



UNIVERSITÉ MOHAMMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi- B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences des Sciences Biologiques



UNIVERSITÉ MOHAMMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biodiversité et Environnement

Intitulé

Etude relative à la recherche d'indicateurs physico-chimique, métallique et biologique de l'état de santé de la zone humide de medjana .wilaya de Bordj Bou Arreridj

Présenté par : Gouarir Ourida
Saci Sara

Soutenu le : 17/09/2019

Devant le jury :

Président : M^r ALILI Dahmane MCB. (Univ Mohammed El Bachir El Ibrahimi BBA)

Encadrant : M^r ALIAT Toufik MCB. (Univ Mohammed El Bachir El Ibrahimi BBA)

Examineur : M^{lle} REGOUI Chelbia MAA. (Univ Mohammed El Bachir El Ibrahimi BBA)

Année universitaire : 2018/2019

Remerciement

En premier, nous remercions le bon dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé, le courage et de la patience pour être ce que nous sommes aujourd'hui et pour mener à terme ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre encadrant **Mr Aliat Toufik**, professeur au département des sciences biologiques à l'université de Bordj Bou Arreridj, qui a suivi et dirigé ce travail avec un enthousiasme toujours égale, ses précieux commentaires, et ses conseils pertinents m'ont grandement aidé tout au long des différentes étapes de l'élaboration de ce mémoire.

Nos sincères remerciements aux membres de jury, **M^f Alili Dahmane**, **M^{elle} Regoui Chelbia**, avoir accepté d'examiner et juger notre travail.

Nous remercions tous les enseignants de notre promotion.

Dédicace

À la lumière de mes yeux et aux ailes de mes voltiges cher père et ma mère qui n'ont jamais cessés de me chérir et me soutenir durant toutes mes années d'étude. Je leur dis merci et que dieu vous garde.

À mes frères et mes sœurs

À mes collègues

À mes amis

Sara

Dédicace

J'ai l'honneur de dédie ce travail

A

Mon très cher père pour ces sacrifices et son soutien tout au long de ma vie ;

A

La mémoire de ma mère qui a gardé une place dans mon cœur et que dieu le bénisse dans son vaste paradis ;

A

Mes frères et sœurs qui je souhaite une vie pleine de bonheur, de santé et de réussite ;

Mes chers (es) amis (es) avec lesquels j'ai partagé des moments inoubliables ;

Ourida

Table de matière

Liste des abriviations

Liste des tableaux

Table de figure

Chapitre 1 Présentation de la zone d'étude

Introduction.....	1
I.1- Situation géographique	3
I.2. Contexte écologique.....	4
I.2.1.Cadre hydrologique.....	4
I.2.2 pédologie.....	6
I.2.3 la climatologie.....	6
I.2.3.1- Pluviométrie.....	7
I.2.3.2.Température.....	8
I.2.3.3. Le vent.....	8
I.2.4- Synthèse climatique.....	9
I.2.3.1- Le diagramme Ombrothermique.....	10
I.2.3.2-Climatogramme d'Emberger.....	10
I.2.3.3 Indice de DeMARTONNE (I)	10
I.2.5. Cadre socio-économique.....	12
I.2.5.1. Agriculture.....	12
I.2.5.2. Production animale.....	12
I.2.5. Le secteur industriel	12
1.2.6 Pollution	13

Chapitre II matériel et méthode

I Méthodologie	14
I.1 Prospection et choix des stations.....	14
I.2 Matériel de prélèvements	16
I.3 Méthode de prélèvement	17
I.3.2 Enregistrement et étiquetage des échantillons	18
I.3.3 Conservation, transport et stockage des échantillons	18
I.4 Analyses physico-chimiques.....	18
I.4.1 Ph.....	18
I.4.2La conductivité électrique (CE)	18
I.4.3 Matières en suspension (MES)	18

I.4.4 La demande biologique en oxygène (DBO ₅)	19
I.4.5 Demande chimique en oxygène (DCO)	19
I.4.6 Dosage des chlorures	19
I.4.7 Dosage des nitrates.....	19
I.4.8 Dosage des nitrites.....	19
II.5 Métaux lourds.....	20
II.5.1 Préparation des courbes d'étalonnage Pb, Cu, Cd, Zn.....	20
II.5.2 préparation des échantillons pour le dosage.....	20
III Analyses microbiologiques	21
III.1 Coliformes totaux et fécaux.....	21
III.2 Les Streptocoques fécaux	22

Chapitre III Résultats et Discussion

I/1: Analyses physico-chimiques.....	23
I/1/1:- Ph.....	23
I/1/2: Conductivité électrique.....	24
I/1/3: Matières en suspension (MES).....	26
I/1/4:- Demande biologique en oxygène (DBO).....	27
I/1/5:- La demande chimique en oxygène (DCO).....	28
I/1/5:- Chlorures.....	29
I/1/6 -Les Nitrates.....	30
I/1/7-Les Nitrites.....	31
I/2-Les métaux lourd.....	32
I/2/1-Cadmium	33
I/2/3-Plomb.....	33
I/2/4-Zinc.....	34
I/2/5-Cuivre.....	35
I/3-Les analyses bactériologiques.....	36
I/3-1 : les coliformes totaux.....	36
I/3-2 : les coliformes fécaux.....	36
I/3-3 : les streptocoques.....	37
Conclusion.....	38
Référence bibliographique	
Annexes	
Résumé	

Liste des abréviations

A .G . R.F.U : Agence de Gestion et de la Régulation foncières Urbaines .

APC : Assemblée Populaire Communale .

BCPL : Bromocresol Purple Lactose Agar

DBO 5 : Demande Biologique en Oxygène .

°C : Degré Celsius

CE : Conductivité Electrique

DGF : Direction Générale des forets

DRE : Direction de Ressource en Eau

DSA : Direction des Services Agricoles

EDTA : Ethylène Diamine Tétracétique

ETM : Elements des Traces Métaliques

Litskhy : Bouillon glucosé à l'éthyle violet et à l'Acide de sodium

MES : Matière En Suspension

NPP : Nombre Plus Probable

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

pH : Potentiel hydrique

Rothe : Bouillon Glucosé à l'acide de sodium

SAA : Spectrométrie d'Absorption Atomique

VRBG : Gélose glucosée biliée au cristal violet et au rouge neutre

Table de figure

Figure 01: situation géographique de la commune de Medjana.....	3
Figure 02: situation géographique de la zone d'étude d'après la direction générale de l'hydraulique.....	4
Figure 03 : Bassins et sous bassin hydrographique de l'Algérie orientale.....	5
Figure 04 : carte pédologique de sous bassin versant de la zone humide El Hammam.....	6
Figure 05: Diagramme ombrothermique de la wilaya de Bordj Bou Arreridj durant La période (1990-2018).....	9
Figure 06: Climagramme pluviothermique d'Emberger.....	11
Figure 7 : Pollution agricole.....	13
Figure 8 : pollution anthropique.....	13
Figure 9 : pollution anthropique.....	13
Figure 10 : situation géographique de la zone d'étude et les stations de prélèvement.....	14
Figure 11 : représente la station 1.....	15
Figure 12 : représente la station 2.....	15
Figure 13 : représente la station 3.....	15
Figure 14 : représente la station 4.....	16
Figure 15 : représente la station 5.....	16
Figure 16: valeurs de pH dans la zone d'étude.....	23
Figure 17 : Valeurs la conductivité dans la région d'étude	24
Figure 18 : valeurs en MES dans la zone d'étude.....	26
Figure 19 : valeur de la DBO ₅ (mg/l) de l'eau analysée.....	27
Figure 20: valeurs de la DCO (mg/l) de l'eau a analysée.....	28
Figure 21: valeurs de chlorure.....	29
Figure 22: les valeurs de nitrate dans l'eau analysée.....	30
Figure 23 : valeurs en nitrite de l'eau a analysée.....	31
Figure 24 : valeurs des teneurs en cadmium dans l'eau analysée.....	33
Figure 25: valeurs des teneurs en plomb dans l'eau a analysée.....	33
Figure 26: valeurs des teneurs en zinc dans l'eau a analysée.....	34
Figure 27: valeurs des teneurs en cuivre dans l'eau a analysée.....	35
Figure 28 : Isolement et observation des colonies des coliformes fécaux.....	37
Figure 29 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.....	37

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques hydrologiques de la zone humide El Hammam.....	5
Tableau 2: Précipitations mensuelles durant 28 ans (1990-2018) dans la wilaya de B.B.A.....	7
Tableau 3: Températures minima, maxima et moyennes enregistrées dans la wilaya de B.B.A.....	7
Tableau 4: Valeurs des vitesses mensuelles des vents en m/s de la région de Bordj Bou Arreridj.....	8
Le Tableau5 : représente les variations des moyennes d'Humidité relative de l'air (%).....	8
Tableau 6: Caractéristiques bioclimatiques de la wilaya de Bordj Bou Arreridj.....	10
Le tableau 7 : représente la répartition générale des terres dans la commune Medjana en ha.....	11
Tableau 8: Effectif des bétails de la région de Medjana.....	12
Tableau 9 : Consistance physique de la zone d'activité de Medjana.....	13
Tableau 11: Tableau de comparaison des résultats de pH.....	24
Tableau 12 : comparaison de paramètre de conductivité électrique.....	25
Tableau 13: comparaison de paramètre de MES.....	27
Tableau 14: tableau de comparaison des paramètres de DBO ₅	28
Tableau 15: tableau de comparaison des paramètres de DCO.....	29
Tableau 16: comparaison du paramètre de chlorure.....	30
Tableau 17: comparaison de paramètre de Nitrate.....	31
Tableau 18 : comparaison du paramètre de Nitrite.....	32
Tableau 19 : les résultats des analyses microbiologiques.....	36
Tableau20: exprime les valeurs des analyses biologiques obtenues dans la période.....	38

Glossaire

Plomb (Pb)

Le Pb natif est rare, et dû à son caractère chalcophile il est associé au gisement de sulfures ; on l'extrait de sa source minérale principale, la galène (PbS) qui en contient 86.6% en poids, mais aussi des minerais associés aux Zn (la sphalérite), à l'argent et le plus abondamment au cuivre.

Ils constituent un paramètre très important de la pollution des eaux. A des teneurs élevées, les chlorures sont responsables de la saveur désagréable de l'eau.

conductivité : La mesure de la conductivité permet d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau. La conductivité est également en fonction de la température de l'eau, elle est plus importantes lorsque la température est à 20°C ou 25°C. Les appareils de mesures utilisées font généralement la conversion automatique.

chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux

Cadmium (Cd)

Le cadmium est un métal blanc, mou et malléable. Il ternit au contact de l'air

Le cadmium est présent dans presque tous les minerais de zinc (la teneur en cadmium varie de 0.01 à 0.05%). Le cadmium est également présent dans des minerais de plomb et de cuivre, ainsi que dans des phosphates naturels

Cuivre (Cu)

Le cuivre est un élément chimique de symbole Cu et de numéro atomique 29. Métal de couleur rougeâtre, il possède une haute conductivité thermique et électrique à température ambiante, le seul métal pur ayant une meilleure conductivité électrique est l'argent .Sa couleur rougeâtre le diffère au même titre que l'or par la couleur généralement grise des métaux. Le cuivre est un des rares métaux qui existe à l'état natif. L'occurrence du cuivre natif est cependant assez faible

Chlorure : Les eaux trop riches en chlorures sont laxatives et corrosives, La concentration des chlorures dans l'eau dépend aussi du terrain traversé

coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44,5°C. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est *Escherichia*

DBO₅ (demande biochimique en oxygène) est la quantité d'oxygène dissous consommée par les micro-organismes, à l'obscurité à 20 °C pendant 5 jours. Elle permet l'évaluation des matières organiques biodégradables.

Pour la DBO₅ constitue une mesure de la pollution des eaux en matière organique. En effet, le rejet de matières organiques biodégradables par émissaire d'égout, par exemple, provoque immédiatement une déplétion de la teneur en oxygène dissous par dégradation sous l'action des bactéries. Plus la DBO₅ est élevée, plus la quantité de matière organique présente dans l'échantillon est élevée

DCO(demande chimique en oxygène) est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder toutes les matières organiques et les matières minérales contenues dans l'eau.

La valeur de la DCO est une indication importante avec laquelle on peut caractériser la pollution globale d'une eau par des composés organiques. Cette mesure correspond à une estimation des matières oxydables, présentes dans l'eau quelle que soit leur origine, organique ou minérale, biodégradable ou non.

métaux lourd désignant l'ensemble des métaux toxique de forte masse atomique, cadmium ou mercure par exemple. Certains étant des oligo-éléments biogènes souvent doués de propriétés hermétique, d'autre étant sans intérêt pour les êtres vivants et souvent très toxique : le chrome et le cadmium

Les éléments trace sont les éléments constituant de la croute terrestre, dont la teneur est pour chacun inférieur à 0.1%. Le terme élément trace métallique (ETM) regroupe les éléments traces qui présentent une masse volumique supérieure à 6g/cm³ (

Dans la science environnementale, les métaux lourds associés aux notions de pollution et de toxicité sont généralement : l'arsenic (As), le chrome (Cr), le cadmium (Cd), le cuivre (Cu), le mercure (Hg), le manganèse (Mn), le nickel (Ni), le plomb (Pb), l'étain (Sn), le zinc (Zn)

MES Elles représentent la fraction constituée par l'ensemble des particules organiques (MVS) ou minérales (MMS), non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel.

nitrate constituent le stade final de l'oxydation de l'azote, et représentent la forme d'azote au degré d'oxydation le plus élevé présent dans l'eau. Leurs concentrations dans les eaux naturelles sont comprises entre 1 et 10 mg/l. Cependant leurs teneurs dans les eaux usées non traitées sont faibles.

nitrite sont les sels de l'acide nitreux. L'acide nitreux est un acide instable de formule HNO_2 . La contamination des eaux souterraines et superficielles par les nitrates est un problème rencontré de plus en plus fréquemment. Les nitrates se transforment en nitrites et éventuellement en nitrosamines au niveau du tube digestif.

La présence de nitrites dans le sang empêche l'hémoglobine de fixer convenablement l'oxygène et entraîne ainsi des risques de méthémoglobinémie aiguë. En outre,

les nitrites sont très toxiques pour les poissons et souvent mortels. C'est la raison pour laquelle la teneur en nitrites dans l'eau potable est réglementée et, indirectement celle des nitrates en raison de leur capacité à se transformer en nitrites

pH : est un élément important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau .

Les Streptocoques sont des cocci Gram positif groupés typiquement en chaînettes plus au moins longues. Ce sont des germes anaérobies facultatifs, généralement micro aérophiles et très exigeants au point de vue nutritionnel. Ils se développent bien à 37°C. Ce sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud. Ces streptocoques du groupe D sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale, car tous ont un habitat fécal

Zinc (Zn) Les sources naturelles de zinc dans l'environnement sont l'altération de roches (56%), le volcanisme (22%) et la végétation

Cependant ces sources naturelles ne représentent qu'environ 7% des émissions totales de cet élément dans l'environnement, étant donné que la production et le traitement de minerai et les activités industrielles représenteraient 75% et 18% respectivement, des émissions du Zn dans le milieu naturel.

Introduction :

Les zones humides sont connues comme des espaces de transition entre les milieux terrestres et aquatiques (**Alard., 2002**). Elles se distinguent par des sols hydromorphes, une végétation dominante composée de plantes hygrophiles au moins pendant une partie de l'année et abritent de façon continue ou momentanée des espèces animales inféodées à ces espaces (**Allout., 2013**).

Elles sont parmi les écosystèmes les plus productifs du monde et sont des endroits de la biodiversité (**Yoon., 2009**), Elles jouent un rôle important dans les processus vitaux et constituent également un habitat privilégié pour une flore et une faune très riche. Leur haut niveau de biodiversité est peut-être la principale raison pour laquelle la protection des zones humides est devenue une priorité mondiale, soutenue par des accords internationaux tels que la convention de RAMSAR et la convention internationale de la diversité biologique.

Aujourd'hui, l'Algérie renferme environ 254 zones humides naturelles et artificielles (**Adi et al., 2016**), où **50** sites sont classés comme site RAMSAR (**Chenchouni., 2012**). Elles occupent près de 03 millions d'hectares (**Benabadji et Bouazza., 2000**). Par leur richesse floristique, faunistique et leur biodiversité, les zones humides jouent un rôle important dans l'épuration des eaux, le développement de la pêche, la production du bois, la prévention des inondations, le captage des sédiments, la recharge des nappes phréatiques, la stabilisation des berges et l'atténuation des forces érosives (**Allout., 2013**).

Elles remplissent des fonctions qui présentent des avantages pour la société, souvent qualifiées de services éco systémiques (régulation des crues, régulation du climat, purification de l'eau...) (**Maltby., 2009**). Et servent d'habitats irremplaçables, de zone de pontes et de nurseries pour de nombreuses espèces (**Ruiz., 2006 in Gouin et al ., 2016**).

