

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



**Contribution à la caractérisation  
hydrobiologique de l'Oued Harreza, Haut  
Cheliff, Algérie**

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre  
Département des sciences biologiques  
Filière : Hydrobiologie Marine et Continentale  
Spécialité : Hydrobiologie Appliquée  
Soutenu le : 08/07/2019**

Présenté Par :

-Mlle : HADJ DJILANI ghania

-Mlle : MATENE roufida

Devant le jury :

<b>M. Rouabah A.</b>	<b>Grade MCB</b>	<b>U.D.B.K.M.</b>	<b>Président</b>
<b>M. Saifi M.</b>	<b>Grade MAB</b>	<b>U.D.B.K.M.</b>	<b>Examineur</b>
<b>M. Kassar A.</b>	<b>Grade MAA</b>	<b>U.D.B.K.M.</b>	<b>Examineur</b>
<b>M. Djezzar M.</b>	<b>Grade MCB</b>	<b>U.D.B.K.M.</b>	<b>Promoteur</b>

Année universitaire : 2018 – 2019

## Remerciement

*Un très grand merci à Monsieur **Rouabah A** d'avoir accepté de présider le jury.*

*Nos remerciements s'adressent également à **M. Saifi M.**, et à **M. Kassar A.**, pour l'honneur qu'ils nous ont fait d'examiner ce travail.*

*Nous adressons nos remerciements les plus chaleureux à notre encadrant **Monsieur Miliani Djeddar** pour la confiance qu'il nous a accordé et la sympathie qu'il nous a témoigné au cours de ces années.*

*Nous le remercions également pour l'honneur qu'il nous a fait pour l'encadrement de ce mémoire.*

*Nous tenons également à remercier nos parents pour leurs soutiens, leurs encouragements et leurs patiences durant ces années d'études.*

*Un très grand merci à Monsieur **Ratta Yacine** responsable du laboratoire d'Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable (ONEDD).*

*A tous nos enseignants qui nous ont initié aux valeurs authentiques et en Signe de respect et amour, qu'ils reçoivent tous nos remerciements.*

*A toute la promotion 2019 hydrobiologie appliquée*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A Mes chers parents, qui ont fait preuve d'abnégation, Tous les mots que je puisse dire ne peuvent exprimer ma gratitude et mon amour à votre égard.*

*A ma très chère mère **BELKACEM BAHIA** mon modèle à suivre qui m'a entouré d'amour et de tendresse et m'a appris la patience et le défi.*

*A mon très cher père **NOURREDINE** qui m'a encouragé et conseillé pendant mes plus pénibles moments et m'a guidé vers le droit chemin.*

*A ma grande mère, mon oncle Adel et sa femme Naima.*

*À mes frères : Youcef, Mahfoudh et Mohcin.*

*À ma chère soeur : Bouchra*

*A mon binôme et ma sœur : Roufida*

*À tous mes cousins et mes cousines*

*A tous les gens qui me connaissent de près ou de loin et à toute la*

*Promotion Hydrobiologie Appliquée 2019.*

*Ghania*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi mon père.*

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore.*

*A mes chères tantes Nacera et fatiha.*

*A mes chères oncles Youcef, Yacine et salim.*

*A mes chères sœurs Asma, Nesrine, Rajaa, Iman et youssra, ma nièce Hidaya, et mes neveux Yakine et Yacine.*

*A mon binôme et ma sœur Ghania hadj djilani.*

*A tous les gens qui me connaissent de près ou de loin et à toute la Promotion Hydrobiologie Appliquée 2019.*

*Roufida*

## **Résumé**

La caractérisation hydrobiologique consiste à définir les caractéristiques hydrologiques, physico-chimiques et biologiques de l'oued Harreza en vue de leurs exploitations dans les domaines de l'hydraulique, agricole, piscicole et environnemental.

A partir de l'échantillonnage et des mesures faites sur une période de 6 mois, 24 décembre au 7 Mai 2019, nous avons constaté une réduction du débit de l'oued dans le temps en passant de 0,136 m<sup>3</sup>/s à 0,068 m<sup>3</sup>/s. les MES composés essentiellement de matières organiques sont augmentées avec la réduction du débit de l'oued, montrant une activité biologique exprimée à travers la DBO5 et les teneurs en oxygène dissous sans minéralisation apparente ; ceci est constaté par l'absence de corrélation entre la conductivité et les autres paramètres biologiques. Trois taxons communs sont observés et sont généralement rencontrés dans tous les faciès lotiques: Diptères, Trichoptères et Ephéméroptères.

Les eaux de l'Oued Harreza offrent plusieurs opportunités d'exploitation car les processus hydrobiologiques sont appelés à se finaliser progressivement au cours de leurs acheminements vers les faciès récepteurs.

**Mots clé** : Oued Harreza, Hydrobiologie, physico-chimiques, activité biologique.

## **Abstract**

The hydro-biological characterization consists in determining the hydrological, physicochemical and biological characteristics of the Harreza Valley with a view to their exploitation in the hydraulic, agricultural, piscicultural and environmental domains.

From the sampling and the measurements conducted over a period of 6 months, from December 24 to May 7, 2019, we have observed a decrease in the valley flow over time, from 0.136 m<sup>3</sup>/s to 0.068 m<sup>3</sup>/s. TSS composed mainly of organic matter are increased with the decrease of valley flow showing a biological activity expressed through BOD5 and dissolved oxygen levels without apparent mineralization which is found due to the lack of correlation between the conductivity and the other biological parameters. Three common species were observed among all the Lutsian destinations: Diptera, Trichoptera and Ephemeroptera.

The waters of the valley of Harreza offer several exploitation opportunities because the hydro-biological processes are expected to be gradually finalized during their routes to the receiving facies.

**Key words:** Valley of Harreza, Hydrobiology, physico-chemicals, biological activity.

## المخلص

تتضمن الخصائص الهيدروبيولوجيا في تحديد الوصف الهيدرولوجي ، الفيزيائي الكيميائي و البيولوجي لوادي حرازة بهدف استغلالها في المجالات الهيدروليكية والزراعية وسمكية والبيئية.

من خلال أخذ العينات والقياسات التي أجريت على مدى فترة 6 أشهر، 24 ديسمبر إلى 7 ماي 2019، وجدنا انخفاض في تدفق الوادي مع مرور الوقت من 0.136 م<sup>3</sup> / ثانية إلى 0.068 م<sup>3</sup> / ثانية. يتم زيادة المواد الصلبة العالقة المكونة بشكل أساسي من المادة العضوية مع تقليل تدفق الوادي الذي يظهر نشاطاً بيولوجياً يتم التعبير عنه من خلال طلب الأكسجين البيوكيميائي

ومستويات الأكسجين المذاب دون تمعدن واضح والذي يوجد بسبب عدم وجود ارتباط بين الموصلية و المعلمات البيولوجية الأخرى. لوحظ ثلاثة أصناف مشتركة بين جميع الواجهات اللوتسية: ذوات الجناحين ،حشرة القمص وذباب مايو.

توفر مياه وادي حرازة العديد من فرص الاستغلال لأنه من المتوقع أن يتم الانتهاء تدريجياً من العمليات الهيدرولوجية خلال مساراتها إلى الواجهات المستقبلية.

**الكلمات المفتاحية:** وادي حرازة ، الهيدروبيولوجيا ، الفيزيائي الكيميائي، النشاط البيولوجي.

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> - Données relatives au débit de l'oued Harreza. Période : P1, P2, P3.....	16
<b>Tableau 2.</b> - Evolution temporelle de température (°c) des eaux d'oued Harreza.....	17
<b>Tableau 3.</b> - Analyse des différences temporelles des températures (°c) de l'oued Harreza selon la méthode de Newman-Keuls .....	18
<b>Tableau 4.</b> - Analyses temporelles de l'O <sub>2</sub> dissous (mg/l) et la saturation en oxygène (%) des eaux de l'oued Harreza.....	19
<b>Tableau 5.</b> - Analyses différentielle de l'O <sub>2</sub> dissous (mg/l) des eaux de l'oued Harreza.....	20
<b>Tableau 6.</b> - Analyses différentielles de la saturation en O <sub>2</sub> de l'eau de l'oued Harreza.....	20
<b>Tableau 7.</b> - Relevés temporels du pH des eaux de l'oued Harreza.....	21
<b>Tableau 8.</b> - Comparaisons multiples par paires du pH de l'Oued Harreza suivant la procédure de Dunn.....	21
<b>Tableau 9.</b> - Relevés temporels du potentiel Redox (mV) de l'oued Harreza .....	22
<b>Tableau 10.</b> - Comparaisons multiples par paires du PR suivant la procédure de Dunn.....	23
<b>Tableau 11.</b> - Données relatives à la conductivité (mS/cm) des eaux de l'oued Harreza.....	23
<b>Tableau 12.</b> - Comparaisons multiples par paires de la conductivité de l'oued Harreza suivant la procédure de Dunn .....	24
<b>Tableau 13.</b> - Données relatives au TDS (g/l) des eaux de l'oued Harreza .....	25
<b>Tableau 14.</b> - Comparaisons multiples des TDS par paires suivant la procédure de Dunn (Test bilatéral).....	26
<b>Tableau 15.</b> - Relevés temporels des MES (mg/l) de l'oued Harreza .....	26
<b>Tableau 16.</b> - Analyses différentielle des MES de l'oued Harreza .....	27
<b>Tableau 17.</b> - Relevés temporels de la DBO <sub>5</sub> des eaux de l'oued Harreza.....	28
<b>Tableau 18.</b> - Relevé temporelles du nombre de diatomées et d'algues diverses dans l'oued Harreza.....	29

<b>Tableau 19.</b> - Relevé temporelles du nombre de Diptères, Trichoptères et Ephéméroptères de l'oued Harreza .....	30
<b>Tableau 20.</b> - Comparaisons multiples par paires des trois taxons de l'oued Harreza suivant la procédure de Dunn.....	31
<b>Tableau 21.</b> - Matrice de corrélation de Pearson .....	33
<b>Tableau 22.</b> - Matrice de corrélation de Pearson diagnose hydrobiologique .....	43
<b>Tableau 23.</b> - Paramètres physico-chimiques et biologiques de l'oued Harreza.....	44

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b> - Localisation géographique de la zone d'étude à partir de Google earth.....	8
<b>Figure 2.</b> - Station piézométrique de référence affiliée à l'ANRH.....	9
<b>Figure 3.</b> - Canal de mesure de la station de référence de l'ANRH de l'Oued Harreza.....	9
<b>Figure 4.</b> - Localisation des points d'échantillonnage d'eaux et de sédiment de l'oued Harreza. ....	11
<b>Figure 5.</b> - Multiparamètre, modèle WTW. Multi 3320 SET 1.....	11
<b>Figure 6.</b> - Oxyton pour les mesures de la DBO5.....	12
<b>Figure 7.</b> - Technique d'échantillonnage de l'eau.....	14
<b>Figure 8.</b> - Technique d'échantillonnage de sédiment.....	14
<b>Figure 9.</b> - Evolution du débit de l'oued Harreza.....	16
<b>Figure1.</b> - Variation temporelle de la température des eaux de l'oued Harreza.....	17
<b>Figure11.</b> - Evolution de l'O <sub>2</sub> dissous et la saturation en oxygène (%) de l'oued Harreza.....	19
<b>Figure 12.</b> - Variations temporelles du pH des eaux de l'oued Harreza.....	21
<b>Figure 13.</b> - Variabilité temporelle de potentiel Redox des eaux de l'oued Harreza.....	22
<b>Figure 14.</b> - Données relatives à la conductivité des eaux de l'oued Harreza.....	24
<b>Figure 15.</b> - Variabilité des TDS (g/l) des eaux de l'oued Harreza.....	25
<b>Figure 16.</b> - Variations temporelles des MES de l'oued Harreza.....	27
<b>Figure 17.</b> - Variation temporelle de le DBO5 des eaux de l'oued Harreza.....	28
<b>Figure 18.</b> - Variations temporelles du nombre de diatomées (a) et d'algues diverses (b) dans l'oued Harreza.....	30

<b>Figure 19.</b> - Variations temporelles du nombre de Diptères, Trichoptères et Éphéméroptères de l'oued Harreza.....	31
<b>Figure 20.</b> - Diagramme en triplote montrant la tendance temporelle et la dominance des trois taxons.....	32
<b>Figure 21.</b> - Analyse en composante principale des paramètres physico-chimiques et biologiques.....	34
<b>Figure 22.</b> - algue sous microscope.....	45
<b>Figure 23.</b> - diatomées sous microscope.....	46
<b>Figure 24.</b> - diptères sous microscope.....	47
<b>Figure 25.</b> - Trichoptères sous microscope.....	48
<b>Figure 26.</b> - Éphémères sous microscope.....	49

## Sommaire

Introduction.....	1
Chapitre I. – Synthèse bibliographique .....	2
1.1 - Hydrologie .....	2
1.2. - Climat, morphologie et pluviométrie de l'Algérie.....	2
1.3. - Ressources en eau du pays .....	3
1.4. - Description des bassins versants .....	3
1.5. - Découpage hydrographique de l'Algérie .....	4
1.6. - Cheliff-Zahrez.....	4
1.6.1. - Bassin versant du Cheliff.....	5
1.6.2. - Sous bassin versant du haut Cheliff.....	5
1.7. - Bassin versant d'oued Harreza.....	6
1.8. - Hydrobiologie .....	7
Chapitre II. - Matériel et méthodes .....	8
2.1. - Présentation du site d'étude .....	8
2.2. -Période d'étude .....	10
2.3. - Hydrologie .....	10
2.4. - Echantillonnage et analyses de laboratoire .....	10
2.4.1. - Paramètres Physico-chimiques.....	11
2.4.2. -Paramètres biologiques .....	13
2.5. - Traitement des données.....	15

Chapitre III. - Résultats .....	16
3.1. - Analyses hydrobiologiques .....	16
3.1.1.- Paramètres hydrologiques .....	16
3.2. - Paramètres physicochimiques et biologiques .....	17
3.2.1. - Température.....	17
3.2.2. - Oxygène dissous et Saturation en oxygène .....	18
3.2.3. - pH .....	20
3.2.4. - Potentiel redox .....	22
3.2.5. - Conductivité.....	23
3.2.6. - Taux de solides dissous (TDS).....	24
3.2.7. - Salinité.....	26
3.2.8. - Matières en suspension (MES).....	26
3.2.9. - Demande Biochimique en Oxygène (DBO5) .....	27
3.3. - Diversité biologique.....	28
3.3.1. - Chlorophylliens.....	28
3.3.2. - Invertébrés.....	30
3.4. - Diagnose hydrobiologique.....	32
Chapitre IV. - Discussion .....	35
4.1. - Hydrologie .....	35
4.2. - Physico-chimie.....	35
4.3. - Diversité biologique.....	37

Conclusion.....	39
Bibliographie.....	40
Annexes.....	43

# *Introduction*

### Introduction

En Algérie, les eaux de surface sont alimentées par les eaux pluviales qui se caractérisent par leurs irrégularités dans le temps et dans l'espace et dont la répartition géographique conditionne la structure des étages bioclimatiques des régions. Ces dernières sont au nombre de cinq: Saharien, aride, semi-aride, sub- humide et humide. Cependant, du fait de l'importance de l'évapotranspiration par rapport aux précipitations, l'Algérie est classée comme étant une zone semi- aride à aride avec 95% de la surface du territoire national dont 89,5% se trouvent dans le domaine hyper aride (saharien)(Madani, 2008) . Parmi les caractéristiques qui particularisent la dynamique des eaux et leur répartition, les Oueds assurent différentes connexions entre les différentes zones du territoire. Toutefois, sur le plan morpho-hydrologique, ces oueds se distinguent en comparaison avec les fleuves et les rivières par leurs aspects temporels liés à la fréquence et à l'abondance des précipitations qui fait que leurs aspects tressés sont liés au manque de débit d'eau constant et à une accumulation excessive de sédiments (Abdeddaim ,2002).

