boualem. R, 2009. Contribution à l'étude de la qualité des eaux des Barrages, Article de recherche, p : 20-33.

Bouziani. M, 2000. L'eau De La Pénurie A La Maladie. Edition Ebeanthaldoun, 84 p.

Bremond R, Vuichard R, 1973. Paramètres de la qualité des eaux, OSPEPE, Paris.

Dar-Al-Handasah ,2002-2006. L'étude de l'Aménagement du barrage réservoir Oued Athmenia.

De Villers J, Squilbin M, Yourassowsky C, 2005. Qualité physicochimique et chimique des eaux de surface. Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement. 4p.

Dudiene P, 1990. Elimination de l'azote dans les stations de traitement des petites collectivités. Document technique FNDAE, CEMAGREF.

Eckenfelder W, 1982. Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Techniques de documentation. Ed. Lavoisier. Paris. 503p.

Hamed M, Guettache A & Bouamer L, 2012. Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage Djorf-Torba Bechar. Mémoire d'Ingénieur d'état en Biologie. Université de Bechar.

Larbi A, 2004. Contribution à l'étude de la qualité des eaux de barrages de la région centre de l'Algérie. Mémoire d'ingénieur, Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique Blida, Alger.

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

OMS, 2004. Directive de qualité pour l'eau de boisson: Volume 2: critères d'hygiène et Documentation à l'appui. Genève, 1050.p.

Squilbin M, Yourassowsky C, 2005. Qualité physico-chimique et Chimique des eaux de surface. 16 p.

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

Ramade F, 2002. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Paris : Dunod. 1075 p.

Rodier J., 1976. L'analyse de l'eau. Eau naturelles, eau résiduaires, eau de mer. 5ème Ed. Dunod. Paris.

Rodier J, Bazin C, Broutin J, Champsaur H & Rodi L, 2005. L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Eau de mer. 8ème Ed. Dunod. Paris, 1383 p.

Rodier J, 2009. Analyse de l'eau. 9ème édition Ed. Dunod bordas, Paris, 526 p.

Squilbin M, Yourassowsky C, 2005. Qualité physico-chimique et Chimique des eaux de surface. 16 p.

Tardat-Henry M, 1992. Chimie Des Eaux, 2ème Edition, Les éditions du griffon d'Argile.

Abstract:

Water is a limited and vulnerable resource, indispensable to life, development and the environment. The water cycle maintains the balance of ecosystems. This work aimed to study the physico-chemical quality and the level of organic contamination of the waters of the Athmenia wadi reservoir dam over a six month period from October 2018 to March 2019. The latter is part of the system of the complex of Beni Haroun. We have determined the physico-chemical and organic pollution, revealing parameters (Temperature, pH, electrical Conductivity, suspended solids, dissolved oxygen, dry residue, DBO₅; DCO, Ammonium, Nitrates, Nitrites, Phosphates). The results obtained showed that all the measured parameters comply with Algerian standards, so the waters of the dam Athmenia wadi reservoir are of good quality.

Key words: Dam reservoir, Athmenia wadi, physico-chemical, quality, organic, pollution.

المخلص :

تعتبر المياه أهم مورد من موارد الحياة، في التنمية الاوساط البيئة، و لدورة الماء اهمية قصوى في الحفاظ على التوازن النظام البيئي. تهدف هذه الدراسة الى تقييم الفيزيائي الكيميائي للماء و التلوث العضوي لسد خزان واد العثمانية خلال فترة تمتد من اكتوبر 2018 الى مارس 2019. يعتبر هذا الاخير جزء لا يتجزأ من النظام المركب لبني هارون و عمدنا الى تحديد العوامل الفيزيائية و الكيميائية و مؤشرات التلوث العضوي (درجة الحرارة ودرجة الحموضة، ناقلية الكهربائية، الأوكسجين المذاب، البقايا الجافة، المواد العالقة، نيتريت، نترات، الأمونيا الطلب الكيميائي على الأوكسجين، الطلب البيوكيميائي على الأوكسجين، الفوسفات). اثبتت النتائج المحصلة عليها من خلال الدراسة ان العوامل المقاسة تتوافق مع المعايير الجزائرية و منه نستنتج ان مياه سد خزان واد العثمانية تتمتع بنوعية جيدة .

الكلمات المفتاحية : سد خزان ، واد العثمانية ، النوعية الفيزيائية الكيميائية ، عضوي ، التلوث

Annexes

ANNEXE 1 : Conservation des prélèvements

Caractéristique Ou élément analysé	Récepteur	Technique de conservation	Volume minimum du prélèvement (en mL)	Température de conservation (en °C)	Effectuer la mesure avant...
Nitrates	P ou V	O acide chlorhydrique q.s.p. pH < 2	250	4	24h (obsc.) 7jour
			250	4	
Nitrites	P ou V	0	200	4	24h (obsc.)
Résidu sec	P ou V	0	200	4	24h
Ph	P ou V	Mesure <i>in situ</i> de préférence	100	4	6h (obsc.)
Température					
Ammonium	P ou V	0 Acide sulfurique q.s.p. pH < 2	200	4	48h (obsc.) 21jours
			200	4	
Phosphate	P ou V	0	250	4	24h (obsc.)
DCO	P ou V	Acide sulfurique q.s.p pH < 2	100	4	1mois
	P		100	-20	1mois
DBO	P ou V	Remplir complètement	1000	4	24h (obsc.)
	P		1000	-20	1mois
O2 dissous	VB	Mesure <i>in situ</i> de préférence	300	4	24h (obsc.)

P : Polyéthylène ; **V** : Verre ; **Vb** : verre borosilicaté ; **obsc**: obscurité.

**INTITULÉ : ÉVALUATION DE LA QUALITÉ PHYSICO CHIMIQUE ET
POLLUTION ORGANIQUE DES EAUX DU BARRAGE RÉSERVOIR OUED
ATHMENIA**

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master **en Ecologie
Fondamentale et Appliquée**

Résumé :

L'eau est une ressource limitée et vulnérable, indispensable à la vie, au développement et à l'environnement. Le cycle de l'eau maintient l'équilibre des écosystèmes. Ce travail porte sur l'étude de la qualité physico-chimique et le degré de contamination organique des eaux du barrage réservoir Oued Athmenia, sur une période de six mois allant d'Octobre 2018 jusqu'à Mars 2019. Ce dernier fait partie du système du complexe de Béni Haroun. Nous avons procédé à la détermination des paramètres physico-chimiques et révélateurs de la pollution organique (température, pH, conductivité électrique, matières en suspension, résidu sec, oxygène dissous, DBO₅, DCO, ammonium, nitrites, nitrates et phosphates). Les résultats obtenus ont mis en évidence que l'ensemble des paramètres mesurés est conforme aux normes Algériennes, donc les eaux du barrage réservoir Oued Athmenia sont de bonne qualité.

Mots clés : Barrage réservoir, Oued Athmenia, Qualité, Physico-chimique, Organique, Pollution.

Laboratoire de recherche : Biologie et Environnement

Jury d'évaluation :

Président du jury : AFRI-MEHENNAOUI F-Z (Pr- UFM Constantine).

Rapporteur : TOUATI Laïd (MCA- UFM Constantine).

Examineurs : GHIOUA Karima (MAT - UFM Constantine).

Date de soutenance : /07/2019