Leurs équilibre écologique peut être rapidement modifié sous l'influence de facteurs naturels ou anthropiques (**Gouin et al ., 2016**). Cependant, elles ont connu une forte diminution au niveau mondial depuis plusieurs décennies (**Maltby, 1986**) et sont aujourd'hui toutes plus ou moins menacées et/ou dégradées (**Williams., 1990**), en raison principalement de la pression anthropique exercée sur ces écosystèmes (**Turner., 1992**).

L'emprise et l'évolution actuelles des zones humides, en particulier dans les paysages fortement anthropisés, représentent actuellement un enjeu environnemental majeur, tant au niveau de la ressource en eau (**Mccartney et Acreman., 2009**). Cette dernière est une source indispensable à la vie. Elle mérite une attention particulière, vu qu'elle est très altérée et menacée par les activités humaines.

La majeure partie de la contamination des eaux est due aux différentes activités de l'homme à savoir l'activité industrielle, il ya aussi l'utilisation intensive des engrais qui contiennent des métaux lourds et aussi l'utilisation des pesticides. Ajoutant à toutes ces pollutions, celle

générée par la nature à savoir les volcans, les tremblements des terres, les tsunamis et les incendies de forêts (**Kadouche., 2006**).

Le problème de la pollution des eaux par les métaux lourds représente sans aucun doute un des aspects les plus inquiétants de la dégradation du milieu naturel par la civilisation contemporaine (**Ramade., 2012**). L'industrialisation, les pratiques culturelles, et en particulier l'emploi massif d'engrais, sont la cause principale d'une préoccupante pollution des nappes souterraines par les nitrates (**Faurie et al., 2002**).

La zone humide El-Hammam qui est située dans la commune de Medjana de la wilaya de Bordj Bou Arreridj est un bon exemple à étudier et évaluer l'impact des facteurs anthropiques sur le fonctionnement de ce biohydrosystème.

L'objectif de notre travail de recherche est de déterminer la qualité physico-chimique, métallique ainsi que bactériologique des eaux et évaluer l'état sanitaire de ce écosystème.

La qualité physico-chimique, métallique et biologique de l'eau informe la situation et l'évolution d'un niveau de pollution, en fonction d'un ensemble de paramètre comme le potentiel en hydrogène (pH), la conductivité électrique (CE), la matière en suspension (MES), le dosage de cuivre (Cu) ,zinc (Zn) et de plomb (Pb) ainsi que les coliformes fécaux et totaux .Ces paramètres permettent d'acquérir des connaissances de base , de développer une surveillance pour détecter des perturbations et de mettre en place un suivi pour rétroagir sur la gestion .

Le présent travail s'articule autour de trois chapitres :

- Chapitre I: Présentation de la zone d'étude.
- Chapitre II: Matériel et méthodes.
- Chapitre III: Résultats et discussion

Une conclusion générale

I Présentation de la zone d'étude

I-1 Situation géographique

La wilaya de Bordj Bou Arreridj occupe une place stratégique au sein de l'Est algérien. La wilaya de Bordj Bou Arreridj s'étend sur une superficie de 3 921 km². La wilaya est située au Nord- Est du pays sur les Haut-Plateaux. Elle est limitée par les wilayas suivantes: au Nord: par Bejaia ; à l'Est: par Sétif ; au Sud: par M'Sila ; à l'Ouest: par Bouira (**figure 01**). Elle est composée de 10 daïras y compris Medjana.

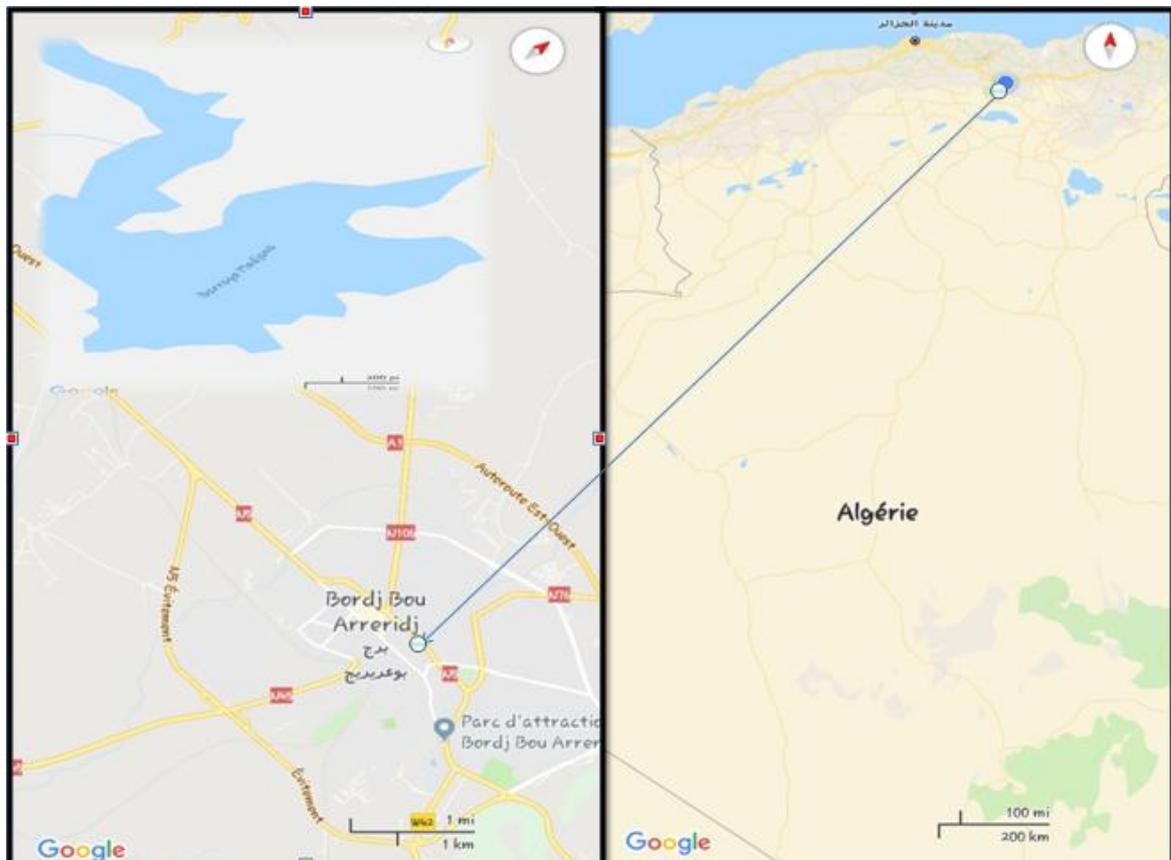


Figure 01: La situation géographique de la commune de Medjana « Google Maps modifiée » 02/03/2019

La daïra de Medjana est située au Centre de la wilaya de Bordj Bou Arreridj. Elle englobe quatre communes: El Achir, TenietEnnasr, Hasnaoua et Medjana (**figure 01**). Elle s'étend sur une superficie de 549 Km² avec une population de 23489 habitants (APC., 2016). Elle est délimitée à l'est par Hasnaoua, à l'ouest par TenietEnnasr et Mansoura, au nord par Colla, au sud-est par Bordj Bou Arreridj,

au sud-ouest par El Achir. L'altitude de la région de Medjana varie entre 1668 m dans la montagne de Tafertaset et 800 m à oued Mhadjer(DGF, 2018).

I.2. Contexte écologique

I-2-1 Cadre hydrologique

Les régimes hydrologiques en Algérie sont marqués par l'indigence prononcée de l'écoulement d'été, par opposition à l'importance et à la brutalité des apports des oueds en période de crue. (Mebarki.,2005).

La région de Medjana est caractérisé par des ressources en eau très importantes, un régime pluviométrique très irrégulier, torrentiel en hiver et sec en été, il correspond ainsi au climat méditerranéen.(figure02)

Il existe deux ressources en eau à Medjana : les ressources sous terraines représentées par les nappes phréatiques et les forages et les ressources superficielles représentées par les châteaux d'eau, les oueds et les retenues collinaires (DRE, 2018).

Les principales Thalwegs dans la région de Medjana sont : Oued Mhadjar situé au Nord et Oued Ouerdigue situé à l'Est et vient de la région Nord, il court presque toute l'année sauf les deux mois Juillet et Aout, il est très important car il fait le remplissage de la zone humide El Hammam (DGF, 2018).

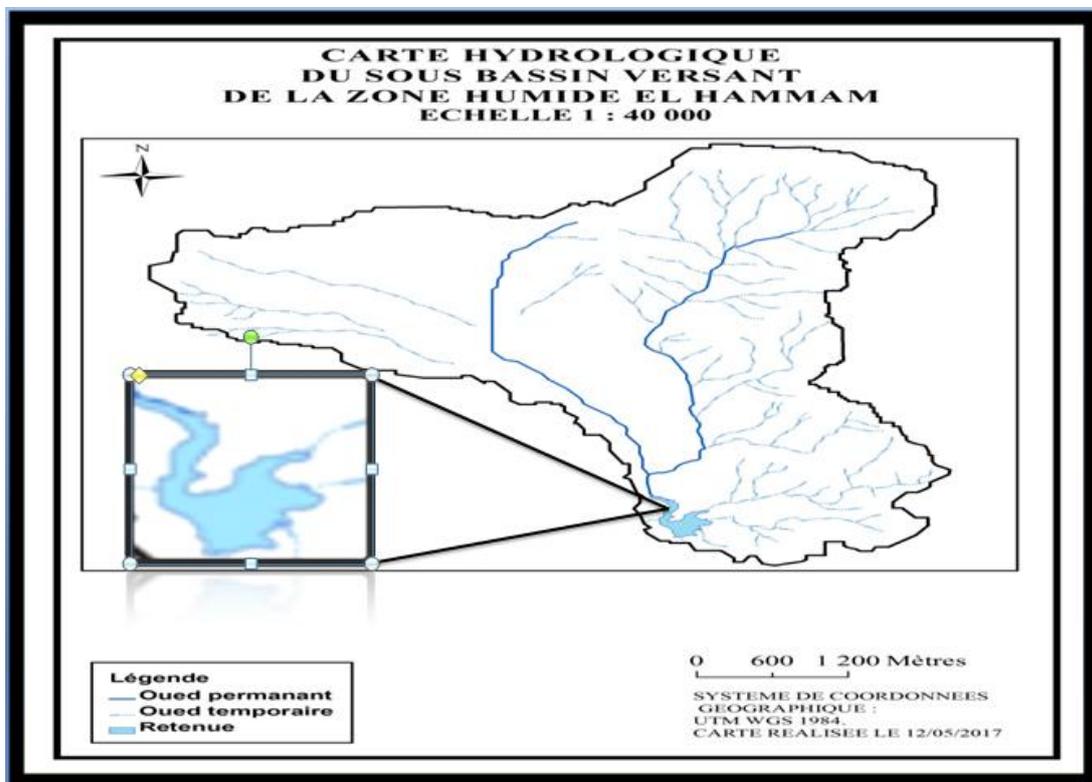


Figure 02 :carte hydrologique de la zone humide El-Hammam (Aliat et Medadi.,2018).

Cette zone humide artificielle située au sud (retenu collinaire continentale) qui existe depuis 1991(**Figure 02**) et destiné pour irrigation des terres avoisinantes .

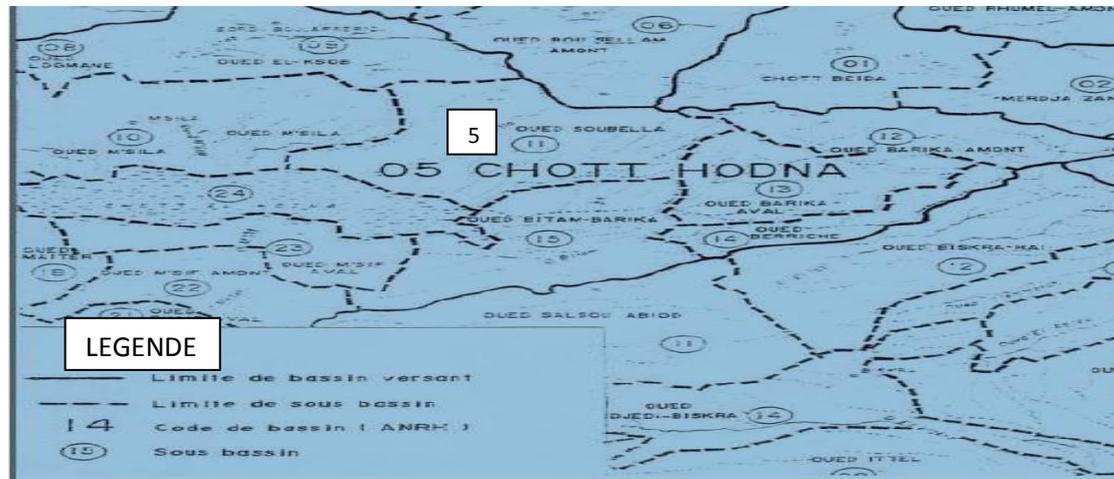


Figure 03 : Bassins et sous bassin hydrographique de l'Algérie orientale (Mebarki ., 2005 modifié).

L'ensemble de la région d'étude se situe dans la région Est du bassin endoréique de Chotte Hodna n°05, s'éleve à 25 843 km² ;sous- bassin n°09,Oeudk'sob d'une superficie de 1470km² . (Mebarki.,2005) , représenté dans lafigure 03.

Les caractéristiques hydrologiques de la zone humide El Hammam sont représentées dans letableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques hydrologiques de la zone humide El Hammam (DGF., 2018)

Critère hydrologique	Description
Superficie du bassin versant	21.5 Km ² (2150 ha)
Superficie	13.40 ha
Capacité	0.8 Hm ³
Profondeur de l'eau	3m
Permanence de l'eau	Temporaire
Qualité de l'eau	Douce
Volume utile	0.70 Hm ³
Type de digue	Terre homogène
Hauteur de la digue	12 m
Type d'évacuateur de crue	Frontal

I-2-2 pédologie

Selon **Ramade., (2009)**, les sols constituent l'élément essentiel des biotopes propre aux écosystèmes continentaux. La formation des sols dépend essentiellement de la nature de la roche mère ainsi que la topographie (**Durand., 1954**).

Les caractéristiques pédologiques de la région El Hammam sont représentées dans la **figure 04**.

Selon la carte (**figure 04**), les sols de notre région d'étude appartiennent aux classes suivants :

- Les sols insaturés
- Les sols calcaires
- Les sols calciques



Figure 04 : carte pédologique de sous bassin versant de la zone humide El Hammam (**Aliat et medadi.,2018**)

I-2-3 la climatologie

Le climat est la composante directe déterminante de la distribution des organismes vivants et le facteur primordial influant l'activité des biocénoses (**Lacoste**

et Salamon, 2001) Pour indiquer le climat de la région d'étude, nous avons fait recours à l'exploitation des données météorologiques provenant de la station météorologique de la wilaya de Bordj Bou Arreridj. (Station météorologique de BBA., 1990-2018). Le climat de la région de Medjana (région d'étude) est de type continental, semi aride avec un hiver pluvieux et froid et un été sec et chaud (Andi., 2013).

I-2-3-1 Pluviométrie

La pluviométrie est un paramètre important qui conditionne le régime des cours d'eau et l'alimentation des nappes d'eau souterraines (Debiechet., 2002).

La pluviosité varie en Algérie sous l'influence de plusieurs paramètres géographiques, altitude, latitude, longitude et distance de la mer (Chaumont et Paquin., 1971, Meddi et al., 2007).

D'après Ramade., (2003), les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres, mais aussi pour certains écosystèmes limnétiques tels que: les mares, les lacs temporaires et les lagunes soumises à des périodes d'assèchement. Les précipitations mensuelles de la wilaya de Bordj Bou Arreridj durant 28 ans (1990-2018) sont rassemblées dans le **tableau 2**.

Tableau 2: Précipitations mensuelles durant 28 ans (1990-2018) dans la wilaya de B.B.A. (Station météorologique de BBA., 2018)

Paramètre	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
<i>Pmm</i>	45,98	28,56	31,27	39,29	40,34	20,11	9,54	16,17	44,64	29,45	31,78	44,56

D'après le **tableau 2** et l'analyse des données recueillies au près des services météorologique de Bordj Bou Arreridj on distingue des précipitations élevées pendant l'hiver dans le mois de janvier avec une valeur de 45.98mm et des précipitations de faible valeurs en été dans le mois de juillet avec une valeur de 9.54mm.

I-2-3-2 Température

La température est un facteur climatique de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade., 1984).

Le **tableau 3** représente les températures minima, maxima et moyennes enregistrées dans la wilaya de B.B.A du 1990 jusqu'à 2018.

Tableau 3: Températures minima, maxima et moyennes enregistrées dans la wilaya de B.B.A du 1990 jusqu'à 2018 (**Station météorologique de BBA., 2018**).

Paramètre	jan	fév.	Mars	avr	Mai	juin	juil.	Aout	Sep	oct.	Nov	déc.
T-Moy °C	6,18	6,88	10,26	13,34	18,38	23,86	27,58	26,64	21,42	16,73	10,49	7,23
Tmin °C	2,10	2,30	5,03	7,51	11,87	16,59	20,05	19,46	15,50	11,64	6,23	3,28
TMax °C	11,12	12,15	15,99	19,5	25,12	31,28	35,28	34,32	28,21	22,70	15,56	12,03

T Max: Moyenne mensuelle des températures maxima.