De cet hydrodynamisme qui est assuré par les réseaux hydrographiques, dont les oueds, une biodynamique se trouve imposée par la biogénèse aquatique en étant influencée par divers facteurs qui régissent les cycles hydrologiques et la sédimentation qui en découle en créant des habitats où un très grand nombre d'organismes s'installe en contribuant dans le transfert de la matière et l'énergie.

Dans cette optique, la caractérisation hydrobiologique de l'Oued Harreza qui compose le réseau hydrographique de l'oued Chélif et sur lequel est implanté le barrage Harreza, va nous permettre de définir les caractéristiques hydrologiques, physico-chimiques et biologiques en vue de leurs exploitations dans les domaines de l'hydraulique, de l'agriculture, de la pisciculture et de l'environnement.

Ce document est constitué par quatre chapitres. Le premier chapitre est consacré à la synthèse bibliographique. Dans le deuxième chapitre le matériel et les méthodes utilisés pour la concrétisation de ce travail sont décrits. Quant au troisième chapitre les résultats sont abordés et sont suivi de la discussion.

*Synthèse  
bibliographique*

# Chapitre I. - Synthèse bibliographique

---

## Chapitre I. - Synthèse bibliographique

### 1.1 - Hydrologie

Les potentialités hydriques naturelles de l'Algérie sont estimées actuellement à 18 milliards de m<sup>3</sup> par an. L'irrigation occupe une place importante dans la consommation d'eau (62% de la demande totale du pays). La demande en eau potable, qui a considérablement augmenté depuis les années 1970, représente quant à elle 35% de la demande totale. La part des besoins en eau du secteur industriel ne s'élève qu'à 3%.

Depuis le début des années 2000, le gouvernement algérien a pris des mesures importantes pour sortir de la situation de pénurie d'eau qui touchait le pays. La question hydraulique a été placée en priorité sur l'agenda politique et de gros moyens ont été mis en œuvre pour mobiliser de nouvelles ressources en eau conventionnelles et non.

La nouvelle politique de l'eau s'est ainsi structurée autour de deux axes stratégiques :

- Le développement de l'infrastructure hydraulique : barrages, transferts, stations de dessalement d'eau de mer, stations d'épuration etc.
- La réforme institutionnelle du secteur de l'eau qui vise à promouvoir une meilleure gestion de la ressource (Mozas & Ghosn, 2013).

### 1.2. - Climat, morphologie et pluviométrie de l'Algérie

Du Nord au Sud du territoire algérien, on distingue trois ensembles qui diffèrent par leur relief et leur morphologie : la chaîne du Tell et le littoral, la chaîne de l'Atlas qui longe les Hautes Plaines plus au Sud, et le désert saharien qui s'étend au-delà du massif de l'Atlas. Cette disposition du relief, marqué par des conditions climatiques différentes, détermine l'agriculture des régions et le volume des ressources en eau.

La majeure partie du territoire algérien est un désert (87%) où les précipitations sont quasi nulles, mais qui recèle d'importantes ressources fossiles d'eaux souterraines. La partie nord, caractérisée par son climat méditerranéen, dispose de ressources en eau renouvelables, tant

## Chapitre I. - Synthèse bibliographique

---

pour les eaux de surface que pour les nappes phréatiques. 90% des eaux de surface sont situées dans la région du Tell qui couvre environ 4% du territoire (Mozas & Ghosn, 2013).

Le pays se caractérise par une forte disparité entre l'Est et l'Ouest. La région Ouest est bien dotée en plaine mais bénéficie de faibles précipitations. La région orientale est une zone montagneuse où coulent les principaux cours d'eau du pays (Mozas & Ghosn, 2013).

Le climat de l'Algérie est connu pour sa diversité géographique et sa grande variabilité pluviométrique interannuelle. Deux éléments sont à distinguer : une variabilité en termes de pluviométrie entre l'Ouest (350 mm de pluie en moyenne), l'Est (1 000 mm) et les reliefs élevés (où certaines années on peut atteindre 2 000 mm), qui devient quasi inexistante à partir du Sahara (moyenne inférieure à 100 mm) et une concentration des précipitations dans le temps (de décembre à avril chaque année, au moment où la demande climatique, l'évapotranspiration, est la plus faible)(Mozas & Ghosn, 2013).

### 1.3. - Ressources en eau du pays

Les potentialités en eau sont estimées à 18 milliards de m<sup>3</sup> /an répartis comme suit :

- 12,5 milliards de m<sup>3</sup> /an dans les régions Nord dont 10 milliards en écoulements superficiels et 2,5 milliards en ressources souterraines (renouvelables).
- 5,5 milliards de m<sup>3</sup> /an dans les régions sahariennes dont 0,5 milliard en écoulements superficiels et 5 milliards en ressources souterraines (fossiles)(Mozas & Ghosn, 2013).

### 1.4. - Description des bassins versants

Bassin versant. Une zone de terre qui draine l'eau, les sédiments et les matières dissoutes en un lieu commun organisme récepteur ou point de vente. Le terme ne se limite pas aux eaux de ruissellement et inclut interactions avec les eaux souterraines. Les bassins versants varient des plus grands bassins fluviaux à quelques hectares ou moins de taille (Keef, Elliott, & Naiman, 2017).

# Chapitre I. - Synthèse bibliographique

---

## 1.5. - Découpage hydrographique de l'Algérie

Le territoire de l'Algérie a été divisé en 1996 en cinq bassins hydrographiques sont Constantinois d'après Mozas & Ghosn, 2013 :

- Oranie-Chott Chergui
- Chélif-Zahrez
- Algérois-Hodna-Soummam
- Constantinois-Seybouss-Mellegue
- Sahara

Ce nouveau découpage est lié à un certain nombre de conditions :

- Unité géographique de la ressource en eau superficielle et souterraine dans le bassin versant ;
- Équilibre en ressources en eaux entre les bassins hydrographiques ;
- Équilibre en potentialités humaines entre les régions hydrographiques ;
- Équilibre en nombre et importance d'infrastructures hydrauliques et de transferts entre les régions ;
- Viabilité économique entre les régions (voie de communication, étendue de la région, infrastructures urbaines, etc.) et répartition équilibrée entre le nombre de Wilayates (Départements administratifs) et leurs importances(Rezak, 2014).

## 1.6. - Cheliff-Zahrez

Le bassin hydrographique Chélif-Zahrez couvre une superficie d'environ 56227 km<sup>2</sup>, soit le quart de la superficie de l'Algérie du Nord. Avec plus de 700 km de long, le Chélif est le plus grand cours d'eau d'Algérie. Il représente l'essentiel des ressources en eau dans la région ouest. La plupart de ses eaux proviennent des montagnes bien arrosées dans sa partie amont et participent ensuite à l'alimentation des nappes phréatiques dans sa partie aval. L'écoulement du fleuve est caractérisé par de longues périodes sèches interrompues par de courtes périodes de crues parfois très violente (soit plus de 22 % de la superficie de l'Algérie du Nord) est située au Centre Ouest de l'Algérie du Nord entre 0° 12 minutes et 3° 87 minutes

## Chapitre I. - Synthèse bibliographique

---

de longitude Est et de 33° 91 minutes et 36°58 minutes de latitude Nord (Harkat, Arabi, & Taleb, 2011).

Elle est limitée à l'Ouest par Oranie-Chott-Chergui, à l'Est par Algérois-Hodna Sommam, au Nord par la méditerranée sur un littoral d'environ 200 kilomètres et au Sud par le Sahara. La pluviométrie moyenne annuelle atteint 418 millimètres, correspondant à un volume d'eau précipité de 23 500 Millions de m<sup>3</sup>. Cela constitue des écoulements superficiels de 1947 millions de m<sup>3</sup>. Cette région comporte deux bassins versants : bassin versant du Cheliff et le bassin versant de Zahrez (Rezak, 2014).

### **1.6.1. - Bassin versant du Cheliff**

Situant au Nord-Ouest de l'Algérie du Nord, le bassin versant du Cheliff s'étend sur une superficie de 43 816.41 km<sup>2</sup>, en longitude entre 0°12'' ouest et 3°87'' Est et en latitude entre 33°91'' Nord et 36°58'' Sud. Dans le centre à l'amont du barrage Oued Fodda, le bassin versant de Cheliff atteint une altitude maximale de 1950 mètres, la longueur de son thalweg principal est de 759 m. La plupart des sols sont de nature alluviale, constitués essentiellement d'éléments fins, dérivés de marne ou d'argile (Rezak, 2014).

Il est caractérisé par une altitude minimale de 20 m. Le bassin versant du Chéiff est drainé par l'Oued le plus important de l'Algérie sur une longueur de 750 km, qui coule d'Est en Ouest depuis le barrage de Boughezoul jusqu'à la mer. Le bassin versant de Cheliff jouit d'un climat méditerranéen caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers frais et pluvieux. La vitesse des vents peut atteindre moins de 10 km/h. Le pourcentage d'ensoleillement moyen varie de 60 à 80% de la durée du jour ; quant à la vitesse du vent, elle peut atteindre jusqu'à 10 kilomètres par heure. En moyenne, il tombe plus de 400 mm/an (Rezak, 2014).

Le bassin versant de Cheliff comprend trois sous bassins versants (Cheliff Aval de Boughezoul, Haut et moyen Cheliff et Cheliff Amont de Boughezoul) (Rezak, 2014).

### **1.6.2. - Sous bassin versant du haut Cheliff**

La zone d'étude correspond au Bassin du Haut Chéiff, elle est située à 110 km au Sud-ouest d'Alger et fait partie du bassin hydrographique de Cheliff.

## Chapitre I. - Synthèse bibliographique

---

La région du Haut Cheliff a une vocation agricole nécessitant une irrigation par aspersion en raison d'un climat continental semi-aride avec des étés très secs (la température moyenne interannuelle oscille entre 13 et 19°C, avec un maximum mensuel de plus de 30°C enregistré au mois de juillet) et des épisodes pluvieux d'hiver provoquant parfois des inondations spectaculaires de l'Oued Cheliff. La construction des barrages Ghrib, Deurdeur, **Harreza**, Sidi Mhamed Ben Taiba et Ouled Mellouk a permis de régulariser les débits des oueds et de fournir de l'eau d'irrigation d'avril à septembre.

La pluviométrie moyenne interannuelle varie entre 300 et 500 mm. Elle est plus concentrée dans les altitudes, sur les versants Sud du Zaccar et Nord de l'Ouarsenis. D'après la carte de l'évapotranspiration potentielle du Nord de l'Algérie, sur tout le bassin du Haut Cheliff, l'évapotranspiration annuelle varie de 1200 à 1500 mm (Touhari, 2004).

### 1.7. - Bassin versant d'oued Harreza

Le bassin versant de l'oued Harreza qui fait partie du grand bassin versant de l'oued Cheliff, d'une altitude moyenne de 500 mètres, drainant une superficie de 568 Km<sup>2</sup>, se caractérise par un climat semi-aride et une pluviométrie moyenne annuelle de 450 mm (Hallouz, Alirahmani, & Meddi, 2015)

L'oued Harreza parcourt une distance de 40,5 Km suivant une orientation Nord-Ouest. Au Sud du bassin, le relief atteint une altitude de 765 mètres, tandis que le point le plus bas est à l'exutoire avec une altitude de 313 mètres. Le bassin versant est drainé par l'oued Harraza et ses affluents. Du côté Est, l'oued Dar Emial prend sa source dans le relief de Beni Zougzoug et vient se jeter dans l'oued Harraza. L'oued Slimane se joint à l'oued principal en drainant la partie Ouest du bassin versant. Le bassin versant de Harraza est situé dans la zone géologique comprise entre le massif schisteux de Boumaad et les premiers contreforts de l'Ouarsenis.

Cette zone comprend les massifs montagneux des Zaccar, la partie orientale du Doui, la plaine de Cheliff et les collines occidentales des Beni-Menacer. Les reliefs, d'une altitude supérieure à 1.500 mètres, sont formés de calcaire, de schistes métamorphisés et de roches éruptives profondément entaillées par les ravins abrupts. Ils sont couverts de chênes verts et de quelques boisements et pins localisés. Les marnes offrent de plus larges collines qui constituent, avec la

## Chapitre I. - Synthèse bibliographique

---

plaine du Cheliff, les régions cultivées. Dans la vallée, on trouve des limons argileux ainsi que des marnes et de l'argile (Mohammedi & Mayou, 2015).

