**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE DE MEDEA**

**FACULTE DES SCIENCES**



# Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de **Master**

En Ecologie et Environnement

**Spécialité :** Ecologie

**Par :**

**Fethallah fatima zahra**

**Riane zineb**

**Thème :**

# EVALUATION ECOLOGIQUE DES EAUX DE L'OUED CHEFFA, MEDEA

Soutenue publiquement le : 24 /06 /2024., Devant le jury composé de :

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Ghalem Naima** | **MCB** | U. Médéa | Président |
| **Ait Mouheb Hocine** | **MCB** | U. Médéa | Examinateur |
| **Hamza Imane** | **MCB** | U. Médéa | Encadreur |
| **Keddari Dounia** | **MRB** | CRAT Constantine | Co-Encadreur |

**Année universitaire 2023/2024**


بسم الله الرحمن الرحيم

# *Remerciement*

*Avant tous, nous remercions le bon Dieu, grand miséricordieux de nous*
*avoir donner la patience, le courage et la volonté pour réaliser ce travail .*
*Je serai toujours infiniment reconnaissant envers celle qui m'a donné l'occasion de faire ce mémoire,* ***Mme. HAMZA Imane,*** *notre promotrice de cette étude, qui nous a beaucoup aidés par ces précieux conseils pour que ce travail voie le jour et nous a guidé de ces précieux conseils et suggestions, et la confiance qu'elles nous a témoignée tout au long de ce travail.*

*Nous tenons à exprimer nos plus sincères remerciements au* ***Dr GHALEM Naima maitre de Conférence B*** *à l'université Yahia Farés Médéa, d'avoir accepté de présider notre jury, et un très grand merci à* ***Dr AIT MOUHEB Hocine maitre de Conférence B*** *à l'université Yahia Farés Médéa, d'avoir accepté et pris de temps et l'expertise nécessaires à l'évaluation de ce travail.*

*Nous tenons à remercier également à* ***Mr DAHMANI*** *le directeur de la circonscription des forets de Médéa (Ouezra) et bien sûr les sieurs* ***LAKRIDE Ahmed et Djamel****, et* ***Mr. ABDOU Mohamed*** *le chef de l'office de l'approvionnement en eau potable de la direction des ressources en eau de la wilaya de Médéa pour les efforts qu'ils ont fourni pour avoir assuré .la partie pratique à Tamezguida.*

*Nous remercions également toutes les personnes qui ont contribué de près*

*Ou de loin au bon déroulement de ce travail.*

# Dédicace

Je remercier en premier lieu ALLAH (mon dieu) de m'avoir donné courage, santé et patience pour achever ce travail.

Avec beaucoup d'amour et de respect, Je dédie ce modeste travail :

A mon père FETHALLAH Imbarek, que dieu ait pitié de lui
A ma mère ABDI Malika, qui je souhaite une bonne santé

Grâce à leurs tendres encouragements, leurs grands sacrifices, leurs soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études et toute ma vie.

A mes frères Mohamed et Abd El Kader

A mes chères sœurs Rachida, Akila, Khadidja, Hizia et la femme de mon frère Fatima

A mon cher binôme Zineb

Pour ses soutiens moral et leurs encouragements bénéfiques.

A toute ma famille

A tous mes amies

Je remercie toutes les personnes qui ont contribué de la réalisation de ce projet de fin d'étude.

Fethallah Fatima zahra

# Dédicace

Je remercier en premier lieu ALLAH (mon dieu) de m'avoir donné courage, santé et patience pour achever ce travail.

Avec beaucoup d'amour et de respect, Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents (RIANE Mennad et BOUTI Hadda)
Je leur souhaite une bonne santé

Grâce à leurs tendres encouragements, leurs grands sacrifices, leurs soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études et toute ma vie.

A mes frères Mohamed, Slami, Ismail, Ben Azouz

A mes chères sœurs Aicha et Fatma

A mon cher binôme Fatima Zahra

Pour ses soutiens moral et leurs encouragements bénéfiques.

A toute ma famille

A tous mes amies

Je remercie toutes les personnes qui ont contribué de la réalisation de ce projet de fin d'étude.

Riane Zineb

**Résumé**

La présente étude traite l'évaluation écologique de la qualité de l'eau sur la disponibilité des macroinvertibrés aquatiques dans l'Oued Chiffa en touchant les quatre stations suivantes : Oued Tamezguida, Oued Mouzaia, Oued El Djir et Oued El Merdja entre 496 m à 282 m d'altitude. Ce travail porte sur la biodiversité et les caractéristiques des macroinvertébrés dans l'Oued Chiffa. Grâce à des échantillons prélevés mensuellement entre mars et mai 2024. Avec la sélection de zones soigneusement étudiées qui conviennent à notre travail. Notre étude a porté sur l'inventaire des macroinvertébrés benthiques et l'analyse de la qualité physique de l'eau de l'Oued Chiffa. Les différents indicateurs utilisés comme, la richesse spécifique, l'indice de diversité de Shannon , l'indice de Simpson , l'indice de

structure et l'indice biologique , ont montré que les oueds étudiéspossèdent une diversité moyenne à importante , Cela contribue à la conservation des habitats des oueds. L'approche biologique complémentaire par l'analyse des peuplements de macroinvertébrés a permis de recenser 19737 individus répartis en 24 familles : Les principaux groupes zoologiques sont : les Diptères, les Coléoptère s, les Éphéméroptères, les Plécoptères, les Trichoptères, de plus, les Mollusques, les Mégaloptères, les Odonates et les Nématodes. Quant à l'évaluation de la qualité physique des cours d'eau, elle a montré une légère variation de la qualité de l'eau de mauvaise à bonne, principalement dû aux facteurs du milieux, la pollution (anthropique et organique) et aux activités humaines principalement élevages des animaux (les Bovins, les Équidés et les Canidés). En conséquent, on dit qu'il n'y a qu'un seul Oued qui contient de l'eau douce, c'est le Oued el Merdja.

**Les mots clés :** Évaluation écologique, les macroinvertibrés, Oued Chiffa, la conservation des habitats des oueds, l'eau douce

## Abstract

The present study focuses on the ecological assessment of water quality and its impact on aquatic macroinvertebrates in Oued Chiffa, specifically at four stations: Oued Tamezguida, Oued Mouzaia, Oued El Djir, and Oued El Merdja, ranging in altitude from 496 m to 282 m. Samples were collected monthly between March and May 2024.The study aims to document the biodiversity and characteristics of macroinvertebrates in Oued Chiffa. Carefully selected study zones were chosen to suit the research objectives. The investigation included an inventory of benthic macroinvertebrates and an analysis of the physical water quality of Oued Chiffa.Various ecological indicators such as species richness, Shannon diversity index, Simpson index, structural index, and biological index were utilized. These indicators showed that the studied watercourses exhibit moderate to significant diversity, contributing to the conservation of river habitats.The biological approach, through the analysis of macroinvertebrate populations, identified a total of 19,737 individuals belonging to 24 families. The main zoological groups observed included Diptera, Coleoptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, as well as Mollusca, Megaloptera, Odonata, and Nematoda.Evaluation of the physical water quality indicated slight variations from poor to good, primarily influenced by environmental factors such as anthropogenic and organic pollution, and human activities such as animal husbandry (cattle, equines, canids). Notably, Oued El Merdja was identified as the sole watercourse containing freshwater among those studied.In summary, this study underscores the ecological evaluation of water quality and the availability of aquatic macroinvertebrates in Oued Chiffa, highlighting the importance of these indicators in understanding and conserving river habitats. The findings emphasize the need for sustainable management practices to mitigate environmental impacts and preserve freshwater ecosystems.

Keywords: Ecological assessment, macroinvertebrates, Oued Chiffa, conservation of river habitats, freshwater

**ملخص**

الدراسة الحالية تتناول التقييم البيئي لجودة المياه وتأثيرها على المفصليات اللافقارية المائية في وادي الشيفة، مركزة بشكل خاص على أربع محطات: وادي تامزقيدة، وادي موزاية، وادي الجير، ووادي المرجة، والتي تمتد بين ارتفاعات تتراوح من 496 متر إلى 282 متر. جمعت العينات شهريًا من مارس إلى مايو 2024. تهدف الدراسة إلى استكشاف التنوع البيولوجي والخصائص للمفصليات اللافقارية في وادي الشيفة، باستخدام مناطق دراسية مختارة بعناية تتناسب مع أهداف البحث. شملت استخدمت .الدراسة جرد المفصليات اللافقارية البنتية وتحليل الجودة الفيزيائية لمياه وادي الشيفة مؤشرات بيئية مختلفة مثل غنى الأنواع، ومؤشر تنوع شانون، ومؤشر سمبسون، ومؤشر الهيكل، ومؤشر البيولوجي، وأظهرت هذه المؤشرات أن الأودية المدروسة تمتلك تنوعًا متوسطًا إلى كبيرًا، من خلال التحليل البيولوجي لمجموعات المفصليات .مما يسهم في الحفاظ على مواطن الحياة النهرية اللافقارية، تم تعداد 19737 فردًا ينتمون إلى 24 عائلة، معظمهم من الحشرات مثل الذبابيات، والخنافس، والحشرات القصيرة العمر، والملتحميات، والمعزوفات، إضافة إلى الرخويات، والذباب أظهر تقييم جودة المياه الفيزيائية تباينًا طفيفًا من سيء إلى .العملاق، واليعسوب، والديدان الخيطية جيد، ناجمًا أساسًا عن عوامل بيئية مثل التلوث البشري والعضوي، والأنشطة البشرية مثل تربية الحيوانات مثل الأبقار، والخيول، والكلاب. يُعتبر وادي المرجة الوحيد الذي يحتوي على مياه عذبة باختصار، تسلط هذه الدراسة الضوء على أهمية تقييم جودة المياه وتوافر .بين الأودية المدروسة المفصليات اللافقارية المائية في وادي الشيفة، مؤكدة دورها كمؤشرات لفهم والحفاظ على مواطن الحياة النهرية. وتبرز الدراسة الحاجة إلى ممارسات إدارة مستدامة للتخفيف من التأثيرات البيئية والحفاظ على النظم البيئية للمياه العذبة.

**الكلمات المفتاحية:** التقييم البيئي، اللافقاريات الكبيرة، واد شفة، والمياه العذبة.

# SOMMAIRE

**Introduction** ..... 01

**Chapitre I : Caractéristiques générales de la région d'étude**

1.1. Caractéristiques physiques du milieu… ..... 17
1.1.1. Situation et cadre géographique… ..... 17
1.1.2. Contexte géologique… ..... 18
1.1.2.1. Pédologie … ..... 19
1.1.2.2.. Réseau Hydrographique … ..... 19
1.1.2.3. Relief……23
1.1.2.4. Gorges de La Chiffa et Le Ruisseau des Singes ……..23

1.1.3.-Climatologie…. ..... 24
1.1.3.1. Analyse de l'évolution de la température … ..... 25
1.1.3.1.1. Moyennes Mensuelles de la température …. ..... 25
1.1.3.1.2. Moyennes annuelles …. ..... 27
1.1.3.1.3 Moyennes décennales . …. ..... 27
1.1.3.2. Précipitations …… 28
1.1.3.2.1. Moyennes mensuelles des précipitations……28
1.1.3.2.2. Moyennes annuelles ……29
1.1.3.2.3. Moyennes décennales ……..30
1.1.3.3. Vents ……31
1.1.3.4. Humidité ……..31
1.1.3.5. Quotient pluviothermique d'Emberger……32

1.1.4. Couvert végétal…. ..... 33

**Chapitre II : Sites et méthodes d'études**

2.1.-Démarche générale… ..... 37

2.2.-Description des cours d'eau et des stations étudiées. ..... 38
2.2.1. Oued Tamezguida ..... 40
2.2.2. Oued Mouzaia … ..... 41
2.2.3. Oued El Djir ..... 42
2.2.4. Oued El Merdja ……43

2.3.-Caractéristiques physiques des stations… ..... 44
2.3.1. Pente…. ..... 44
2.3.2. Débit ..... 44
2.3.3. Ecoulement et vitesse du courant… ..... 44
2.3.4. Substrat… ..... 45
2.3.5. Température de l'eau ……46
2.3.6. Température de l'air……46

2.4.-Méthodes d'étude…. ..... 47
2.4.1. Les macro-invertébrés benthique en tant qu'indicateurs … ..... 47
2.4.1.1. Importance de la biodiversité et les écosystèmes aquatiques … ..... 48

2.4.1.2. Limite d'identification des macroinvertébrés benthique selon l'IBGN51
2.4.1.3. Avantages et inconvénients des macro-invertébrés benthiques……51
2.4.1.3.1. Avantages …..... 51
2.4.1.3.2. lnconvénients ……52
2.4.2. Techniques d'échantillonnages… ..... 53
2.4.2.1. Echantillonage benthique …..... 55
2.4.2.2. Chasse d'adultes …..... 56
2.4.2.3. Conservation des échantillons …..... 56
2.4.2.4. Tri et détermination …..... 56
2.4.3. Méthodes d »analyse de la structure du peuplement … ..... 57
2.4.3.1. Indice de deversité……57
2.4.3.2. Indice de structure ……59
2.4.3.3. Indice biologique ……60

**Chapitre III : Résultats et discussion**

3.1. Résultats des paramètres physiques ..... 63
3.1.1. Vitesse du courant … ..... 63
3.1.2. Profondeur …..... 64
3.1.3. Pente et altitude…… ……..64
3.1.4. Substrat…...……65
3.2. Analyses des paramètres physico-chimiques de l'eau ……66.
3.2.1. Température……...66
3.2.2. PH ……68
3.2.3. Conductivité ……..69

3.3. Analyses des paramètres physico-chimiques des sédiments……71

3.3.1. pH ..... 71
3.3.2.Conductivitédessédiments……..……72
3.4. Analyse globale de la faune benthique..... 75
3.5. Classification des groupes zoologiques ..... 76
3.5.1. Plécoptère ..... 76
3.5.2. Trichoptères …..... 77
3.5.3. Ephéméroptères … ..... 77
3.5.4. Coléoptères …..... 78
3.5.5. Diptères… ..... 79
3.5.6. Odonates …..... 79
3.5.7. Mégaloptère …..... 80
3.5.8. Mollusques ..... 81
3.5.9. Nématode … ..... 81
3.6. Ecologie des familles recensées ..... 82
3.6.1. Les Diptères…..... 82
3.6.2. Les Ephéméroptères…..... 83

3.6.3. Les Coléoptères ……84
3.6.4.LesPlécoptères ……85
3.6.5.Les Trichoptères ……86
3.6.6. Les Mollusques…..……..88
3.6.7. Odonates…….……89
3.6.8. Mégaloptères et Nématodes….……89
3.7.Abondanc de la faune benthique…...……91
3.7.1.Abondancesrelativesdesfamilles recensées…….……91
3.7.2. Richesse taxonomique……...……92
3.7.3 Abondances absolue des familles recensées……..93
3.8. Diversité : Indice de Schannon et Weaver, Indice de Equitabilité, Indice de Simpson …..... 95
Annexe
Conclusion
Liste de références

# Liste des tableaux

**Tableau 01** : Données climatiques des températures minimales, maximales et moyennes endegré Celsius de 1913 à 1938.
**Tableau 02** : Données climatiques des températures minimales, maximales et moyennes endegré Celsius de 1990 à 2022.

**Tableau 03 :** Précipitations moyennes mensuelles pour les deux périodes
**Tableau 04 :** Les principales essences forestières de la wilaya de Médéa
**Tableau 05 :** Classification de la vitesse du courant selon BREG
**Tableau 06 :** Matériel utilisé dans ce travail
**Tableau 07 :** Vitesse du courant mesuré aux stations d'étude
**Tableau 08 :** Profondeurs et moyennes des stations étudiées
**Tableau 09 :** Illustre les altitudes et les pentes aux stations des cours d'eau étudiés.
**Tableau 10 :** Nature du substrat des stations étudiées.
**Tableau 11 :** Analyses physico-chimique de chaque station et chaque sortie
**Tableau 12 :** Aptitude à la biologie en fonction de la température (SEQ-Eau, 2003).
**Tableau 13 :** Aptitude à la biologie en fonction du pH (SEQ-Eau, 2003).
**Tableau 14 :** Aptitude à la biologie en fonction de la CE (SEQ-Eau, 2003).
**Tableau 15 :** les groupes zoologiques et familles de chaque station
**Tableau 16 :** Appréciation globale de la qualité de l'eau des stations d'étude.

# Liste des Figures

**Figure 01.** Localisation de la commune de chiffa
**Figure 02**. Localisation de site d'étude
**Figure 03.** Situation géographique du réseau hydrographique du Mazafran
**Figure 04.** Carte hydrographique du PNC

**Figure 05**. Singe de Chiffa
**Figure 06**. Comparaison des moyennes mensuelles des températures entre deux périodes Actuelle (1990-2022) et Seltzer (1913-1938).
**Figure 07**. Moyennes annuelles de températures pour la période de1990 à 2022
**Figure 08.** Moyennes décennales des températures pour la période (1990-2022
**Figure 09**. digramme ombrothermique de la région de Médéa (période 1998-2007).
**Figure 10.** Comparaison des moyennes mensuelles des précipitations entre deux Périodes Seltzer(1913-1938) et actuelle (1990-2022)

**Figure 11.** Moyennes annuelles des précipitations pour la période (1990-2020)

**Figure 12.** Moyennes décennales des précipitations pour la période (1990-2020)
**Figure 13.** Diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gaussen (2012, 2013 et 2014) de la wilaya de Médéa.
**Figure 14.** Etage bioclimatique de la wilaya de Médéa
**Figure 15.** Carte d'occupation végétale du sol de la wilaya de Médéa
**Figure 16.** Localisation des quatre stations d'études.
**Figure 17.** Localisation des stations d'études secteur El Hamdania.
**Figure 18.** Photo de Oued Tamaezguida
**Figure 19.** Photo de Oued Mouzaia
**Figure 20.** Photo de Oued el Djir
**Figure 21.** Photo de Oued el Merdja
**Figure 22.** Multi-paramètres de terrain.
**Figure 23.** Echantillonneur de type « Surber ».
**Figure 24.** Schéma de filet Surber.
**Figure 25.** Les variations de Température de l'eau de chaque station
**Figure 26.** Les variations de PH de l'eau de chaque station
**Figure 27.** Les variations de Conductivité de l'eau de chaque station
**Figure 28.** PH de sédiment par chaque station
**Figure 29.** Conductivité de sédiment par chaque station
**Figure 30.** Abondance relative des groupes faunistiques dans les cours d'eau étudiés durant les trois compagnes d'échantillonnage
**Figure 31.** Abondance des Diptères récoltés.