T min: Moyenne mensuelle des températures minima.

Le **tableau 3** montre que les températures mensuelles de notre zone d'étude atteignent leur minima au mois de janvier, avec une valeur de 2,5°C. les maxima sont observés au mois de juillet, avec une valeur de 35,28°C. la moyenne annuelle arithmétique « $M+m/2$ » est de 16,85°C.

I-2-3-3 Le vent

Le vent est considéré parmi les éléments les plus caractéristiques du climat, il favorise la dégradation du sol et dessèche la végétation. Les vents jouent un rôle essentiel dans le transport et la distribution de la chaleur et de l'humidité (**Doucet R., 2010**).

Le **tableau 4** représente les valeurs des vitesses mensuelles des vents en m/s de la région de Bordj Bou Arreridj du 1990 jusqu'à 2018.

Tableau 4: Valeurs des vitesses mensuelles des vents en m/s de la région de Bordj Bou Arreridj du 1990 jusqu'à 2018 (**Station météorologique de BBA., 2018**).

mois	J	Fév.	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
V(m/s)	0,85	0,86	1,09	1	0,93	0,92	0,91	0,83	0,78	0,69	0,93	0,76

V (m/s): Vitesse du vent.

Le **tableau 4** exprime que notre zone d'étude est caractérisée par une vitesse de vent variant entre 1,09 et 0,69/s. Les mois les plus ventés sont mars et avril avec des vitesses moyennes de 1,00 et 1,09/s respectivement.

I-2-3-4 Humidité

L'humidité est définie comme la quantité de vapeur d'eau qui se trouve dans l'air. L'humidité relative de l'air est le rapport en pourcentage de la pression réelle de la vapeur d'eau à la pression de vapeur saturante pour la même température (**Dreux., 1980**).

Le **tableau 5** représente les variations des moyennes d'Humidité relative de l'air (%) durant la période de (1991-2018).

Tableau 5: Variation des moyennes d'Humidité relative de l'air (%) durant la période de (1991-2018) (**Station météorologique de BBA., 2018**).

Moi	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
H%	75,12	70,95	64,2	59,98	54,53	45,23	38,16	43,42	55,96	62,07	71,92	76,65

Le **tableau 5** montre que le mois le plus humide est le mois de décembre avec un taux moyen mensuel de 76,65%, par contre le mois de juillet représente le mois le moins humide avec un taux de 38.16%.

I-2-4 Synthèse climatique

La synthèse des données climatiques peut se faire par plusieurs indices climatiques notamment l'indice d'aridité de DeMartonne, le diagramme ombrothermique, le climatogramme d'Emberger et d'autres indices (**Dajoz., 1971**).

I-2-3-1 Le diagramme Ombrothermique

Le diagramme ombrothermique repose sur une formule : si $P < 2T$ alors le mois est «sec», avec **P** : précipitation mensuelle moyenne exprimée en millimètres et **T** : température mensuelle moyenne exprimée en degrés Celsius (**Charre ., Joel 1997**).

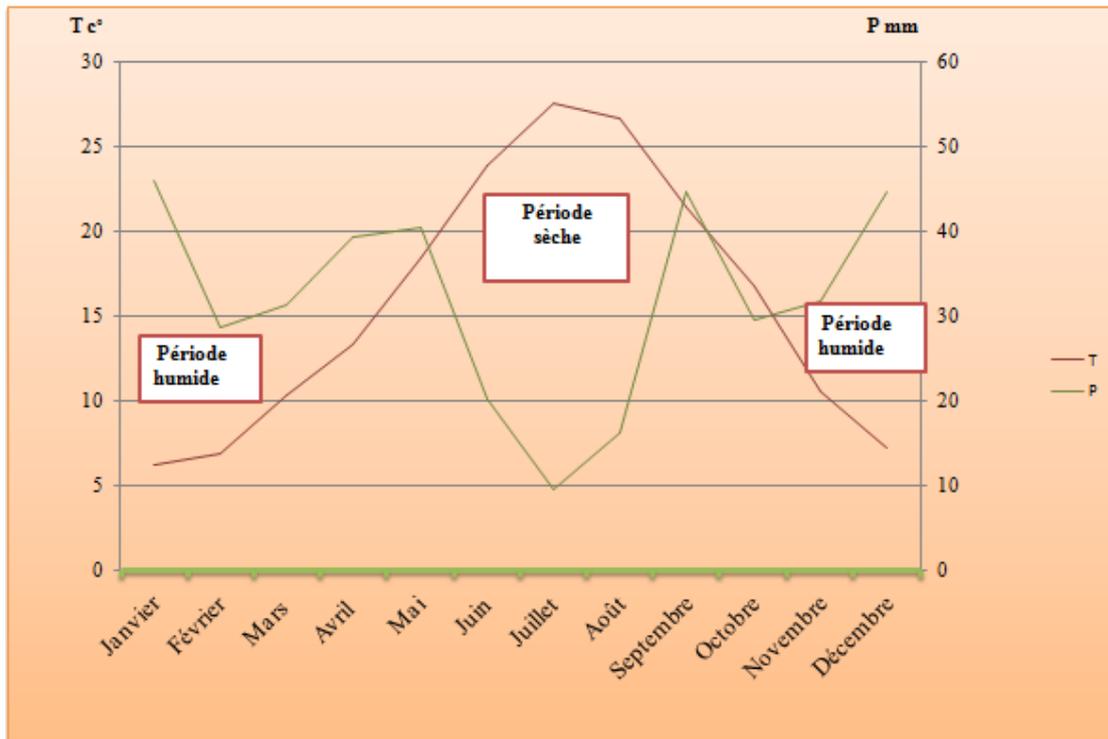


Figure 05: Diagramme ombrothermique de la wilaya de Bordj Bou Arreridj durant La période (1990-2018).

La figure 05 montre que la période humide s'étend du mois de septembre jusqu'à le mois de mai, et la période sèche qui s'étend de mois de juin jusqu'à la fin de mois de aout.

Les courbes ombrothermiques expriment deux périodes, l'une humide et l'autre sèche. La période sèche de notre zone d'étude est de 120 jours « mi de mai jusqu'au le mi de septembre ».

Il constate une léger période sèche qui s'étend du mi de Septembre à mi-octobre due à une perturbation.

I-2-3-2 Climatogramme d'Emberger

Le climatogramme d'Emberger permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude qui est représenté en abscisse par la moyenne des minimas des températures du mois le plus froid et on l'ordonne par le quotient pluviothermique d'emberger (Prevost., 1999).

L'interprétation du quotient pluviothermique, autrement dit le classement bioclimatique d'une station donnée nécessite du climatogramme d'Emberger (Sauvage, 1963).

-Quotient pluviothermique

Est déterminé selon la formule suivante proposée par Stewart (1969):

$$Q_2 = 3,43 P / (M - m)$$

Q₂: Quotient pluviothermique d'Emberger.

P: précipitations annuelles exprimée en mm.

M: Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud, en °C.

m: Moyenne des températures minima du mois le plus froid, en °C.

Tableau 6 : valeurs de quotient pluviométrique d'Emberger

P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q ₂
381.69	21.93	10.13	39.45

I-2-3-3 Indice de DeMARTONNE (I) :

L'indice de l'aridité est un indicateur quantitatif du degré du manque d'eau, présent à un endroit donné (Olivier, 2006). Cet indice combinant la pluviométrie et la température, deux facteurs fondamentaux agissant directement sur le développement des végétaux, est très largement utilisé. (Richard et Tonnel, 1985)

On va calculer cet indice (I) par la formule de DeMARTONNE : $I = P / (T + 10)$ dont :

P : Précipitation annuelle (mm)

T : Température moyenne annuelle (°C)

10: constante, utilisée pour éviter les valeurs négatives lorsque la température moyenne de l'air est inférieure à 0 °C.

Les valeurs de l'indice d'aridité (Guyot, 1999) permettent de déterminer le climat selon le classement suivant:

- $30 < I < 50$ ➡ climat humide.
- $20 < I < 30$ ➡ climat semi-humide.
- $10 < I < 20$ ➡ climat semi-aride
- $5 < I < 10$ ➡ climat aride

➤ $0 < I < 5$ ➡ climat hyper-aride

La valeur de l'indice d'aridité calculée selon la formule de DeMartonne est portée dans le **tableau 7**.

Tableau 7: Caractéristiques bioclimatiques de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (1990-2018) (Station météorologique de BBA., 2018).

P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q ₂	Indice d'aridité	Bioclimat
381,69	21,93	10,13	39,45	14,82	Semi aride

En comparant la valeur de l'indice d'aridité obtenue avec le classement de DeMartonne on peut conclure que le climat qui règne sur la région d'étude est de type semi-aride.

Le **Tableau 7** exprime la valeur du quotient pluviothermique calculée est égale à 39,45 avec une pluviométrie moyenne de 381,69 mm et une température moyenne minimale de 10,13 °C et un indice d'aridité de 14,82. De ce fait, la région de Bordj Bou Arreridj fait partie de l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais.

La **figure 06** représente le climagrammepluviothermique d'Emberger (1990 - 2018).

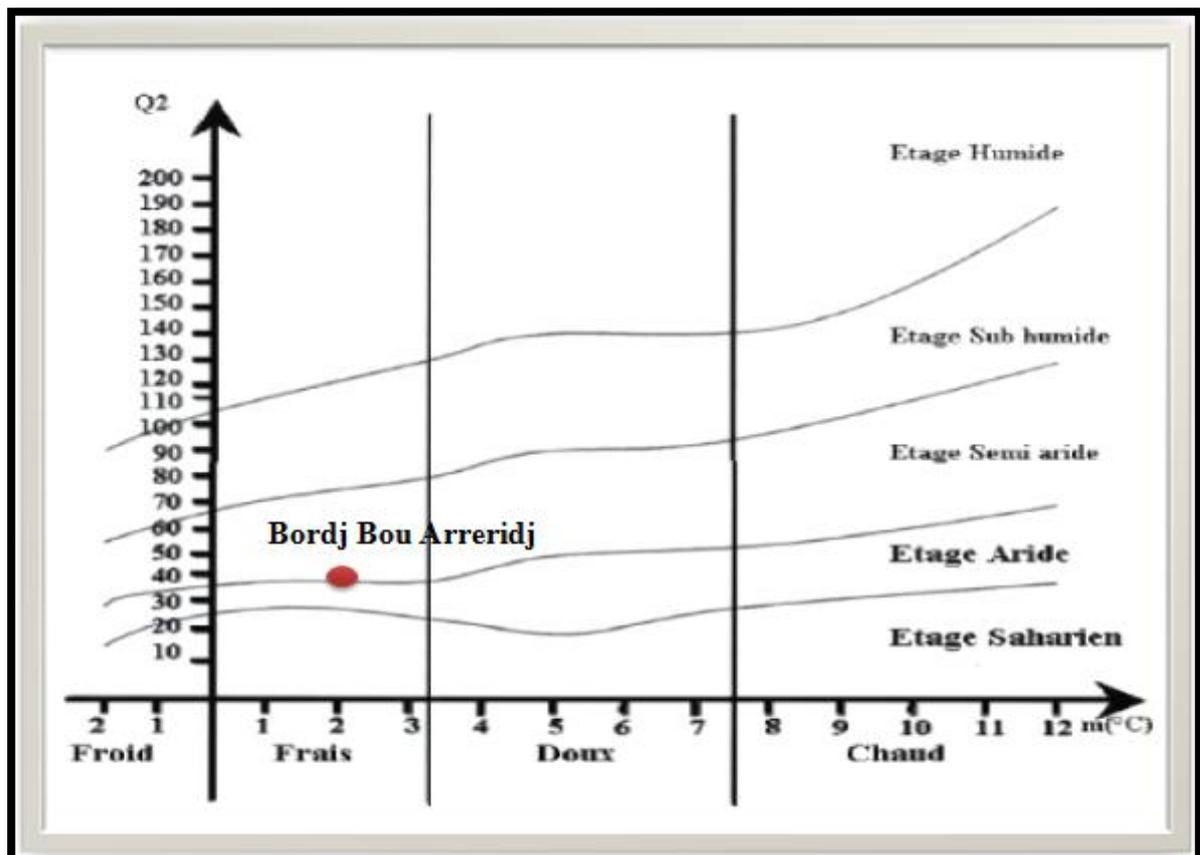


Figure 06: Climagrammepluviothermique d'Emberger (1990 - 2018).

La **Figure 06** montre bien l'étage bioclimatique de la région de Bordj Bou Arreridj qui appartient au étage Semi aride à hiver frai

I-2-5 Cadre socio-économique

I-2-5-1 Agriculture

La région de Medjana est à vocation agro pastorale, où les filières dominantes sont Les céréales, les fourrages et l'arboriculture. Cette commune pratique l'agriculture extensivement avec association céréaliculture jachère sur les hautes plaines (**DSA., 2018**).

Le **tableau 8** représente la répartition générale des terres dans la commune Medjana en ha.

Répartition générale de terre (ha)	S.A.U	Terre affectée à L'agriculture	Terre non affectée à l'agriculture
Medjana	11 101	4416	2973

Le **tableau 8** montre que notre région d'étude représente une grande surface utile (S.A.U) de 60% Ha avec une surface des terres affectées à l'agriculture de 24% Ha par contre elle représente une surface de terre non affectées à l'agriculture de 16% Ha.

I-2-5-2 Production animale

Comme la céréaliculture, d'une manière générale, l'élevage se pratique dans les hautes plaines centrales de Medjana. Pour ce qui est de la production animale, nous trouverons les différents élevages : Ovin, bovin, caprin, l'apiculture ainsi que l'apiculture (**DSA., 2018**).

Tableau 9: Effectif des bétails de la région de Medjana (**DSA., 2018**).

Région	Bovin	Ovin	Caprin
Medjana	2 850	21 000	900

Le **tableau 9** exprime que l'élevage ovin est classé en premier avec 85% têtes et en suite s'arrive l'élevage bovin dont il est évalué à 11% têtes alors que l'élevage de caprins est présenté avec 4% têtes.

I-2-5 Le secteur industriel :

La région sud de la commune de Medjana était connue par son activité industrielle à partir du 30 juin 1987. Cette zone d'activité s'étend sur une surface environ 1 ha (**tableau 10**). Plusieurs activités se produisent dans cette zone tel que : la

fabrication des tubes, la transformation des plastiques, la production des produits laitiers, la production des produits chimiques et la production cosmétique.

L'entreprise*Shik Algérie* qui produit les éléments nécessaires pour les hôtels et les compagnies aériennes a fait connaître le nom de Medjana partout en Algérie. La localité est désormais citée pour ses mouchoirs parfumés. (A.G.R.F.U., 2016)

Tableau 10: Consistance physique de la zone d'activité de Medjana.

(A.G.R.F.U.,2016).

Zone d'activité	Intitulé de la zone d'activité	Superficie (m2)	Nombre totale des lots	Lots Attribués	Lots disponibles	Lots non encore affectés
Medjana	Medjana	82 519 m2	43	43	0	0

1-2-6 Pollution :

Suite aux activités citées (agricole, industriel et urbain) les photos (7, 8,9) montrent les déchets rejetés aléatoirement près de la zone humide.



Figure 7 : Pollution agricole
(photographie original 30-03-2019)



Figure 8 : pollution anthropique
(photographie original 30-03-2019)



Figure 9 : pollution anthropique (photographie original 30-03-2019)

Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité et l'état de salubrité de l'eau de la zone humide El Hammam.

Nous avons jugé utile de suivre la démarche suivante :

- Des analyses physico-chimique des eaux (pH, conductivité, matière en suspension, chlorure, nitrate, nitrite, DCO, DBO)
- Dosage des métaux lourds des eaux (Cu, Zn, Pb, Cd)
- Les analyses biologiques des eaux (les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux, et les germes totaux).

I Méthodologie

I-1 Prospection et choix des stations :

Cinq stations d'échantillonnage largement réparties sur le complexe ont été choisies de telle sorte qu'elles soient représentatives durant le mois de février (**figure10**) .