### 1.8. - Hydrobiologie

Parmi les écosystèmes les plus riches de la planète, les zones humides sont importantes exceptionnelles. En fait, ils abritent des dizaines de milliers d'espèces animales et végétales. Ce sont donc de grands réservoirs de biodiversité. Les êtres humains bénéficient non seulement de l'utilisation directe des ressources des zones humides, mais également de leurs fonctions et services quotidiens. Mais jusqu'à récemment, les zones humides sont toujours menacées, ce qui est principalement dû aux actions humaines (Bendahmane, 2015).

En Algérie, la complexité des hydro systèmes et la multiplicité des perturbations anthropiques d'une part, ainsi que les conditions climatiques difficiles (régression de la pluviométrie, élévation de la température) d'autre part, ont conduit à la fragmentation croissante des milieux se traduisant par des modifications profondes et rapides des communautés d'invertébrés avec une perte de la diversité et des déséquilibres démographiques (Lounaci, 2005) (Lakhdari, 2014).

Les études faunistiques (invertébrés benthiques), écologiques (répartition spatiale, structure des communautés) revêtent d'une importance primordiale dans la compréhension du fonctionnement et de la gestion des systèmes naturels et, d'autre part, dans l'évaluation de l'état de santé écologique des hydro systèmes (Lakhdari, 2014).

Un certain nombre de travaux sur ce pays ont déjà été exposés par différents auteurs auxquels viennent s'ajouter des essais faunistiques réalisés récemment. Les premières études sur la limnologie datent du XIX<sup>e</sup> siècle et elles sont limitées le plus souvent à des notes zoologiques, l'écologie n'étant que sommairement abordée (Lakhdari, 2014).

*Matériel et  
méthodes*

## Chapitre II. - Matériel et méthodes

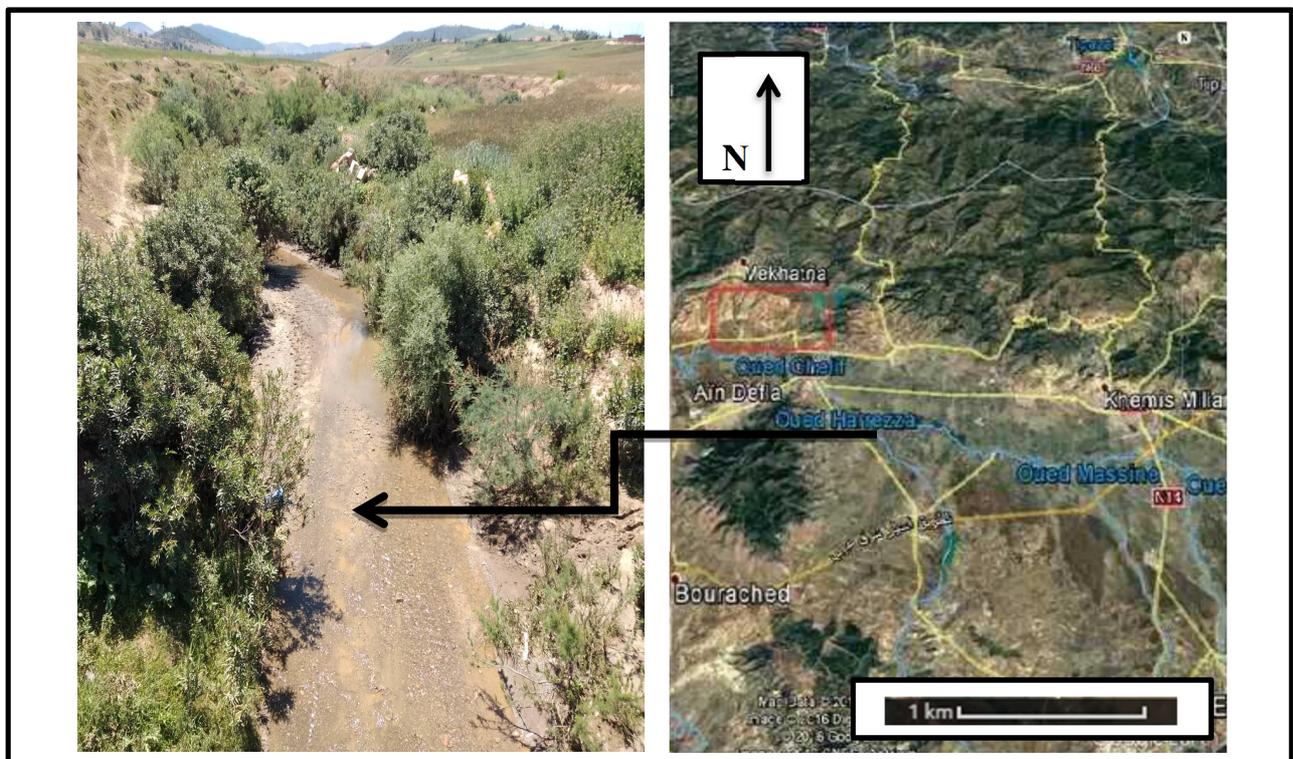
### Chapitre II. - Matériel et méthodes

Dans ce chapitre, la présentation du site d'étude, les protocoles d'analyses physio- chimique et biologiques utilisés sont présentés.

#### 2.1. - Présentation du site d'étude

L'Oued Harreza dans lequel cette étude a été menée se situe à 120 Km à l'Ouest d'Alger dans le sous bassin versant de l'Oued Harreza (attribué du code 0117) qui s'intègre au dans le bassin de l'Oued Cheliff. L'Oued Harreza parcourt une distance de 40,5 Km suivant une orientation Sud-Est vers l'Ouest et draine une superficie de 142 Km<sup>2</sup>. Au Sud du bassin, le relief atteint une altitude de 765 mètres, tandis que le point le plus bas est à l'exutoire avec une altitude de 313 mètres (Meguenni and Remini, 2008).

Les points de mesures et de relevés où s'est déroulée notre étude ont pour coordonnées géographiques (fig. 1) : 2°et 2°40' de Longitude Est ; 36° et 36°40' de latitude Nord sur une altitude moyenne de 450 mètres. Une station piézométrique de référence affiliée à l'ANRH y est implantée.



**Figure 1. - Localisation géographique de la zone d'étude à partir de Google earth**



**Figure 2.** - Station piézométrique de référence affiliée à l'ANRH



**Figure 3.** Canal de mesure de la station de référence de l'ANRH de l'Oued Harreza

## Chapitre II. - Matériel et méthodes

---

### 2.2. - Période d'étude

La durée de cette étude a été fixée à cinq mois, du 24 décembre 2018 au 7 mai 2019, répartie sur 3 prélèvements.

Prélèvement 1 : 24 décembre 2018.

Prélèvement 2 : 13 mars 2019.

Prélèvement 3 : 7 mai 2019.

### 2.3. - Hydrologie

Des mesures de débit ont été effectuées en se basant sur la longueur et la profondeur immergée du canal de référence de l'ANRH ainsi que sur la vitesse de l'eau.

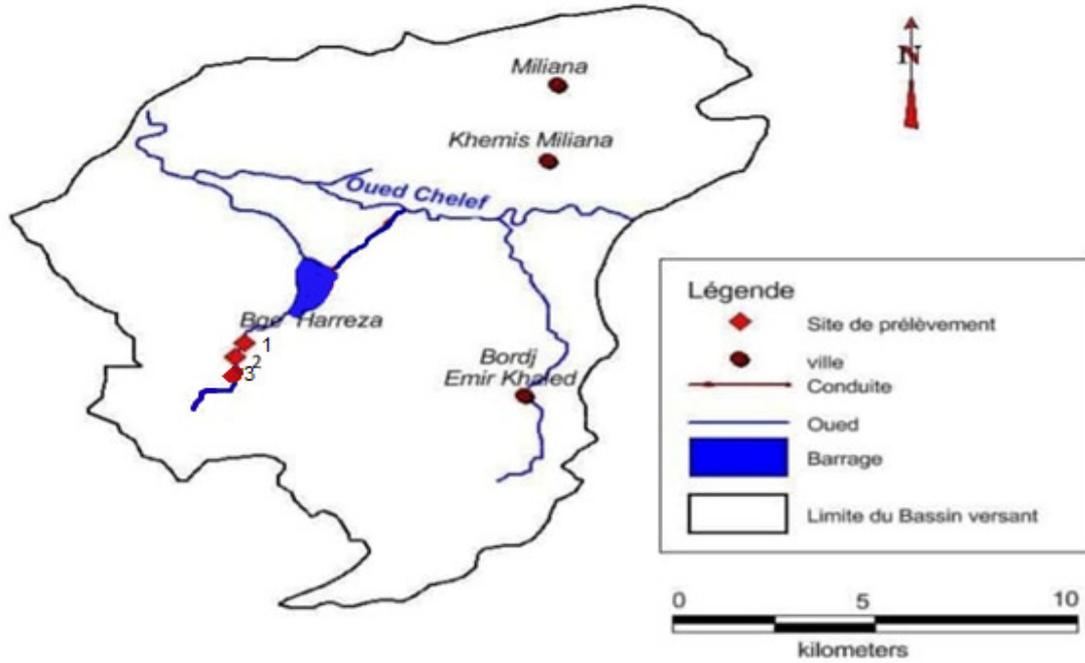
La profondeur d'eau est mesurée par la lecture d'une règle graduée, la longueur du canal est mesurée par un mètre ruban. L'entraînement d'une bouteille mi-flottante par le courant nous a permis de définir le temps.

Le débit est la quantité de matière qui passe à chaque unité de temps à travers une section.

On calcule le débit volumique  $qv$  de la manière suivante :  $qv = V/t$  [ $m^3/s$ ]

### 2.4. - Echantillonnage et analyses de laboratoire

Des prélèvements d'eau et de sédiment ont été effectués sur 3 points localisés dans la zone d'étude (Fig. 4) et sur lesquels des mesures physico-chimiques et biologiques ont été effectuées.



**Figure 4.** - Localisation des points d'échantillonnage d'eaux et de sédiment de l'oued Harreza

### 2.4.1. - Paramètres Physico-chimiques

Les mesures physico-chimiques sont effectuées in situ à l'aide d'un multiparamètre (WTW 3320 SET) et concernent : Température, Oxygène dissous, Saturation en oxygène, Conductivité, TDS, salinité, pH et Potentiel Redox.



**Figure 5.** - Multiparamètre, modèle WTW. Multi 3320 SET 1

## Chapitre II. - Matériel et méthodes

---

Les mesures faites au laboratoire concernent : la DBO5 et les MES

Pour la DBO5, l'eau est prélevée dans des flacons stériles qui sont conservés dans une glacière le temps d'être transportées au laboratoire.



**Figure 6.** - Oxyton pour les mesures de la DBO5

Pour les MES l'échantillon d'eau prélevé est mis dans des flacons stériles qui sont conservés dans une glacière jusqu'à l'arrivée au laboratoire.

Le mode opératoire qui nous a servi pour la détermination des matières en suspension (MES) est celui de Jean Rodier (2009) et consiste à utiliser des filtres GF/F selon le protocole suivant.

- Mouiller le filtre avec de l'eau distillée.
- Mettre dans l'étuve pendant quelques minutes.
- Sortir le filtre, puis le mettre dans le dessiccateur pour refroidissement.
- Peser le filtre sur une balance jusqu'à obtention d'un poids stable.

## Chapitre II. - Matériel et méthodes

---

- Prendre une fiole de 250 ml, laver abondamment avec de l'eau du robinet, puis avec de l'eau distillée.
- Prendre une prise d'essai d'un volume filtrée (200 ml), placer le filtre dans la rampe de filtration.
- Verser le volume d'eau de l'échantillon à filtrer (200 ml) jusqu'à filtration complète.
- Récupérer le filtre et le mettre à l'étuve à 105°C pendant 2 heures.
- Mettre le filtre dans le dessiccateur pendant 15 minutes jusqu'à refroidissement total.
- Peser le filtre.

### 2.4.2. - Paramètres biologiques

Les paramètres biologiques concernent particulièrement la flore et la faune des eaux et du sédiment de l'oued Harreza.

Eau : A l'aide d'un filet à plancton ayant un vide de maille de 20 $\mu$ m l'eau est filtrée.

Sédiment : à l'aide d'une raclette (Type filet Haveneau) le sédiment est prélevé puis passé au tamis (0,1 ; 0,5 ; 1 et 2 mm).

Les échantillons (eau filtrée et sédiment) sont conservés dans des flacons formolés à 5%. Les observations sont faites à la loupe binoculaire (G : 10\*2 et 10\*4) et au microscope optique (G : 10\*4 ; 10\*10 ; 10\*40).

L'identification des espèces a été limitée au groupe taxonomique.



**Figure 7.-** Technique d'échantillonnage de l'eau



**Figure 8.-** Technique d'échantillonnage de sédiment

### 2.5. - Traitement des données

En fonction de la loi normale, des tests d'hypothèses paramétriques et non paramétriques sont appliqués pour comparer les résultats. Si les données répondent à la loi de Gauss alors c'est les lois paramétriques qui sont utilisés. S'ils ne répondent pas à la loi de Gauss c'est les lois non paramétriques. Les tests à posteriori sont utilisés dans le cas de différences significatives entre les variables testées. Des analyses multi variées ont également été appliquées pour visualiser les corrélations entre les paramètres physico-chimiques et biologiques des eaux et des sédiments de l'oued de Harreza. Les calculs sont faits à l'aide de logiciels : Excel (2010) ; Past 3.20 et R Développement Core Team 2010.

# *Résultats*

### Chapitre III. - Résultats

Dans ce chapitre, les résultats hydrobiologiques et ceux relatifs à la diversité biologique sont mis en évidence.

#### 3.1. - Analyses hydrobiologiques

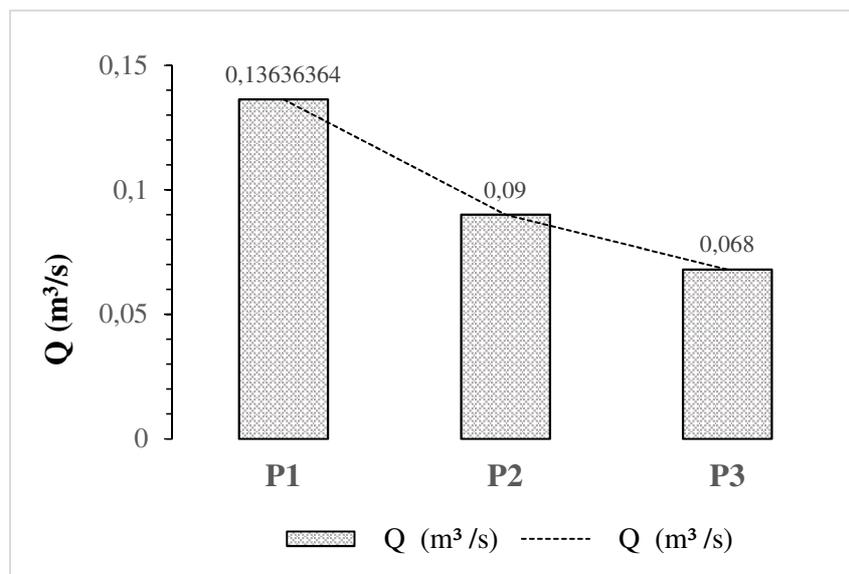
A travers les analyses hydrobiologiques les paramètres hydrologiques, physico-chimiques et biologiques sont définis.