**Figure 32.** Abondance des Ephéméroptères récoltés.
**Figure 33.** Abondance des coléoptères récoltés.
**Figure 34.** Abondance des Plécoptères récoltés.
**Figure 35.** Abondance des Trichoptères récoltés.
**Figure 36.** Abondance des Mollusques récoltés.
**Figure 37.** Paragrapsus-Gaimardii
**Figure 38.** Les Sangsues
**Figure 39.** Abondance de la faune globale dans les stations étudiées
**Figure 40.** Richesse taxonomique des stations étudiées.
**Figure 41.** Abondances absolues des familles recensées
**Figure 42.** Indice de diversité Shannon-Weaver et indice d Équitabilité
**Figure 43.** Indice de diversité de Simpson.
**Figure 44.** L'indice global normalisé de chaque station.

# Liste des abréviations

| | |
|---|---|
| **PNC** | Parc National de Chrea |
| **H´** | Indice De Diversité De Shannon-Weaver H´ |
| **E** | Indice De Structure Equitabilité |
| **GFI** | Coefficient De Gini |
| **CV** | Le Coefficient De Variation |
| **IBGN** | Indice Biologique Global Normalisé |
| **St** | station |

# Introduction

# Introduction

Parmi les ecosystemes les plus complexes et les plus dynamiques, ceux des eaux douces qui sont parmi les plus préoccupants vu les importants besoins en eau, qui est un élément principal pour la survie de tous les êtres vivants (Blanchet et al. 2024). Les eaux douces sont le receptacle des polluants environnementaux et le suivi de divers contaminants organique et inorganique dans l eau, et ce, tant du point de vue quantitatif que qualitatif (Chafaa, 2019 in Haddada et al., 2021).

L'eau source de vie, mais aussi d'avenir, dans un monde qui voit doubler tous les ans sa population et multiplier ses risques de pollution de toutes sortes (Gleize, 2011) , La pollution se manifeste alors comme une modification défavorable du milieu naturel altérant la constitution physico-chimique du milieu naturel et l'abondance des espèces vivantes (Djeddi et al. 2018).

Les écosystèmes aquatiques recouvrent une grande diversité de milieux, touscaractérisés par l'omni présence de l'eau (douce ou salée, vive ou lente). Comme tout écosystèmes, cesont des ensembles environnementaux structurés dans lesquels se produisent vivants (biocénose) et leur habitat (biotope). Les écosystèmes aquatiques se répartissent en deux groupes majeurs en fonction de la salinité : les écosystèmes marins et les écosystèmes d'eaux douces ousaumâtres continentales (Touati, 2021).

Ainsi, il existe différents types d'écosystèmes aquatiques (étangs, lac, zones humides, estuaires, rivières, nappes souterraines, mer, etc.). Les écosystèmes continentaux sont généralement regroupés en trois grands types selon que les eaux sont stagnantes, courantes ou souterraines (Nicolas et al., 2014).

L'évaluation de la qualité des cours d'eau repose sur l'analyse biologique de ces écosystèmes, ainsi que sur la morphologie et l'hydrologie des cours d'eau. Ces méthodes sont complémentaires et indispensables (Bouati et Boualleg , 2019).

Par conséquent, la mesure et la quantification des paramètres physiques et chimiques de l'eau sont considérées comme le principe le plus important pour déterminer la nature et la qualité de l'eau dans les écosystèmes aquatiques (Abdo, 2005), et les macroinvertébrés sont souvent utilisés comme indicateurs biologiques pour surveiller l'état des écosystèmes

aquatiques.

Les organismes macrobenthiques sont très utilisés de nos jours comme des bioindicateurs pour leurs capacités à refléter les différentes perturbations des écosystèmes aquatiques (Adandedjan et al., 2013). Ce sont de bons indicateurs en raison de leur sédentarité, de leur cycle de vie varié, de leur diversité, de leur sensibilité à travers la qualité de l'eau et du substrat et de leur situation à plusieurs niveaux trophiques, elles sont les organismes les plus souvent utilisés pour évaluer l'état de santé des écosystèmes d'eau courant (Moisan, 2010), les communautés de macro-invertébrés aquatiques sont gravement touchées par les différentes formes de perturbations, naturelles ou anthropiques (Zouggaghe, 2020).

Ce travail a été réalisé sur quatre cours d'eau de la Cheffa, Oued Tamezguida , Oued Mouzaïa ,Oued El Djir et Oued Merdja située entre les monts de la wilaya de Medea et Blida. Cette présente étude a été établie dans le but d'une détermination de la qualité de l'eau, et l'ensemble de ce travail se compose de trois chapitres:

- le premier résume les caractéristiques générales de la région d'étude: géographie, géologie, climatologie, végétation et perturbations anthropiques
- le second chapitre traite de la description des sites d'études, des méthodes et techniques d'échantillonnage ;
- le troisième qui représente la majeure partie de ce travail est consacré à l'étude de la faune :

✓ analyse globale de la faune ;
✓ indices de structure de la faune ;
✓ analyse qualitative et quantitative de la faune ;
✓ structure de la faune ;
✓ évaluation de la qualité de l'eau par les voies biologiques

# Chapitre I :
# Caractéristique générale de la région d’étude

## 1.1. Caractéristiques générales de la région d'étude

### 1.1.1. Situation et cadre géographique

Selon (Mutin, 1977), la commune de la Chiffa est située à 4 km à l'Ouest de la ville de Blida et à 50 km Sud-Est de la capitale Alger. Elle s'étend sur une superficie de 4811 ha, son territoire est composé de :

- 64% de surface représente la plaine de Mitidja.
- 08% sous forme de piémonts.
- 28% de cette surface sont des chaînes de montagnes.

Cette commune est géographiquement limitée par les endroits suivantes (Figure 1.1) :

- Les communes Oued el Alleug et Mouzaia au Nord ;
- La wilaya de Médéa au Sud ;
- Les communes de Blida et Bouarfa à l'Est :
- Les communes de Mouzaia et Ain Roumana à l'Ouest.

La zone d'étude est constituée d'un ensemble de montagnes et de collines qui encadrant la plaine et lui laisse peu d'accès vers la mer (Mutin, 1977).

L'oued Chiffa prend sa source dans les monts de Médéa et coule au fond des gorges de la Chiffa. Il prend naissance de la confluence de l'oued Mouzaia et de l'oued Sidi Bahloul important par sa largeur et son débit. Il parcourt la plaine de la Mitidja jusqu'à l'oued Mazafran pour se déverser dans la mer (Hamaidi et al, 2008).




**Figure 1.1** Localisation de la commune

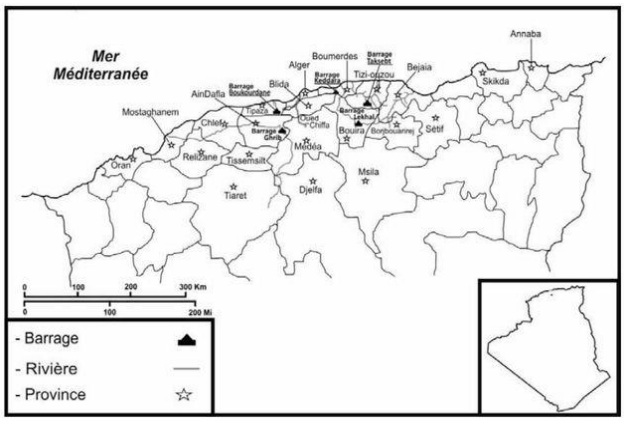



**Figure1.2** Localisation de site d'étude de Chiffa

## 1.1.2. Contexte géologique

Les berges de Oued Chiffa sont constitués par les calcaires de l'éocène du coté Nord-Est et les formations calcaire du maestrichtien du coté Sud-Ouest, comme le montre la coupe géologique au niveau du site.

Le massif de Blida sur lequel s'étend le PNC fait partie des zones externes de la chaine alpine en Algérie. II se situe au sud des massifs anciens Kabyles et celles du Chenoua et de Bouzaréah, séparé par le synclinal paléo quaternaire de la Mitidja, se compose presque entièrement de schistes présents sur la quasitotalité des versants septentrionaux d'âge Crétacé inférieur sans fossiles, d'épaisseur de plus de 100 m environ d'éboulis de pentes de même origine. Elles se prolongent régulièrement vers le Sud-Est sous des argiles variant entre 40 et 60% et forment la base sur laquelle se sont accumulés les dépôts des terrains postérieurs : calcaires marneux, grès, argiles sableuses et conglomérats. Les différentes formations de la série stratigraphique sont décrites par Blés et al (1972) et leurs caractéristiques lithologiques sont :

- Calcaire de l'oued El Kebir (jurassique supérieur), il s'agit de calcaires massifs cristallins parfois gréseux et parfois dolomitique. .
- L'Argile de Takitount (Albien supérieur, crétacés moyen), dans cette formation il y à une alternance des argileux schisteuses et des grés ferrugineux.
- Schistes grés et calcaire de la Chiffa
- Calcaires et marnes de Djebel Mohamed (Albien supérieur, crétacés moyen) dont lequel alternent des calcaires argileux et des marnes.
- Marnes calcaires de Douar El Hadjerat Msennou (paléocène et éocène inférieur) (Assassi, 2010).

### 1.1.2.1. Pédologie

L'évolution du sol est liée aux conditions écologiques prépondérantes. Selon Bouaoune (1996), l'atlas blidéen présente une uniformité lithologique schisteuse, par contre, il est très diversifié sur le plan pédologique qui varie selon la topographie et le type de végétation. Selon Killian (1957) « les sols de massif de Chréa

sont toujours décalcarisé même si la roche mère est calcaire». D'après Nedjahi (1988), près de Chréa, les sols sont insaturés acides, et humifères, leur teneur en matière organique est toujours supérieur à 25. Les basses températures ralentissent la pédogenèse ainsi, les sols du massif Blidéen sont constitués d'éléments grossiers et la plupart des pédologues s'accordent pour les considérer comme jeunes et peu évolués (Boutaleb, 1998). Alors que, les analyses effectuées par le CNRF (1977). Halimi (1980), montre–que sur le piémont, les terres arables, sont siliso-argileux, on y trouve moins d'éléments grossiers.

### 1.1.2.2. Réseau hydrographique

Le PNC présente de par sa position géographique, des potentialités hydriques importantes (zone très arrosée). La composante hydrographique de ce territoire est divisée en deux grandes parties appartenant aux bassins versant des Oueds El Harrach (s'étendant sur 12.450 ha) et Mazafran (s'étendant sur 14.137 ha).

Le bassin versant de l'Oued Mazafran (bassin versant de la Chiffa) draine quant à lui un chevelu hydrographique d'une longueur de 280 km linéaires soit une densité hydrographique de 31 ml/ha. L'Oued Chiffa est l'axe hydrographique principal (PNC, 2019).

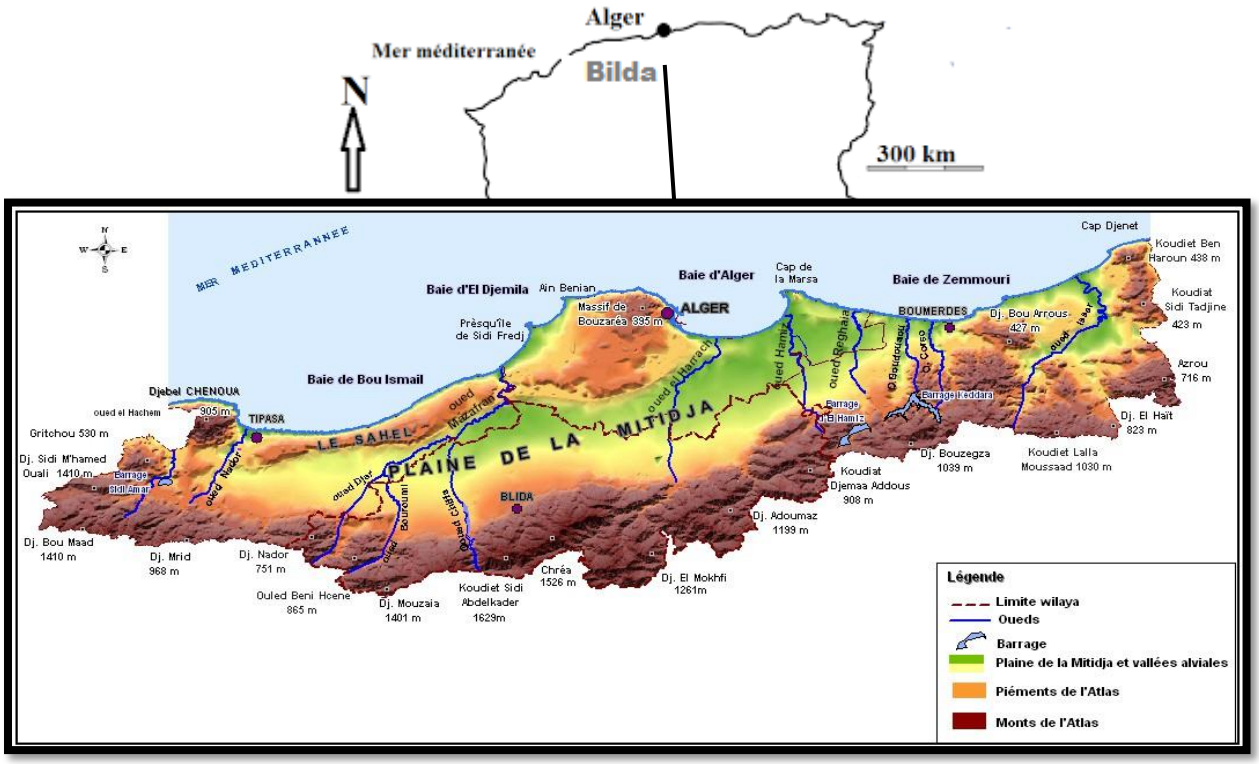



**Figure 1.3** Situation géographique du réseau hydrographique du Mazafran (Yasri-Cheboubi , 2018).

Ainsi il serait caractérisé par la présence : d'innombrables chutes et cascades d'eau (Oued Chiffa, Oued Merdja, Oued El Djir, Oued Boumaâne)

- de réserves naturelles d'eau (Oued Merdja, Oued Chiffa, Oued El Harrach,…)
- d'un lac de haute altitude situé à 1230 m au niveau du Djebel Tamesguida. Il s'étend sur 08 ha et renferme une importante richesse aquacole.
- de nombreuses sources et points de résurgences d'eau (PNC, 2019).

Ainsi il serait caractérisé par la présence : d'innombrables chutes et cascades d'eau (Oued Chiffa, Oued Merdja, Oued El Djir, Oued Boumaâne.

- de réserves naturelles d'eau (Oued Merdja, Oued Chiffa, Oued El Harrach,…)
- d'un lac de haute altitude situé à 1230 m au niveau du Djebel Tamesguida.
- Ils'étend sur 08 ha et renferme une importante richesse aquacole.
- de nombreuses sources et points de résurgences d'eau (PNC 2019).

Leur capacité varie entre 80 et 100 m3. La région d'El Hamdania est ainsi,la plus riche en eau captée. Cette eau est utilisée par les riverains pour leurs besoins domestiques et pastoraux et aussi utilisée par les services de protection forestière dans la lutte contre les incendies de forêt.

Les eaux déversées par l'oued Chiffa dans l'oued Mazafran, forment une plus grande étendue et regroupent plusieurs zones.

- La zone Nord : Drainée essentiellement par oued el Kébir qui se déverse dans l'oued Chiffa. Ses principaux affluents sont : Oued Bou Arfa, oued Belkous, oued Massouma. D'autres oueds se déversent directement dans l'oued Chiffa qui draine cette zone du parc. Il s'agit notamment des oueds Asselgou et Daddach qui proviennent de djebel Djamaa Draa. Quant aux oueds Chemin et Krémis, leurs eaux sont en grande partie déversées dans la plaine (PNC, 2015-2019).

- La zone Sud : Les eaux situées à l'Est de l'oued Chiffa constituent l'origine de l'oued Merdja, principal collecteur des eaux de la région. Elles sont déversées dans l'oued Chiffa, qui sont principalement alimentées par les oueds Boughadou, Raha, et Boufellous. Les eaux de la tranche sud de cette zone sont collectées par oued el Kébir, lequel draine les eaux des oueds Ahmed Cheikh, Tamda, Ousebaa, et Bourkiza (PNC, 2010-2015).

- La zone de l'extrême Ouest : Une grande partie de ses eaux proviennent en grande majorité du massif de Mouzaia, à travers oued el Kébir, oued Sidi Bouabdellah, et oued Erraine. Elles sont ensuite collectées au niveau de l'oued Mouzaia. Ces oueds drainent principalement la partie Sud du massif. Les eaux des versants nord et Est du djebel Mouzaia sont collectées par les oueds Tennefas, Tamezguida, et Messaoud. Tous ces oueds se déversent dans l'oued Chiffa (PNC, 2010-2015).