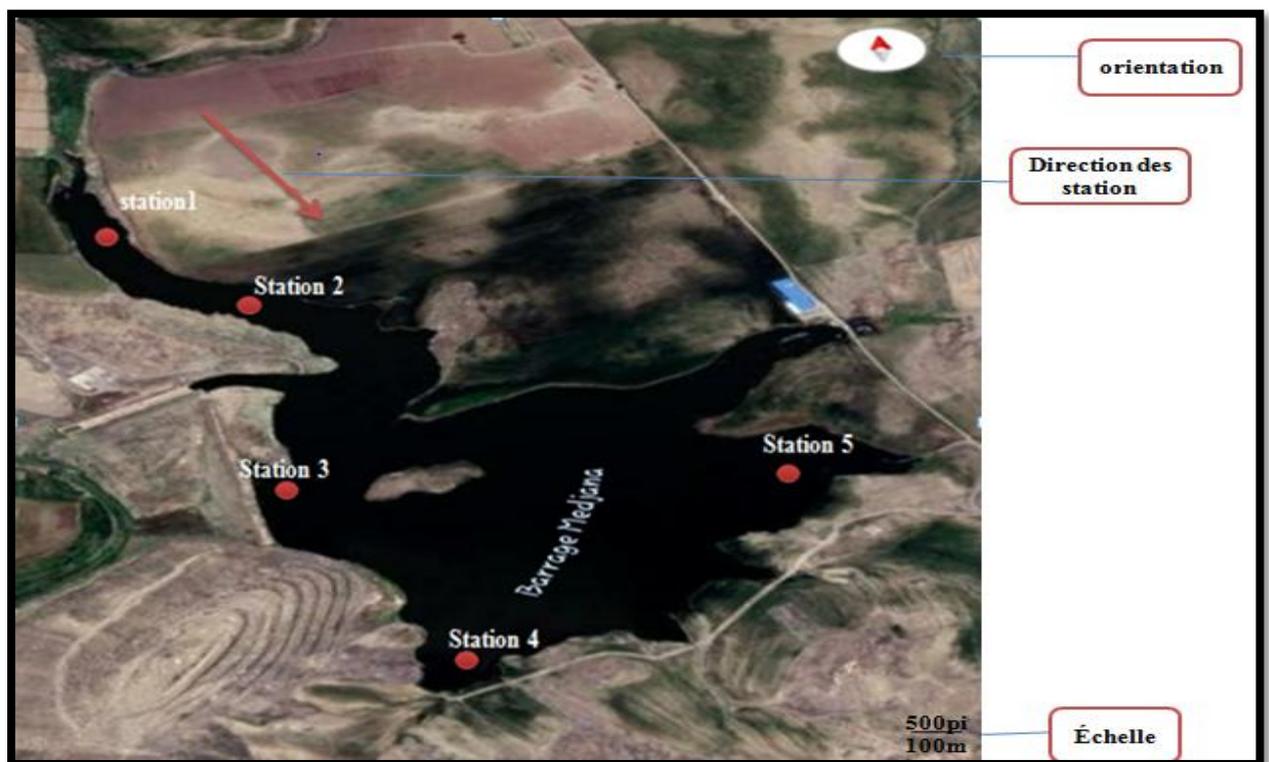


Figure 10 : situation géographique de la zone d'étude et localisation des stations
(Google Earth modifiée., 10-02-2019)

La station 1 : En amont de la zone d'étude, situé à coté de la zone industrielle



Figure 11 : représente la station 1(photographie original .,24/02/2019)

La station 2 : continuité de la station 1



Figure 12 : représente la station 2(photographie original .,24/02/2019)

La station3 : rejet des eaux usées



Figure 13 : représente la station 3(photographie original .,24/02/2019)

La station 4 : En aval de la zone plus profonde que la station 3



Figure 14 : représente la station 4(photographie original .,24/02/2019)

La station 5 : Situé en aval de la zone



Figure 15 : représente la station 5(photographie original .,24/02/2019)

I/2- Matériel de prélèvements :

-a/les analyses physico-chimiques :

Flacon jetables en matière plastique

-b/les analyses biologiques :

Flacon en verre stérilisés à l'autoclave, fermé par des bouchons. Ils ne seront ouverts qu'au moment du prélèvement.

-c/ dosage des métaux lourds :

Des récipients en matière de verre

I-3 Méthode de prélèvement :

Les prélèvements ont été effectués dans des conditions standard d'asepsie durant le mois d'avril, dans dix (10) flacons stériles de 1000 ml, ces flacons ont été immergés

en position horizontale en les tenant par le fond, l'ouverture légèrement plus haute que le fond et dirigée dans le sens contraire du courant. Les échantillons ont été étiquetés pour faciliter l'identification, cinq (5) flacons ont été réservés pour l'analyse bactériologique alors que les autres conçus pour l'analyse physico-chimique.

(ISO.,1986)

-b/les dosages des métaux lourds : Cd, Pb, Zn, Pb

Dans notre cas Cd, Pb, Zn et le Pbil convient d'utiliser des récipients en matière de verre pour éviter toute contamination possible.

Il est préférable de préparer les récipients la veille du prélèvement selon le mode opératoire selon **ISO., (1986)** :

- Laver le récipient et le bouchon avec une solution diluée de détergent et d'eau du robinet.
- Rincer abondamment avec l'eau du robinet.
- Rincer avec une solution aqueuse d'acide Nitrique à 10%.
- Vider et remplir complètement avec une solution aqueuse d'acide Nitrique 10%.
- Fermer avec le bouchon et laisser reposer pendant au moins 24h.
- Vider le récipient, rincer avec de l'eau d'une qualité appropriée (eau ultra pure), et replacer immédiatement le bouchon.

I-3-2 Enregistrement et étiquetage des échantillons :

Il est essentiel que les échantillons soient clairement étiquetés immédiatement avant les prélèvements et que les étiquètes soient lisibles et détectable. Sur ces derniers, on doit noter avec précision : la date, l'heure, les conditions météorologiques, un numéro et toutes circonstances anormales (**Lingtfoot., 2002**).

I-3-3 Conservation, transport et stockage des échantillons :

Nos échantillons ont été mis dans une glacière pendant le transport, qui, lui-même, a été organisé pour que l'acheminement des échantillons, ils ont été conservés au réfrigérateur entre 0° et 4° C. (**ISO .,1986**)

I-4 Analyses physico-chimiques

-la qualité physico-chimique de l'eau informe sur la localisation et l'évaluation d'un niveau de pollution, en fonction d'un ensemble de paramètre. Basée sur des valeurs de références, elle s'apprécie à l'aide de plusieurs paramètres (**Rodier., 2009**).

-Les analyses ont été effectuées au laboratoire de faculté science de la nature et de vie Bordj-Bou-Arreridj.

-Mode opératoire (voir l'annexe)

I-4-1 pH

➤ **Principe :**

C'est la différence du potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans la même solution. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions (H^+) (Rodier *et al.*, 2009).

I-4-2 La conductivité électrique (CE)

➤ **Principe :**

La mesure est basée sur le principe du pont de Wheatstone, en utilisant comme appareil de zéro un galvanomètre ou une image cathodique (Hakmi, 2006).

I-4-3 Matières en suspension (MES)

➤ **Principe :**

L'eau est filtrée et le poids des matières retenue par le filtre est déterminé par pesée différentielle (Rodier *et al.*, 2009).

I-4-4 La demande biologique en oxygène (DBO_5) :

➤ **Principe :**

La détermination de la DBO_5 consiste à mesurer la concentration d'oxygène par voie biologique à une température constante égale à 20 C° (Ouali, 2001). Par convention, la DBO_5 est la valeur obtenue après cinq jours d'incubation (Dafri., 2008).

I-4-5 Demande chimique en oxygène (DCO)

➤ **Principe**

Oxydation à chaud (150 C°), pendant 2h en milieu acide, en présence d'un excès d'oxydant. On évalue la quantité d'oxygène (en mg /l), utilisée par les réactions d'oxydation en déterminant la quantité d'oxydant résiduelle (Lesavre, 2007).

I-4-6 Dosage des chlorures

➤ **Principe**

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge brique caractéristique du chromate d'argent (Rodier *et al.*, 2009).

I-4-7 Dosage des nitrates

➤ **Principe**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitro-salicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrométrique (Rodier *et al.*, 2009).

I-4-8 Dosage des nitrites

➤ Principe

L'acide sulfanilique en milieu chlorhydrique, en présence d'ion ammonium et de phénol forme avec les ions un complexe coloré en jaune dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrites (**Hakmi,2006**).

II-5-Métaux lourds

Les analyses métalliques ont été effectuées au laboratoire SNV de l'université Ibn Khaldoun Tiaret.

II-5-1Préparation des courbes d'étalonnage Pb, Cu, Cd, Zn

Selon le protocole de **Rodier.,(2009)** pour le plomb, cuivre, le cadmium et le zinc nous avons utilisé la méthode qui consiste à préparer d'abord une solution mère de concentration 0.800g/l à partir de laquelle nous préparons, par dilutions successives, une série de solutions de concentrations bien déterminées. Celle –ci sont, par la suite analysées par la Spectrométrie d'Absorption Atomique (SAA), nous établissons ainsi la droite d'étalonnage représentant la densité optique, au maximum de la bande d'absorption, en fonction de la concentration(C) et qui obéit à la relation de Beer-Lambert $A = \epsilon lC$ avec :

- A : absorbance
- ϵ : le coefficient d'absorption molaire en $L.mol^{-1}.cm^{-1}$
- l : la largeur de cuve en cm
- C: la concentration de la solution en mol/L

II-5-2préparation des échantillons pour le dosage

Dès l'arrivé au laboratoire, les échantillons des effluents industriels ont été acidifié selon le protocole de **Rodier., (2009)**. On a préparé 4 erlenmeyer rodé de 250ml Le premier erlenmeyer contient 100ml d'eau distillé reste comme témoin. Les troiserlenmeyer restants ont été remplis avec les différents échantillons d'effluents.

Après cette étape 5ml de HnO_3 (acide nitrique) sont rajoutés dans chaque erlenmeyer,et 2ml de $H_2 O_2$ (eau oxygénée). On laisse reposer jusqu'à dissolution de l'échantillon avant la minéralisation.

Après cette préparation les échantillons ont subi une minéralisation afin de concentrer le mélange, jusqu'à avoir un volume de 15ml (**ISO.,1994**).Elle a été effectuée à partir d'un minéralisateur équipé d'une plaque chauffante. Après la minéralisation,

l'échantillon est filtré de façon à retenir sur le filtre les matériaux insolubles susceptible de boucher le nébuliseur. Recueillir après le filtrat dans une fiole jaugée de 100 ml Le filtre est Lavé plusieurs fois de l'eau distillée, après le contenu est ajusté jusqu'à 100ml.

III Analyses microbiologiques

III-1 Coliformes totaux et fécaux:

➤ Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

La colimétrie consiste à déceler et à dénombrer les germes coliformes dont les coliformes fécaux notamment d'origine fécale. Elle se réalise en deux étapes :

- 1- La recherche présomptive des coliformes.
- 2- La recherche confirmative des coliformes fécaux, et éventuellement des autres coliformes.

➤ Principe

Ensemencement de plusieurs dilutions de l'échantillon, chacun e dans une série de tubes contenant un milieu de culture non véritablement sélectif mais permettant de mettre en évidence la fermentation du lactose avec production de gaz (**Rodier et al., 2009**).

➤ Incubation

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 h (**Begloul, 2011**).

➤ Lecture

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu) (**Begloul, 2011**).

➤ Expression des résultats

Les résultats se font selon les prescriptions de la table de Mac Grady (**Souidi, 2008**).

➤ **Incubation**

Incubation à 44°C pendant 48 heures (**Dekhil, 2012**).

➤ **Expression des résultats**

Dénombrer les colonies lenticulaires en masse (UFC/ml) (**Dekhil, 2012**).

III-2 Les Streptocoques fécaux

➤ **Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux :**

➤ **Principe:**

La recherche des Streptocoques fécaux ou Streptocoques du groupe «D», se fait en milieu liquide par la technique du nombre le plus probable (NPP).

Cette technique fait appel à deux tests consécutivement à savoir :

- 1- Le test de présomption : qui se réalise sur milieu de Rothe.
- 2- Le test de confirmation: qui se fait sur milieu Evalytski(**Souidi, 2008**).

➤ **Incubation**

Incuber les 9 tubes dans une étuve à 37°C (lecture après 48 h)(**Dekhil, 2012**).

➤ **Expression des résultats**

Les tubes de Rothe présentant un trouble microbien sont considérés comme positifs (présence de streptocoques) (**Bordjah, 2011**) ; aucun dénombrement ne se fait à ce stade, les tubes positifs feront l'objet d'un repiquage.

2 Test confirmatif

Après agitation des tubes positifs, prélever de chacun successivement 1 ml avec pipette Pasteur (**Souidi, 2008**) et verser 1 ml à partir du tube précédent de Rothe sur les 9 tubes de Litsky(**Dekhil, 2012**).

➤ **L'incubation**

Incuber les 9 tubes dans une étuve à T=37°C pendant 24 à 48 h (**Dekhil, 2012**).

➤ **La lecture**

Tous les tubes présentant une culture et un jaunissement seront considérés comme positifs avec la présence d'une pastille violette au fond de tube (**Bordjah, 2011**).

➤ **Expression des résultats**

Le nombre de Streptocoques fécaux est exprimé par le NPP selon la table de Mac Grady(**Souidi, 2008**).

I Résultats et Discussion

L'analyse de la qualité de l'eau a été abordée sur les cinq stations réparties sur la zone humide El-Hammam. Au vue de la multitude de paramètres pouvant être utilisés pour L'évaluation de la qualité de l'eau, nous avons opté pour certains parmi ceux habituellement utilisés dans le diagnostic écologique, particulièrement les paramètres physicochimiques, métalliques et biologiques qui sont synthétisés dans les parties suivantes.

I-1 Analyses physico-chimiques

I-1-1 pH

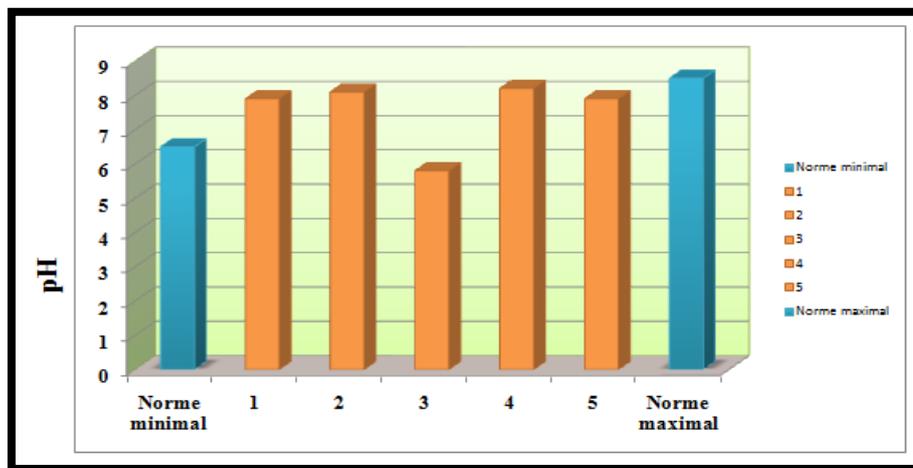


Figure 16: valeurs de pH dans la zone d'étude

Dans cet écosystème humide les valeurs de pH mesurées dans les cinq stations montrent que les valeurs varient de 5,8 à 8,2, ce qui indique que les eaux sont alcalines (**Figure 16**).

Selon **Ghettas, (2008)** :

- pH=7 eau est dite neutre,
- pH < 7 une eau dite acide
- pH > 7, elle est dite basique.

Une alcalinisation du milieu peut être causée par une hausse de l'activité photosynthétique dans le complexe (**Serghini et al, 2010**).

On note que la valeur minimale de pH a été observée dans la station 3 par contre la valeur maximale a été enregistrée dans la station 4.

Ces valeurs restent conformes aux normes algériennes et avec la recommandation de l'OMS sur la qualité des eaux (6,5_ 8,5). Et par conséquent ces eaux constituent un système tampon favorable à la vie de la faune et la flore de la zone humide. (**Serghini, 2003**).

Les eaux alcalines présentent généralement une faune plus riche et diversifiée plus que les eaux acides, qui sont faiblement minéralisées, ne permettant alors qu'un développement limité de la flore aquatique (**Moussaoui et Bouaziz,2009**).

Les résultats mentionnés dans le **tableau 11** montrent que nos valeurs du pH (5.8-8.1) sont similaires aux résultats de **Boufedji,(2017)** et **Ferchiche et Lammari,(2018)**.

Tableau 11 : Tableau de comparaison des résultats de pH (2017-2019)

	Boufedji 2016-2017	Ferchiche et Lammari 2017-2018	Notre résultat 2018-2019	Norme d'OMS appliqué en Algérie
pH	5,6-7,9	7,2-8,5	5,8-8,1	6,5-8,5

I-1-2 Conductivité électrique



Figure 17 : Valeurs la conductivité dans la région d'étude

La **figure 17** montre que La valeur maximale est 2800 ($\mu\text{S/cm}$) et la valeur minimale est 2530($\mu\text{S/cm}$) avec une valeur moyenne de tous les échantillons prélevés égal à (2684_2690 $\mu\text{S/cm}$).

L'interprétation de ces résultats nous a permis de déduire que cette hausse teneur de conductivité dans les trois premières stations est peut être due à la concertation élevée des

substances dissoutes provenant d'un égout d'évacuation d'eaux usées domestiques et industrielles.

Ainsi qu'elle dépend des charges de matière organique endogène et exogène, génératrice de sels après décomposition et minéralisation et également avec le phénomène d'évaporation qui concentre ces sels dans l'eau, elle varie aussi suivant le substrat géologique traversé. (Belghiti et al, 2013) .

Ce paramètre représente une donnée qui permet d'évaluer de façon approximative, la minéralisation globale du milieu aquatique et d'en faire le suivi de l'évolution (Derwich et al, 2010 ; Abboudi et al, 2014).

La valeur de la conductivité est aussi en relation avec la nature de la nappe ou de la présence des minéraux (Guergazi et Achour, 2005).