##### 3.1.1. - Paramètres hydrologiques

Parmi les paramètres hydrologiques nous nous sommes limités aux mesures du débit de l'Oued Harreza, qui font ressortir un déclin dans le temps avec 0,136 (m<sup>3</sup>/s) en P1 à 0,068 (m<sup>3</sup>/s) en P3 (tab. 1 ; fig. 9).

**Tableau 1.** - Données relatives au débit de l'oued Harreza. Période : P1, P2, P3

Statistique	P1	P2	P3
Nb. d'observations	3	3	3
Q (m <sup>3</sup> /s)	0,136	0,090	0,068



**Figure 9.** - Evolution du débit de l'oued Harreza

### 3.2. - Paramètres physicochimiques et biologiques

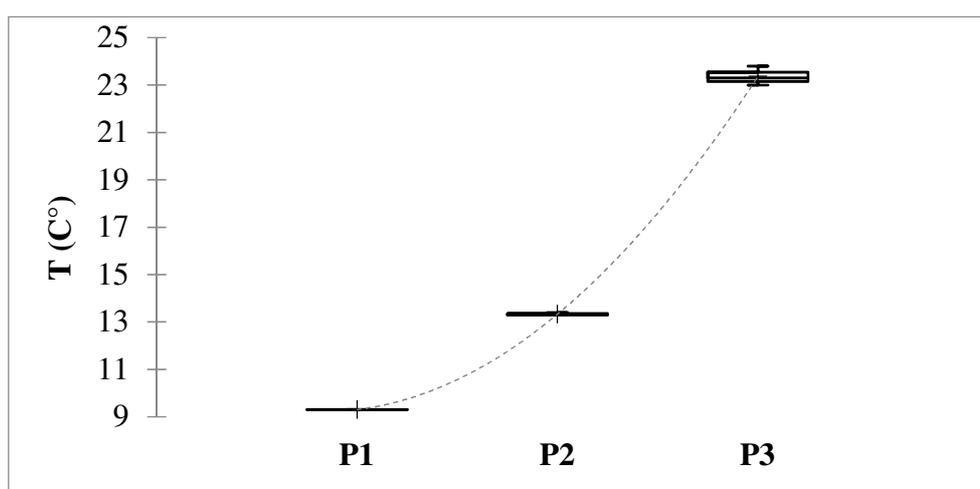
Les paramètres physico-chimiques mesurés concernent : température, oxygène dissous, pH, potentiel-redox, conductivité, TDS, salinité, Matières en suspension et Demande Biochimique en Oxygène.

#### 3.2.1. - Température

Au cours du temps, pendant les trois périodes (tab. 2 ; fig. 10), une différence hautement significative est observée entre les températures de l'eau de l'oued Harreza (Anova,  $p < 0,0001$ ).

**Tableau 2.-** Evolution temporelle de température (°c) des eaux d'oued Harreza

Statistique	P1	P2	P3
Nb. d'observations	3	3	3
Minimum	9,300	13,300	23,000
Maximum	9,300	13,400	23,800
Amplitude	0,000	0,100	0,800
Moyenne	9,300	13,333	23,367
Ecart-type	0,000	0,058	0,404
Coefficient de variation	0,000	0,004	0,014



**Figure 10.-** Variation temporelle de la température des eaux de l'oued Harreza

## Chapitre III. - Résultats

De là sur la base du test post-hoc de Newman-Keuls nous observons 3 groupes homogènes (tab. 3), qui indiquent que les températures ne sont pas similaires pour toutes les périodes et sont minimales avec 9,3°C durant la période P1 (groupe C) et maximales avec 23,3°C durant la période P3 (groupe A). Dans cette dernière période l'amplitude est maximale avec 0,8°C avec un coefficient de variation des plus importants (0,014) à le comparer avec ceux des périodes P1 et P2 (tab. 3).

**Tableau 3.-** Analyse des différences temporelles des températures (°c) de l'oued Harreza selon la méthode de Newman-Keuls

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
P3	23,367	A
P2	13,333	B
P1	9,300	C

### 3.2.2. - Oxygène dissous et Saturation en oxygène

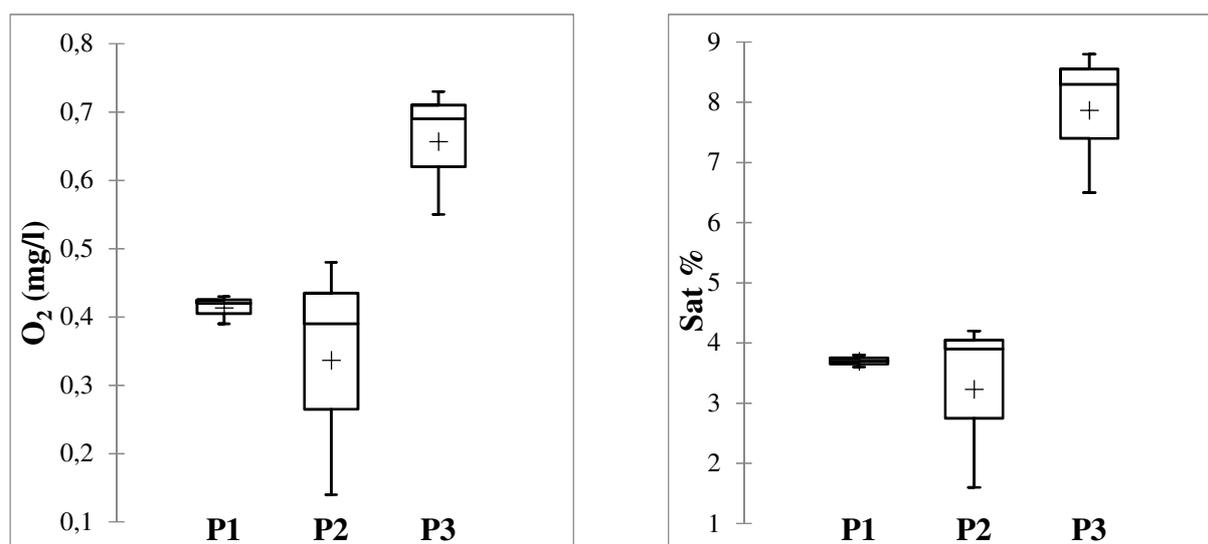
Les teneurs en oxygène dissous de l'oued Harreza, enregistrées au cours des trois périodes, présentent une différence significative (tab. 4 ; fig. 11 ; Anova,  $p=0,034$ ). Elles varient de 0,140mg/l en P1 avec une moyenne de  $0,337 \pm 0,176$  mg/l à 0,73 mg/l en P3 avec une moyenne de  $0,657 \pm 0,095$  mg/l. Il s'avère que l'amplitude la plus importante est de 0,340 mg/l en P2 avec un CV de 0,427, alors que celles des autres périodes sont faibles et varient de 0,04 mg/l à 0,118 mg/l

Les mesures de la saturation en oxygène des eaux d'oued Harreza présentent dans (tab. 4, fig. 11 ; Anova,  $p=0,004$ ), Cette saturation varie de 1,6 mg/l en P2 avec une moyenne de  $3,233 \pm 1,422$  mg/l à 8,8 mg/l en P3 avec une moyenne de  $7,867 \pm 1,210$  mg/l. Il s'avère que l'amplitude la plus importante est de 2,6 mg/l en P2 avec un CV de 0,359 alors que celles des autres périodes sont faibles et varient de 0,022 mg/l à 0,126 mg/l.

## Chapitre III. - Résultats

**Tableau 4.-**Analyses temporelles de l'O<sub>2</sub> dissous (mg/l) et la saturation en oxygène (%) des eaux de l'oued Harreza.

Statistique	O <sub>2</sub> (mg/l)			Saturation (%)		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
<b>Nb. d'observations</b>	3	3	3	3	3	3
<b>Minimum</b>	0,390	0,140	0,550	3,600	1,600	6,500
<b>Maximum</b>	0,430	0,480	0,730	3,800	4,200	8,800
<b>Amplitude</b>	0,040	0,340	0,180	0,200	2,600	2,300
<b>Moyenne</b>	0,413	0,337	0,657	3,700	3,233	7,867
<b>Ecart-type</b>	0,021	0,176	0,095	0,100	1,422	1,210
<b>Coefficient de variation</b>	0,041	0,427	0,118	0,022	0,359	0,126



**Figure 11.-** Evolution de l'O<sub>2</sub> dissous et la saturation en oxygène (%) de l'oued Harreza.

Pour l'oxygène dissous, le test post-hoc de Newman-Keuls révèle 2 groupes homogènes (tab. 5), Le groupe A englobe la teneur la plus élevée enregistrée durant la période P3, alors que le groupe B englobe les teneurs les plus faibles enregistrées au cours des périodes P1, P2.

## Chapitre III. - Résultats

**Tableau 5.-** Analyses différentielle de l'O<sub>2</sub> dissous (mg/l) des eaux de l'oued Harreza

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
P3	0,657	A
P1	0,413	B
P2	0,337	B

Pour la saturation en oxygène, le test post-hoc de Newmans-Keuls révèle 2 groupes homogènes (tab. 6), Le groupe A regroupe la période P3 où la saturation en O<sub>2</sub> est la plus importante et le groupe B regroupe les périodes P1 et P2 où la saturation en O<sub>2</sub> est la plus faibles.

**Tableau 6.-** Analyses différentielles de la saturation en O<sub>2</sub> de l'eau de l'oued Harreza

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
P3	7,867	A
P1	3,700	B
P2	3,233	B

### 3.2.3. - pH

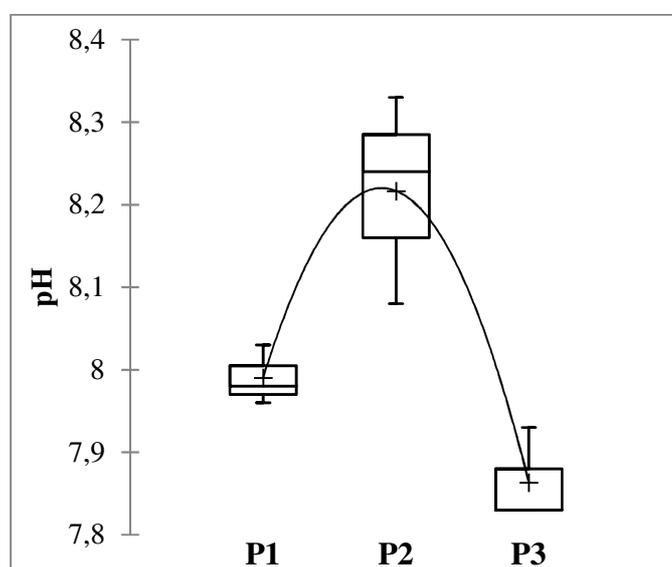
D'un point de vu temporel, le pH de l'oued Harreza montre une différence significative (tab. 7 ; fig. 12 ; Test de Kruskal-Wallis,  $p=0,027$ ).

Le pH le plus bas est de 7,83 au cours de la période P3, alors que le pH le plus élevé est de 8,33 durant la période P2. Il est à noter qu'au cours de cette dernière période, l'amplitude du pH s'avère élevée par rapport à celles des autres périodes avec 0,25 et un coefficient de variation de 0,013.

## Chapitre III. - Résultats

**Tableau 7.-** Relevés temporels du pH des eaux de l'oued Harreza

Statistique	P1	P2	P3
Nb. d'observations	3	3	3
Minimum	7,960	8,080	7,830
Maximum	8,030	8,330	7,930
Amplitude	0,070	0,250	0,100
Moyenne	7,990	8,217	7,863
Ecart-type	0,036	0,127	0,058
Coefficient de variation	0,004	0,013	0,006



**Figure 12.-** Variations temporelles du pH des eaux de l'oued Harreza

Le test post-hoc fait apparaître deux groupes homogènes (tab. 8). Le groupe A est relatif à la période P3, qui a un pH plus bas, tandis que le groupe B est relatif à la période P2 avec le pH le plus élevé. P1 chevauche entre les groupes A et B.

**Tableau 8. -** Comparaisons multiples par paires du pH de l'Oued Harreza suivant la procédure de Dunn

Echantillon	Effectif	Moyenne des rangs	Groupes	
P3	3	2,000	A	
P1	3	5,000	A	B
P2	3	8,000		B

### 3.2.4. - Potentiel redox (PR)

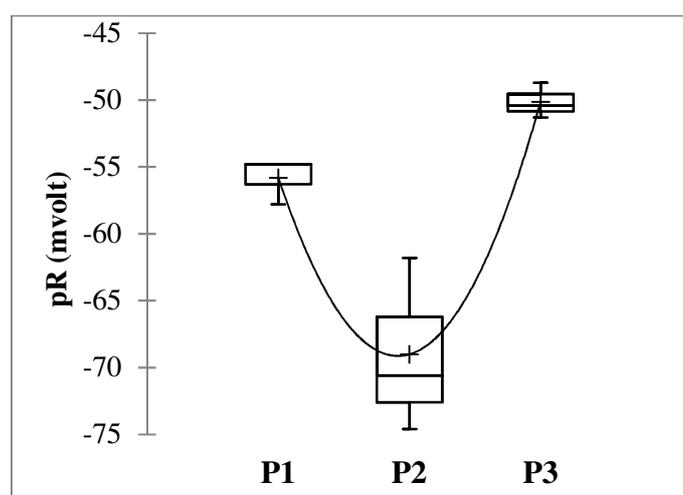
Au cours des trois périodes de mesure (tab. 9 ; fig. 13), une différence hautement significative est observée entre les potentiel redox de l'Oued Harreza (Anova,  $p < 0,0001$ ).