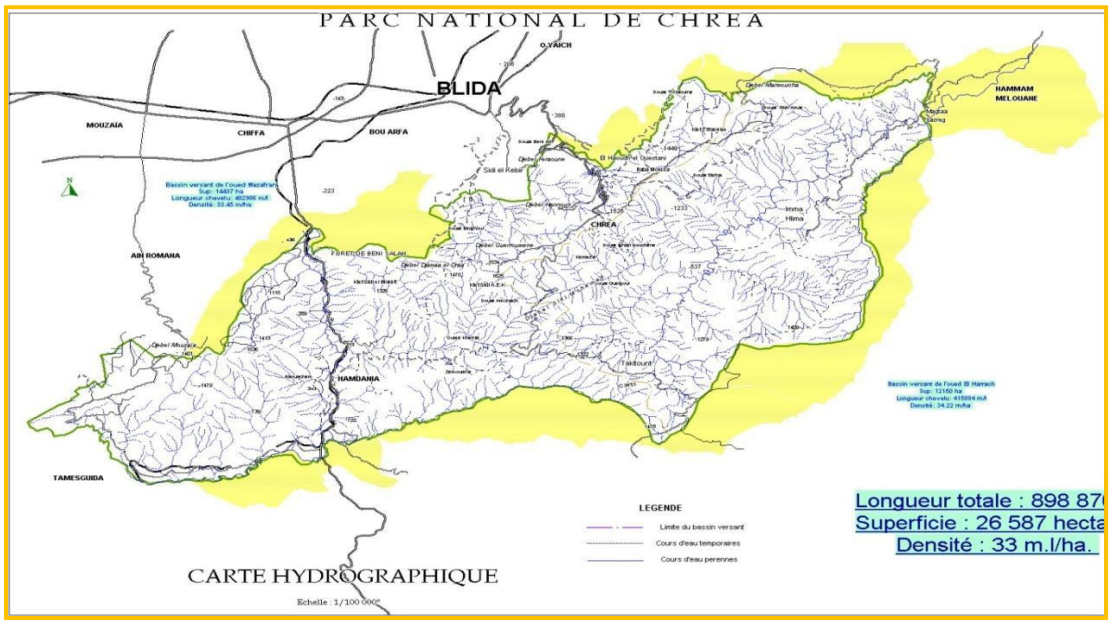



**Figure 1.4.** Carte hydrographique du PNC (PNC, 2005-2009)

### 1.1.2.3. Relief

S'étalant sur les flanes Nord et Sud de l'atlas blidéen, le PNC regroupe une région montagneuse dans le plus culminant est à 1627m à Koudiatte Sidi Abdelkader.

L'atlas forme un véritable écran aux précipitations venant du Nord-Ouest en créant un déséquilibre qui est fortement visualisé sur le paysage avec un couvert végétal dense sur le versant Nord et beaucoup moindre sur le versant Sud.

Trois ensembles topographiques biens distincts dominent le territoire du PNC :

- Le premier ensemble concerne l'anticlinal de l'atlas Blindéen formant un chainon montagneux constitue d'Ouest en Est par Djebel Tamezguida (1386m), Djebel Djemaà(1448m), Djebel Guerouméne (1627m) et Djebel Ferroukha (1498m).
- Le deuxième concerne les contreforts partant de la ligne de crête principale et s'oriente:

  - Vers le Nord, Draa Tigounatine, Djebel Ferraoun, et Draa du Djebel ferroukha, forment les principaux contreforts de cet ensemble.
  - Vers le sud, Djebel Sidi Mohamed, Koudiat Alloua, Kalla Beni Moussa, forment des contreforts plus réduits caractérisant le faiblement inclinées de surfaces assez importantes (PNC, 2005-2009).

- La troisième concerne des zones relativement plates et faiblement inclinées de surfaces assez importantes (PNC, 2010-2015).

### 1.1.2.4. Les Gorges de la Chiffa et le Ruisseau des Singes

Entaillées dans les substrats profonds de l'atlas tellien, les gorges de la Chiffa serpentent transversalement la zone occidentale du Parc national de Chréa en un tracé sinueux suivant sub-parallélement le cours de l'Oued Chiffa. Elles sont traversées du nord au sud par la route nationale n°1 reliant en un trafic très dense, la frange centro-tellienne du pays à sa partie méridionale.
Les Gorges de la Chiffa soutiennent de luxurieux endroits riches en cascades d'eau et en sculptures paysagères grotesques et incisives à la fois.
C'est un site fréquenté par une population citadine recherchant sur les lieux les plaisirs de l'eau et surtout la découverte du singe magot et l'observation de ses

mœurs.

En effet elles constituent par ses caractéristiques l'habitat du singe magot où on le rencontre tantôt en groupes ou à l'état isolé de part et d'autre de la route nationale n° 1 (Radiguet et Massiot 2014, PNC 2014, Routard 2024).



**Figure 1.5**. Macaque de barbarie ( *Macaca sylvanus*)

### 1.1.3. Climatologie

En région méditerranéenne, le climat est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des communautés animales et végétales. Le climat méditerranéen est également défini comme un climat extra-tropical à photopériodisme saisonnier et quotidien, à pluviosité concentrée durant les saisons froides, l'été, saison plus chaude, étant plus sec (Emberger, 1955).

Le climat joue un rôle essentiel dans les milieux naturels. Il intervient en ajustant les caractéristiques écologiques des écosystèmes (Ramadef,1993). Parmi les facteurs qui influent sur la variabilité du milieu, on cite le climat. Il est défini comme étant l'interaction de l'ensemble des facteurs (température, pluviométrie, vent etc.). Ces derniers influent considérablement sur la répartition des essences forestière d'une part, et sur leur production d'autre part (Azzaoui, 2017).

L'analyse de ces deux paramètres permet de caractériser la manifestation climatique dans la région méditerranéenne à l'aide d'indices climatiques adaptés. Selon (Kadik,1983), ces paramètres varient en fonction de l'attitude, de l'orientation des

chaînes de montagnes et de l'exposition.

### 1.1.3.1. Analyse de l'évolution de la température

#### 1.1.3.1.1. Moyennes mensuelles de la température entre (1913-1938) et (1990-2022)

Les températures moyennes mensuelles (ONM, 2023) pour les deux périodes qui caractérisent la région de Médéa (Tibhirine) sont représentées dans les deux tableaux (01 et 02) suivant:

**Tableau 01** : Données climatiques des températures minimales, maximales et moyennes endegré Celsius de 1913 à 1938 (SELTZER, 1946).

| Paramètres/mois | Jan | Fev | Mar | Avr | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Déc | Année |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tmax (M°C) | 10,3 | 10,7 | 14,3 | 17,7 | 21,4 | 27,1 | 32,2 | 31,8 | 27,0 | 21,1 | 14,7 | 9,7 | 19,8 |
| Tmin (m°C) | 3,2 | 2,7 | 5,2 | 6,9 | 9,4 | 13,7 | 17,0 | 17,0 | 14,6 | 9,8 | 7,3 | 3,2 | 9,2 |
| Tmoy | 6,75 | 6,7 | 9,75 | 12,3 | 15,4 | 20,4 | 24,6 | 24,4 | 20,8 | 15,45 | 11 | 6,54 | 14,5 |

Il existe une augmentation significative de latempérature pour tout le mois, où la moyenne annuelle des moyennes mensuelles de température pour les deux périodes est 19,8°C pour la période Seltzer et 25,67 °C pour la période actuelle.

**Tableau 02** : Données climatiques des températures minimales, maximales et moyennes endegré Celsius de 1990 à 2022

| Paramètres/mois | Jan | Fev | Mar | Avr | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Déc | Année |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tmax (M°C) | 15,7 | 15,5 | 19,4 | 24,1 | 28,9 | 33,5 | 37,4 | 36,3 | 32,1 | 28,1 | 20,3 | 16,7 | 25,67 |
| Tmin (m°C) | 0,1 | -0,5 | 0,3 | 4,3 | 6,8 | 11,5 | 17,0 | 16,4 | 12,7 | 7,8 | 2,9 | 1,1 | 6,70 |
| Tmoy | 7,9 | 7,5 | 9,85 | 14,2 | 17,85 | 22,5 | 27,2 | 26,35 | 22,4 | 17,95 | 11,6 | 8,9 | 16,18 |

D'après les données du tableau 02, les températures moyennes mensuelles de l'air sont variables. Durant la décennie 1990-2022, février est le mois le plus froid avec une température moyenne de 7,5°C (avec un minimum de -0,5°C) et juillet est le mois plus chaud avec une température moyenne de 27,2°C (avec un maximum de 37,4°C).

Les données des températures moyennes mensuelles pour les deux périodes qui présentées dans le tableau ci –dessus, ils sont représentés sous forme d'un histogramme dans la figure suivante :

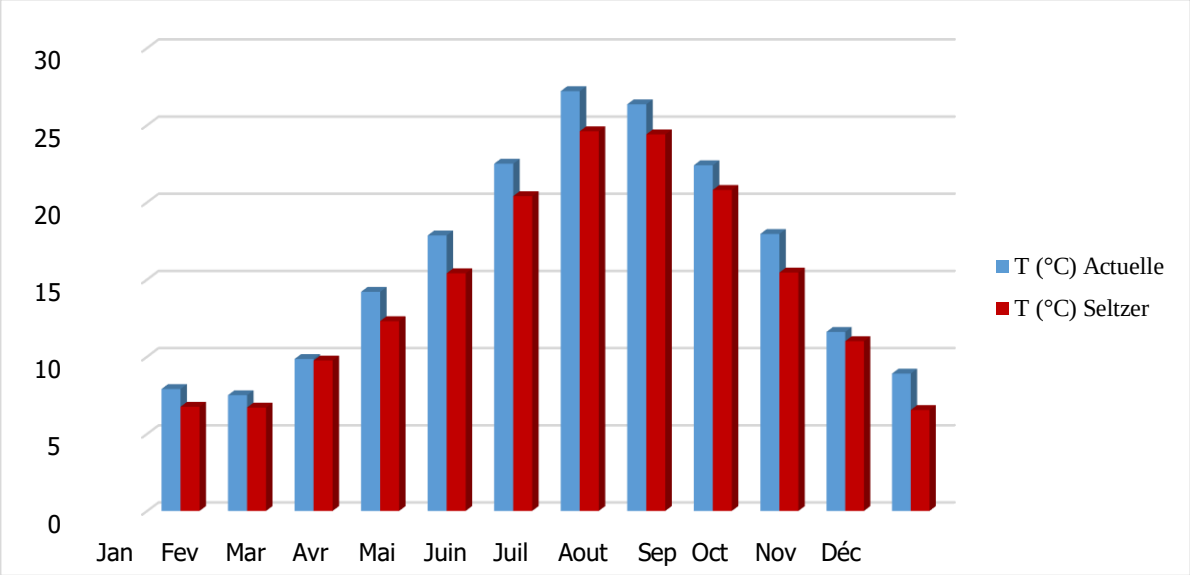



**Figure 1.6**. Comparaison des moyennes mensuelles des températures entre deux périodes Actuelle (1990-2022) et Seltzer (1913-1938).

D'après la figure 6 les moyennes mensuelles des températures de la période d'actuelle (1990-2022) sont généralement supérieures que la période de seltzer (1913-1938), et les écarts de moyennes mensuelles entre les deux périodes varient de 0,1°C à 2,6°C.

### 1.1.3.1.2. Moyennes annuelles (1990-2020)

Les données des températures moyennes annuelle (ONM, 2023) pour la période motionnés (de 30 ans) sont représentées sur la graphe suivant :

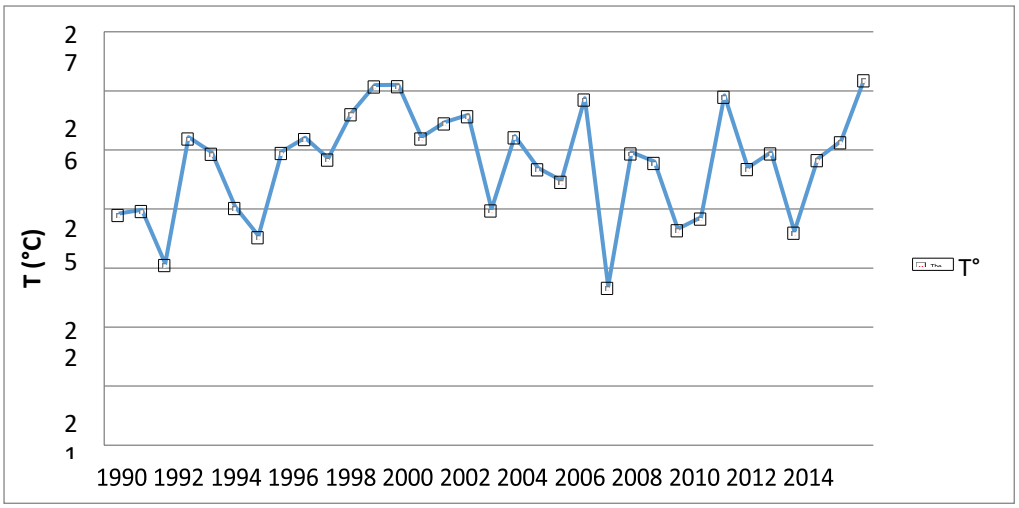



**Figure 1.7**. Moyennes annuelles de températures pour la période de1990 à 2014

De la figure 7 la température moyenne annuelle la plus haute est enregistrée durant l'année 1990 et 2022 avec 26,17 C° mais d'un autre coté la température moyenne annuelle la plus basse est enregistrée pendant cette période est 23,89°C.

### 1.1.3.1.3. Moyennes décennales (1990-2022)

L'analyse de la variation des moyennes décennales des températures (ONM, 2023) pour les 3 décennies (1990-2022) à démontrer une forte augmentation de la température.

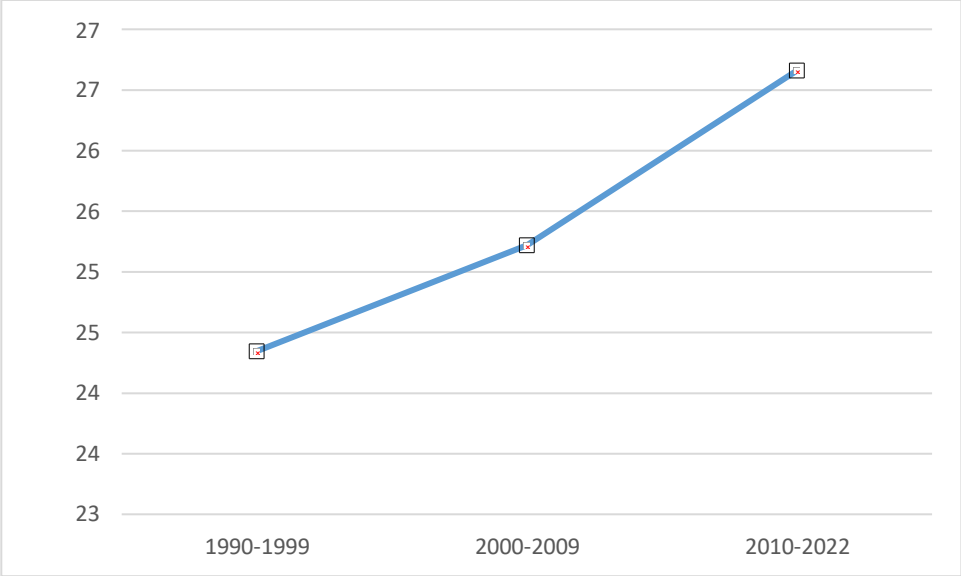



**Figure 1.8.** Moyennes décennales des températures pour la période (1990-2022) (ONM, 2023)

### 1.1.3.2. Précipitations

Sont dénommées précipitations, toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de laterre, tant sous forme liquide (bruine, pluie, averse) que sous forme solide (neige, grésil, grêle) etles précipitations ou occultes (rosée, gelée blanche, givre,…) (Brahmi, 2014). La pluviosité moyenne annuelle reste la donnée la plus utilisée pour caractériser la quantitéde pluie en un lieu donné.

| Paramètres/ mois | Jan | Fev | Mar | Avr | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec | Année |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P (mm) Actuelle | 92,5 | 124,7 | 104,7 | 79,2 | 58,8 | 12,3 | 4,3 | 8,7 | 40,6 | 46,8 | 103 | 87,4 | 76,3 |
| P(mm) Seltzer | 119 | 94 | 85 | 55 | 61 | 26 | 2 | 5 | 27 | 70 | 113 | 143 | 800 |

**Tableau 03 :** Précipitations moyennes mensuelles pour les deux périodes

### 1.1.3.2.1. Moyennes mensuelles des précipitations entre (1913-1938) et (1990-2022)

D'après les données qui présenté par dans le tableau 03, il y a une différence très marquée de la pluviométrie entre les deux périodes où le cumul annuel de précipitations dans la période de Seltzer (1913-1938) est 800 mm pendant qu'il est 76,3 pour la période actuelle (1990- 2022). Les données des précipitations moyennes mensuelles pour les deux périodes, sont représentées sous forme d'un histogramme en dessous (Figure 1.9).

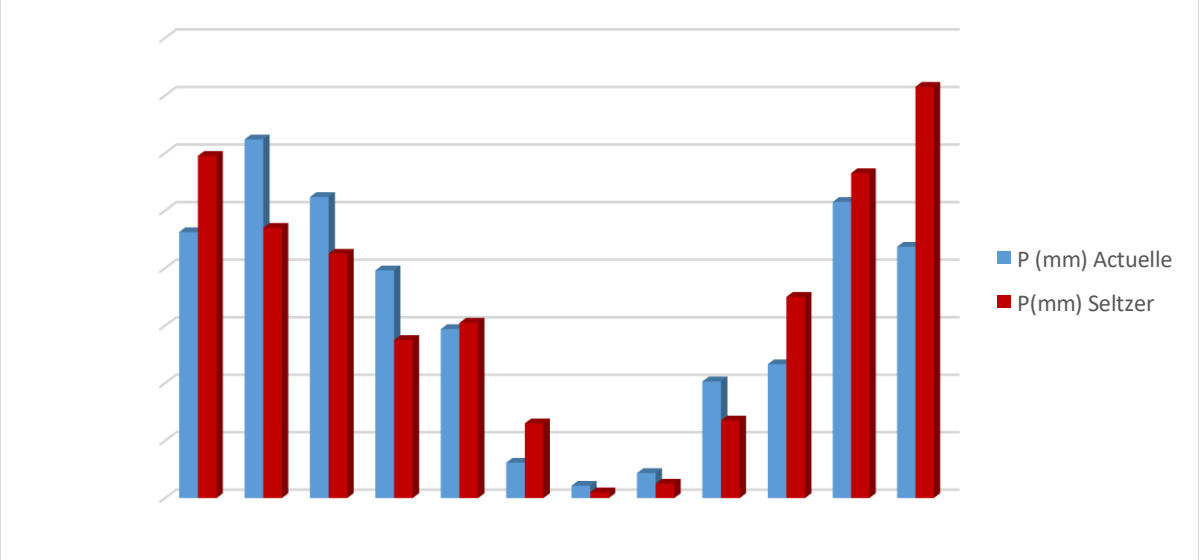



**Figure 1.9.** Comparaison des moyennes mensuelles des précipitations entre deux Périodes Seltzer(1913-1938) et actuelle (1990-2022)

Les moyennes des précipitations mensuelles (Figure 1.9) de la période de Seltzer (1913-1938) sont généralement plus élevées (ce qui ressort éclairement au mois de janvier, mai, juin, octobre, novembre et décembre) que ceux de la période actuelle (1990-2022), sauf en

mois de février, mars, avril et septembre, où le moyenne de précipitation mensuelles de la périodeactuelle est supérieur à celui de la période de Seltzer.