Donc ces valeurs sont très élevées par rapport aux normes préconisées par l'OMS (300 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Les résultats mentionnés dans le **tableau 12** montrent que nos valeurs de CE (2530-2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$) sont proche aux résultats de Boufedji, (2017) et Ferchiche et Lammari ,(2018).

Tableau 12 : comparaison de paramètre de conductivité électrique(2016-2019)

	Boufedji 2016-2017	Ferchiche et Lammari 2017-2018	Notre résultat 2018-2019	Norme d'OMS appliqué en Algérie
CE $\mu\text{S}/\text{cm}$	2400-2796	200_2750	2530-2800	300

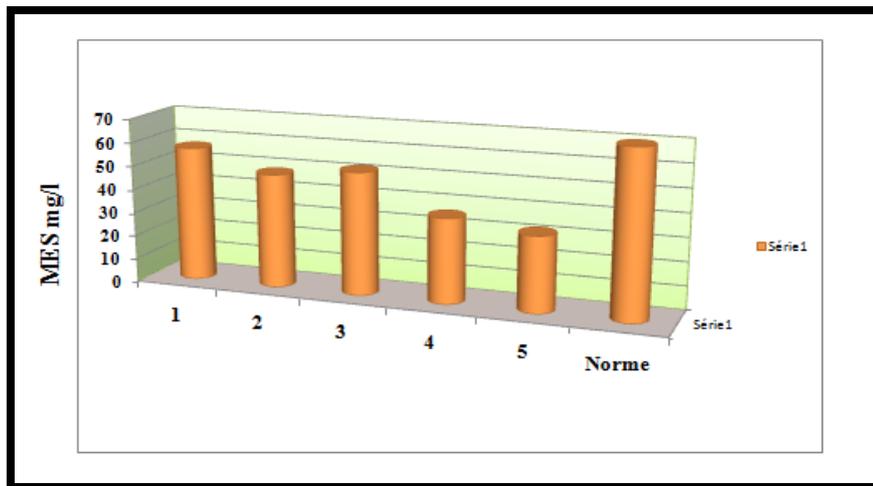
I-1-3Matières en suspension (MES)

Figure 18 : valeurs en MES dans la zone d'étude

D'après la **figure 18**, on constate que la charge en MES est élevée dans les stations 1 et 3 avec des valeurs de 52 mg/l et 57 mg/l sont proche au normes d'OMS. Cette augmentation est probablement le résultat d'une manifestation hydrologique brutale (crue), dont la charge en MES peut être attribuée à une intense érosion du bassin versant, suite à des pluies torrentielles qui ont occasionnées une augmentation de ces teneurs. (Reggam et al , 2005) .

Nos observation nous a permis de déduire que ces fortes teneur en MES sont dues à l'érosion et la dégradation des bandes riveraines qui sont un facteur importants favorisant la présence de solide en suspension dans l'eau ainsi qu'elles peuvent être interprétés par la présence de matière fine, particule minérale et organique qui demeurent en suspension dans l'effluent provenant principalement des résidus des activités agricoles, urbaines et industrielles.

- Les basses valeurs sont enregistrées dans les stations 2, 4 et 5 avec des valeurs 48.2mg/l, 36mg/l et 32mg/l
- Ces faibles concentrations sont dues à une décantation importante (Reggam et al , 2005) .

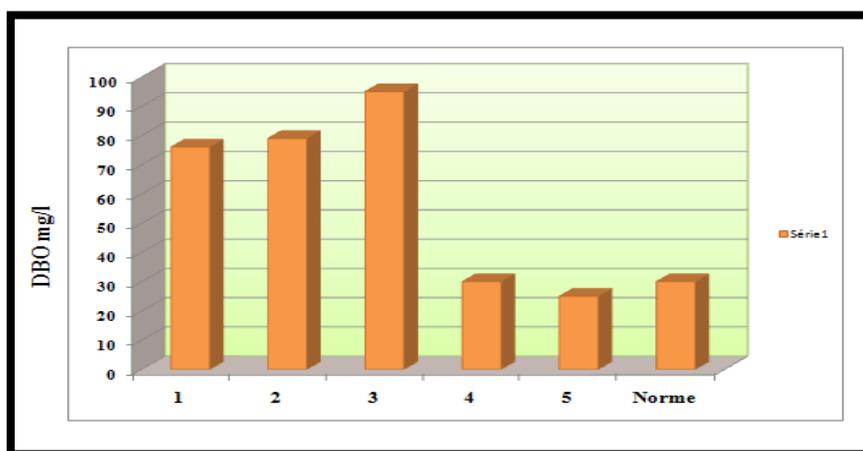
La comparaison des valeurs de MES avec les travaux de Boufedji,(2017) et Ferchiche et Lammari, (2018) est représenté dans le **tableau 13**.

Tableau 13 :comparaison de paramètre de MES (2016-2019)

	Boufedji 2016-2017	Ferchiche et Lammari 2017-2018	Notre résultat 2018-2019	Norme d'OMS appliqué en Algérie
MES mg/l	29-63	600-1700	32-57	<70

Nos résultat de valeurs (32-57mg/l) sont proche aux travaux de recherche réalisés par **Boufedji,(2017)** par contre sont très faibles par rapport aux travaux réalisées par **Ferchiche et Lammari,(2018)** .

I-1-4 Demande biologique en oxygène (DBO)

**Figure 19** : la valeur de la DBO₅ (mg/l) de l'eau analysée

Les valeurs de DBO₅ dans la **figure19** varient entre 25 et 95 mg/l, ce qui montre qu'une partie importante de la pollution organique biodégradable (**Bendjama, 2014**).

Nos résultats montrent une diminution de la DBO₅ de l'amont vers l'aval ce qui peut être expliquée par l'accumulation de la matière organique issue des engrais organique utilisée par les agriculteurs, les rejets urbains et les fermes voisines.

L'augmentation des teneurs en DBO₅ peut être expliquée par l'instauration des conditions de dégradation de la matière organique par les microorganismes dont l'activité s'intensifie avec la diminution de la vitesse d'écoulement et avec le réchauffement des eaux. Cette activité, consommatrice d'oxygène, est à l'origine de l'autoépuration des eaux (**Bremond et Perrodon, 1979**). Ces valeurs de la DBO₅ des eaux sont élevées et dépassent la valeur guide fixée par

l'OMS (30mg/l) à cause des matières organiques et des substances nutritives provenant des agglomérations urbaines. (Hadeff et Hasni, 2016).

La comparaison des valeurs de DBO₅ avec les travaux de Boufedji ., (2017) et Ferchiche et Lammari,(2018) est représentée dans le tableau 14.

Tableau 14 : tableau de comparaison des paramètres de DBO₅ (2016-2019)

	Boufedji 2016-2017	Ferchiche et Lammari 2017-2018	Notre résultat 2018-2019	Norme d'OMS appliqué en Algérie
DBO ₅ mg/l	23-100	22-100	25-95	<30

Les résultats mentionnés dans le tableau 14 montrent que nos valeurs de DBO₅ (25-95 mg/l) sont proche aux résultats de Boufedji.,(2017) et Ferchiche et Lammari .,(2018).

I-1-5 La demande chimique en oxygène (DCO)

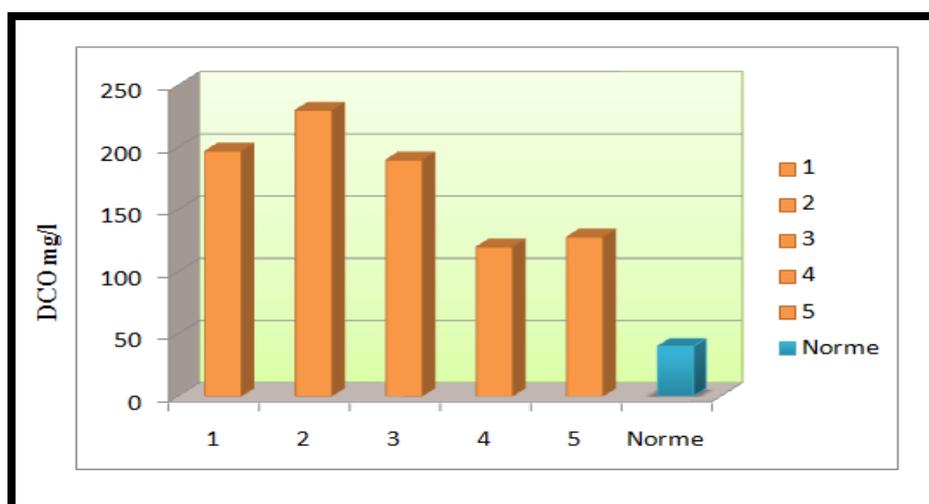


Figure 20: les valeurs de la DCO (mg/l) de l'eau analysée

Les valeurs de DCO (Figure 20) varient entre 120 et 230 mg/l avec une valeur maximale enregistrée au niveau de la station 2 et la valeur minimale au niveau de la station 4.

L'évolution spatiale selon les stations montre une diminution de l'amont vers l'aval des valeurs de DCO qui dépassent largement la norme d'OMS (40 mg/l) qui pourrait être due à l'accumulation des polluants dans le site étudié. L'augmentation de la DCO est expliquée par le lessivage des résidus miniers qui contient des différents éléments inorganiques (Makhoukh et al, 2011).

La comparaison des valeurs de DCO avec les travaux de **Boufedji, (2017)** et **Ferchiche et Lammari,(2018)** est représentée dans le **tableau 15**.

Tableau 15 :tableau de comparaison des paramètres de DCO (2016-2019)

	Boufedji 2016-2017	Ferchich et Lamamri 2017-2018	Notre résultat 2018-2019	Norme D'OMS appliqué en Algérie
DCO mg/l	100-220	100-200	120-230	<40

les résultats mentionnés dans le **tableau 15** montrent que nos valeurs de DCO (120-230 mg/l) sont proche aux résultats de **Boufedji, (2017)** et **Ferchiche et Lammari,(2018)**.

I-1-5 Chlorures

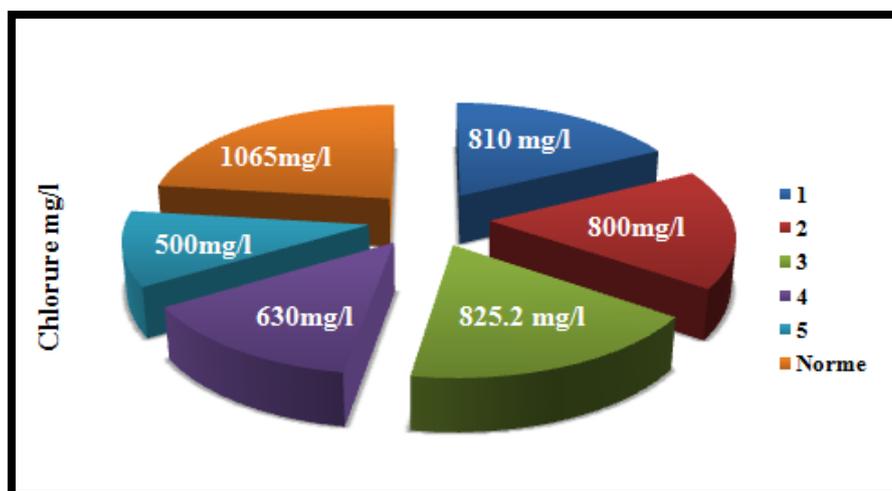


Figure 21: valeurs de chlorure

D'après la **figure21** nous avons remarqué que le taux de chlorure dans les stations 1,2 et 3 est élevé notamment la station 3 (825,2mg/l). Ces résultats nous ont permis de déduire que ces valeurs sont dues à une évacuation des déchets ménagers provenant d'égout d'évacuation d'eau usée domestique. Cette évolution indique la contribution d'un apport anthropique qui peut être d'origine urbaine aussi bien qu'industrielle. (**Makhoukh et al, 2005**). Les eaux trop riches en chlorures dépend aussi du terrain traversé (**Belghyti et al, 2013**).

On compare les résultats obtenus avec les normes d'OMS qui fixent la valeur maximale de chlorure à (1065mg/l). On peut constater que toutes les stations sont dans la norme.

La comparaison des valeurs de chlorure avec les travaux de **Boufedji., (2017)** est représentée dans le **tableau 16**.

Tableau 16 : comparaison du paramètre de chlorure (2016-2019)

	Boufedji 2016-2017	Ferchiche et Lammari 2017-2018	Notre résultat 2018-2019	Norme D'OMS appliqué en Algérie
Chlorure mg/l	521-841		500-825.2	1065

Les résultats mentionnés dans le **tableau 16** montrent que nos valeurs de chlorure (500-825.2mg/l) sont proche aux résultats de **Boufedji.,(2017)**.

I-1-6 Les Nitrates

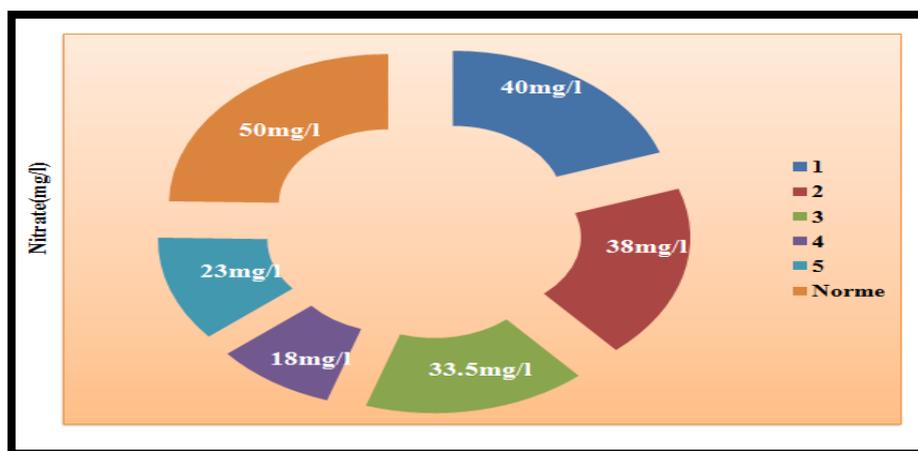


Figure 22: les valeurs de nitrate dans l'eau analysée

Les concentrations de nitrate (**figure22**) au niveau des trois stations 1, 2 et 3 varient entre 33,5 et 40 mg/l et les stations 4 et 5 sont moins faibles en nitrate en raison de la dilution et le rôle d'épuration de cette zone. Cependant les valeurs faibles relevées pourraient être attribuées aux rejets d'eaux usées qui n'ont fait l'objet d'aucun traitement préalable.

Les nitrates sont présents dans l'eau par lessivage des produits azotés dans le sol, par décomposition des matières organiques ou des engrais de synthèse ou naturels (**Belghyti et al,2013**). 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 (**Ghettas, 2008.**)

Pour l'ensemble des stations nos résultats montrent que les teneurs en nitrate sont faibles et dans les normes d'OMS (50mg/l). On peut expliquer ces faibles teneurs par la réduction des

nitrate en nitrite par les bactéries dénitrifiâtes, les anaérobiesulfiro-réducteurs. (**Makhouk et al , 2005**) .

La comparaison des valeurs de nitrate avec les travaux de **Boufedji ,(2017)** et **Ferchiche et Lammari ,(2018)** est représentée dans le **tableau 17**.

Tableau 17: comparaison de paramètre de Nitrate (2016-2019)

	Boufedji 2016-2017	Ferchiche et Lammari 2017-2018	Notre résultat 2018-2019	Norme d'OMS appliqué en Algérie
Nitrate mg/l	19-36	51-72	18-40	<50

Nos résultat (18-40mg/l) sont proche aux résultats signalés par **Boufedji ,(2017)** (19-36mg/l) par contre sont inférieures aux valeurs mentionnées par **Ferchiche et Lammari ,(2018)** .

I-1-7 Les Nitrites

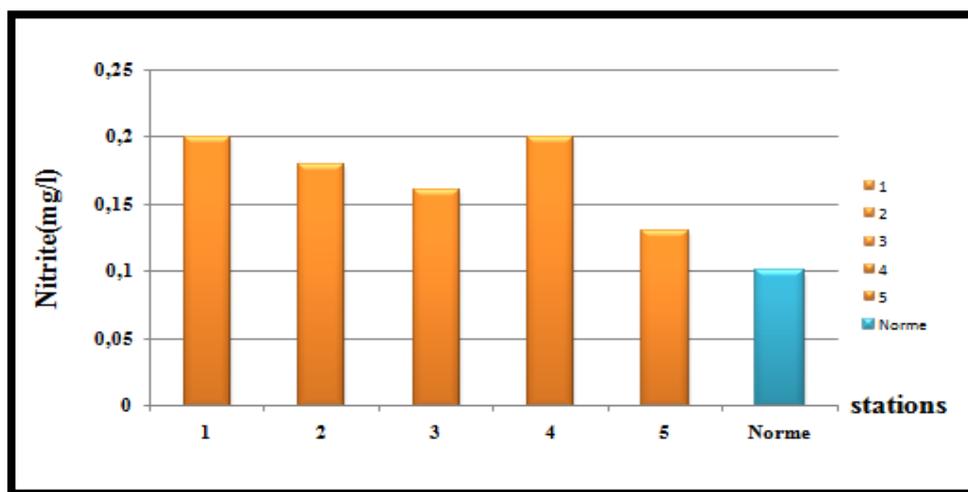


Figure 23 :valeurs en nitrite de l'eau a analysée

Les valeurs de nitrite montrent une diminution des concentrations de l'amont vers l'aval, pour les stations situées en amont de la zone ont des teneurs élevées qui seraient liées aux eaux usées urbaines.