Durant la période P2 l'eau est plus réductrice que durant les périodes P1 et P3. Au cours de la période P2 le potentiel redox évoluent entre -74,6 mV et -61,8 mV avec une moyenne de  $-69,0 \pm 6,5$  mV, une amplitude de 12,8mV et un coefficient de variation de -0,077.

Quant à celui de P1, il varie de -57,8 mV à -54,8 mV avec une moyenne de  $-55,8 \pm 1,7$  mV, une amplitude de 3,0 mV et un coefficient de variation de -0,025. Alors que celui de P3 il varie de -51,3 mV à -48,7 mV avec une moyenne de  $-50,1 \pm 1,3$  mV, une amplitude de 2,6 mV et un coefficient de variation de -0,022.

**Tableau 9.** - Relevés temporels du potentiel Redox (mV) de l'oued Harreza

Statistique	P1	P2	P3
Nb. d'observations	3	3	3
Minimum	-57,800	-74,600	-51,300
Maximum	-54,800	-61,800	-48,700
Amplitude	3,000	12,800	2,600
Moyenne	-55,800	-69,000	-50,133
Ecart-type	1,732	6,548	1,320
Coefficient de variation	-0,025	-0,077	-0,022



**Figure 13.** - Variabilité temporelle de potentiel Redox des eaux de l'oued Harreza

## Chapitre III. - Résultats

Selon le test post-hoc de Dunn, deux groupes homogènes sont identifiés (tab. 10). Le groupe A est relatif à la période P2 avec un Redox le plus faible alors que le groupe B est relatif à la période P3 avec un Redox le plus élevée. La période P1 chevauche entre les groupes A et B.

**Tableau 10.** - Comparaisons multiples par paires du PR suivant la procédure de Dunn

Echantillon	Effectif	Moyenne des rangs	Groupes	
P2	3	2,000	A	
P1	3	5,000	A	B
P3	3	8,000		B

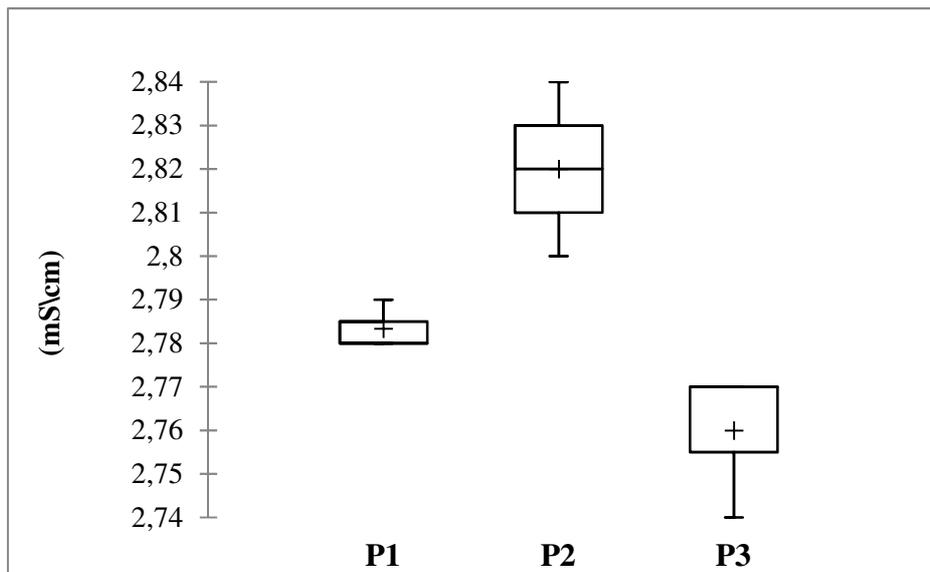
### 3.2.5. - Conductivité

Les relevés de la conductivité de l'Oued Harreza indiquent une différence significative (tab. 11 ; fig. 14 ; test de Kruskal;  $p = 0,026$ ). Elle varie de 2,78 mS/cm à 2,79 mS/cm durant la période P1 avec une moyenne de  $2,78 \pm 0,006$  mS/cm et de 2,80 mS/cm à 2,84 mS/cm au cours de la période P2 avec une moyenne de  $2,82 \pm 0,020$  mS/cm, et de 2,74 mS/cm à 2,77 mS/cm dans la période P3 avec une moyenne de  $2,76 \pm 0,017$  mS/cm.

Les trois périodes présentent des amplitudes respectives de 0,010 ms/cm, 0,040 ms/cm et 0,030 mS/cm avec des coefficients de variations faibles.

**Tableau 11.** - Données relatives à la conductivité (mS/cm) des eaux de l'oued Harreza

Statistique	P1	P2	P3
Nb. d'observations	3	3	3
Minimum	2,780	2,800	2,740
Maximum	2,790	2,840	2,770
Amplitude	0,010	0,040	0,030
Moyenne	2,783	2,820	2,760
Ecart-type	0,006	0,020	0,017
Coefficient de variation	0,002	0,006	0,005



**Figure 14.** - Données relatives à la conductivité des eaux de l’oued Harreza

Le test post-hoc de Dunn, révèle 2 groupes homogènes (tab. 12). Le groupe A est représenté par la période P3 ayant une conductivité faible. Le groupe B est représenté par la période P2 où la conductivité est la plus élevée. La période P1 est intermédiaire entre les groupes A et B.

**Tableau 12.** - Comparaisons multiples par paires de la conductivité de l’oued Harreza suivant la procédure de Dunn

Echantillon	Effectif	Moyenne des rangs	Groupes	
P3	3	2,000	A	
P1	3	5,000	A	B
P2	3	8,000		B

### 3.2.6. - Taux de solides dissous (TDS)

Les relevés de TDS des eaux de l’Oued Harreza indiquent une différence significative (tab. 13 ; Fig. 15 ; Test de Kruskal,  $p = 0,023$ ). Elles varient de 3,1 g/l à 3,1 g/l durant la période P1 avec une moyenne de  $3,1 \pm 0$  g/l et une amplitude de 0g/l. Pour la période P2 elles varient de 3,1g/l à 3,2 g/l avec une moyenne de  $3,2 \pm 0,017$  g/l et une

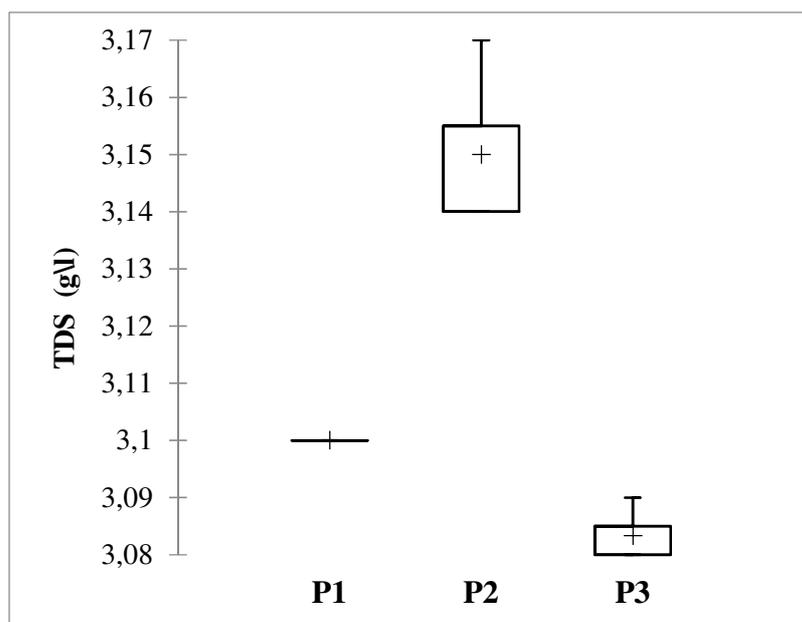
## Chapitre III. - Résultats

amplitude de 0,03 g/l. et de 3,1 g/l à 3,1 g/l dans la période P3 avec une moyenne de  $3,1 \pm 0,006$  g/l et une amplitude de 0,01 g/l.

Les coefficients de variations pour les TDS des trois périodes sont faibles.

**Tableau 13.** - Données relatives au TDS (g/l) des eaux de l'oued Harreza

Statistique	P1	P2	P3
Nb. d'observations	3	3	3
Minimum	3,100	3,140	3,080
Maximum	3,100	3,170	3,090
Amplitude	0,000	0,030	0,010
Moyenne	3,100	3,150	3,083
Ecart-type	0,000	0,017	0,006
Coefficient de variation	0,000	0,004	0,002



**Figure 15.-** Variabilité des TDS (g/l) des eaux de l'oued Harreza

Le test à posteriori de Dunn avec un intervalle de confiance de 95% révèle 2 groupes homogènes (tab. 14). Le groupe A est représenté par la période P3 ayant un TDS faible. Le groupe B est représenté par la période P2 où le TDS est le plus élevée. La période P1 est intermédiaire entre les groupes A et B.

## Chapitre III. - Résultats

**Tableau 14.-** Comparaisons multiples des TDS par paires suivant la procédure de Dunn (Test bilatéral)

Echantillon	Effectif	Moyenne des rangs	Groupes	
P3	3	2,000	A	
P1	3	5,000	A	B
P2	3	8,000		B

### 3.2.7. - Salinité

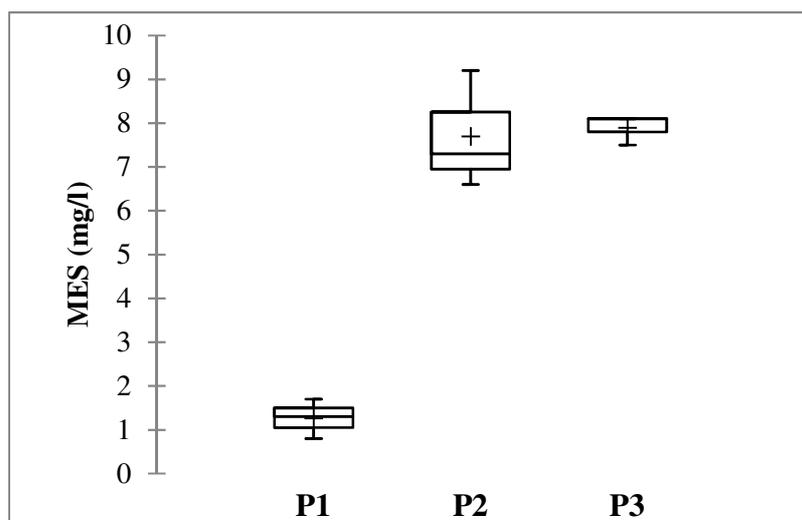
Les relevés de la salinité sont constants avec 1,6% durant les trois périodes.

### 3.2.8. - Matières en suspension (MES)

Au cours du temps, pendant les trois périodes de mesure (tab. 15 ; fig. 16), une différence hautement significative est observée entre les taux de MES de l'oued Harreza (Anova,  $p = 0,00010$ ).

**Tableau 15.-** Relevés temporels des MES (mg/l) de l'oued Harreza

Statistique	P1	P2	P3
Nb. d'observations	3	3	3
Minimum	0,800	6,600	7,500
Maximum	1,700	9,200	8,100
Amplitude	0,900	2,600	0,600
Moyenne	1,267	7,700	7,900
Ecart-type	0,451	1,345	0,346
Coefficient de variation	0,291	0,143	0,036



**Figure 16.** - Variations temporelles des MES de l'oued Harreza

Le test post-hoc de Tukey révèle 2 groupes homogènes (tab. 16). Le groupe A englobe les taux de MES les plus élevés enregistrés durant les périodes P3 et P2 avec respectivement  $7,9 \pm 0,346$  mg/l et  $7,7 \pm 1,345$  mg/l, alors que le groupe B englobe les taux les plus faibles enregistrés au cours de la période P1 avec  $1,267 \pm 0,451$  mg/l.

**Tableau 16.** - Analyses différentielle des MES de l'oued Harreza

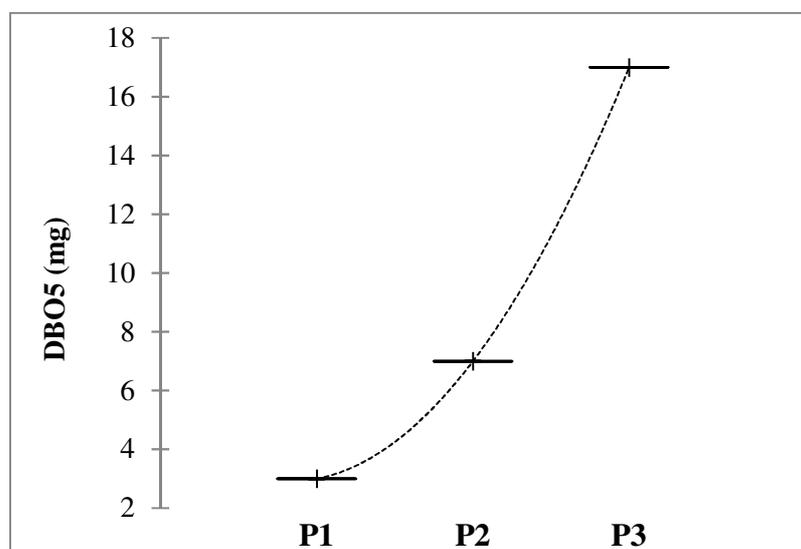
Modalité	Moyenne estimée	Groupes
P3	7,900	A
P2	7,700	A
P1	1,267	B

### 3.2.9. - Demande Biochimique en Oxygène (DBO5)

Les mesures de la DBO5 de l'oued Harreza révèlent une hausse de l'activité aérobie entre les trois périodes (tab. 17 ; fig. 17). Elle est minimale durant la période P1 (3 mg/l) et maximale en P3 (17 mg/l).

**Tableau 17.** - Relevés temporels de la DBO5 des eaux de l'oued Harreza

<b>Statistique</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>
<b>Nb. d'observations</b>	3	3	3
<b>Minimum</b>	3,000	7,000	17,000
<b>Maximum</b>	3,000	7,000	17,000
<b>Amplitude</b>	0,000	0,000	0,000
<b>Moyenne</b>	3,000	7,000	17,000
<b>Ecart-type</b>	0,000	0,000	0,000
<b>Coefficient de variation</b>	0,000	0,000	0,000



**Figure 17.** - Variation temporelle de la DBO5 des eaux de l'oued Harreza

### 3.3. - Diversité biologique

La diversité biologique de l'oued Harreza est définie par les chlorophylliens et les invertébrés qui s'y trouvent.