### 1.1.3.2.2. Moyennes annuelles (1990-2020)

Les données des précipitations moyennes annuelle (ONM, 2023) pour la période actuelle (1990-2020), est représenté sous forme de graphe (Figure 1.10) :

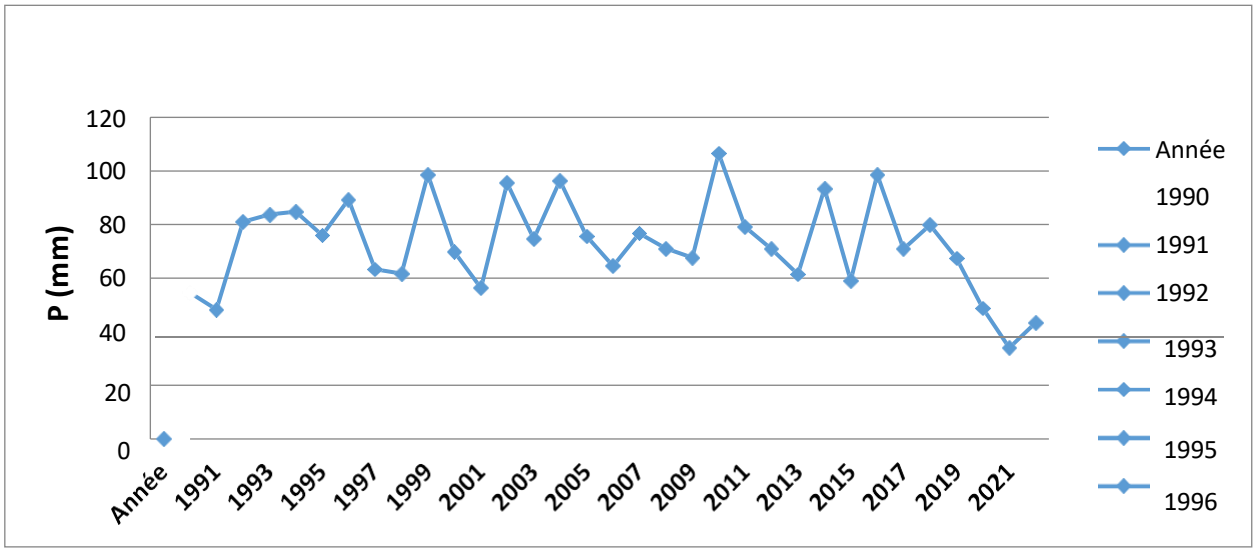



**Figure 1.10.** Moyennes annuelles des précipitations pour la période (1990-2020) (ONM, 2023)

La précipitation moyenne annuelle la plus haute est enregistrée pendant l'année 2010 avec 106,64mm, cependant la précipitation annuelle la plus basse est enregistrée durant l'année 2021 avec 38,98 mm.

### 1.1.3.2.3. Moyennes décennales (1990-2020)

L'analyse de la variation des moyennes décennales des précipitations pour les 3 décennies (1990- 2020) indique la deuxième décennale (2000-2009) est la plus pluvieuse avec 97,4mm par contre la troisième décennale (2010-2022), qui caractérisé par la plus sèche avec 70,26 mm.

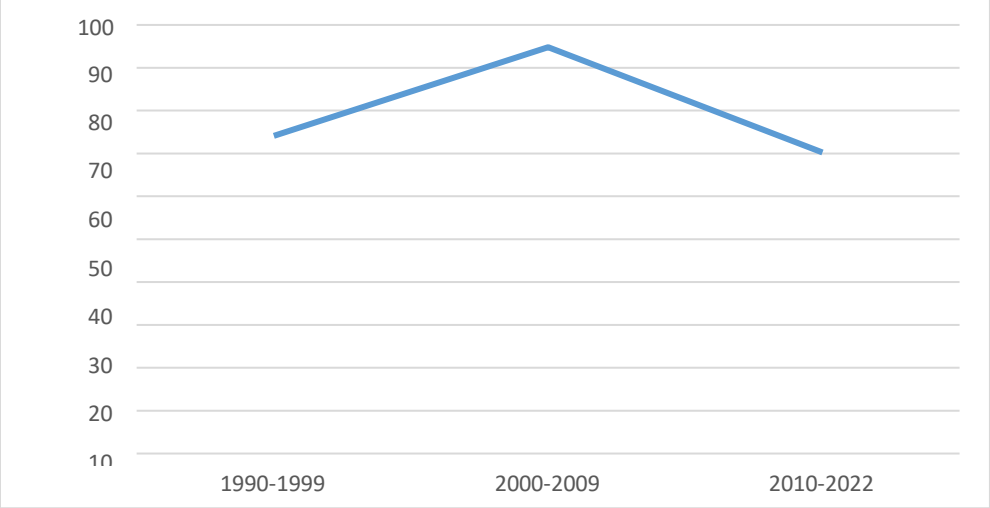



**Figure 1.11.** Moyennes décennales des précipitations pour la période (1990-2020) (ONM, 2023)

### 1.1.3.3. Les vents

Dans la wilaya de Médéa, les vents sont fortement influencés par les conditions topographiques locales. Les vents qui soufflent en hiver sont assez violents et leur vitesse moyenne peut dépasser 3m/s. Durant l'été les vents sont plus faibles la vitesse moyenne est estimée à 2,4 m/s. Ils soufflent à partir de quatre directions principales ave la dominance de la direction nord-ouest (ONM, 2023).

### 1.1.3.4. Humidité

L'humidité relative est le rapport de la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air sur la quantité de vapeur d'eau maximale possible (tableau 04).

| Mois | Jan | Fev | Mar | Avr | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Humidité (%) | 79,7 | 79,6 | 75,7 | 70,1 | 63,2 | 55,1 | 45,7 | 49,1 | 63,5 | 69,2 | 78,5 | 75,6 |

**Tableau 1.4.** Les moyennes mensuelles de l'humidité relative

A partir des données fournies dans le tableau, nous constatons que : les moyennes mensuelles de l'humidité relative varient entre 46% et 80% pour la période actuelle marquer en juillet et janvier respectivement.

Le diagramme pluviothermique de Gaussen permet de déterminer les périodes sèches et

humides de n'importe quelle région à partir de l'exploitation des données des précipitations mensuelles et des températures moyennes mensuelles (Dajoz, 2003). Pour Gaussen, un mois est sec si les précipitations sont inférieures à 2 fois la température moyenne en utilisant la formule suivante :

P = 2 T ou

P : Précipitations mensuelles (mm)

et T : Températures moyennes mensuelles (°C).

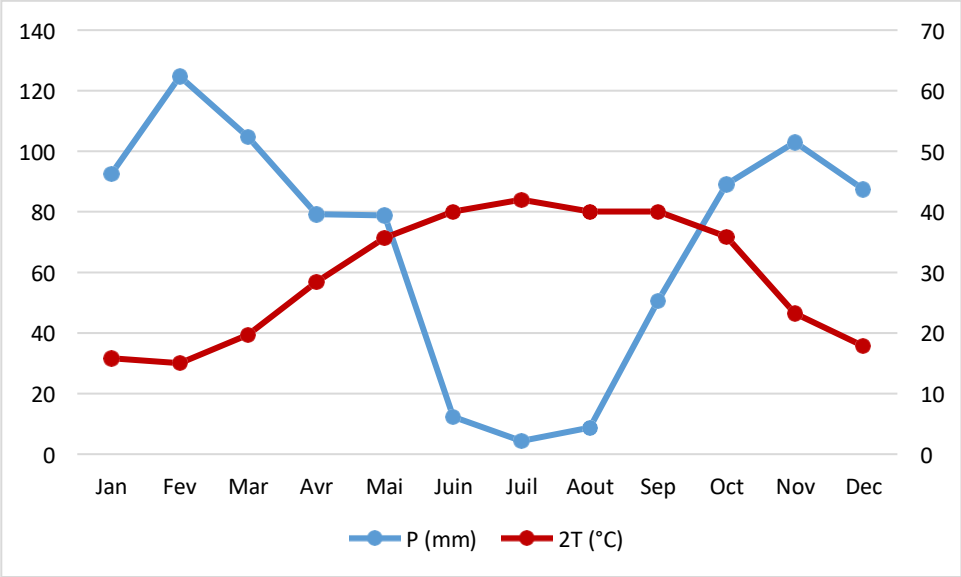



**Figure 1.12.** Diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gaussen (2012,2013 et 2014) de la wilaya de Médéa.

L'analyse du diagramme permet de visualiser une période pluvieuse qui s'étend généralement d'Octobre à la fin Mai et une période biologiquement sèche de quatre mois : Juin, Juillet, Août et Septembre.

### 1.1.3.5. Le quotient pluviothermique d'Emberger (1930, 1955)

Le quotient pluviothermique d'Emberger (1930, 1955) est spécifique du climat méditerranéen. Il consiste à définir et classer les climats méditerranéens selon la formule suivante :

$Q2 = 2000\ P / M^2 - m^2$

Avec : ─ Q2 : quotient pluviothermique.

P : précipitations moyennes annuelles en millimètres.

M : température maximale du mois le plus chaud (°K).

m : température minimale du mois le plus froid (°K).

Les températures sont exprimées en °Kelvin (°Celsius+273).

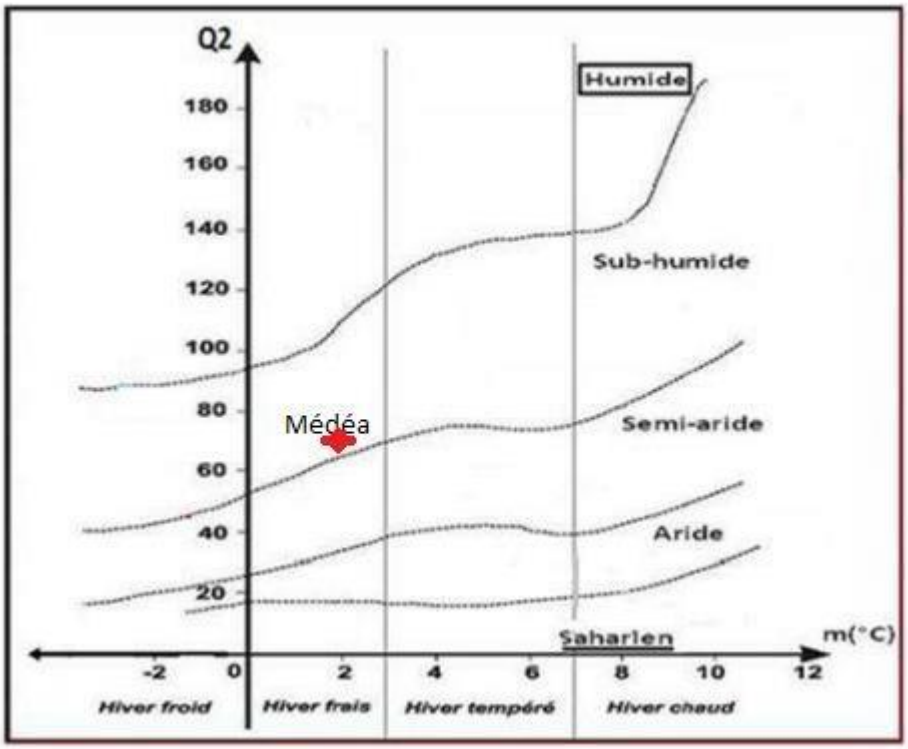



**Figure 1.13.** Étage bioclimatique de la wilaya de Médéa

D'après la figure 1.13, l'étage bioclimatique de Médéa est sub-humide à hiver frais.

### 1.1.4. Couvert végétal

Le couvert végétal est un facteur écologique très important qui influe sur les écoulements superficiels et les températures des eaux. Il varie en fonction de l'altitude et constitue une importante ressource en matière organique (Lounaci, 2005).

La zone d'étude est caractérisée par couvert végétal méditerranéen. (Bensettiti, 1985). Les formations forestières du parc national Chréa est dominée par le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*), de chêne vert (*Quecus ilex*), de chêne liège (*Quecus suber*), de chêne zéen (*Quercus canariensis*), de pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et de Tuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*) (A.P.N.A, 2006). Dans la région de la Mitidja, les vergers ont influencées sur les formations forestières naturelles. La wilaya de Médéa recèle une riche floristique ayant une valeur patrimoniale importante sur les plans écologiques et économique.

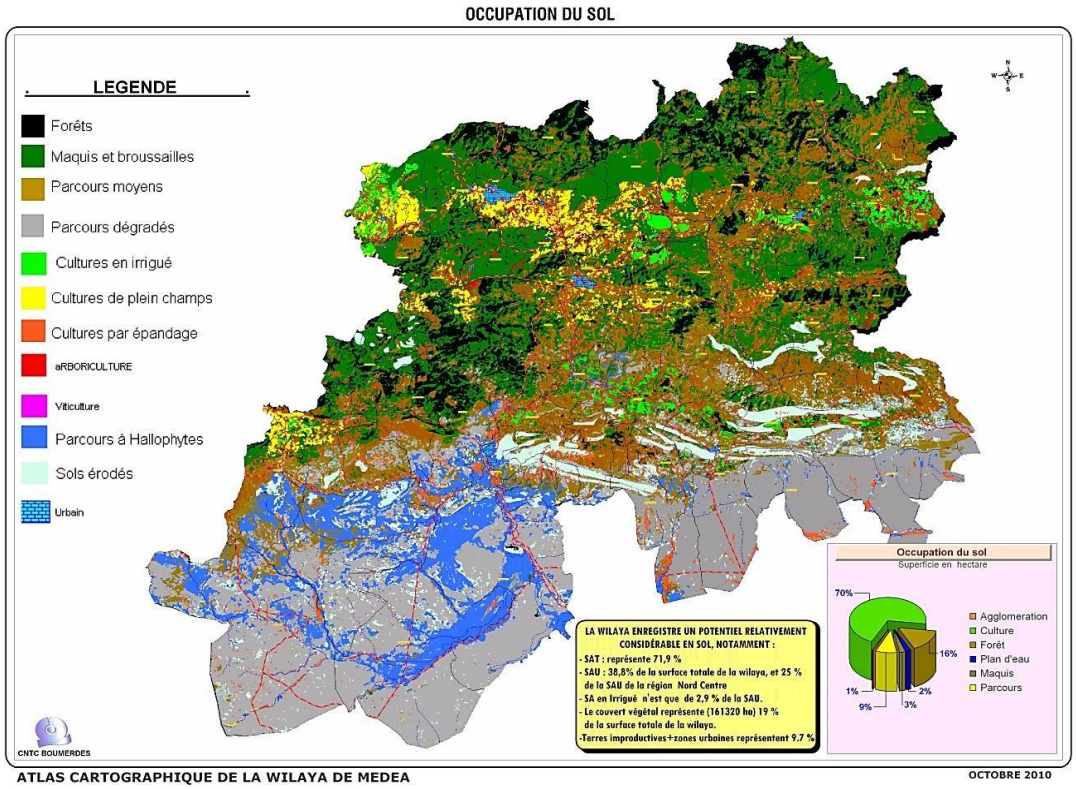



**Figure 1.14.** Carte d'occupation végétale du sol de la wilaya de Médéa (CNTC Boumerdes, 2010 ).

Le pin d'Alep et le chêne vert sont les deux principales espèces forestières de la wilaya de Médéa. Une partie importante du parc national de Chréa est située au nord de la wilaya de Médéa, soit la totalité du mont Tamezguida, qui abrite une faune et une flore diversifiées (Conservation des forêts de Médéa, 2009), (Tableau 4).