Selon **Belghyti et al,(2013)** Les nitrites proviennent d'une oxydation incomplète des matières organiques. Comme les nitrates, les nitrites sont très répandus dans l'environnement, les uns

et les autres se retrouvent dans la plupart des produits alimentaires, dans l'atmosphère et dans une grande partie des eaux.

Ces teneurs sont supérieures aux normes de l'OMS (0,1 mg/l), elles proviendraient soit de l'oxydation incomplète de l'ammonium, soit d'une réduction des nitrates qui sont d'origine agricole et domestique, sous l'influence des bactéries dénitrifiantes. Selon **Mekkoui et Hamdi , 2006** « Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant ».

La comparaison des valeurs de nitrite avec les travaux de **Boufedji,(2017)** et **Ferchiche et Lammari,(2018)** est représentée dans le **tableau 18**.

Tableau 18 : comparaison du paramètre de Nitrite (2016-2019)

	Boufedji 2016-2017	Ferchiche et Lammari 2017-2018	Notre résultat 2018-2019	Norme
Nitrite mg/l	0.1-0.19	0.01-0.5	0.13-0.2	<100

Les résultats mentionnés dans le **tableau 18** montrent que nos valeurs de nitrite (0.13-0.2 mg/l) sont proche aux résultats de **Boufedji,(2017)** et **Ferchiche et Lammari.,(2018)**.

I-2 Les métaux lourds

L'ensemble des métaux et métalloïdes présentant un caractère toxique pour la santé et l'environnement. Les métaux lourds les plus souvent considérés comme toxique pour l'homme est le plomb, le mercure, l'arsenic et le cadmium. D'autres comme le cuivre, le Zinc, le chrome, pourtant nécessaires à l'organisme en petites quantités, peuvent devenir toxiques à doses plus importantes (**Boukrah, 2008**).

I-2-1 Cadmium

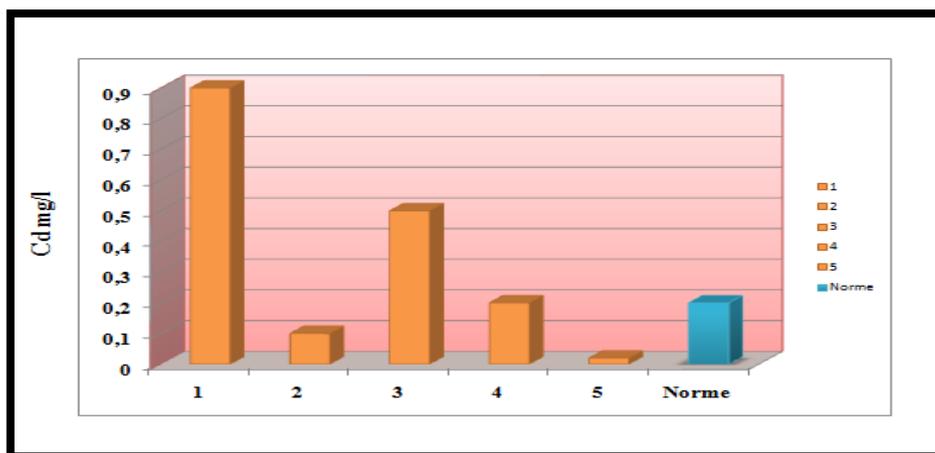


Figure 24 : valeurs des teneurs en cadmium dans l'eau analysée

La concentration du Cadmium dans les cinq sites (**figure24**), montre une valeur maximale de (0.9 mg/l) enregistrée au niveau du site (1), et une valeur minimale de (0,02 mg/l) enregistrée au niveau du site (5) et les valeurs moyennes varient entre (0.1 et 0 .5 mg/l).

La présence du cadmium est d'origine anthropique comme les rejets industriels (**Martin-Garin et al, 2004**).etse produit naturellement dans une pierre phosphate et cela peut représenter la forte concentration de cadmium dans certains engrais phosphatés (**Geisy, 1978,Oronsaye, 2001**). Le cadmium peut migrer sous sa forme soluble de lasurface du sol vers les ressources en eaux enprofondeur (**Ablain, 2002**).

I-2-3 Plomb

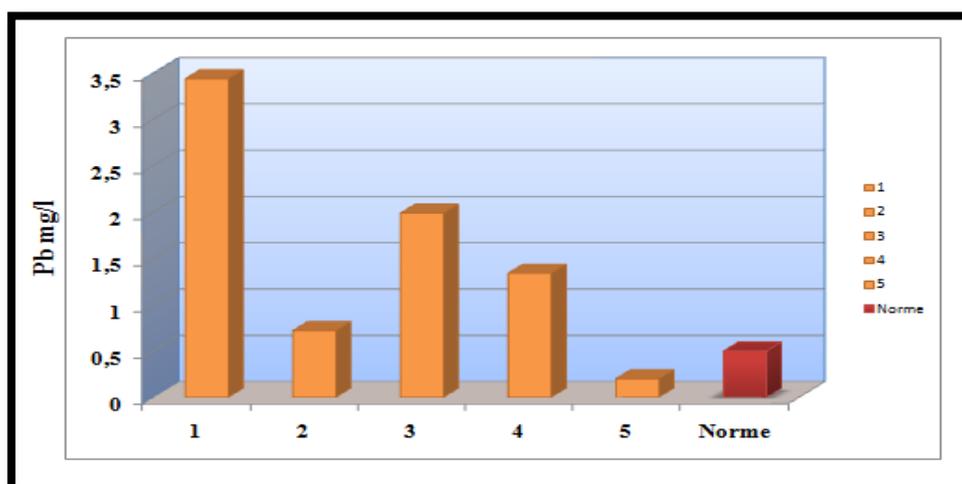


Figure 25: valeurs des teneurs en plomb dans l'eau a analysée

Pour le plomb (**figure 25**), les concentrations s'échelonnent entre 3.5 et 0.2 mg/l. ces valeurs minimale et maximale sont enregistrées respectivement au niveau des stations 1, 3 et 5. Elles dépassent la norme d'OMS (0.5 mg/l).

La source du plomb et des autres métaux lourds ne s'éloigne pas de celles des rejets industriels, artisanaux et urbains. A cela s'ajoute l'apport des eaux de ruissellement issues des orages urbains et le lessivage des métaux en provenance des ordures ménagères et des résidus solubles (**Guillemin et Roux., 1992**).

I-2-4 Zinc

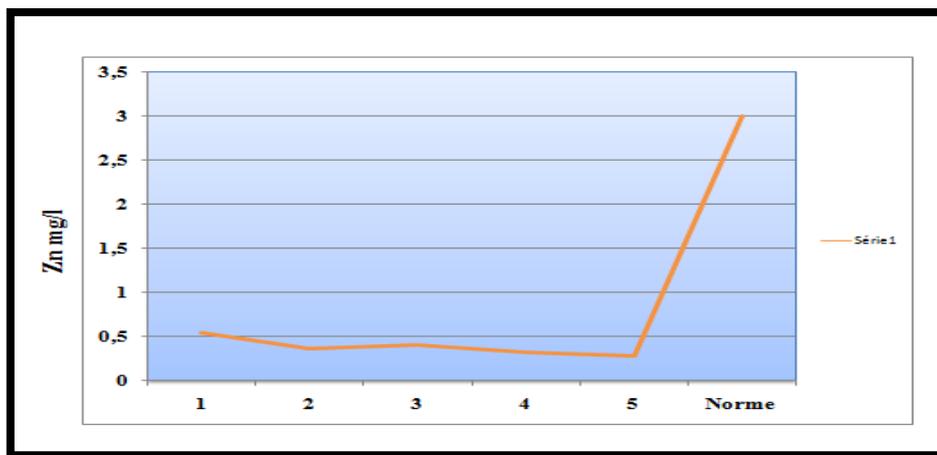


Figure 26: valeurs des teneurs en zinc dans l'eau analysée

Pour le zinc (**figure 26**), les concentrations s'échelonnent entre 0.54 et 0.28 mg/l. ces valeurs minimale et maximale sont enregistrées respectivement au niveau du site (5) et site (1).

L'interprétation de ces fortes valeurs en zinc sont dues aux activités industrielles d'après **Nriagu, (1991 ; 1996)** la production et le traitement de minerai et les activités industrielles représenteraient 75% et 18% respectivement, des émissions du Zn dans le milieu naturel.

I-2-5 Cuivre

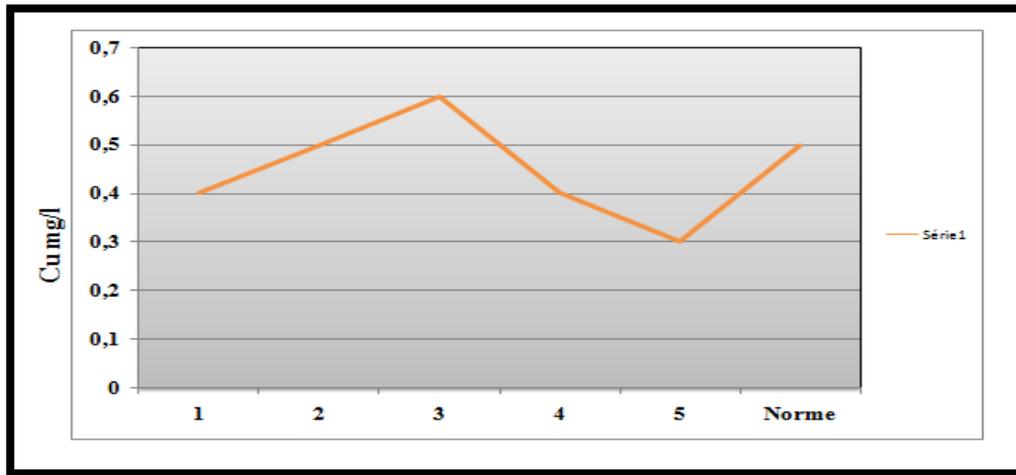


Figure 27: valeurs des teneurs en cuivre dans l'eau analysée

Les résultats de la concentration du Cuivre (**figure27**) montrent une valeur maximale de 0.6mg/l dans le site(3), et une valeur minimale de 0.3 mg/l enregistrée au niveau du site (5).

Les valeurs de cuivre dans les plans d'eaux considérées généralement ne dépassent pas la norme fixée par l'OMS (0.5mg/l) (**Rodier et al, 2009**) sauf la station 3.

L'arrivé du cuivre est probablement d'origine industrielles, les utilisations du cuivre telles citées par **Amiard et al, (1987)** sont la métallurgie, les équipements industriels, et l'automobile.

Globalement, les concentrations de tous les métaux analysés sont plus importantes. Ceci témoigne de l'intensification de l'utilisation des engrais chimiques et des fongicides dans la production agricole (**Guiwa , 1996**), d'autre part d'après **Bouabdli et al , (2005)** Lorsque le pH d'une eau varie entre 7 et 8, facilite le phénomène de complexation des métaux par les matières solides entraînant ainsi leur précipitation et retrait de la colonne d'eau.

En effet, les écosystèmes d'eaux douces sont vulnérables aux métaux, car des composés métalliques insolubles accumulés dans les sédiments peuvent être libérés dans l'eau interstitielle et accroître ainsi la concentration de métaux solubles ou en suspension. Dans tous les cas, cette pollution des écosystèmes aquatiques est dangereuse pour le bétail, la faune aquatique voire tout l'écosystème à cause des phénomènes de bioaccumulation et de biomagnification dans les réseaux trophiques (**Ceda, 1997**).

Pour **Ben Bouih et al, (2005)**, les sources de la pollution métallique issue des garages de la mécanique, des ateliers de traitement de surface des véhicules par la peinture, des stations de distributions de produits pétroliers, et des industries de textile (**El Asslouj et al,2007**)

I-3 Les analyses bactériologiques :

Nous remarquons que les eaux de notre zone d'étude sont chargées en germes pathogènes (coliformes totaux, coliformes fécaux, germes totaux et streptocoques fécaux).

Le **tableau 19** représente les résultats des analyses microbiologiques de différentes stations.

Tableau 19 : les résultats des analyses microbiologiques.

	1	2	3	4	5
Coliforme totaux	$16 \cdot 10^3$	$14 \cdot 10^3$	$10 \cdot 10^3$	$11 \cdot 10^3$	$10 \cdot 10^3$
Coliforme fécaux	$15 \cdot 10^4$	$13.5 \cdot 10^4$	$17 \cdot 10^3$	$14.2 \cdot 10^3$	$8.9 \cdot 10^2$
streptocoque	285	235	294	202	199

I-3-1 les coliformes totaux

Les valeurs enregistrées pendant notre expérimentation varient entre 16000/100 (UFC/100ml) et 1000/100 (UFC/100ml) dans les stations 1 et 5. Cela indique une contamination d'origine fécale, selon **Archibald,(2000)** Les coliformes totaux sont utilisés comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau, ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale.

Selon l'OMS les valeurs obtenues dépassent largement la norme et cela n'implique pas nécessairement un risque pour la santé publique. En effet, la plupart des espèces de ce groupe se trouvent naturellement dans le sol ou la végétation (**Chevalier, 2003**).

I-3-2 les coliformes fécaux

Les valeurs obtenues après l'analyse de l'eau de la zone humide varient entre 150000/100 (UFC/100ml) et 890/100(UFC/100ml) dans les stations 1 et 5. cela implique la présence des coliformes fécaux dans l'eau analysée. L'analyse bactériologique montre que les effluents rejetés sont caractérisés par des teneurs élevées en coliformes fécaux. La présence de coliformes fécaux témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale ou provenant d'eaux enrichies en matière organique (**Bedouh, 2013**).

Ces valeurs dépassent hautement la concentration limite (1000 UFC/100 ml) recommandée par l'OMS.

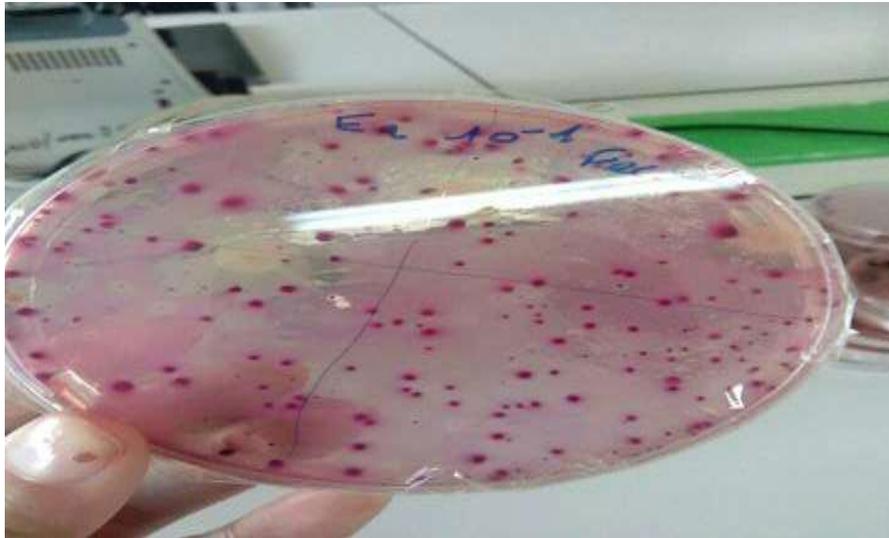


Figure 28 : Isolement et observation des colonies des coliformes fécaux.

I-3-3 les streptocoques

Les résultats de la recherche du dénombrement des streptocoques montrent que les concentrations déterminées dépassent fortement les normes recommandées par l'OMS, la valeur maximale enregistrée dans la station 3 est de 294UFC/ml et la valeur minimale remarquée dans la station 5 est de 199 UFC/ml. Selon **Bedouh .,(2013)** « Les streptocoques sont susceptibles de contaminer les eaux d'approvisionnement. Ils sont typiques des déjections animales».



Figure 29 Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.

Le **tableau 20** représente la comparaison entre nos résultats et les résultats de **Boufedji, (2017)** et de **Ferchiche et Lammari, (2018)** des paramètres biologiques.

Tableau20 exprime les valeurs des analyses biologiques obtenues dans la période (2016-2019)

	Boufedji 2016-2017	Ferchichet Lammari 2017-2018	Notre résultat 2018-2019	Norme d'OMS appliqué en Algérie
Coliforme fécaux	$8.7*10^2-20*10^5$	$45*10^1-98*10^3$	$8.9*10^2-15*10^4$	<1000CF/ML
Coliforme totaux	$9*10^3-18*10^3$	$64*10^1-2,18*10^5$	$9*10^3-16*10^3$	<1000CF/ML
streptocoque	197-299		199-285	1000

Nos résultats de Coliformes fécaux de valeurs ($8.9*10^2-15*10^4$ Cf/ml), et les Coliforme totaux de valeurs ($9*10^3-16*10^3$ Cf/ml) sont similaires aux travaux réalisées par **Boufedji.,(2016-2017)** et plus loin aux travaux réalisées par **Ferchiche et Lammari.,(2017-2018)**.