#### 3.3.1. - Chlorophylliens

Les observations microscopiques des échantillons d'eau de l'oued Harreza ont révélés que les chlorophylliens qui s'y trouvent sont constitués par deux groupes d'espèces : les diatomées et les algues diverses.

## Chapitre III. - Résultats

---

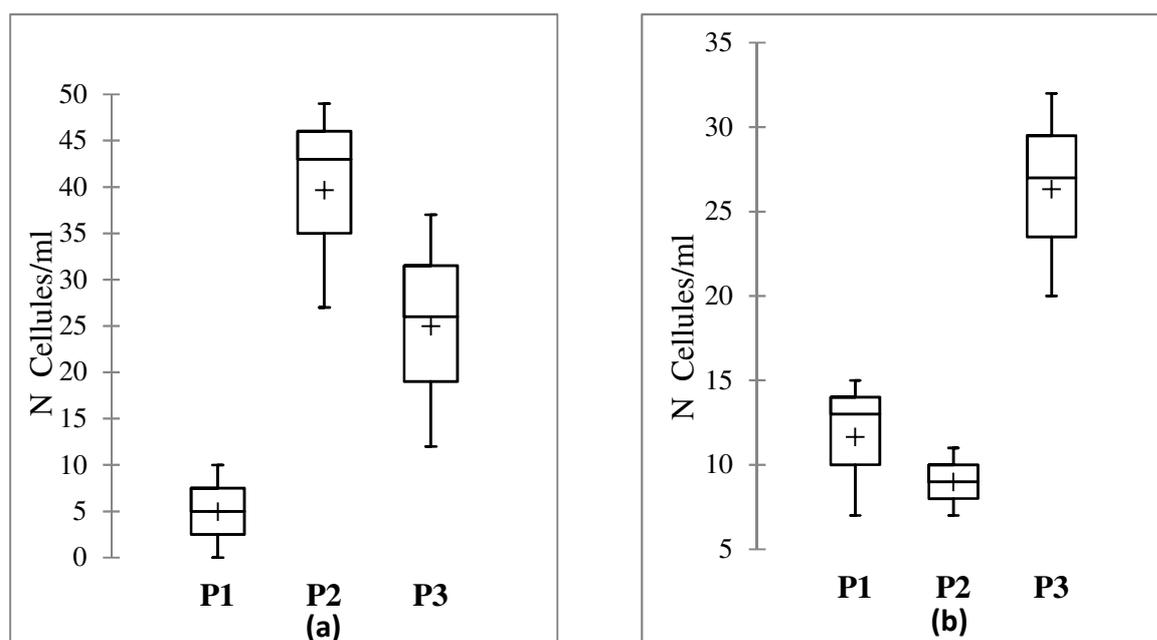
Le nombre de diatomées qui peuplent l'oued Harreza est maximum durant la période P2 avec  $39,667 \pm 11,372$  Cellules/ml. Le faible niveau de diatomées est observé durant la période P1 avec  $5 \pm 5$  Cellules/ml.

Contrairement aux diatomées, les algues diverses sont maximales durant la période P3 avec  $26,333 \pm 6,028$  Cellules /ml alors que leur minimum est observé durant la période P2 avec  $9 \pm 2$  cellules/ml.

Le nombre de diatomées qui peuplent l'oued Harreza varient de  $5,000 \pm 5,000$  cellules/ml à  $39,667 \pm 11,372$  cellules. Alors que les algues diverses varient de  $11,667 \pm 4,163$  cellules/ml en P1 à  $9,000 \pm 2,000$  cellules/ml en P2 à  $32,000$  cellules/ml en P3 avec une moyenne de  $26,333 \pm 6,028$  cellules/ml (tab. 18 ; fig. 18 ; test t,  $p = 0,265$ ).

**Tableau 18.** - Relevé temporelles du nombre de diatomées et d'algues diverses dans l'oued Harreza

Statistique	Diatomées			Algues diverses		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
<b>Nb. d'observations</b>	3	3	3	3	3	3
<b>Minimum</b>	0,000	27,000	12,000	7,000	7,000	20,000
<b>Maximum</b>	10,000	49,000	37,000	15,000	11,000	32,000
<b>Amplitude</b>	10,000	22,000	25,000	8,000	4,000	12,000
<b>Moyenne</b>	5,000	39,667	25,000	11,667	9,000	26,333
<b>Ecart-type</b>	5,000	11,372	12,530	4,163	2,000	6,028
<b>Coefficient de variation</b>	0,816	0,234	0,409	0,291	0,181	0,187



**Figure 18.** - Variations temporelles du nombre de diatomées (a) et d'algues diverses (b) dans l'oued Harreza

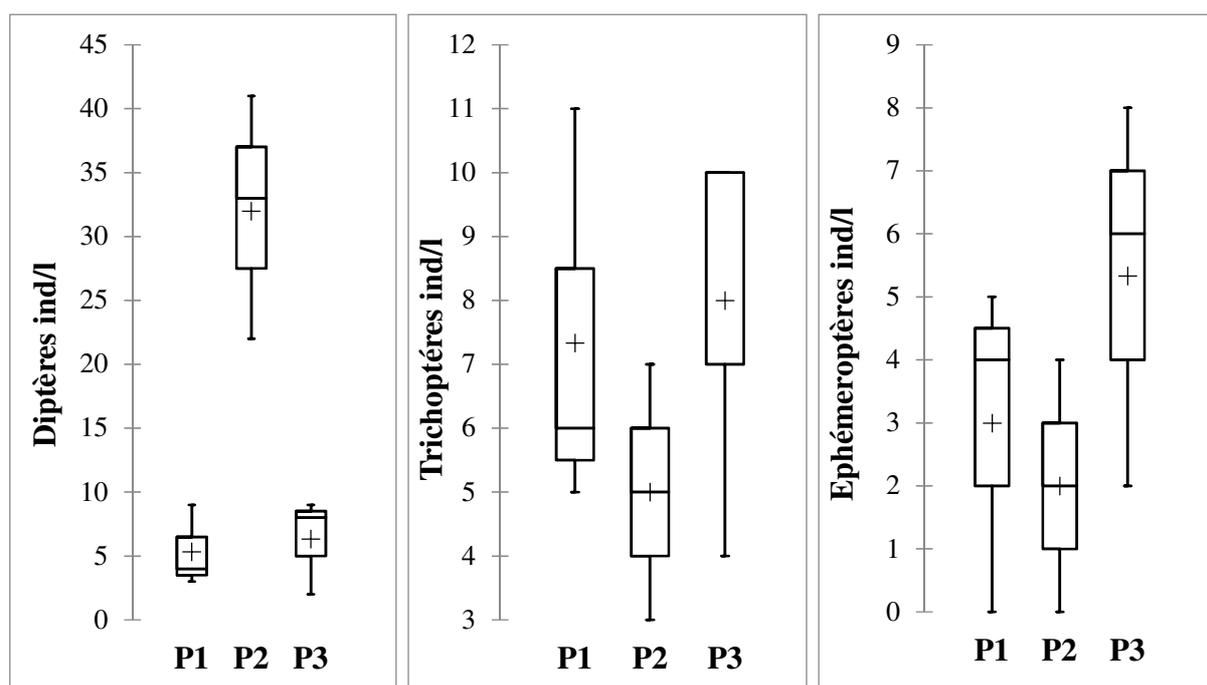
### 3.3.2. - Invertébrés

Les invertébrés qui peuplent l'oued Harreza sont au nombre de 3 taxons : Diptères, Trichoptères et Ephéméroptères.

Une différence significative est observée entre les populations de ces trois taxons (test de Kruskal,  $p = 0,037$  ; tab. 19 ; fig. 19).

**Tableau 19.** - Relevé temporelles du nombre de Diptères, Trichoptères et Ephéméroptères de l'oued Harreza.

Statistique	Diptères			Trichoptères			Ephéméroptères		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Nb. d'observations	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Minimum	3,000	22,000	2,000	5,000	3,000	4,000	0,000	0,000	2,000
Maximum	9,000	41,000	9,000	11,000	7,000	10,000	5,000	4,000	8,000
Amplitude	6,000	19,000	7,000	6,000	4,000	6,000	5,000	4,000	6,000
Moyenne	5,333	32,000	6,333	7,333	5,000	8,000	3,000	2,000	5,333
Ecart-type	3,215	9,539	3,786	3,215	2,000	3,464	2,646	2,000	3,055
CV	0,492	0,243	0,488	0,358	0,327	0,354	0,720	0,816	0,468



**Figure 19.** - Variations temporelles du nombre de Diptères, Trichoptères et Éphéméroptères de l'oued Harreza

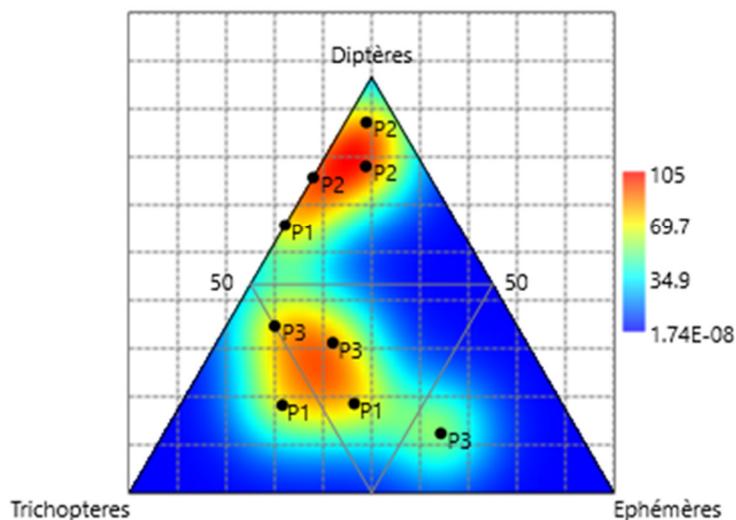
Effectivement, parmi ces trois taxons (tab. 19 ; fig. 19), les diptères ont une densité des plus élevée avec  $32 \pm 9,54$  individus/l au cours de la période P2. Les éphéméroptères quant à eux sont le taxon le moins présent avec  $2 \pm 2$  ind/l durant la période P2 et un coefficient de variation des plus élevés (0,816).

Le test post hoc de Dun fait ressortir deux groupes homogènes (tab. 20): le groupe B est représenté par les diptères et les trichoptères marqués par leurs densités élevées et le groupe A représenté uniquement par les éphéméroptères ayant une densité des plus faibles.

**Tableau 20.** - Comparaisons multiples par paires des trois taxons de l'oued Harreza suivant la procédure de Dunn

Echantillon	Effectif	Moyenne des rangs	Groupes
Éphéméroptères	9	8,556	A
Trichoptères	9	15,944	B
Diptères	9	17,500	B

Cette dominance des diptères est mise en évidence par le diagramme en triplote (fig. 20) à travers lequel « présence et densité » sont mises en évidence par cette tendance vers les diptères et le facteur période.



**Figure 20.** - Diagramme en triplote montrant la tendance temporelle et la dominance des trois taxons

### 3.4. - Diagnose hydrobiologique

Pour mieux comprendre les interactions entre les facteurs qui régissent l'hydrosystème en question en l'occurrence l'oued Harreza, nous avons utilisé d'une part la matrice de corrélation de Pearson qui permet de mettre en évidence les forces de liaison entre divers facteurs et d'autre part une analyse en composante principale pour mieux visualiser la pertinence de ces interactions (tab. 21 et fig. 21).

Par pertinence les corrélations positives sont : l'Oxygène dissous, saturation en oxygène ( $r = 0,964$ ), pression gazeuse partielle ( $r = 0,964$ ), algues diverses ( $r = 0,787$ ) et température ( $r = 0,718$ ). - Le potentiel redox avec les algues diverses ( $r = 0,706$ ). - les MES, DBO5 ( $r = 0,806$ ), diatomées ( $r = 0,776$ ) et température ( $r = 0,721$ ). Les corrélations négatives sont : Débit de l'oued, température, MES et DBO5.

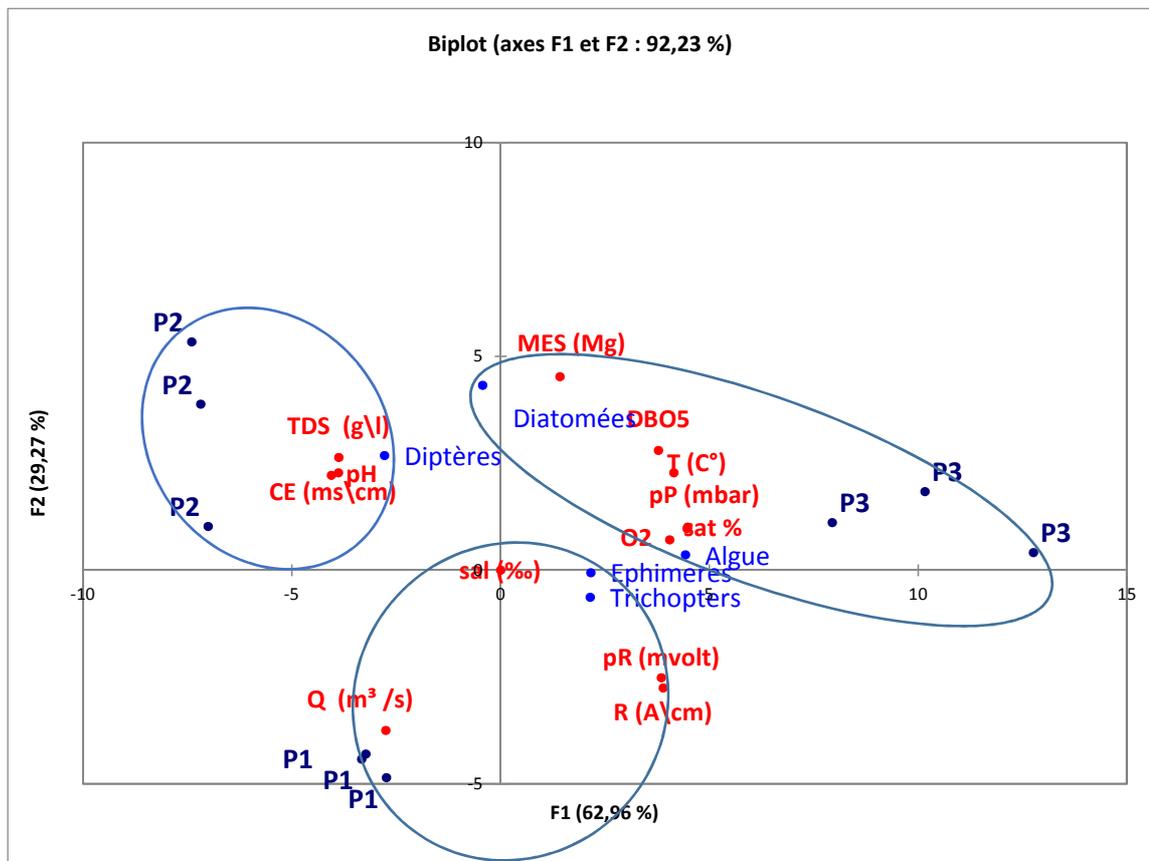
## Chapitre III. - Résultats

L'analyse en composante principale explique à travers ces deux axes 62,96 % des facteurs qui sont liés avec l'axe F1 dont les diatomées, les MES et la DBO5 et 29,27 % ceux qui sont liés avec l'axe F2.