**Tableau 1.4 .** Les principales essences forestières de la wilaya de Médéa (Conservationdes forêts de Médéa, 2009 )

| **Espèces** | **Superficie ( Ha)** |
|---|---|
| Pin d'Alep | 116 228 |
| Chêne vert | 29 057 |
| Chêne liège | 4 435 |
| Cyprès | 1 132 |
| Cèdre de l'Atlas | 581 |
| Eucalyptus | 382 |
| Pin pignon | 226 |
| Thuya | 184 |
| Acacia | 171 |

# Chapitre II : Sites et Méthodes D’études

Ce chapitre inclus une description des cours d'eau étudiés, une image générale du contenu environnementale et des méthodes de récoltes utilisées

# Chapitre II : sites et méthodes d'études

## 2.1. Démarche générale

Notre démarche a été d'échantillonner les habitats des cours d'eau sur la base d'un protocole établi après une étude bibliographique. Parmi les stations prospectées, quatre ont été retenues dans le cadre de ce travail. Ces stations ont fait l'objet d'une étude suivie. Certaines d'entre elles présentent un écoulement permanent, d'autres subissent un assèchement plus ou moins long pendant l'été très secs. Le choix des stations a été effectué en tenant compte de certains paramètres tels que l'altitude, la diversité des biotopes, l'amont et l'aval des agglomérations afin d'estimer l'importance de l'impact humain, et dans une certaine mesure, la régularité de la répartition des stations le long des cours d'eau. Ce choix est aussi conditionné par l'accessibilité aux stations. Les stations retenues pour la présente étude présenter dans la figure 2.1, se répartissent comme suit **:**

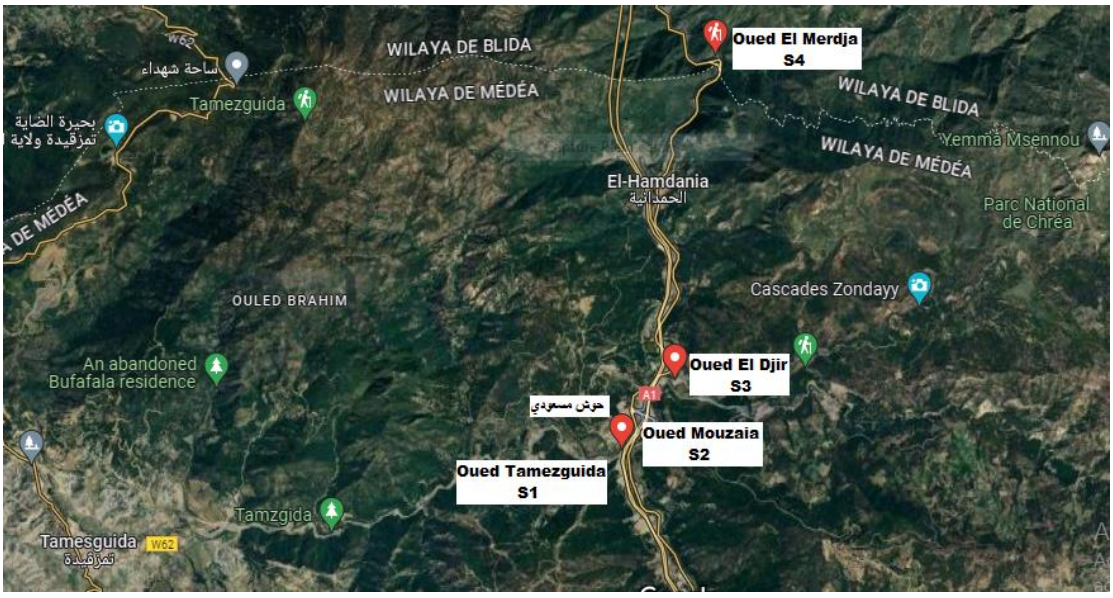



**Figure2.1.** Localisation des quatre stations d'études (Google earth modifié)

- S1 Oued Tamesguida (anciennement Mouzaïa-les-Mines) : 36°19′ 27″N 2°41′22″E
- S2 Oued Mouzaia : 36°28′00″N 2°41′00″E
- S3 Oued Djir : 36°20'29"N 2°46'10"E
- S4 Oued Merdja : 36°22'35"N 2°46'25"E

## 2.2. Description des cours d'eau et des stations étudiées

Les stations sont indiquées par des points sur la figure 2.2 Elles portent la dénomination du cours d'eau sur lequel elles se trouvent. Pour chaque station étudiée, nous avons indiqué :

- La localité la plus proche ;
- L'altitude ;
- La pente à la station ;
- La largeur moyenne du lit mineur ;
- La profondeur de la lame d'eau ;
- La vitesse du courant selon la classification de berg ;
- La nature du substrat ;
- La ripisylve ;
- La végétation aquatique ;
- La durée de l'assèchement ;
- Les influences anthropiques lorsqu'il y'en a.

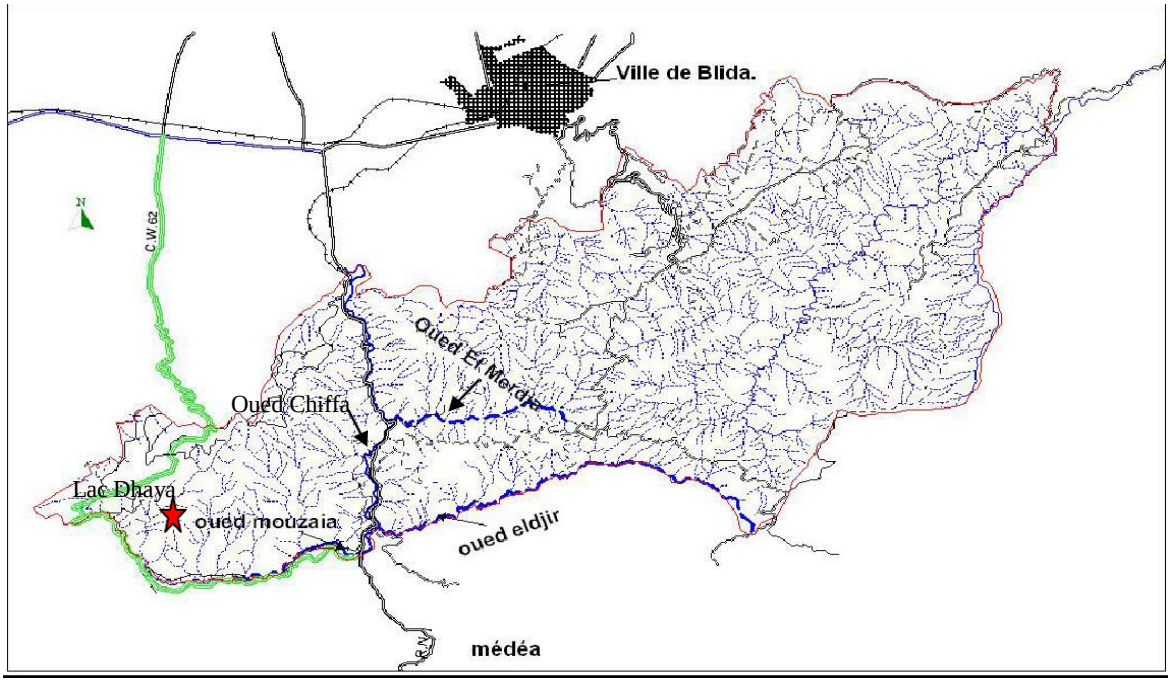



**Figure. 2.2.** Localisation des stations d'études secteur El Hamdania (PNC, 2021)

### 2.2.1. Oued Tamezguida

La commune de Tamezguida fait partie de la daïra de Médéa et elle est composée du chef-lieu et de 05 localités satellitaires : Draissia, Dridka, Zaouia, Bazziz et Tadinart. L'agglomération chef-lieu de Tamezguida est une petite ville montagneuse qui se trouve dans la partie centrale de la commune de Tamezguida. Elle est située à l'extrême Nord-Ouest de la wilaya de Médéa, à 10 km du chef-lieu Médéa et à 14 km de l'autoroute est-ouest. Elle compte une population de 2 879 habitants, et elle s'étale sur une superficie de 77,86 ha. La ville a connu un flux migratoire vers El Afrroune, Mouzaia et Médéa durant les années 90 (Djoudi, 2013).

.

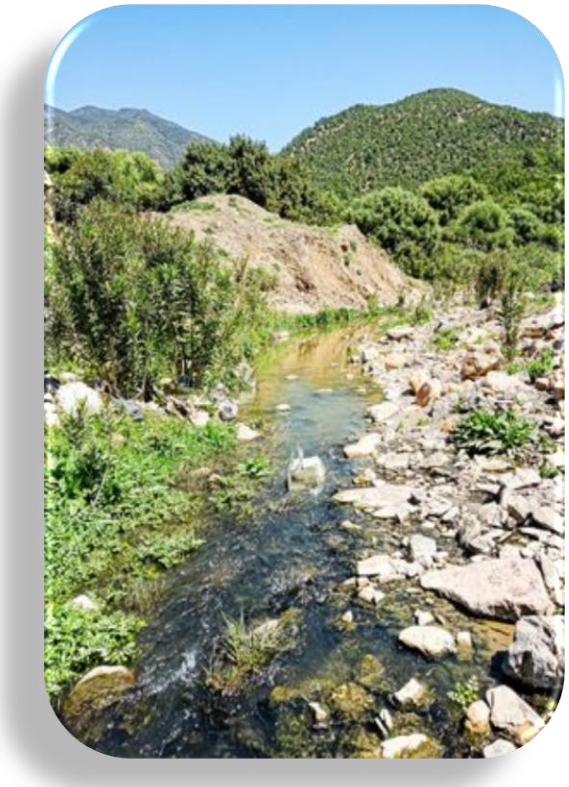


**Figure 2.3.** Photo de Oued Tamezguida (Photo Original).

Station 1 : en amont

• Altitude : 496 m

• Localisation : Oued Tamezguida

• Pente à la station : 98.3°

• Vitesse de courant : rapide à moyenne

• Substrat : graviers, galets, roches, limon, argile

• Végétation bordante : defla , termosade , l'olivier sauvage, strate arborescente et arbustive , herbacée et épineux;

• Végétation aquatique : les algues

### 2.2.2. Oued Mouzaia

Situé dans le sud du parc national de Chréa, il est considéré comme une limite naturelle du parc, de ce côté, et une rivière secondaire versant dans l'Oued Chiffa, il appartient à la commune de Tamezguida. Ce cours d'eau est exploité par L'ADE de Médéa à hauteur d'environ 4000 m³ / jour. Elle est captée au niveau de la station de traitement Chiffa (Djoudi, 2013).

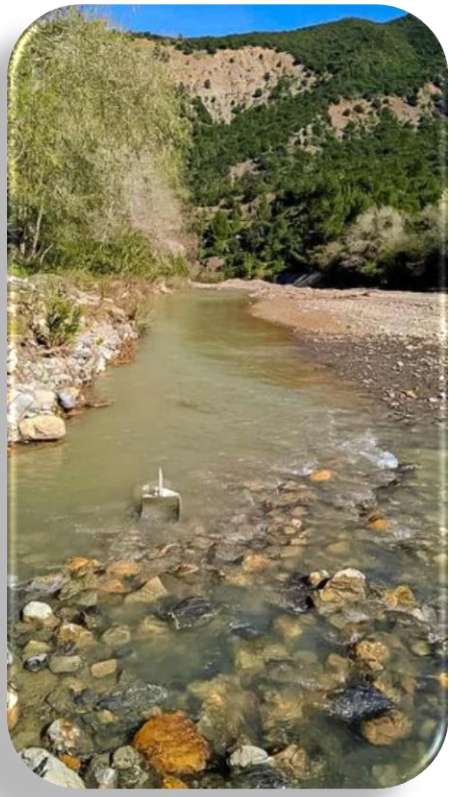


**Figure 2.4.** Photo de Oued Mouzaia (Photo Original).

Station 2 : en aval

• Altitude : 382 m

• Localisation : Oued mouzaia, Haouche el Massaoudi

• Pente à la station : 41,9°

• Vitesse du courant : moyenne à rapide

• Substrat : les roches, graviers, galets, argile et sable

• Végétation bordante : strate arborescente et arbustive, herbacée et épineux, Defla, peuplier.

• Végétation aquatique : les algues

### 2.2.3. Oued El Djir

Situé dans le sud du parc national de Chréa, il est considéré comme une limite naturelle du parc d'un côté, et une rivière secondaire versant dans l'Oued Chiffade l'autre côté. Ce cours d'eau appartient à la commune d'El Hamdania. C'est une eau minéralisée (750 mg/l), elle est captée à 200m de la station de traitement Chiffa, et exploitée à raison de 2000m³/jour environ (Djoudi, 2013).

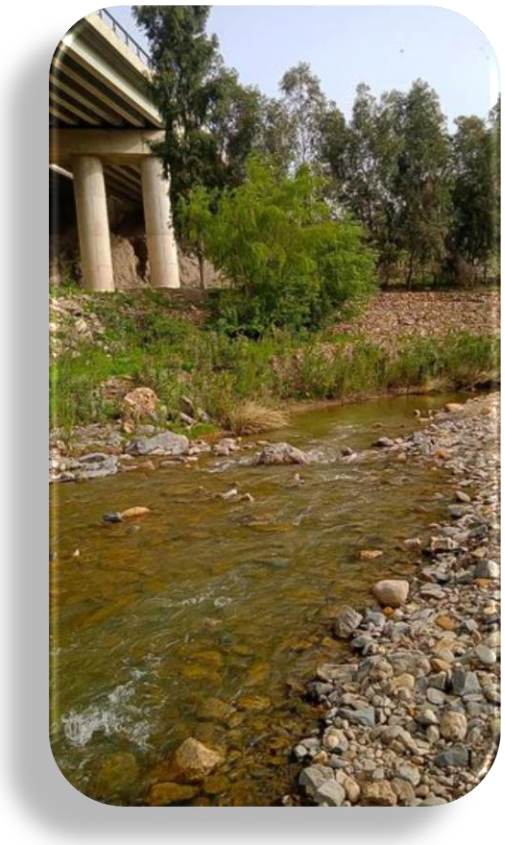


**Figure 2.5.** Photo de Oued El Djir (Photo Original).

Station 3 : près de l'agglomération.

• Altitude : 354 m

• Localisation : Oued el Djir ; Tamezguida

• Pente à la station : 65.3°

• Vitesse du courant : rapide à très rapide

• Substrat : roches, Galets et le sable

• Végétation bordante : defla, les arbres adultes, le pin, plante de tamaris , diss et eucalyptus peuplier .

• Végétation aquatique : les algues.

### 2.2.4. Oued El Merdja

Situé dans l'ouest du parc national de Chréa, il se trouve dans la région d'El Hamdania et alimente la région en eau potable à hauteur de 5000$m^3$ / jour. L'eau brute d'Oued El Merdja a des propriétés physico-chimiques d'une eau minérale (350 mg /l) c'est une eau propre qui ne nécessite pas de traitement chimique. Une stérilisation au chlore est suffisante, cette eau est captée pour être refoulée à la station de traitement Chiffa (Djoudi, 2013).

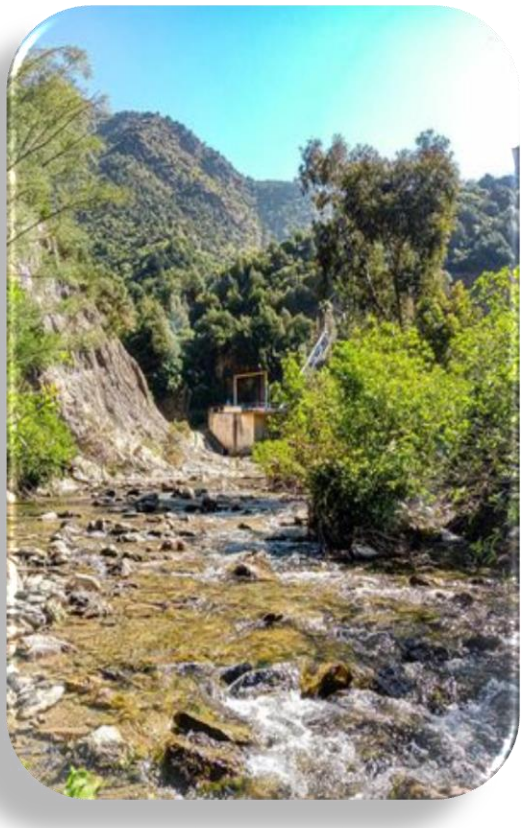


**Figure 2.6.** Photo de Oued El Merdja (Photo Original).

Station 4 : loin de l'agglomération.

• Altitude : 282 m

• Localisation : Oued el Merdja ; wilaya de Blida

• Pente à la station : 89.3°

• Vitesse du courant : très rapide

• Substrat : les galets, les roches

• Végétation bordante : Defla, le pin, plante de tamaris et diss.

• Végétation aquatique : les algues.

## 2.3. Caractéristiques physiques des stations

### 2.3.1. La pente

La pente est un paramètre écologique important qui dépend de l'altitude. Elle intervient dans le déterminisme de la vitesse du courant, de la taille des éléments du substrat ainsi que dans la distribution de la faune benthique.

Les secteurs les plus pentus correspondent aux cours d'eau de montagne : altitude 496m-282 m

Les pentes varient de 41.9° à 98.3°

### 2.3.2. Débits

Le débit est le volume d'eau en mouvement auquel peut être rattaché une quantité de matièretransportée organique ou minérale, inerte ou vivante, endogène ou exogène (LAVANDIER, 1979) Il dépend de l'altitude, de la distance à la source la plus en amont, de la nature des terrainstraversés, des précipitations et de la présence de neige en amont.

D'après Lounaci (2005), les cours d'eau de montagne d'altitude supérieur à 1000 m présentent un régime hydrologique pluvionival de décembre à mi-avril et pluvial de mi-avril à début juin. Les fortes pluies, à l'origine des crues, augmentent la vitesse du transport des substances solides et dissoutes et beaucoup d'organismes sont alors emportés. De plus, la composition chimique des eaux se trouve ainsi modifiée.

### 2.3.3. Ecoulement et vitesse du courant

L'écoulement est caractérisé par un profil de vitesse qui dépend du débit, des précipitations, de la pente, de la largeur du lit, des apports des affluents ainsi que la taille des éléments du substrat et de la profondeur de la lame d'eau. Selon (Hynes, 1970 ; Minshall, 1984 ; Stazner, et al., 1988 in Lounaci 2005) la vitesse du courant est un facteur écologique essentiel qui conditionne les possibilités d'existence des organismes en fonction de leurs limites de tolérance, du comportement, de la distribution et du métabolisme des communautés. C'est un facteur limitant. En général, la faune des eaux courantes, et en particulier, celle des eaux rapides, diffèrent de celle des eaux stagnantes et présente des caractères d'adaptation qui permettent aux animaux de se protéger ou de lutter contre le courant (Angelier, 2003). En raison des difficultés de sa mesure, la vitesse du courant est estimée par sa valeur moyenne dans chaque

station. Les mesures sont effectuées à l'aide d'un bouchon en liège lâché en surface du cours d'eau sur une distance de 5m, le temps est mesuré par un chronomètre

**Tableau 2.1** : Classification de la vitesse du courant selon BREG (Lounaci 2005).

| | |
|---|---|
| **Vitesses très lentes** | **inférieur à 10 cm/s** |
| **Vitesses lentes** | de 10 à 25 cm/s |
| **Vitesses moyennes** | de 25 à 50 cm/s |
| **Vitesses rapides** | de 50 à 100 cm/s |
| **Vitesses très rapides** | supérieur à 100 cm/s |

### 2.3.4. Substrat

Les cours d'eau présentent naturellement une grande diversité structurelle qui se traduit par la présence d'une grande variété d'habitats : fonds sableux, dépôts de débris végétaux, zones rocailleuses, rochers…etc. De nombreux organismes d'eaux courantes présentent une adaptation très spécifique et ne colonisent que les habitats dont les conditions leurs sont favorables. Les cours d'eau richement structurés sont donc colonisés par une communauté lotique très diversifiée et riche en espèces (Yasri, 2009).