Finalement, les résultats de streptocoques des travaux de **Boufedji,(2016-2017)** et nos résultats sont similaire des valeurs respectivement (197-299) et (199-285).

Conclusion

Conclusion

Dans le but d'évaluer l'impact des rejets déversés dans l'écosystème humide El-Hammam des analyses et des paramètres physico-chimiques (pH, CE, MES, chlorure, DBO, DCO, nitrate, nitrite), métalliques (Cd, Zn, Pb et Cu), et biologiques (coliforme fécaux, coliforme totaux et les streptocoques) ont été effectués dans cinq stations pour évaluer la qualité et l'état de salubrité de l'eau de cette zone humide.

Les résultats obtenus des analyses physicochimiques des eaux montrent que les valeurs enregistrées de certains paramètres étudiés (pH, MES, CE, nitrates,) sont généralement conformes aux normes d'OMS appliquées en Algérie. Au terme de l'évaluation du degré de pollution physico-chimique dans les stations, on peut constater qu'en particulier (le chlorure, nitrite, DCO, DBO) dépassent les normes admissibles, lorsqu'elles atteignent leurs valeurs maximales.

Ainsi que pour les analyses métalliques les teneurs de Cd, Pb et le Cu sont supérieures aux normes admissibles. Plusieurs éléments peuvent expliquer ce fait les unités industrielles ont des pratiques et usages différents en fonction de leurs spécialités et les pratiques et usages évoluent au cours du temps.

D'autre part, la charge bactérienne au niveau des stations est extrêmement élevée. Elle reste supérieure à la concentration limite recommandée par l'OMS pour l'utilisation en irrigation.

Ces influences seront aggravées au cours du temps si les pouvoirs publics locaux n'adoptent pas une politique environnementale efficace.

De ce fait, la préservation des ressources hydriques devient impérative devant la dégradation de ces écosystèmes aquatiques. Il s'avère que pour compléter ce travail, il est nécessaire de faire :

- Des études approfondies à fin d'évaluer concrètement l'impact de la pollution des eaux
- il est 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.
- Il est également primordial d'adopter une politique de tri des déchets et ordures et leur recyclage (matériaux plastiques, pneus des véhicules ...).
- Il faut réaliser une station d'épuration ou au moins une station de lagunage pour éliminer tous types de polluant minéral, organique, métallique avant d'être déverser dans la zone humide.
- Plantation d'une Roselière.
- Réhabilitation des sites pollués par la phytoremédiation.

Références bibliographiques

- Abboudi A., Tabyaouih A., El Hamichi F., Benaabidate L., Lahrach A., 2014.** Etude de la qualité physico-chimique et contamination métallique des eaux de surface du bassin versant de Guigou, Maroc. European Scientific Journal, August 2014, Edition vol. 10 n° 23, ISSN 1857 – 7881 (Print) e – IISSN 1857-7431, 84 – 94.p
- Abdesselem A., 1999.** suivre de la qualité microbiologique et physiologique de trois serres alimentant de la région de Tlemcen .Mémoire d'ingénieure institut de biologie .université de Tlemcen, 2-18. P
- Ablain F., 2002.** Rôle des activités lombriciennes sur la redistribution des éléments traces métalliques issus de boue de station d'épuration dans un sol agricole. Thèse de doctorat. Univ de Rennes 1 UMR ECOBIO. Paris. 256p.
- Abloul W., Deghina H ., 2013.** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux du sud d'Algérie. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi .Bordj Bou Arreridj. 39 .p
- Adi N., Amrani S., Hirche A., Boughani A. & Nedjraoui D., 2016:** Diversité biologique et phytogéographique pour des niveaux différents de salinité dans la région du Chott-Ech-Chergui (sud-ouest de l'Algérie). Revue d'Ecologie (Terre et Vie), Vol. 71 (4), 342-355.p
- Ahoussi E ., Soro N ., Kouassi A ., Soro G ., Koffi Y ., Zade S ., 2010 .** Application des méthodes d'analyses statistiques multi variées à l'étude de l'origine des métaux lourds (Cu²⁺, Mn²⁺, Zn²⁺ et Pb²⁺) dans les eaux des nappes phréatiques de la ville d'Abidjan , Unité de Formation et de Recherche (UFR) des Sciences de la Terre et des Ressources Minières (STRM) Université de Cocody . Int. J. Biol. Chem. Sci. 4(5): 1753-1765.p
- Alard D., 2002.** Zones humides de la basse vallée de la Seine. Quae, versailles, 04.p
- Aliat T., Maddadi .H., 2018.** Contribution à l'étude de l'impact des eaux usées sur la zone humide El-Hammam, BBA. Séminaire national sur la durabilité au service de notre alimentation, santé et environnement .15-18 Janvier .Université Abderrahmane Mira .Béjaia
- Allout I., 2013 .** Etude de la biodiversité floristique de la zone humide de Boukhmira Sidi Salem El Bouni Annaba. Thèse de Magister université de Badji Mokhtar, Annaba ,5-10 P
- Amiard J-C., Pineau A., Boiteau H.L., Metayer C., & Amiard-Triquet C., 1987.** Application de la spectrométrie d'absorption atomique Zeeman aux dosages de huit éléments traces (Ag, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb et Se) dans des matrices biologiques solides. Water Research, 21(6), 693-697.p
- Andi., 2013.** Agence national de développement de l'investissement, monographie de la willaya de Bordj- Bou-Arreridj ,6-11.p
- Archibald F., (2000).** The presence of coliform bacteria in Canadian pulp and paper mill water systems - a cause for concern? Water Qual Res J. Canada, 35, PP:1-22.
- Attab S., 2013.** Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épuration Haoud Berkaoui par l'utilisation d'un filtre à sable locale. Université Kasdi Merbah .Ouregla . 106 p
- Baize D., 1997-** Teneurs en éléments traces métalliques dans les sols (France). Paris:INRA, 401p.
- Banas D., 2001.** Flux de matière en étangs piscicoles extensifs : Rétention, Sédimentation, Exportation, These de l'universite de Metz, France, 237p.
- Bedouh Y. 2013.** Evaluation de la toxicité des eaux usées traitées par la station d'épuration de Guelma et son impact sur l'oignon « *Allium cepa* ». Thèse de doctorat. Unvi Badji Mokhtar de Annaba .130 p
- Begloul L., 2011.** Application des analyses physico-chimiques et microbiologiques au niveau de laboratoire de laiterie A « Sidi Saad » en Algérie .Université Abdelhamid Ibn Badis de Mestghanem .rapport de stage.
- Belghyti , guamri, Ghizlane, Lahcen, Ouahidi, Harchrass, Amchar, Bouchouataet Bounouir ., 2009 –**
- Caractérisation physico-chimique des eaux usées d'abattoir en vue de la mise en œuvre d'un traitement adéquat : cas de Kénitra au Maroc .

Références bibliographiques

- Belghiti M.-L., Chahlaoui A., Bengoumi D., El Moustaine R., 2013.** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappeplio-quaternaire dans la région de Meknès (Maroc). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 14, Juin, 21-36.p
- Benabadji N., & Bouazza M., 2000.** Quelques modifications climatiques intervenues dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie Occidentale). Rev. Energ. Ren., 3: 117-125.p
- Ben Bouih H, Nassali H, Leblans M, Srhiri A.,2005.** Contamination en métaux traces des sédiments du lac Fouarat. Afrique Science, 1(1): 109-125.p
- Bendjama A., Boukari A., Chouchane T., Djabri L., & Tili S.,2014** .La contamination métallique des eaux lacustres des zones humides du PNEK située au Nord-est algérien, Actes de la conférence internationale de 2014 sur l'énergétique appliquée et la pollution, organisée par le laboratoire LEAP, décembre 14-15, 2014, Constantine
- Blanchard C., 2000.**Caractérisation de la mobilisation potentielle des polluants inorganiques dans les sols pollués. Thèse Chimie, spécialité Sciences et Techniques du Déchet. L .France : INSA de Lyon, 301.p
- Bordjah A., 2011** .analyses physico-chimiques et bactériologiques de lait UHT demi écrémée centre de formation professionnel El Hidhab Sétif Algérie-BTS en contrôle de la qualité dans les industries agroalimentaire, 76.p
- Bouabdli A., Saidi M'rabet., S Escarre., Leblanc M., 2005.** Heavy metalstrasport by the moulaya river (morocco), revue science de l'eau, rev. Sci. Eau 18/2, 199-213.p
- Boudjemline A., 2010.** Contribution à l'étude physico-chimique et bactériologique d'Oued Boussalem-Setif. Université de Farhet Abbas – Sétif. 54 .p
- Boukrah H., 2010.** Etude comparative de l'adsorption des ions plomb sur différentes Adsorbants. Mémoire de Magister
- Boukrah H., 2008.** Etude comparative de l'absorption des ions plomb sur différents Absorbants. Thèse. Université de 20 aout 1955 Skikda. 356 P.
- Bremond R., Perrodon C., 1979.** Paramètres de la qualité des eaux. Ministère de l'environnement et cadre de vie. Prévention des pollutions. 2ème ed: 259 p.
- Callender E., 2003.** Heavy Metals in the Environment-Historical Trends. In: B.S. Lollar (Ed.), Environmental Geochemistry. Treatise on Geochemistry. Elsevier-Pergamon, Oxford, 67-105. p
- CEDA (Centre pour l'Environnement et Développement en Afrique), 1997.** Profil environnemental de la zone côtière ; CEDA, Côte d'Ivoire; p43.
- Chapman D., Klmstachv., 1996.** Selection of water quality variables. Water quality assessments: A guide to the use of biota, sediments and water inenvironment monitoring, Chapman edition, 2nd ed., E & FN Spon, London,59-126.p
- Charre, Joël. 1997.** "Dessine-moi un climat. Que penser du diagramme ombrothermique." *Mappemonde* 2.97 ,29-31.p
- Chenchouni H., 2012:** Diversity assessment of vertebrate fauna in a wetland of hot hyperarid lands. Arid Ecosystems 2, 253–263.p
- Chevalier P., 2003** .coliformes totaux, institut national de santé publique du Québec groupe Scientifique sur l'eau. Fiche coliforme totaux, 4.p
- Daffri A.2008.** Biodégradation des crésols par le microbiote des eaux usées de la ville de Constantine. Université Mentouri .79p
- Dajoz R ., 1971** . Précis d'écologie. Ed .Dunod.Paris.434
- Dajoz R., 1985.** Précis d'écologie. Ed. Dunod. Paris. 505p.
- Dajoz ., 1996.** Précis d'écologie ,6 ème édition. Dunod Paris.420p
- Dajoz R., 2000.** Précis d'écologie: Cours Et Exercices Résolus.7 ème édition. Paris: Dunod.

Références bibliographiques

- Dajoz R., 2003.** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 615.p
- Dajoz R., 2006.** précis .Ed. Dunod , 250 .p
- Debiechet H., 2002.** Evolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle. Application à la basse plaine de la Seybouse Nord-Est algérien. Thèse Doctorat, Univ de Franche-Comté, 199 p.
- Dekhil S-W. 2012.** Traitement des eaux usées urbaines par boues actives au niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj en Algérie effectué par la station d'épuration des eaux usées ONA université Mohamed Bachir El Ibrahimy .59p
- Deneux-mustin S., Roussel-Debet S., Mustin C., Henner P., Munier- Lamy C., Coll C., Berthelin J., Garnier-Laplace J., Leyval C., 2003.** Mobilité et transfert racinaire des éléments en traces : influence des micro-organismes du sol. TEC & DOC, Paris.
- Derwich E., Benaabidate L., Zian A., Sadki O., Belghiti D., 2010.** Caractérisation physico-chimique des eaux de la nappe alluviale du Haut Sebou en aval de sa confluence avec oued Fès, Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 08.
- Devillers J., Squilbin Marianne , Yourassowsky Catherine .2005.** qualité physico-chimique des eaux de surface . Les donnés l'IBGE : « l'eau à bruxelles » .institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement .16p
- Djeddi H. 2007.** Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines. Université Mentouri Constantine .71p
- DGF ., 2018.** Direction général des forets de Bordj Bou Arreridj
- DGH., 2018.** direction général de l'hydraulique de Bordj Bou Arreridj
- Dreux P. 1980.** Précis d'écologie .Ed. Presses universitaire France, Paris, 231 .P
- Durant J. H. 1954.** Les sols d'Algérie .Ed . Service d'étude des sols (S.E.S), Alger ,244 . p
- Eddabra R. 2011.** Evaluation de la contamination bactériologique des eaux usées des stations d'épuration du GRAND AGASIR : isolement, caractérisation moléculaire et antibiorésistance des espèces du genre vibrio .Université de Strasbourg 120p
- El Asslouij J, Kholtei S, El Amira-Paaza N, Hilali A., 2007.** Impact des activités anthropiques sur la qualité des eaux souterraines de la communauté Mzamza (Chaouia, Maroc). Revue des Sciences de l'Eau, 20(3): 309-321.p
- Eltzer P., 1946.-** Le climat de l'Algérie. Trav. Instit. Meteorol. Phys. GL. Alger, T1-T2 219p.
- Faurie C., Ferra C., Médori P., Dévaux J., Hemptinne J.L., 2002.** Ecologie approche scientifique et pratique. 5eme éd. Éditions TEC & DOC .Paris.405p
- Fustec E., Lefeuvre J.C., 2000.** *Fonctions et valeurs des zones humides*, Dunod, Paris, 426 p.
- Ghettas N. 2008.** Epuration des eaux usées : cas de la ville de Toumour. Université Kasdi Merbah , Ouragla ,68p
- Giesy J. P., 1978.** Cadmium inhibition of leaf decomposition in an aquatic microcosm. Chemosphere, 7: 457 – 475.p
- Gouin ch .A ., Aka N., Adiaffi B., Bamna B.S et Soro N ., 2016-** Pollution saisonnière des sédiments de lagune par des métaux lourds (Cu,Pb et Zn) en zone tropicale humide : cas de la lagune Mondouko (Sud-Est cote d'Ivoire). Int.I.Brol.chem.Sci .10 (2)835-845 .p
- Guergazi S., Aachour S., 2005.** Caractéristiques physico-chimiques des eaux d'alimentation de la ville de Biskra. Pratique de la chloration, Larhyss Journal, 4 :119-127.p
- Guillemin C., Roux JC., 1992.** La pollution des eaux souterraines. Manuels et Méthodes n° 23. Edition, BRGM.