**Tableau 21.-** Matrice de corrélation de Pearson

Var	Q (m <sup>3</sup> /s)	O2	sat %	T (C°)	pP (mbar)	pH	pR (mvolt)	CE (mS\cm)	TDS (g/l)	sal (‰)	MES (Mg)	DBO5
Q (m <sup>3</sup> /s)	<b>1</b>	-0,472	-0,630	<b>-0,902</b>	-0,621	0,143	-0,087	0,170	0,038		<b>-0,934</b>	<b>-0,954</b>
O2	-0,472	<b>1</b>	<b>0,964</b>	<b>0,718</b>	<b>0,962</b>	-0,502	0,511	-0,561	-0,587		0,326	0,652
sat %	-0,630	<b>0,964</b>	<b>1</b>	<b>0,861</b>	<b>0,998</b>	-0,580	0,581	-0,653	-0,641		0,435	<b>0,802</b>
T (C°)	<b>-0,902</b>	<b>0,718</b>	<b>0,861</b>	<b>1</b>	<b>0,852</b>	-0,511	0,474	-0,528	-0,448		<b>0,721</b>	<b>0,990</b>
pP (mbar)	-0,621	<b>0,962</b>	<b>0,998</b>	<b>0,852</b>	<b>1</b>	-0,574	0,581	-0,655	-0,641		0,425	<b>0,792</b>
pH	0,143	-0,502	-0,580	-0,511	-0,574	<b>1</b>	<b>-0,990</b>	<b>0,907</b>	<b>0,870</b>		0,157	-0,405
pR (mvolt)	-0,087	0,511	0,581	0,474	0,581	<b>-0,990</b>	<b>1</b>	<b>-0,915</b>	<b>-0,906</b>		-0,217	0,359
CE (mS\cm)	0,170	-0,561	-0,653	-0,528	-0,655	<b>0,907</b>	<b>-0,915</b>	<b>1</b>	<b>0,934</b>		0,174	-0,424
TDS (g/l)	0,038	-0,587	-0,641	-0,448	-0,641	<b>0,870</b>	<b>-0,906</b>	<b>0,934</b>	<b>1</b>		0,291	-0,323
sal (‰)												
MES (Mg)	<b>-0,934</b>	0,326	0,435	<b>0,721</b>	0,425	0,157	-0,217	0,174	0,291		<b>1</b>	<b>0,806</b>
DBO5	<b>-0,954</b>	0,652	<b>0,802</b>	<b>0,990</b>	<b>0,792</b>	-0,405	0,359	-0,424	-0,323		<b>0,806</b>	<b>1</b>
Diptères	-0,216	-0,623	-0,523	-0,186	-0,507	<b>0,711</b>	<b>-0,732</b>	0,611	<b>0,755</b>		0,380	-0,063
Trichoptères	-0,005	0,659	0,568	0,220	0,589	-0,232	0,305	-0,400	-0,422		-0,069	0,145
Éphémères	-0,286	0,256	0,357	0,456	0,326	-0,364	0,368	-0,332	-0,508		0,141	0,413
Diatomée	-0,628	0,122	0,160	0,322	0,174	0,606	-0,615	0,467	0,535		<b>0,776</b>	0,422
Algues	-0,584	<b>0,787</b>	<b>0,879</b>	<b>0,835</b>	<b>0,891</b>	<b>-0,686</b>	<b>0,706</b>	<b>-0,753</b>	<b>-0,712</b>		0,331	<b>0,764</b>

### Chapitre III. - Résultats



**Figure 21.-** Analyse en composante principale des paramètres physico-chimiques et biologiques

# *Discussion*

### Chapitre IV. - Discussion

L'oued de Harreza se caractérise par des facteurs hydrologiques, physico-chimiques et biologiques qui influencent directement ou indirectement le fonctionnement de l'oued.

#### 4.1. - Hydrologie

Le débit d'eau d'oued Harreza est irrégulier avec 0,136 (m<sup>3</sup>/s) en P1, 0,090(m<sup>3</sup>/s) en P2 et 0,068(m<sup>3</sup>/s) en P3. Cette baisse du débit dans le temps est influencée par le niveau des précipitations qui se réduit dans le sens hivers-été ; qui s'apparente également par une élévation de la température en allant des périodes P1 à P3. Ces constatations ne sont pas récentes et ont été évaluées et confirmées par des séries bioclimatiques qui datent depuis 1930 (Meddi et al., 2009). L'impact des faibles débit peut avoir des méfaits sur le bassin versant en modifiant les flux de matières organiques et la biodynamique des espèces aquatique qui interfère sur la stabilité des hydrosystèmes qui y sont connectés (Melun, 2012; Millerioux et al., 1981).

#### 4.2. - Physico-chimie

Les éléments physico-chimiques de l'eau ont une influence sur sa qualité. Les températures enregistrées durant les trois périodes varient de 9,300(c°) en P1 à 23,000(c°) en P3. Cette hausse échelonnée de la température est définie par le climat: température de l'air, pression atmosphérique ainsi que des phénomènes d'évaporation et de précipitation. Elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous et donc sur la conductivité électrique et le pH. Elle influence aussi la multiplication des micro-organismes, ainsi que leur métabolisme (Hébert and Légaré, 2000; Villeneuve et al., 2006) . Une température trop élevée favorise la croissance des microorganismes (Moussa, 2005).

Cette influence de la température sur les facteurs cités est observée directement par le biais de la matrice de Pearson. De là, des corrélations directes positive sont observées par ordre décroissant : DBO5 ( $r = 0,990$ ), Pression partielle ( $r = 0,852$ ), saturation en oxygène ( $r = 0,861$ ), MES ( $r = 0,721$ ) et Oxygène dissous ( $r = 0,718$ ).

Les valeurs observées révèlent que le pH est légèrement neutre à alcalin au cours les trois périodes. En effet, le pH varie entre 7,960 à 8,030 en P1, 8,080 à 8,330 en P2 et 7,830 à 7,930

en P3, ceci est dû à la présence de carbonates qui permettent de tamponner les eaux qui s'écoulent vers le barrage de Harreza.

Le potentiel redox montre une variabilité temporelle importante. Cette variation peut être expliquée par l'augmentation des substances nutritives durant la saison chaude qui se caractérise par une activité biologique importante et des teneurs en oxygène dissous faibles. Le potentiel redox permet de qualifier une solution aqueuse oxydante ou réductrice. Il est d'une grande importance dans les déroulements des processus chimiques et biochimiques d'un écosystème aquatique (Clooster et al., 2011).

Les résultats obtenus montrent que les valeurs de la conductivité électrique fluctuent entre 2,780 à 2,790ms/cm en P1, 2,800 à 2,840ms/cm en P2 et 2,740 à 2,770ms/cm en P3. Ces valeurs témoignent une minéralisation forte des eaux dans l'oued Harreza. La conductivité suit le rythme de la salinité. Elle est fonction de la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente. Une conductivité élevée exprime une forte minéralisation et elle est considérée comme un bon marqueur de l'origine d'une eau. La conductivité est proportionnelle à la concentration de solides dissous totaux (TDS) (Mettler-toledo, 2014).

Les TDS, reflètent la concentration d'une eau en sels solubles par le biais de son pouvoir électrolytique. D'après les résultats obtenus les TDS de l'eau de l'oued Harreza varient entre une valeur minimale de 3,080g/l, et une valeur maximale de 3,170g/l avec une moyenne de  $3,150 \pm 0,017$ g/l. Ces TDS présentent les mêmes variations pour les trois périodes.

La salinité est constante. Elle correspond à la quantité de sels dissous qui sont le chlorure de sodium (Na Cl) et chlorure de magnésium (MgCl<sub>2</sub>).

La présence de matière en suspension peut être organique ou minérales et varie d'une période à l'autre. Ces fluctuations reflètent le taux de charge en matière en suspension et la vase du fond.

Il est à noter que la corrélation observée entre la DBO<sub>5</sub> et les MES indique que la composition de cette dernière est fortement organique. Ceci est également confirmé par la présence de diatomées ( $r = 0,776$ ). Cette composition des MES par la matière organique et les diatomées est mise en évidence dans plusieurs travaux qui caractérisent la qualité des eaux par la nature de ces MES (Guyot et al., 1989; Hébert and Légaré, 2000; Lapaquellerie et al., 1996; Lefrançois, 2007; Millerioux et al., 1981; Rodier, 2009; Yamaska and Ph, 2010).

Le paramètre DBO5 est un test conventionnel utilisé pour établir un classement qualitatif des eaux de l'oued Harreza et définir l'altération du milieu par les matières organiques biodégradables ; il est influencé par la nature et la quantité des microorganismes présents, le pH et la température. On constate une variation très importante.

Cette variation de paramètre de DBO5 résulte particulièrement de certains facteurs tels que la diversité biologique, le pH et la température qui peuvent influencer en effet de résultat (Keddari, 2015).

### 4.3. - Diversité biologique

Le zooplancton et le zoobenthos jouent un rôle déterminant dans le fonctionnement des réseaux trophiques aquatiques, ils interviennent dans le transfert de la matière et de l'énergie par leurs positions trophiques en tant que proies ou en tant que prédateur par la capture de proies ou déprédateurs de chlorophyllien (algues) par broutage ou par filtration (Djezzar et al., 2014) , ce qui leur confère un rôle de régulateur dans l'écosystème et les invertébrés jouent un rôle essentiel car ils constituent la principale nourriture des poissons, certains amphibiens et oiseaux (Koudenoukpo et al., 2017).

-Les Diatomées sont un des composants majeurs du phytoplancton, elles jouent un rôle important dans la chaîne alimentaire, elles contribuent largement à la fixation de dioxyde de carbone atmosphérique, et donc au cycle du carbone, ainsi qu'au cycle du silicium, et les Diatomées sont des indicateurs de qualité des eaux (Cyril, 2006).

-Les algues jouent un rôle fondamental dans la Nature Vivante. Elles sont à la base des réseaux trophiques aquatiques des chaînes alimentaires. Les algues ont habituellement un cycle de vie rapide, ce qui en fait un bioindicateur efficace pour les impacts qui ont lieu sur une courte période, la prolifération d'algues favorise la santé des populations de nombreuses espèces de poissons et de crustacés (Mckinney, 2018).

-Les Diptères constituent des proies pour certaines espèces d'insectes et poissons et malgré le caractère désagréable ou dangereux de Diptères, mais elles jouent un rôle écologique important. Elles participent pour une large part à l'élimination des excréments (espèces coprophages) et des cadavres (espèces nécrophages) (Elouar, 2000).

## Chapitre IV. – Discussion

---

-Les Trichoptères jouent un rôle dans la dynamique de chaîne alimentaire et dans l'économie des écosystèmes aquatiques car ils sont très nombreux et leur régime alimentaire est très varié (Masselot and Dortel, 2004).

-Les Éphéméroptères jouent un rôle important pour le réseau trophique, en particulier pour l'alimentation des poissons et de certaines chauves-souris. Les Éphéméroptères font partie des bioindicateurs d'eau peu polluée utilisés pour le suivi de la qualité des milieux aquatiques (Moisan et al., 2010).

*Conclusion*

### Conclusion

La caractérisation hydrobiologique de l'oued Harreza qui porte sur l'hydrologie, la physico-chimie et la biologie, fait ressortir :

- Le débit de l'oued Harreza s'atténue dans le temps dans le sens Hiver-Eté.
- La température est différente durant les trois périodes. Elle est favorable pour le développement et la multiplication des micro-organismes.
- L'oxygène dissous est influencé par l'activité biologique, la température, MES.
- Le pH des eaux d'oued Harreza légèrement alcalin entre une moyenne de 7,863 à 8,217.
- La conductivité varie de 2,760 à 2,820 mS/cm. Ces valeurs témoignent d'un fort processus de minéralisation au même titre que les TDS qui reflètent la concentration d'une eau en sels solubles par le biais de son pouvoir électrolytique et qui révèlent que les eaux de l'oued Harreza sont appelées à subir une minéralisation au cours de leurs acheminements vers le milieu récepteur.
- La présence de matière en suspension peut être organique ou minérales et varie d'une période à l'autre.
- Les analyses physicochimiques des eaux en P3 montrent une augmentation de certains indicateurs de la pollution, comme la DBO5 et la température par rapport à P1 ce qui implique une probable pollution organique.

La diversité biologique de l'oued Harreza est définie par la diversité faunistique relative aux chlorophylliens et aux invertébrés qui s'y trouvent.

- Les chlorophylliens sont constitués par 2 groupes d'espèces : les diatomées et les algues diverses.
- Les invertébrés qui peuplent l'oued Harreza sont au nombre de 3 taxons : Diptères, Trichoptères et Ephéméroptères.

La diversité biologique est liée aux facteurs physico-chimiques et hydrologiques.