Le substrat constitue le support vital des invertébrés benthiques auquel il est intimement associé pendant une partie de leur vie. Il peut être scindé en deux grands types : substrat minéral et végétal.

- Le substrat minéral : selon le diamètre moyen des éléments fin qui les composent on distingue quatre catégories : galets, graviers, sables et limons. L'importance relative de chaque catégorie est estimée par un pourcentage de recouvrement des surfaces à l'eau, estimés par observation directe à l'échelle de la station.

- Le substrat végétal : il peut être utilisé comme support inerte et comme ressource trophique. Son importance au niveau d'une station est exprimée par trois classes d'abondance, d'absente à très abondante. La distribution des stations en fonction de l'altitude et de la nature du substrat montre une hétérogénéité du substratum au sein de tous étages altitudinaux au niveau d'une même station. En moyenne altitude, le substrat le plus fréquemment prélevé est à dominance de galets et de graviers (Stark et al., 2001). En basse altitude, il est plutôt à dominance de sable et de limon avec abondance de végétation aquatique.

### 2.3.5. Température de l'eau

La mesure de la température de l'eau est très utile pour les études limnologiques car elle joueun rôle dans la solubilité des gaz, notamment l'oxygène, la détermination du pH et la dissociationdes sels (Rodier, 1996). Lavandier (1979), Thomas (1981), Angelier et al., (1985) et Vinçon (1987) et Angelier (2000), admettent que la répartition et la composition de la faune benthique dans les cours d'eau est renvoyée à l'action de la température.

La température a été mesurée in situ à l'aide d'un analyseur multi-paramètres de terrain de type (WIW 340 I). L'analyse des relevés de températures ponctuelles nous a permis de dresser l'évolution du régime thermique tout au long de notre étude.




**Figure 2.7.** Multi-paramètres de terrain.

### 2.3.6. Températures de l'air

La température est un facteur écologique important (Dajoz, 2006 ; Faurie et al., 2003) de toutes les réactions chimiques et biologiques dans les milieux aquatiques (Beaudry & Henry, 1984). Elle détermine les grandes régions climatiques terrestres, régule la vitesse des réactions cellulaires et intervient sur l'évaporation des plans d'eau et la transpiration des êtres vivants, en conditionnant la répartition de la totalité des espèces dans la biosphère (Ramade, 2003).

Elle joue un rôle dans la solubilité des sels et des gaz, en particulier dans la conductivité électrique et dans la variation du pH (Leclerc, 1996). Elle permet de différencier entre les eaux qui circulent en profondeur et celles qui circulent près de la surface (Philippo et al., 1981). Ce paramètre est en fonction de l'altitude, de la distance par rapport à la mer et varie également en fonction des saisons (Toubal, 1986), et elle est exprimée en degré de Celsius (°C).

## 2.4. Méthodes d'étude

De manière générale, les cours d'eau dans lesquels on peut se déplacer à pied appartiennent à deux types, soit les cours d'eau à substrat grossier et à écoulement rapide soit les cours d'eau à substrat fin et à écoulement lent (Stark et al., 2001). Ces types de cours d'eau sont également désignés respectivement comme des cours d'eau à forte pente (high gradient stream) ou à faciès lotique et des cours d'eau à faible pente (low gradient stream) ou à faciès lentique (Barbour et al., 1999 ; Stark et al., 2001).

Ainsi, la stratégie d'échantillonnage différera selon ces types de substrats et d'écoulement. Maxted et al. (2003) recommandent, concernant les programmes de suivi, de séparer l'évaluation de ces deux types de cours d'eau car les communautés de macroinvertébrés benthiques de référence y sont différentes. Ainsi, tant les échantillons que l'interprétation devront être traités différemment selon le type de cours d'eau.

### 2.4.1. Les macroinvertébrés benthiques en tant qu'indicateurs

L'état de santé global des écosystèmes aquatiques est principalement évalué par les communautés biologiques de macroinvertébrés benthiques (Hellawell, 1986 ; Barbour et al., 1999 ; WFD, 2003 ; Nyakabeji et al., 2023).

Il s'agit d'organismes visibles à l'œil nu, comme les insectes, les mollusques, les crustacés et les vers, qui vivent au fond des cours d'eau et des lacs. Ces organismes jouent un rôle essentiel dans la chaîne alimentaire des environnements aquatiques, car ils fournissent une nourriture essentielle à de nombreuses espèces de poissons, d'amphibiens et d'oiseaux (Corniou,2024). Leur sédentarité, leur cycle de vie diversifié, leur grande diversité et leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de l'habitat sont des indicateurs de santé des écosystèmes aquatiques. Ils incluent les conséquences cumulatives et synergiques à court terme (jusqu'à quelques années) des diverses perturbations physiques (modifications de l'habitat), biologiques et chimiques dans les cours d'eau. Ils se rencontrent dans la plupart des cours d'eau et sont faciles à collecter. En outre, leur collecte a peu de conséquences néfastes sur le biote résident (Barbour et al., 1999). Le suivi des macro invertébrés benthiques est utile pour :

- Évaluer la santé globale des écosystèmes aquatiques.
- Observer l'évolution de l'état de santé d'un cours d'eau au fil du temps.
- Évaluer et vérifier l'impact d'une source de pollution connue sur l'intégrité de l'écosystème.

- Évaluer les répercussions des mesures de restauration (habitat et qualité de l'eau) .
- Contribuer à l'enrichissement biologique du programme de surveillance de la qualité bactériologique et physicochimique des cours d'eau.
- Recenser la diversité des macros invertébrées benthiques présentes dans les cours d'eau.

### 2.4.1.1. Importance de la biodiversité et les écosystèmes aquatiques

Les macroinvertébrés benthiques sont des animaux qui habitent le fond d'un cours d'eau ou qui ne s'en éloignent que de peu, pendant la plupart de leur existence. Ils sont invisibles à l'œil nu, sans colonne vertébrale (Moisan, 2010). Il existe une grande diversité de macroinvertébrés benthiques dans tous les types de cours d'eau, qu'ils soient petits ou grands (Chessman, 1995 ; Camargo et al, 2004 ; Pelletier, 2007). Selon Moisan (2010), ils sont sédentaires, ils ont une durée de vie assez longue, ils ont une grande variété de réactions face à diverses perturbations et ils jouent un rôle essentiel dans le réseau trophique (aliments pour les poissons, les oiseaux, etc.).

La faune d'un écosystème aquatique est en permanence influencée par la variation spatio-temporelle du milieu. La structure des peuplements varie donc en fonction des changements dans les caractéristiques environnementales (Fruget et Dessaix, 2002). Les macroinvertébrés se trouvent généralement à la surface ou dans les premiers centimètres des sédiments (Tacchet et al, 1980). Selon Cereghino (1992), l'analyse du benthos permet d'évaluer la structure, la composition et la répartition spatio-temporelle des macroinvertébrés.

Les macroinvertébrés présentent une sédentarité relativement élevée, ce qui en fait de bons indicateurs des conditions locales (Camargo et al., 2004 ; Pelletier 2006). Leur mobilité restreinte, qui les empêche de s'échapper aux perturbations, leur permet de fournir une représentation fiable des conditions du site où ils ont évolué et où ils ont été pris.

Selon Camargo et al. (2004) et Pelletier (2007), il est possible d'estimer différentes données métriques pour représenter les aspects structurels et fonctionnels de la communauté, ainsi que la tolérance des macroinvertébrés à la pollution. Les données métriques les plus couramment utilisées sont la diversité, la richesse, les espèces dominantes, le pourcentage des groupes taxonomiques et trophiques, ainsi qu'un indice biotique pour la tolérance.

- **Dans le monde**

A l'échelle mondiale, Selon Dynesius et Nelson (1994), les cours d'eau sont l'un des écosystèmes les plus complexes et dynamiques. Ils contribuent à la préservation de la biodiversité et au bon fonctionnement des organismes. Selon Chessman (1995), les macroinvertébrés benthiques permettent de repérer des perturbations qui ont eu lieu, même si elles ne sont plus présentes au moment de l'échantillonnage. La taxinomie ou la biogéographie des macroinvertébrés du Nord d'Afrique ont été l'objet de nombreuses études jusqu'à présent, et les aspects écologiques sont parmi eux: Ait Mouloud, 1981, Arab et Zebdi 1983 Gagneur et al. 1985, Boumaiza & Clergue-Gazeau 1986, Boumaiza & Thomas 1986, Malicky & Lounaci 1987, Bouzidi & Giudicelli 1987, Gagneur & Thomas 1988, Gagneur & Aliane 1991, Clergue-Gazeau et al. 1991, Moubayed et al. 1992, Boumaiza & Thomas 1995, Thomas 1998, Vaillant & Gagneur 1998, Samraoui et Menai 1999, Lounaci 2000, Mebarki 2001, Arab 2004, Lounaci et Vinçon 2005, Lounaci 2005, Moubayed et al 2007, Zerguine et al 2009, Yasri 2009, Hamzaoui 2009, Sekhi2010.

- **En Algérie**

En raison de son emplacement géographique, l'Algérie est un point de contact entre différentes régions, comme le Sud de l'Europe et l'Afrique. Elle est particulièrement intéressante pour les études faunistiques, écologiques et biogéographiques, car elle est une zone de passage obligatoire pour une grande partie de la faune entre les régions paléarctique et afrotropicale. S'il est généralement bien connue la faune des invertébrés des écosystèmes aquatiques continentaux d'Europe, il reste des lacunes en Algérie où les études sur cette faune ont été beaucoup plus restreintes dans le temps et dans l'espace.

Les études sur les peuplements et l'écologie des invertébrés des écosystèmes aquatiques continentaux algériens étaient peu nombreuses et/ou partielles jusqu'à une période récente. Dans la plupart des cas, elles se limitent à décrire des espèces inconnues, dont l'écologie n'était que brièvement décrite (Eaton, 1899 ; Bedel, 1895 ; Seurat, 1922 ; De Peyerimhoff, 1905 et 1925 ; Navàs, 1917 et 1929 ; Edwards, 1923 ; Puri, 1925 ; Lestage, 1925 ; Poisson & Gauthier, 1926...).

La majorité des peuplements des écosystèmes aquatiques en Algérie sont de type paléarctique (Bellatreche, 2009). Les éléments autochtones sont principalement connus dans la partie occidentale de la Méditerranée (Tyrrhenoleuctra, Eoperla, Afroperlodes (Plécoptères), Silonella (Trichoptère), Tetissimulium (Diptères Simuliidae). Quelques

taxons de cette faune appartiennent à des lignées.

Surtout africaines (Oligoneuriopsis, Euthraulus – Ephéméroptères –, Afronurus, Ecnomus – Trichoptères –, Hydrovatus, Bidessus, Laccophilus – Coléoptères –, Paratendipes crosskeyi, Tvetenia calvescens – Diptères Chironomides) et orientales (Peltodytes, Haliplus, Hygrotus, Potamonectes – Coléoptères – Simulium pseudequinum – Diptère Simuliidae). Il existe de nombreuses espèces endémiques (80 espèces, soit 8,12% de la faune totale), qui sont principalement liées à des lignées dont les représentants se trouvent dans le bassin méditerranéen. Ils montrent donc l'existence d'une grande faune autochtone dont l'origine remonte sans doute au tertiaire.

### 2.4.1.2. Limite d'identification des macroinvertébrés benthiques selon l'IBGN

Le niveau d'identification requis, qui est majoritairement la famille ou le genre, offre donc la possibilité d'utiliser les macroinvertébrés benthiques de façon efficace, fiable et peu coûteuse afin de déterminer le degré de dégradation de l'eau (Micha et Noisette, 1982).

### 2.4.1.3. Les avantages et les inconvénients des macroinvertébrés benthiques

#### 2.4.1.3.1. Les avantages

- Les macroinvertébrés benthiques sont présents et abondants dans tous les types de cours d'eau, petits ou grands (Chessman, 1995 ; Camargo et al. 2004 ; Pelletier, 2013).
- Ce sont des organismes vivants qui intègrent plusieurs composantes du milieu, comme l'habitat et les contaminants, puisqu'ils ont une durée de vie assez longue pouvant varier de quelques mois à deux ou trois ans (Camargo et al. 2004 ; Pelletier, 2013). Contrairement aux analyses chimiques, on peut détecter à l'aide des macroinvertébrés benthiques, des perturbations qui ont eu lieu même si elles ne sont plus présentes au moment de l'échantillonnage (Chessman, 1995). Les analyses chimiques requièrent un grand nombre d'échantillons durant une longue période de temps pour être vraiment représentatives. À l'opposé, dans plusieurs cas une seule campagne d'échantillonnage, permet d'évaluer avec justesse l'état de la qualité de l'eau d'un cours d'eau. Les macroinvertébrés benthiques reflètent donc de façon significative la dégradation des cours d'eau, autant au niveau d'une pollution organique que chimique (De Pauw et Vannevel, 1991).
- Ils jouent un rôle important dans la chaîne alimentaire aquatique puisqu'ils sont la source principale de nourriture pour plusieurs poissons, insectes et amphibiens. Ils

doivent donc être présents en quantité suffisante et avec une diversité importante pour maintenir l'écosystème aquatique en équilibre, fonctionnel et en santé (Chessman, 1995). Par exemple, les trichoptères, surtout au stade immature, et les éphéméroptères sont une source importante de nourriture pour de nombreux poissons d'eau douce. Les Odonates jouent pour leur part un rôle important au niveau du contrôle des populations de moustiques, de moucherons et autres petits insectes qu'ils consomment abondamment tout au long de leur vie (Borror et White, 1999). Les macroinvertébrés benthique sont donc un élément clé de l'équilibre des écosystèmes aquatiques et même plus, puisque plusieurs espèces se déplacent hors de l'eau pour vivre leur stade mature.

### 2.4.1.3.2. Les inconvénients

- La qualité des échantillons recueillis et de l'identification des spécimens est reliée à la compétence du personnel, ce qui peut influencer le degré d'efficacité de la méthode.
- Comme ils intègrent plusieurs composantes de leur milieu, il peut être difficile de trouver la cause spécifique d'un problème (Pelletier, 2013). Il faut, entre autres, porte une attention particulière afin de déterminer correctement les types d'habitats échantillonnés, afin de permettre une interprétation adéquate des résultats obtenus. Si une méthode rapide a permis la détection d'une zone de dégradation de la qualité de l'eau, il faut ensuite poursuivre avec une étude plus approfondie afin de trouver la source du problème.
- Pour pouvoir mettre sur pieds des indices biotiques et traduire de façon fiable les résultats en degré de pollution, il faut posséder une bonne banque de références. Il serait donc important de commencer à effectuer une collecte d'informations dans nos régions. On peut facilement déterminer s'il y a une dégradation entre deux zones d'une rivière sans posséder de sites de référence. Mais si on veut interpréter avec certitude un indice en degré de pollution, il faudra posséder les données d'un nombre suffisant de sites de référence qui ne sont pas perturbés ou pollués.

## 2.4.2. Techniques d'échantillonnage

La collecte des macro invertébrés a été réalisée durant le mois de mars, avril et mai de l'année 2024 à raison de quatre prélèvements par mois. L'échantillonnage consiste à rassembler la plus grande diversité faunistique représentative des habitats à étudier, et cela pour obtenir un bilan plus complet possible des taxons présents dans les cours d'eau.

L'échantillonnage des macroinvertébrés benthiques est fait à l'aide d'un filet troubleau, d'une largeur de 30 cm avec une maille d'ouverture de 600 µm. Les macroinvertébrés sont délogés avec les mains. Cette méthode est plus systématique et elle abîme moins les organismes (Moulton et al., 2002).

Les récoltes de macroinvertébrés ont été réalisées au cours de quatre stations durant la période printanière, période qui semble être la plus propice au développement de la faune benthique.

L'habitat des macroinvertébrés benthiques, comme celui de tout autre organisme vivant, possède des composantes biologiques (exp: végétation), physiques (exp: substrat, écoulement). La diversité biologique des rivières est étroitement liée à la qualité de l'habitat.

Dans un écosystème non perturbé, les caractéristiques d'habitat constituent les principaux facteurs qui déterminent la distribution des macroinvertébrés (Hynes, 1970; Cummins, 1975; Hellawell, 1986). Plusieurs facteurs influencent la répartition spatiale des macroinvertébrés benthiques. Parmi les plus importants, citons la vitesse du courant, la nature et l'hétérogénéité du substrat ainsi que la température (Hynes, 1970). Ainsi, afin de bonifier le suivi des macroinvertébrés benthiques, l'évaluation de l'habitat environnant offre un complément d'information utile. Les mesures et les prélèvements d'eau doivent se faire vers l'amont en évitant la mise en suspension des sédiments du fond ( Dramais, 2022).