Références bibliographiques

- Guiwa Cl., 1996.** Evolution des systèmes de production et mutations socioéconomiques dans la sous-préfecture de Banikoara. Mémoire de maîtrise de Géographie, Université Nationale du Bénin, 147 p.
- Guyot G.1999.**climatologie de l'environnement .Edition .Dunol .paris.507p
- Hadef et Hasni., 2016** - Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de l'Oued de Boutane région de Khemis-Miliana W.Ain Defla. Thèse master .
- Hakmi A.2006** .Traitement des eaux « traitement de l'eau de source Bousfer Oran.Université de science et de technologie .Oran, 71.
- Hector A ., 1999.** Plant diversity and productivity experiments in European grasslands, Science.
- Horowitz A., 1985.** A primer on Trace Metal Sediment Chemistry, United States Geological Survey
- Hurlbut Jr., C.S. et Klein C., 1982.** Manual de Mineralogía de Dana. Editorial Reverté, Barcelona, 564 .p
- ISO., 1986.** Qualité de l'eau : Dosage du Cobalt, Nickel, Cuivre, Zinc, cadmium et Plomb Méthodes par spectrométrie d'absorption atomique. Suisse : ISO 8288.
- ISO., 2003.** Qualité de l'eau : échantillonnage. partie3 : Lignes directrices pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau. Suisse : ISO 5657-3.p
- Kadouche S., 2006.** Utilisation des biomatériaux dans le traitement des eaux. Thèse de doctorat en chimie appliquée, Université mouloud Mammeri Tizi Ouzou , 2p
- Laama C.2009.**Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux du port d'Alger .Ecole national supérieure des sciences de la mer et de l'aménagement littorale-DEUA.science de la mer .45p
- Lacoste A., et Salanon R., 2001.** Eléments de biogéographie et d'écologie. 2e édition, Ed. Nathan / HER, Paris, 318 p.
- Lantzy R.J. et Mc Kenzie F.T., 1979.** Atmospheric trace metals: global cycles and assessment of man's impact. Geochimica et Cosmochimica Acta, 43: 511-523.p
- Lesavre J .2007.**Epuraton des eaux résiduaires urbaines nature et paramètres de pollution.22p
- Lighthfoot.2002.**Analyse microbiologique des aliments et de l'eau.40p
- Maccartney M.P., et Acreman M.C ., 2009.** Wetlands and water resources. In Wiebe K. et Gollehon Ne., eds. Quality Assurance. Wiley-Blackwell, Oxford, pp. 344–376.p
- Makhoukh M, Sbaa M, Berrahou A, Van Clooster A. 2011.** Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielle de l'oued moulaya « maroc orient » journal, ISSN 1122-3680, n ° 09. 149 -169 P
- Mahan B.H., 1987.** Química. Cours universitaire. Fonds interaméricain pour l'éducationS. A.
- Maltby E., 1986.** Waterlogged wealth: why waste the world's wet places ? , Russel Press, Nottingham, 200 p.
- Martin-Garin A., & Simon O., 2004.** Fiche Radionucléide, Cadmium et environnement. Direction de l'environnement et de l'intervention-Service d'étude du comportement des Radionucléides dans les écosystèmes.
- Mclaughlin M.J., Zarcinas B.A., Stevens D.P.,Cook N., 2000.** Soil testing for heavy metals. Communications in Soil Science and Plant Analysis 31 (11-14), 1661-1700.p
- Mebarki A.2005** .Hydrologie des Bassins de l'Est Algerien, ressource en eau, aménagement et environnement .thèse doctorat. Université Mentouri de Constantine ,54p
- Mekkaoui Y,Hamdi D.2006** . Etude de réutilisation des eaux usées traité de la Step de Toumert dans l'irrigation. Université Ouragla. 60p
- Metahri M.S. 2012.**Elimination simultanée de la pollution azoté des eaux usées traité par des procédés mixtes.cas Step Est de la ville Tizi –Ouazo. Université Mouloud Mammeri. Tizi Ouazo, 148 p

Références bibliographiques

- Moulin S, Rozen – Rechels D, Stankovic M, 2013**. Traitement des eaux usées, CERES-ERTI. Centre d'enseignant et de recherche sur l'environnement et la société. Paris ,12p
- Moussaoui L, Bouziz A. 2010**. Etude de l'efficacité des procédés de traitement des eaux usées urbaine au niveau de la station de Bougaa. Université de Farhet Abbas, Sétif. 32p
- Murdoch P.S., Baron J.S., et Miller T.L., 2000**. Potential effects of climate change on surface-water quality in north america. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 36(2), 347–366.p
- Nriagu J.O., 1991**. Human influence on the global cycling of trace metals. In: J.D. Farmer (Ed.), Heavy Metals in the Environment. CEP Consultants, Edinburgh, 1-5.p
- Nriagu J.O., 1996**. A History of Global metal Pollution. Science, 272(april): 223-224.p
- Olivier J. 2006**. The global climate système. Size : 94179 ,50p
- Oronsaye J. A. O., 2001**. Ultrastructural changes in the kidneys of the stickleback, *Gasterosteus aculeatus* (L.) exposed to dissolved cadmium. Journal of Aquatic Sciences, 16: 53 – 56.p
- Ouafea El hachemi .2012**. Traitement des eaux usées pour lagunage naturel en milieu désertique (oasis de figui) : performance épuratoire et aspect phytoplanctonique Université Mohamed premier , faculté des sciences Oujda , N°d' order : 220/12 .102p
- Ouali M-S, 2001**. Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux. O.P.U. Alger ,156 p
- Phelan J.M., Finnegan D.L., Ballantine D.S., Zoller W.H., Hart M.A. et Moyers J., 1982**. Airbone aerosls measurements in the quiescent plume of Mount St. Helen in September, 1980. Journal of Geophysics Research, 90(1093-1096).P
- Prevoste P. 1999**. Les bases de l'agriculture. Ed Technique et documentation, Paris, 243 p
- Ramade F., 1984**. Élément d'écologie. Écologie fondamentale. Ed. Mc Graw. 87p.
- Ramade F., 1993-2003**. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. 700p.
- Ramade F. 1994**. Élément d'écologie – écologie fondamental. Ed .Dunod , Paris , 690 p
- Ramade F. 2003**. Élément d'écologie – écologie fondamental. Ed .Dunod , Paris , 689-690 p
- Ramade F., 2005**. Élément d'écologie, écologie appliquée. 6ème édition, Dunod, Paris
- Ramade F. 2009**. Élément d'écologie – écologie fondamental. Ed .Dunod , Paris , 89 p
- Ramade F., 2012**. Éléments d'écologie, écologie appliqué : action de l'homme sur la Biosphère : chapitre 5 la pollution des eaux continentales et océanique. 7eme édition. DUNOD, Paris: 263-280.p
- Reggam A., Bouchelaghem H., & Houhamdi M., 2015**. Qualité Physico-Chimique des Eaux de l'Oued Seybouse (Nord-Est de l'Algérie): Caractérisation et Analyse en Composantes Principales. *Faculté SNV-STU, Université 8 Mai 1945 Guelma, Algérie* J. Mater. Environ. Sci. 6 (5) 1417-1425.p
- Rezigate B. 2010-2011**. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme e l'ingénieure d'état en écologie et environnement. Option : écosystème forestier, thème élaboration d'une base de données cartographique de la wilaya de Bordj Bou Arreridj. 315p
- Rodier J. 1990**. l'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer 8^{eme} édition. 1257-1357.p
- Rodier J., 2000**. L'analyse de l'eau .9eme édition, Dunod.160 p
- Jean Rodier, Bernard Legube, Nécole Merlet ET Coll. 2009** –L'analyse de l'eau 9eme édition, Paris .1526p

Références bibliographiques

Serghini A., 2003. Diagnose du complexe zones humides de Mohammedia : étude qualitative et quantitative des composantes physique (eau – sédiment) et biologique de l'écosystème. Thèse de Doctorat d'Etat Es-Sciences, Univ. Mohammed V, Fac. Sci. Rabat, N°2155, 178 p.

Serghini A., Fekhaoui M., El Abidi A., El Blidi S., & Ben Akkame R., 2010. Caractérisation hydro chimique d'un site Ramsar : le complexe zones humides de Mohammedia (Maroc), Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, 2010, n°32 (2), 133-145.p

Stewart P., 1969. Quotient pluviothermique et dégradation biosphérique. Quelques réflexions. Bull. Int. Nati. Agro. El Harrach : 24-25.p

Stéphanie A., Emmanuel B., Marie B., Francois H., Laurence L., Maud H., Stéphanie L., 1997. Méthodes spectrométrique d'analyse et de caractérisation, les métaux lourds, dossier SAM 1997. Axe « Génie des procédés », centre SPIN, Ecole des Mines de Saint-Etienne, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-etienne, 85 p.

Sthornthwaite W.C., 1948. – An approach Toward a Rational Classification of Climate. The Geographical Review, Vol. 38, pp. 55-94

Suidi H. 2008. Evaluation du niveau de la pollution bactériologique chez un échinoderme l'oursin *paracentrotus lividus* (Lamarck, 1819) dans la cote oranaise orientale, université d'Oran ES Sénia. Faculté de science laboratoire réseau de surveillance environnemental. 112p

Turner R.K., 1992. Défaillances des politiques dans la gestion des zones humides. In OCDE (ed), Les défaillances du marché et des gouvernements dans la gestion de l'environnement. Les zones humides et les forêts». Paris, 9–47.p

Williams M., 1990. Wetlands, a threatened landscape. Blackwell Publishers, Oxford, 419 p.

Yahiayene S. Tahirin El-T. 2010. Reflexion sur la caractérisation physico-chimique des effluents liquides rejetés dans la grande sebkha d'Oran. Université d'Oran, Annexe 2

Yoon C.G., 2009. Wise use of paddy rice fields to partially compensate for the loss of natural wetlands. Paddy and water environment, vol.7 (4): 357-366.p

pH



Figure24: PH mètre.

➤ Mode opératoire :

Les mesures du pH sont effectuées à l'aide d'un pH-mètre de type Inolab pH 730.

Etalonnage de l'appareil.

Introduire un volume de l'échantillon à analyser dans un bécher.

La lecture est faite après stabilisation de la valeur affichée du pH (**Abloul et al., 2013**).

La conductivité

➤ Mode opératoire :

La mesure de la conductivité est effectuée à l'aide d'un conductimètre (Ino lab cond 730). Pour analyser l'eau, la cellule à conductivité est rincée plusieurs fois, d'abord, avec de l'eau permutée puis, en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner. Les résultats sont exprimés à une température de référence de 20 C° en introduisant lors des calculs un facteur de correction de la température. Les résultats sont exprimés en μ/m . A partir de cet appareil on peut mesurer la salinité (**Hakmi., 2006**).



Figure 25 : Conductimètre

MES



Figure 26 : Filtration de l'eau à échantillonné.

➤ **Mode opératoire**

- Sécher le papier filtre et le peser (p1).
- Filtrer 10 ml d'eau à analyser.
- Sécher le papier filtre à l'étuve à 105 C° jusqu'au séchage total.
- Peser immédiatement et rapidement (p2) (**Rodier et al. , 1996**).

DBO₅



Figure 28 : DBO mètre.

➤ Mode opératoire

Prendre une quantité d'eau usée dans une bouteille de l'appareil DBO (prise de 164 ml d'échantillon avant le traitement et une dose de 432 ml après le traitement).-ajouter une quantité de KOH dans le bouchon de la bouteille. Le rôle de ce réactif est d'absorber le CO₂ dégagé lors de l'oxydation de la matière organique.-fermer la bouteille et la mettre dans l'appareil DBO (*TS 606/2/WTW*) à 20°C pendant 5 jours.-prendre la lecture sur le tableau gradué (**Yahiatene et al ., 2010**).

DCO :

➤ Mode opératoire

- Prélever 2 ml d'eau à analyser et le rajouter au tube de réactifs à DCO.
- Placer le tube 2 heures à 150 °C.
- Après refroidissement, lire directement la DCO au colorimètre (**Moulin S et al., 2013**).

Chlorure

➤ Mode opératoire

Introduire 100 ml d'eau à analyser (préalablement filtrée si nécessaire). Ajouter 2 à 3 gouttes d'acide nitrique pur puis une pincée de carbonate de chaux et 3 gouttes de solution de chromate de potassium à 10 %. Verser alors au moyen d'une burette la solution de nitrate d'argent (Ag NO₃⁻) jusqu'à apparition d'une teinte rougeâtre, qui doit persister 1 à 3 minutes. Soit V le nombre de millilitres de nitrate d'argent 0,1 N utilisés (**Rodier et al ., 2009**).

Nitrate :

➤ Mode opératoire

Introduire 10 ml d'eau dans une capsule de 60 ml (pour des teneurs en azote nitrique supérieures à 10 mg/l, opérer une dilution). Alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium (**Rodier et al ., 2009**). Ajouter 1ml de solution de salicylate de sodium. On évapore dans une étuve à 75°-80°C, puis on laisse refroidir, ensuite on reprend le résidu par 2 ml d'acide sulfurique concentré en ayant soin d'humecter soigneusement. On attend 10mn, puis on ajoute 15ml d'eau bidistillée et 15ml de la solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate double de sodium et de potassium qui

développe la coloration jaune. Enfin, on effectue la lecture par un spectromètre à la longueur d'onde de 415nm (spécifique aux Nitrates) (**Hakmi, 2006**)

Nitrite :

➤ **Mode opératoire**

On prélève 50 ml d'eau à analyser, on ajoute 2 ml de réactif de Zambelli. On ajuste et on laisse reposer 10 min : on ajoute 2 ml d'ammoniaque pure, on effectue la lecture au spectromètre à la longueur d'onde de 435nm (**Hakmi, 2006**).

Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale. Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme β -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 37 °C afin de produire des colonies rouges avec reflet métallique sur un milieu gélosé approprié (**Institut national de santé publique du Québec, 2003**).

Coliforme fécaux

➤ **Mode opératoire**

-Préparation des dilutions à partir de l'eau à analyser (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}).

-Pour un échantillon on utilise 9 tubes de BCPL.

- Pipeter et verser dans chaque tube 1 ml à partir des dilutions précédentes, tous les tubes sont munis de cloche de Durham pour déceler le dégagement éventuel de gaz dans le milieu (**Dekhil, 2012**).

2- Test confirmatif

A partir de chaque bouillon positif (qui continent des troubles) et pour la recherche des coliformes fécaux, on aensemencé 2 à 3 gouttes dans des boîtes de pétri, puis nous avons ajouté le VRBG, puis on fait subir à la boîte de pétri un mouvement sous forme de 8 (**Dekhil, 2012**).

Résumé

Le site objet du présent travail est un écosystème lentique El –Hammam de Bordj Bou Arreridj, situé à proximité d'une agglomération urbaine. Ce bio hydro système est devenu exutoire dans lequel les effluents domestiques, industriels et agricoles sont déversés sans aucun traitement préalable. Dans le but d'évaluer l'influence des rejets déversés sur la qualité des eaux dans la zone humide, des analyses physico-chimiques (pH , conductivité électrique ,matière en suspension , chlorure , nitrate , nitrite) , métalliques (Pb , Cd , Zn ,Cu) et biologiques (coliformes totaux , fécaux et streptocoques) ont été déterminé dans cinq stations . Les résultats obtenus montrent que les concentrations élevées des analyses physico-chimiques sont la conductivité électrique (2800mg/l), la matière en suspension (57mg/l), DBO5 (95mg/l) et le DCO (230mg/l). Les concentrations de tous les métaux analysés sont plus importantes le Pb (3,5 mg/l), Cd (0,9mg/l), et le Cu (0,6 mg/l) enregistrées respectivement au niveau des stations 1et 3.Ainsi que les analyses microbiologiques indiquent que notre zone est chargée en germes pathogènes tel que les coliformes totaux avec un valeur maximal de $(16 \cdot 10^3 \text{ UFC}/100 \text{ ml})$,et les streptocoques de $(294 \text{ UFC}/100 \text{ ml})$. Notre zone humide présente des signes de dégradation, puisque la majorité des analyses sont dépassent les normes admises, les actions anthropiques humaines (rejets d'eau usée, activités agricoles et industrielles) sans traitement préalable sont la cause principale de cette dégradation générée.

Mots clé : zone humide El-Hammam – eau – analyses physico-chimiques - analyses métalliques –Bordj Bou Arreridj.

Summary

The location of this work is alentic ecosystem (El-Hammam) situated near an urban area. This bio hydro system became an outlet in which domestic, industrial and agricultural effluents are discharged, without any prior treatment. The main objective of this work is to assess the influence of discharged wastes on the quality of water in the wetland, chemo-physical analyses(pH, electrical conductivity, suspended solids, chloride, nitrate, nitrite), metal (Pb, CD, Zn, Cu) and biological(total coliforms, fecal and streptococcus) were determined. The results show that the high concentrations of the chemo-physical analyses are electrical conductivity (2800mg/l), suspended solids(57mg/l), DBO5 (95mg/l) and DCO (230mg/l).The concentrations of all metals analyzed are more important Pb (3.5 mg/l), CD (0.9mg/l),Zn (0.54 mg/l) and Cu (0.6 mg/l) recorded at stations 1 and3. In addition, the microbiological analyses indicate that our area is loaded with pathogenic germs total coliforms with a maximum value of $(16 \times 10^3 \text{ UFC}/100 \text{ ml})$, and streptococci $(294 \text{ UFC}/100 \text{ ml})$.Our wetland is showing some signs of degradation, since the majority of analyses are above all the standards, human anthropogenic actions (used water discharges, agricultural and industrial activities) without prior treatment are the main cause of this generated degradation.

Keywords: El-Hammam wetland - water -chemophysical analysis- Bordj Bou Arreridj.

ملخص

موقع عملنا هو المنطقة الرطبة "الحمام" لولاية برج بوعريريج الذي يقع بالقرب من التجمعات الحضرية . حيث أصبح هذا النظام الحيوي منفذا لتصريف النفايات السائلة منها المنزلية الصناعية والزراعية دون اي علاج مسبق من اجل تقييم اثر هذه التصريفات على مياه المنطقة قمنا بتحليل فيزيائية و كيميائية ومعدنية و بيولوجية وذلك عبر خمس محطات أظهرت نتائج التحليلات إن التراكيز العالية للتحليلات الفيزيائية و الكيميائية تمثلت في كل من الموصلية الكهربائية (2800مغ/لتر)،المادة المعلقة(57مغ/لتر)،طلب الأكسجين البيوكيميائي (95مغ/لتر) و طلب الأكسجين الكيميائي (230مغ/لتر).أما بالنسبة للتحليل المعدنية فان تراكيزها كانت كلها بنسب متفاوتة، كالنحاس (0.6مغ/لتر)،الزنك (0.54مغ/لتر)،الرصاص (3.5مغ/لتر) و الكاديوم (0.9مغ/لتر).فيما يخص التحليل البيولوجية فقد تبين أن منطقة الحمام محملة بالجراثيم الممرضة مثل القولونيات الكلية بقيمة $(103 * 10^6 / 100 \text{ مل})$ و المكورات العنقودية (294وحدة/مل). تظهر المنطقة الرطبة الحمام علامات تدهور لان غالبية التحاليل المدروسة تجاوزت المعايير المقبولة , فالسبب الرئيسي يعود إلى فضلات الأنشطة البشرية (تصريف المياه المستخدمة-مياه الأنشطة الصناعية و الزراعية) دون أي معالجة مسبقة.

الكلمات المفتاحية : المنطقة الرطبة الحمام -المياه -التحاليل الفيزيائية و الكيميائية –التحاليل المعدنية- برج بوعريريج .