# *Bibliographie*

## Bibliographie

- Bendahmane, I., 2015. Ecologie et gestion conservatoire de la biodiversité continentale dans les écosystèmes méditerranéens. Université Abou-BakerBelkaid Tlemcen Faculté, p.123.
- Campeau, S., 2010. Suivi biologique des cours d'eau du bassin versant de la rivière Yamaska à l'aide de l'indice IDEC (2009-2010). Rapport déposé à l'Organisme de bassin versant de la Yamaska (OBV Yamaska).
- Djezzar, M., Rybarczyk, H., Meziane, T., Doumandji, S.E., 2014. Influence of hydrologic regime on zooplanktonic diversity of harreza dam (haut-cheliff) ain defla Algeria. *Int. J. Zool. Res.* 35–48.
- Elouar, J.-N., 2000. Diptères, caractères généraux, clés systématiques et familles peu importantes, p26.
- Guyot, J.-L., Roche, M.-A., Bourges, J., 1989. Etude de la physico-chimie et des suspensions des cours d'eau de l'Amazonie bolivienne: l'exemple du Rio Béni, in: Journées Hydrologiques de l'ORSTOM, At Montpellier (France), p. 45.
- Hallouz, F., Alirahmani, S., Meddi, M., 2015. Évaluation de transport solide dans un bassin rural, cas du bassin versant de l'oued harreza, bassin Cheliff (nord-ouest d'Algerie), p.1.
- Harkat, S., Arabi, M., Taleb, S., 2011. Impacts des activités anthropiques sur l'érosion hydrique et la pollution de l'eau de surface dans le bassin versant du Cheliff, Algérie. Centre universitaire de Khemis Miliana, Ain Defla, Algérie, p.75.
- Hébert, S., Légaré, S., 2000. Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau. Ministère l'Environnement Gouv. du Québec, 1–48.
- Keddari, D., 2015. Mise au point des techniques de mesure de la DBO5, des formes azotées et des paramètres physiques des eaux superficielles, p.53.
- Keef, T., Elliott, S., Naiman, R., 2017. introduction to watershed ecology. university of Washington, p.37.
- Koudenoukpo, C.Z., Chikou, A., Zebaze, S.H.T., Mvondo, N., Hazoume, R.U.S., Houndonougbo, P.K., Mensah, G.A., Laleye, P.A., 2017. Zooplanktons et

- Macroinvertébrés aquatiques : vers un assemblage de bioindicateurs pour un meilleur monitoring des écosystèmes aquatiques en région tropicale, 20, 276–287.
- Lakhdari, F., 2014. Contribution à la connaissance de la stygofaune d'Algérie: Etude de la qualité de l'eau et la faune aquatique des puits de la région de Mascara (Nord Ouest Algérien). Université Abou bakr Belkaid-Tlemcen, p.89.
- Lapaquellerie, Y., Maillet, N., Jouanneau, J. M., Coakley, J. P., & Latouche, C. (1996). Flux de matières en suspension et de cadmium dans le Lot. *Hydroécologie Appliquée*, 8, 173-191.
- Lefrançois, J., 2007. Dynamiques et origines des matières en suspension sur de petits bassins versants agricoles sur schiste. Université Rennes 1, Rennes, p.261.
- Madani, D., 2008. Relation entre le couvert végétal et les conditions édaphiques en zone a déficit hydrique. Université de El Hadj Lakhdar - Batna, p.8.
- Masselot, G., Dortel, F., 2004. *Enoicyla pusilla* (Burmeister, 1839) (Trichoptère Limnephilidé) [WWW Document], 134, 23-36.
- Mckinney, C.J., 2018. Ecological Importance of Algae. Florida, p.2.
- Meddi, M., Talia, A., Martin, C., 2009. Évolution récente des conditions climatiques et des écoulements sur le bassin versant de la Macta (Nord-Ouest de l'Algérie), *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*. Martin, Claude, p.84.
- Meguenni, Remini, 2008. Evaluation du debit solide dans le bassin versant de Harreza (Algeria). *Larhyss J.* ISSN 1112-3680, n° 07, Juin 2008, pp. 7-19 2008 Tous droits réservés, 13, 7–19.
- Melun, G., 2012. Evaluation des impacts hydromorphologiques du rétablissement de la continuité hydro-sédimentaire et écologique sur l'Yerres aval. Université Paris-Diderot-Paris VII, p.335.
- Mettler-toledo, 2014. Guide des mesures de conductivité, p.59.
- Millerioux, G., Gregoire, A., Champeau, A., 1981. Les populations de Diatomées d'une rivière à débit régulé: le Verdon, in: *Annales de Limnologie-International Journal of*

- Limnology. EDP Sciences, 63–77.
- Mohammedi, I.E., Mayou, O., 2015. Evolution du transport solide et la qualité des eaux Cas du bassin versant de l'oued Harraza dans dans wilaya d'Ain defla. Djilali Bounaama, Khemis-Miliana, Algérie, p.117.
- Moisan, J., Gagnon, É., Pelletier, L., Piedboeuf, N., 2010. Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, p.89.
- Moussa, H., 2005. Caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines. Université de Bamako, p.119.
- Mozas, M., Ghosn, A., 2013. État des lieux du secteur de l' eau en algérie. Institut de prospective économique du monde méditerranéen, p.25.
- Rezak, S., 2014. Hydrologie Algerienne : synthese des apports de crues sur SIG. Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed boudiaf Faculté, p.154.
- Rodier, J., 2009. L'analyse de l'eau. 9e édition, 9e édition. ed, dundo (éditeur), Paris, Fr. France, p.1579.
- Thomas, A., 1979. L'importance des Diptères dans l'environnement de quelques cours d'eau des pyrénées, 1-11
- Touhari, F., 2004. Étude de la qualité des eaux au nord-ouest (Cas du bassin de Haut Cheliff). École Nationale Supérieure d'Hydraulique Blida - Algérie,1-12
- Villeneuve, V., Légaré, S., Painchaud, J., Vincent, W., 2006. Dynamique et modélisation de l'oxygène dissous en rivière. Rev. des Sci. l'eau/Journal Water Sci., 19, 259–274.

# *Annexes*

## Annexe A

**Tableau 22.-** Matrice de corrélation de Pearson diagnose hydrobiologique

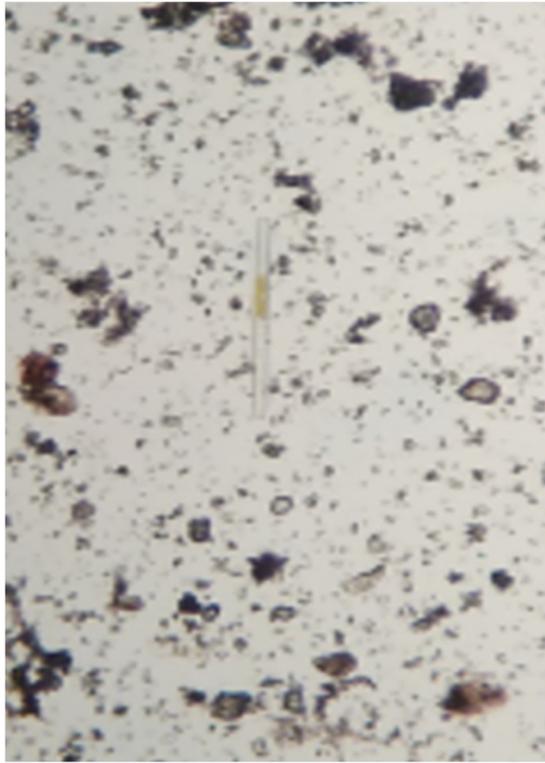
Variables	Q (m <sup>3</sup> /s)	O2	sat %	T (C°)	pP (mbar)	pH	pR (mvolt)	CE (ms\cm)	R (A\cm)	TDS (g\l)	MES (Mg)	DBO5	Diptères	Trichoptère s	Ephémère s	Diatomée s	Algue
Q (m <sup>3</sup> /s)	<b>1</b>	-0,472	-0,630	<b>-0,902</b>	-0,621	0,143	-0,087	0,170	-0,026	0,038	<b>-0,934</b>	<b>-0,954</b>	-0,216	-0,005	-0,286	-0,628	0,584
O2	-0,472	<b>1</b>	<b>0,964</b>	<b>0,718</b>	<b>0,962</b>	-0,502	0,511	-0,561	0,583	-0,587	0,326	0,652	-0,623	0,659	0,256	0,122	<b>0,787</b>
sat %	-0,630	<b>0,964</b>	<b>1</b>	<b>0,861</b>	<b>0,998</b>	-0,580	0,581	-0,653	0,633	-0,641	0,435	<b>0,802</b>	-0,523	0,568	0,357	0,160	<b>0,879</b>
T (C°)	<b>-0,902</b>	<b>0,718</b>	<b>0,861</b>	<b>1</b>	<b>0,852</b>	-0,511	0,474	-0,528	0,434	-0,448	<b>0,721</b>	<b>0,990</b>	-0,186	0,220	0,456	0,322	<b>0,835</b>
pP (mbar)	-0,621	<b>0,962</b>	<b>0,998</b>	<b>0,852</b>	<b>1</b>	-0,574	0,581	-0,655	0,631	-0,641	0,425	<b>0,792</b>	-0,507	0,589	0,326	0,174	<b>0,891</b>
pH	0,143	-0,502	-0,580	-0,511	-0,574	<b>1</b>	<b>-0,990</b>	<b>0,907</b>	<b>-0,916</b>	<b>0,870</b>	0,157	-0,405	<b>0,711</b>	-0,232	-0,364	0,606	<b>0,686</b>
pR (mvolt)	-0,087	0,511	0,581	0,474	0,581	<b>-0,990</b>	<b>1</b>	<b>-0,915</b>	<b>0,938</b>	<b>-0,906</b>	-0,217	0,359	<b>-0,732</b>	0,305	0,368	-0,615	<b>0,706</b>
CE (ms\cm)	0,170	-0,561	-0,653	-0,528	-0,655	<b>0,907</b>	<b>-0,915</b>	<b>1</b>	<b>-0,967</b>	<b>0,934</b>	0,174	-0,424	0,611	-0,400	-0,332	0,467	<b>0,753</b>
R (A\cm)	-0,026	0,583	0,633	0,434	0,631	<b>-0,916</b>	<b>0,938</b>	<b>-0,967</b>	<b>1</b>	<b>-0,984</b>	-0,302	0,311	<b>-0,769</b>	0,423	0,419	-0,588	<b>0,691</b>
TDS (g\l)	0,038	-0,587	-0,641	-0,448	-0,641	<b>0,870</b>	<b>-0,906</b>	<b>0,934</b>	<b>-0,984</b>	<b>1</b>	0,291	-0,323	<b>0,755</b>	-0,422	-0,508	0,535	<b>0,712</b>
MES (Mg)	<b>-0,934</b>	0,326	0,435	<b>0,721</b>	0,425	0,157	-0,217	0,174	-0,302	0,291	<b>1</b>	<b>0,806</b>	0,380	-0,069	0,141	<b>0,776</b>	0,331
DBO5	<b>-0,954</b>	0,652	<b>0,802</b>	<b>0,990</b>	<b>0,792</b>	-0,405	0,359	-0,424	0,311	-0,323	<b>0,806</b>	<b>1</b>	-0,063	0,145	0,413	0,422	<b>0,764</b>
Diptères	-0,216	-0,623	-0,523	-0,186	-0,507	<b>0,711</b>	<b>-0,732</b>	0,611	<b>-0,769</b>	<b>0,755</b>	0,380	-0,063	<b>1</b>	-0,489	-0,394	0,659	0,426
Trichoptère	-0,005	0,659	0,568	0,220	0,589	-0,232	0,305	-0,400	0,423	-0,422	-0,069	0,145	-0,489	<b>1</b>	0,030	-0,016	0,565
Éphémères	-0,286	0,256	0,357	0,456	0,326	-0,364	0,368	-0,332	0,419	-0,508	0,141	0,413	-0,394	0,030	<b>1</b>	-0,212	0,339
diatomées	-0,628	0,122	0,160	0,322	0,174	0,606	-0,615	0,467	-0,588	0,535	<b>0,776</b>	0,422	0,659	-0,016	-0,212	<b>1</b>	0,067
Algue	-0,584	<b>0,787</b>	<b>0,879</b>	<b>0,835</b>	<b>0,891</b>	<b>-0,686</b>	<b>0,706</b>	<b>-0,753</b>	<b>0,691</b>	<b>-0,712</b>	0,331	<b>0,764</b>	-0,426	0,565	0,339	0,067	<b>1</b>

**Tableau 23.-** Paramètres physico-chimiques et biologiques de l'oued Harreza

Paramètre/ Espèce	Oued Harreza								
	S1			S2			S3		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Q (m <sup>3</sup> /s)	0,136	0,136	0,136	0,090	0,090	0,090	0,068	0,068	0,068
O2	0,39	0,42	0,43	0,14	0,39	0,48	0,55	0,73	0,69
%	3,6	3,7	3,8	1,6	3,9	4,2	6,5	8,8	8,3
T (C°)	9,3	9,3	9,3	13,4	13,3	13,3	23	23,3	23,8
pP (mbar)	7,3	7,7	7,7	3,6	7,8	8,5	12,4	17,7	17
pH	7,98	7,96	8,03	8,08	8,33	8,24	7,83	7,83	7,93
pR (mvolt)	-54,8	-54,8	-57,8	-61,8	-74,6	-70,6	-50,4	-48,7	-51,3
CE (mS\cm)	2,79	2,78	2,78	2,8	2,82	2,84	2,77	2,74	2,77
R (A\cm)	360	360	360	356	355	353	361	363	361
TDS (g/l)	3,1	3,1	3,1	3,14	3,14	3,17	3,09	3,08	3,08
sal (‰)	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
MES (Mg)	1,7	0,8	1,3	6,6	7,3	9,2	8,1	7,5	8,1
DBO5	0	0	0	7	7	7	17	17	17
Diptères	3	9	4	41	33	22	2	8	9
Trichoptères	6	5	11	3	5	7	4	10	10
Ephémères	5	0	4	2	4	0	8	2	6
Diatomée	0	10	5	27	49	43	12	26	37
Algue	7	13	15	11	7	9	20	27	32



**Figure 22.- algue sous microscope**



**Figure 23.- diatomées sous microscope**



**Figure 24.- diptères sous microscope**



**Figure 25.- Trichoptères sous microscope**



Figure 26.- Éphémères sous microscope