**Tableau 2.2.** Matériel utilisé dans ce travail.

| Liste de matériel de terrain | Liste de matériel de laboratoire |
|---|---|
| - Tamis de maille (1mm, 2mm)<br>- Multi paramètres (pH, conductivité, oxygène dissous)<br>- Boîtes en verre pour conserver les échantillons<br>- Ethanol 70 % pour conserver les espèces.<br>- Étiquettes<br>- Pinces fines<br>- Sachets en matière plastique<br>- Sacs à dos<br>- Appareil photo<br>- Chronomètre<br>- Gants en latex<br>- Bottes<br>- Blouse.<br>- Protocoles<br>- Cahier<br>- Appareil pour mesurer l'altitude et la pente<br>- Bouteilles d'échantillonnage<br>- Glaciaire et glace<br>- Filet Surber<br>- Crayon | - Loupe binoculaire<br>- Microscope<br>- Multi-paramètre.<br>- Les boîtes en verre<br>- Guide pour identifier le matériel biologique (Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, 2010 ; Tachet, 2010)<br>- Deux pinceaux<br>- Flacons étiquetés<br>- Ethanol 70% pour conserver les espèces<br>- Eau distillée<br>- Deux Tamis (1 mm, 2 mm)<br>- Deux récipients.<br>- Sachets en matière plastique<br>- Bécher 50 ml<br>- Burette<br>- Gants en latex<br>- Une bavette<br>- Blouse.<br>- Étiquettes<br>- Crayon |

### 2.4.2.1. Echantillonnage benthique

Le matériel biologique est issu de prélèvements benthiques. Celles -ci ont été réalisées à l'aide d'un filet Suber. L'échantillonneur Surber possède un cadre carré avec une base de surface de 0,09 m2 (30 cm x 30 cm). Il est placé sur le fond du lit, l'ouverture du filet face au courant. Le substrat se trouvant dans la surface d'échantillonnage est lavé, récupérant ainsi les larves, les nymphes et les adultes dans le filet.



**Figure 2.8.** Echantillonneur de type « surber »

La pince permet de détacher les formes solidement fixées et de récupérer la faune interstitielle par raclage du fond, le courant entraînant les organismes dans le filet.

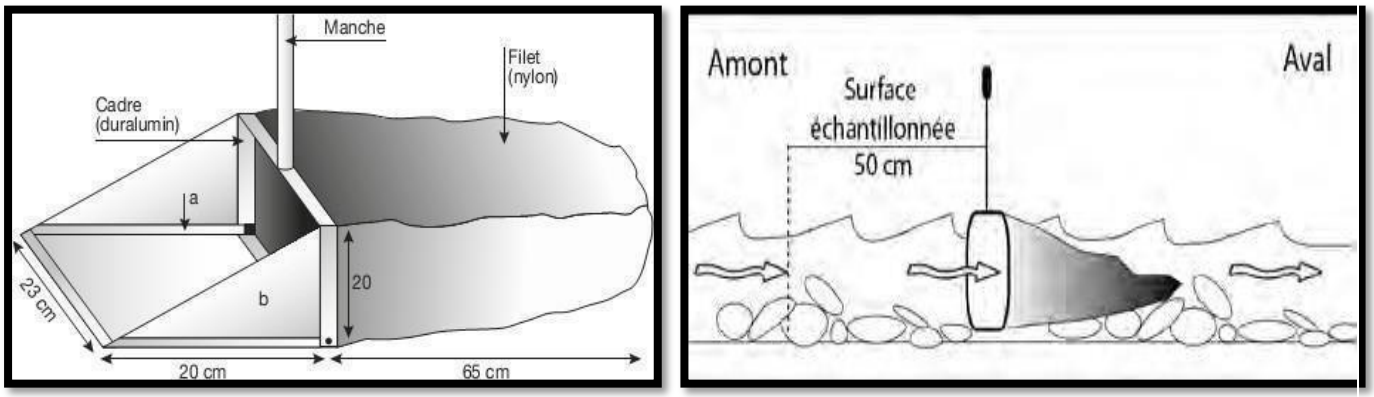



**Figure 2.9.** Schéma de filet Surber (Rodier et al, 2009).

#### 2.4.2.2. Chasse d'adultes

L'identification spécifique de certains taxons difficiles à séparer au stade larvaire est souvent possible grâce à la capture d'adultes, comme les Ephéméroptères (Ecdyonurus, Rhithrogena...), les Plécoptères (Leuctra, Nemoura...) et la plupart des diptères. La chasse à vue est réalisée à la pince, c'est la méthode la plus répandue. On capture les insectes à vue, en bordure du cours d'eau sur la végétation et sur les pierres avec un filet ou avec une pince entomologique souple, puis on les recueillit dans des piluliers remplis d'alcool à 70 %.

#### 2.4.2.3. Conservation des échantillons

On collecte les échantillons dans des pots en plastique, puis on les place dans du formol à 70 % sur le site de prélèvement. Alors que, les échantillons de la chasse d'adultes sont collectés dans des bouteilles puis incorporés dans de l'éthanol à 70 %. À chaque prélèvement, on consigne la date, le numéro et les caractéristiques de la station.

#### 2.4.2.4. Tri et détermination

Au laboratoire, le contenu des sachets est lavé et débarrassé de la vase et des débris végétaux sur une série de tamis à maille allant de 2 mm à 250 µm (Zouggaghe et Moali, 2009). Afin d'éliminer au maximum le substrat fin restant et les éléments grossiers (graviers, plantes, feuilles...), le contenu des tamis est ensuite versé dans une bassine puis transvasé dans des béchers de 50 ml. Un pré-tri et une identification de la faune est faite sous la loupe binoculaire. Les organismes sont manipulés à l'aide de pinces fines dans des boites à pétri.

### 2.4.3. Méthodes d'analyse de la structure du peuplement

Les Indices de diversité écologique, et la recherche sur les benthos permet d'évaluer la composition, la structure et la répartition spatiale et temporelle des macros invertébrées présentes.

#### 2.4.3.1. Indices de diversité

C'est par des formules mathématiques que l'on peut mieux comprendre la structure du peuplement. Ils offrent une évaluation rapide de la diversité du peuplement. Selon Barbault (1995), il est bénéfique de mesurer la richesse taxonomique, la diversité et l'équitabilité afin de caractériser un peuplement, de comparer globalement des peuplements différents ou d'évaluer l'état d'un même peuplement étudié à différents moments. L'intérêt

de ces indices réside dans leur capacité à restituer l'abondance relative de chaque espèce, à comparer les peuplements entre eux et à étudier leur évolution dans l'espace et dans le temps (Dajoz, 1985). L'évaluation de la structure générale des peuplements doit commencer par évaluer les deux variables : la richesse spécifique et l'abondance (Grall & Hily, 2003). Grâce à ces critères, il est possible de décrire la structure des peuplements.

**• Diversité brute ou richesse taxonomique**

Cet indice correspond au nombre de taxons présents dans chaque prélèvement (Boulunier et al., 1998 ; Ramade, 2003).

**• Abondance des espèces**

L'abondance est un paramètre important pour la description d'un peuplement. Il représente le nombre d'individus du taxon (i) présent par unité de surface ou de volume (Ramade, 2003). Il est variable aussi bien dans l'espace que dans le temps.

$$Pi = ni / N$$

**ni** = nombre d'individus de l'espèce i
**N** = nombre total d'individus

**• Occurrence des espèces**

Appelée aussi indice de constance au sens de Dajoz (1985), la fréquence d'occurrence est le rapport, exprimé en pourcentage, entre le nombre de relevés (Pi) où l'on trouve l'espèce (i) et le nombre total de relevés réalisés (P) dans une même station. Elle est calculée par la formule :

$$C\ (\%) = 100 * Pi / P$$

**Pi** = nombre de prélèvements ou l'espèce i est présente
**P** = nombre total de prélèvements

En fonction de la valeur de C (%), nous qualifions les espèces de la manière suivante :

- C 100% Espèce omniprésente
- C ] 100 – 75 ] Espèce constante
- C ] 75 – 50 ] Espèce fréquente

- C ] 25 – 5 ] Espèce accessoire
- C < 5 % Espèce rare

**• Indice de diversité de Schannon-Weaver H'**

De tous les indices, la formule de Schannon-Weaver est l'indice le plus utilisé, il exprime le mieux la diversité des peuplements. Il présente l'avantage de n'être subordonné à aucune hypothèse préalable sur la distribution des espèces et des individus (Blondel, 1979 ; Legendre & Legendre, 1979 ; Barbault, 1981). L'indice de Schannon-Weaver H' (Schannon & Weaver, 1963) convient bien à l'étude comparative des peuplements. Il est indépendant de la taille de l'échantillon et prend compte à la fois de la richesse spécifique et de l'abondance relative de chaque espèce, permettant ainsi de caractériser l'équilibre du peuplement d'un écosystème. Il a pour expression :

$$H' = - \sum (ni / N) \log2 (ni / N)$$

**ni** = nombre d'individus de l'espèce de rang i
**N** = nombre total d'individus

**• Indice de Simpson (D) :**

L'indice de Simpson mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard Appartiennent à la même espèce :

**D = ni(ni-1)/N(N-1)**

**Ni : nombre d'individus de l'espèce donnée.**

**N : nombre total d'individus.**

On peut préférer l'indice de diversité de Simpson représenté par 1-D, le maximum de diversité étant représenté par la valeur 1, et le minimum de diversité par la valeur 0 (Schlaepfer, Bütler, 2002).

Cet indice aura une valeur de 0 pour indiquer le maximum de diversité, et une valeur de 1 pour indiquer le minimum de diversité.

Il faut noter que cet indice de diversité donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. Le fait d'ajouter des espèces rares à un échantillon, ne modifie Pratiquement pas la valeur de l'indice de diversité.

### 2.4.3.2. Indices de structure

**• Equitabilité**

Étant donné que plus un peuplement est équilibré (sans un taxon dominant), plus il est stable et proche du stade de croissance, tandis que toute pullulation est le signe d'un déséquilibre causé par une cause naturelle ou humaine (Piélou, 1969). On a développé l'indice d'équitabilité afin de mesurer l'abondance relative de chaque taxon. Il s'agit d'un indice de Schannon-Weaver. L'équirépartition ou diversité maximale (H'max) permet de calculer l'équitabilité, c'est-à-dire le cas où toutes les espèces seraient représentées par le même nombre d'individus. Dans cette situation :

$$\mathbf{H'max = log2\ S}$$

Parallèlement à l'indice de Schannon-Weaver et afin de pouvoir comparer les densités de deux peuplements ayant de richesses spécifiques différentes (Ramade, 2003), nous utilisons l'équitabilité comme le rapport :

$$\mathbf{E = H' / H'max = H' log2\ S}$$

**H'** = indice de Schannon-Weaver
**S** = Richesse spécifique
**log2** = logarithme à base 2

L'équitabilité varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce, et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par un nombre semblable d'individus.

### 2.4.3.3. Indice biologique

L'indice biologique global normalisé, également connu sous le nom d'IBGN, permet d'évaluer la qualité des habitats d'invertébrés en fonction de la qualité des eaux utilisées et de la qualité de l'environnement. Il prend en considération à la fois les diverses sensibilités à la pollution des différents groupes d'invertébrés (groupes indicateurs) et la diversité taxonomique. L'information fournie est synthétique, et intègre l'influence de la qualité

physico-chimique de l'eau et des caractéristiques morphologiques et hydrauliques des cours d'eau (Vernaux, 1980). L'IBGN peut permettre de suivre l'évolution de la qualité biologique d'un site au cours du temps, dans l'espace (amont/aval) et d'évaluer l'effet d'une perturbation sur le milieu.

**Traitement statistique des données**

Toute étude statistique peut être décomposée en deux phases au moins : le rassemblement ou collecte des données, d'une part, et leur analyse ou leur interprétation, d'autre part. La statistique descriptive a pour but de mesurer et de présenter les données observées d'une manière telle qu'on puisse en prendre connaissance aisément, par exemple sous la forme de tableaux ou de graphiques.

L'étude statistique des données a été réalisée moyennant l'Excel et le logiciel d'analyse et de traitement statistique des données « SPSS version 23 ».

# Chapitre III : Résultats et discussion

# Chapitre III : Résultats et discussion

Dans ce chapitre, les résultats de la description des données obtenues dans chaque mois et station pour chacune des variables mesurées sont présentés, on a alors réalisé 12 prélèvements à raisons de 3 mois effectuer sur 4 stations. Cette description des résultats sera commentée et confrontée, d'une part, aux informations récoltées dans la bibliographie et, d'autre part, aux normes internationales et algériennes.

## 3.1. Résultats des paramètres physiques des cours d'eau

### 3.1.1. Vitesse du courant

Selon le tableau 3.1, la vitesse du courant dans chaque cours d'eau, classée en trois catégories :

- Rapide à moyenne
- Rapide à très rapide
- Très rapide

**Tableau 3.1** Vitesse du courant mesuré aux stations d'étude

| Stations | Oued Tamezguida | Oued Mouzaia | Oued El Djir | Oued El Merdja |
|---|---|---|---|---|
| **Vitesse du Courant** | rapide à moyenne | rapide à moyenne | rapide à très rapide | très rapide |

Ainsi, ces données fournissent une indication de la vitesse relative du courant dans chaque cours d'eau étudié. Par exemple, la vitesse du courant dans Oued Tamezguida et Oued Mouzaia été principalement rapide à moyenne, tandis que dans Oued El Djire, la vitesse été rapide à très rapide, et dans Oued El Merdja, elle été très rapide, et cela revient à :

- **La topographie** : Lorsque la pente est plus grande, l'eau glisse plus rapidement.
- **Le débit d'eau** : La quantité d'eau qui s'écoule dans la rivière peut avoir un impact important sur sa vitesse. Généralement, le débit augmente avec les fortes pluies ou la fonte des neiges et dans notre cas durant les deux premiers mois c'été une période pluvieuse.
- **L'étroitesse de la rivière** : Si la rivière est étroite, cela peut augmenter la vitesse du courant en raison de la réduction de la surface à travers laquelle l'eau doit s'écouler.
- **La topographie du lit de la rivière** : Les obstacles naturels dans le lit de la rivière,

tels que les rochers ou les formations de terrain argileuses, peuvent entraîner des variations de la vitesse du courant.

- **Les écoulements souterrains** : Parfois, les eaux souterraines peuvent jouer un rôle dans l'augmentation du débit des rivières, ce qui entraîne une augmentation de la vitesse du courant.
- **L'impact des activités humaines** : Certaines activités humaines telles que la construction de barrages ou d'excavations peuvent affecter le débit d'eau dans les rivières et donc leur vitesse.

### 3.1.2. Profondeur

Les données du tableau 3.2 indiquent que, durant toute la période d'échantillonnage, la profondeur de l'eau dans toutes les stations étudiées est de 30 centimètres. En ce qui concerne la largeur des cours d'eau varie selon les stations :

- Oued Tamezguida et Oued El Djire, la largeur est de 2 mètres.
- Oued Mouzaia et Oued El Merdja, elle est de 3 mètres.

**Tableau 3.2.** Profondeurs et moyennes des stations étudiées

| Stations | Oued Tamezguida | Oued Mouzaia | Oued El Djire | Oued El merdja |
|---|---|---|---|---|
| **Profondeur (cm)** | 30 | 30 | 30 | 30 |
| **Largeurs (m)** | 2 | 3 | 2 | 3 |

Ces mesures fournissent des détails sur la géométrie des cours d'eau, ce qui peut affecter leur débit et d'autres caractéristiques hydrauliques.

### 3.1.3. La pente et l'Altitude

L'altitude indique l'élévation ou la hauteur au-dessus du niveau de la mer de chaque station le long du cours d'eau étudié. Par exemple, la station 01 présente la plus haute altitude dans notre travail, elle se situe à une altitude de 496,70 mètres. La pente représente la déclivité à chaque station. Un angle de pente plus élevé indique une pente plus raide. Dans notre cas, la pente la plus élevé est note dans la station 01 avec 98.3°.

**Tableau 3.3.** Altitudes et pentes des stations des cours d'eau étudiés.

| | Station 01 | Station 02 | Station 03 | Station 04 |
|---|---|---|---|---|
| Altitude(m) | 496,70 | 382,20 | 354,60 | 282,40 |
| Pente à la station (°) | 98,3° | 41,9° | 65,3° | 89,3° |

En analysant ces données, vous pouvez comprendre la topographie et le profil en altitude du cours d'eau étudié. Par exemple, une pente plus abrupte peut indiquer une section de rapides ou de cascades, tandis qu'une pente plus douce peut indiquer une section plus calme du cours d'eau.

### 3.1.4. Substrat

Le tableau 3.4 présente la composition du substrat (matériaux au fond) des cours d'eau étudiés, en pourcentage pour chaque type de matériaux.

- Le gravier grossier est le principal composant du substrat dans la plupart des stations, représentant en moyenne 81,25% de la composition totale.
- Le sable est présent dans une moindre mesure, avec une moyenne de 3,25%.
- Les limons constituent également une partie significative du substrat, avec une moyenne de 7,5%.
- Les végétations aquatiques sont le composant le moins courant, avec une moyenne de 1,5%.

**Tableau 3.4.** Nature du substrat des stations étudiées

| | Oued Tamezguida | Oued Mouzaia | Oued Djire | Oued Elmerdja |
|---|---|---|---|---|
| **GG %** | 90 | 70 | 75 | 90 |
| **Sab %** | 0 | 10 | 0 | 0 |
| **Lm %** | 15 | 0 | 15 | 0 |
| **VA** | 0 | 3 | 3 | 3 |

**GG :** gros galets, **Sab :** sables, **Lm :** limons et **VA :** végétation aquatique (la plus abondante: 3 à absente : 0).

Ces données sont utiles pour comprendre la composition du lit du cours d'eau à chaque station, ce qui peut avoir un impact sur l'écoulement de l'eau, l'habitat des organismes aquatiques et d'autres aspects environnementaux.

## 3.2. Analyses des paramètres physico-chimiques de l'eau

Les résultats des analyses des paramètres physico-chimiques (pH, conductivité, et température) de l'eau des cours d'eau étudier sont consignés dans le tableau 3.5

**Tableau 3.5.** Analyses physico-chimiques de l'eau

**Statistiques**

| | | Eau | | | Sédiments | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | pH | CE | T | pH | CE |
| Moyenne | | 8,8 | 1858 | 16 | 8,2 | 953 |
| Ecart type | | 0,5 | 33 | 2,5 | 0,1 | 22 |
| Minimum | | 8 | 1800 | 12 | 8,01 | 600 |
| Maximum | | 9,5 | 1900 | 20 | 8,44 | 1400 |
| Quartiles | 25 | 8,24 | 1830 | 14,35 | 8,16 | 640 |
| | 50 | 9 | 1870 | 17 | 8,28 | 700 |
| | 75 | 9,35 | 1885 | 17,95 | 8,34 | 1325 |

### 3.2.1. Température (T) :

Les fluctuations spatio-temporelles de la température de l'eau sont illustrées par la (figure3.1). D'une manière générale, l'eau est froide pour les stations des oueds. Les valeurs extrêmes relevées sont de l'ordre de 12 et 20 °C respectivement en mars et avril au niveau des stations Oued Mouzaia et Oued El Merdja. Un réchauffement tributaire de la saison printanière est constaté. D'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air.

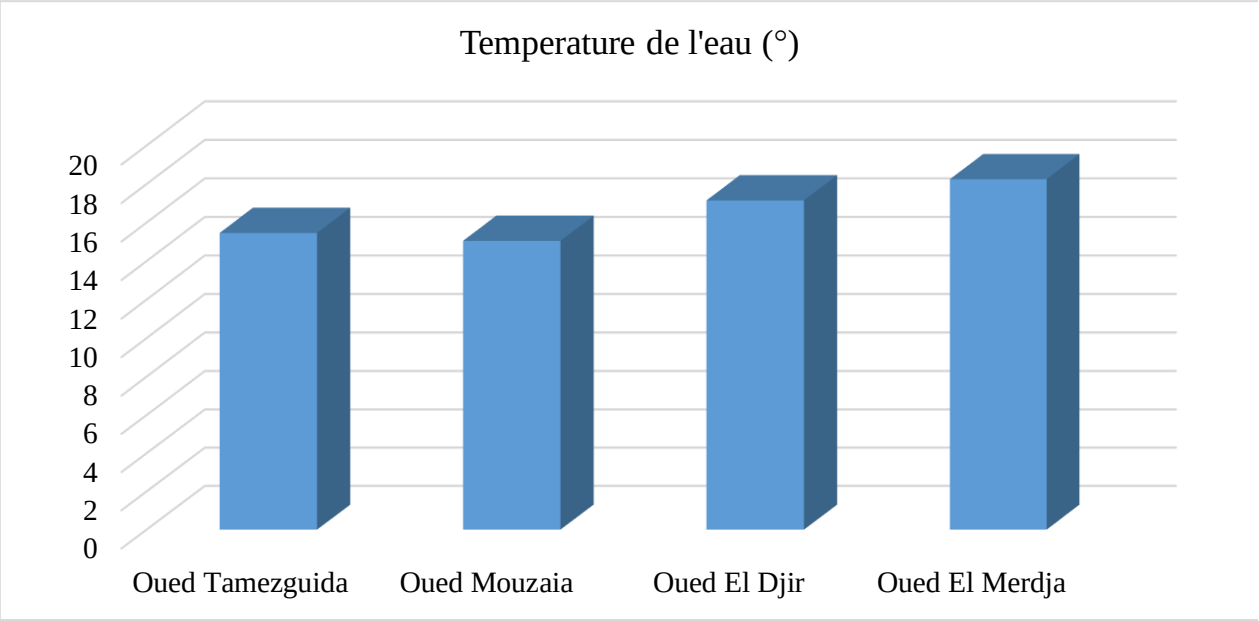



**Figure 3.1.** Les variations de Température de l'eau de chaque station

Par ailleurs, il apparaît que les températures des eaux présentent des valeurs plus ou moins homogènes d'une station à une autre. Les gradients amont-aval sont peu ou pas remarquables. L'OMS ne recommande aucune valeur guide. Pratiquement, la température de l'eau n'a pas d'incidence directe sur la santé de l'homme. Une augmentation de la température s'accompagne d'une diminution de la densité, de la viscosité, de la solubilité de l'oxygène et de l'augmentation de l'évaporation de l'eau **(Rodier et al. 2009).** De plus, les basses températures affectent l'autoépuration de l'eau ; la réaction de dénitrification s'arrête à 3°C alors qu'elle se poursuit à 5°C **(Merzoug et al. 2010)**. Les températures des eaux des autre oueds est en moyenne 16±2,5 °C , donc considérées comme "très bonnes" en termes de qualité pour la biologie aquatique (tableau 3.6).

**Tableau 3.6 :** Aptitude à la biologie en fonction de la température (**SEQ-Eau, 2003**).

| Qualité | Très bonne | Bonne | Passable | Mauvaise | Très mauvaise |
|---|---|---|---|---|---|
| T (°C) | 20 | 21,5 | 25 | 28 | > 28 |

### 3.2.2. pH de l'eau:

L'évolution du pH de l'eau des 4 stations et des 3mois de prélèvements est représentée par la figure(3.2) , l'examen de cette dernière et du (tableau 3.6), montre que le pH des eaux est faiblement alcalin. Il oscille entre 8,33 et 9,98 au niveau des stations Oued El Merdja, Oued

Tamezguida respectivement (avril pour les deux stations). Le pH de l'eau naturelle est lié à la nature du terrain qu'elle traverse. Il intervient dans de nombreux équilibres physico-chimiques et il dépend d'un certain nombre de facteurs, notamment la source de l'eau **(Castany, 1998)**.

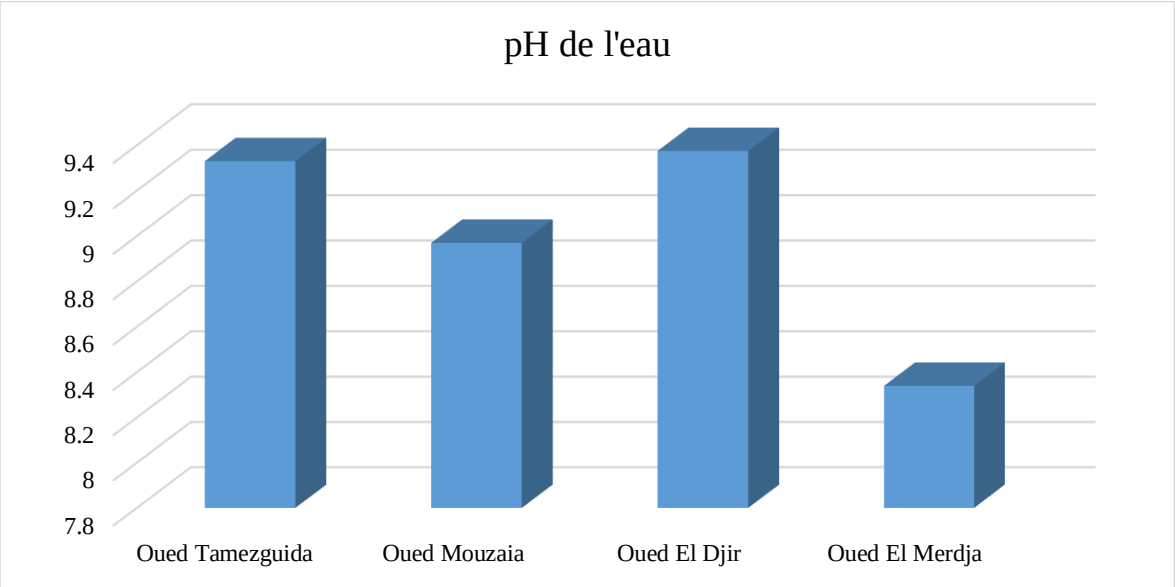



**Figure 3.2.** Les variations de PH de l'eau de chaque station

Les fluctuations du pH dans l'espace sont peu prononcées. Il reste assez stable et varie peu entre les stations c'est le cas de deux stations Oued El Merdja, Oued Tamezguida. Le pH moyen le plus élevé a été enregistré à la station Oued El Djir. Contrairement aux fluctuations spatiales, la variation saisonnière du pH est plus sensible. Les valeurs sont relativement plus importantes en avril, et se détache ainsi avec le pH le plus élevé (9,20) suivie du mai (8,90) et enfin mars (8,84). Ces résultats peuvent être attribués à l'abondance de plantes aquatiques au cours de ces saisons, en particulier les macrophytes et le périphyton, générant ainsi une activité photosynthétique plus importante. Cette variabilité est située dans la fourchette des normes de potabilité (6,5 < pH < 8,5) (**OMS, 2005**) pour deux stations ( Oued Mouzaia et Oued El Merdja). Les valeurs de pH comprises entre 5 et 9 confèrent aux eaux la compatibilité avec la vie des poissons (**Rodier et al. 2009**). Comparativement aux données de la grille (tableau3.7) du Système d'Evaluation de la Qualité des cours d'eau (**SEQ-Eau, 2003**), l'eau des cours d'eau sont de qualité bonne à mauvaise pour la vie aquatique.

**Tableau 3.7 :** Aptitude à la biologie en fonction du pH (**SEQ-Eau, 2003**).

| Qualité | Très bonne | Bonne | Passable | Mauvaise | Très mauvaise |
|---|---|---|---|---|---|
| pH | 8 | 8,5 | 9,0 | 9,5 | > 9,5 |

### 3.2.3.Conductivité (CE) :

Les variations spatio-temprelles (figure3.3) et le tableau 3.5 permettent d'apprécier l'évolution de la conductivité électrique de l'eau. Les fluctuations sont considérables, les valeurs minimales sont enregistrées au mois de mars (1800 µS/cm) au niveau de Oued Mouzaia passent au 1900 µS/cm en avril (Oued El Djir). Selon **Rejsek (2002),** la conductivité électrique traduit le degré de minéralisation globale de l'eau.

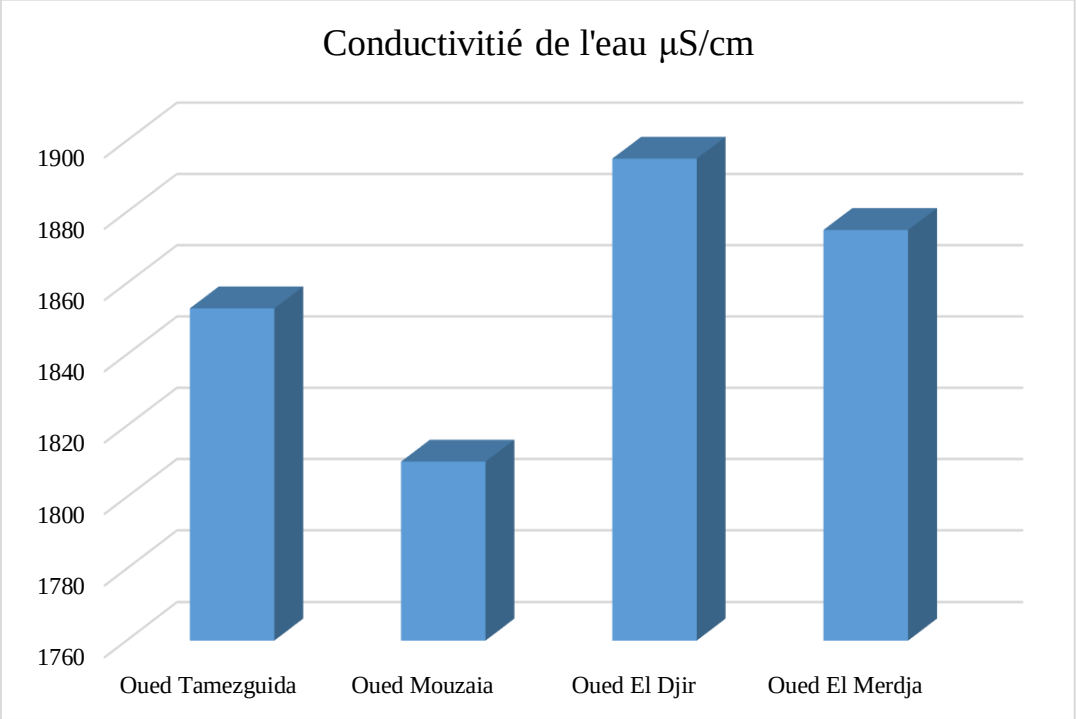



**Figure 3.3.** Les variations de Conductivité de l'eau de chaque station

Les eaux des Oueds ont une conductivité électrique moyenne supérieures à 1000 µS/cm et sont caractérisées par une forte minéralisation selon la classification de **Nisbet et Verneaux (1970)**. Dans certains cas, l'augmentation de la conductivité de l'amont vers l'aval peut être attribuée aux émissions urbaines.

La CE excessive enregistrée au niveau de la station Oued El Djir pendant les trois sorties de prélèvements (1895 µS/cm en mars, 1900 µS/cm en avril, 1890 µS/cm en mai) peut être

attribuée, d'une part à la nature salée de cette station et d'autre part aux rejets urbains de la commune voisinante. Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et la résistance qu'elle oppose au passage d'un courant électrique. Cette dernière exprimée par la conductivité électrique, est une bonne appréciation de la concentration totale en ions dans la solution dans l'eau, et reflète donc la qualité de l'eau. Comparativement aux données de la grille du système d'évaluation de la qualité des cours d'eau **(SEQ-Eau, 2003)**, l'eau des quatre stations est d'une très bonne qualité car les valeurs enregistrées se situaient aux alentours de 1858±33 µS/cm (tableau 3.8).

**Tableau 3.8 :** Aptitude à la biologie en fonction de la CE (**SEQ-Eau, 2003**).

| Qualité | Très bonne | Bonne | Passable | Mauvaise | Très mauvaise |
|---|---|---|---|---|---|
| CE (µS/cm) | 2500 | 3000 | 3500 | 4000 | >4000 |

## 3.3. Analyses des paramètres physico-chimiques des sédiments

### 3.3.1. pH

Les valeurs moyennes ± l'écart-type du pH, ainsi que les minima et maxima des sédiments sont regroupés dans le tableau 3.5 et les fluctuations spatio-temporelles, elles sont illustrées par la (figure3.4)

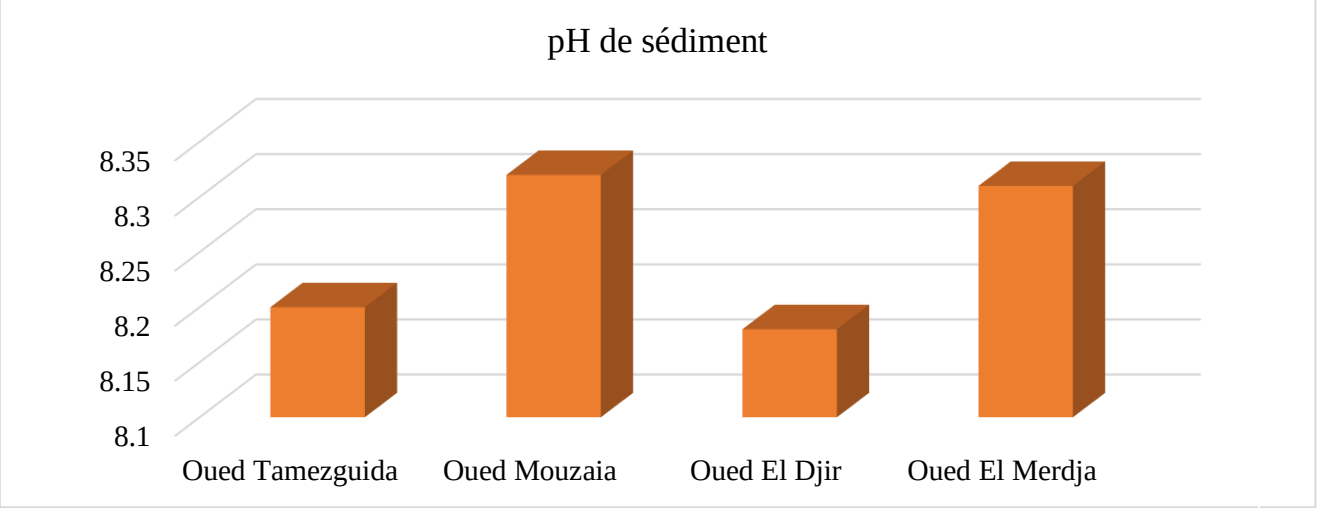



**Figure 3.4.** pH de sédiment par chaque station

Les valeurs du pH des sédiments des Oueds oscillent entre 8,1 (Oued El Djir) en avril et 8,44 (Oued Mouzaya) en mai. Ces valeurs reflètent donc une légère alcalinité des sédiments des cours d'eau étudier. Ce pH un peu élevé peut être attribué à la minéralogie des sédiments et la nature de la roche mère, riches en calcaires et argiles. Pour ce qui est des variations saisonnières du pH (Figure 3.4), les plus faibles valeurs ont été enregistrées durant le mois de mai pour la majorité des stations avec des valeurs inférieures à 8,44 , alors que les plus élevées ont été enregistrées en avril pour l'ensemble des sédiments. Quant aux variations spatiales du pH, il existe de grandes fluctuations entre les différentes stations étudiées, on a noté une fluctuation de plus d'une unité.

Globalement, les données indiquent des variations du pH de sédiment entre les stations et à travers les différentes sorties. Ces variations peuvent être influencées par divers facteurs tels que les conditions environnementales locales, les activités humaines, et les processus biogéochimiques. Les fluctuations du pH peuvent avoir des implications écologiques importantes pour les organismes vivant dans le sédiment, affectant leur santé et leur survie. Pour des conclusions plus robustes, il serait utile de collecter des données supplémentaires et de les analyser sur une période plus longue pour mieux comprendre les tendances à long terme et les facteurs contributifs. En résumé, l'interprétation des données de pH de sédiment montre à la fois des variations intra et interstation, soulignant l'importance de surveiller de près ces paramètres environnementaux pour évaluer la santé des écosystèmes aquatiques et leur réponse aux changements environnementaux.

### 3.3.2. Conductivité des sédiments

Les résultats de la conductivité électrique des sédiments sont donnés dans( le tableau3.8). Les variations spatio-temporelles de ce paramètre sont illustrées par la (figure3.4). Les valeurs fluctuent entre 600 µS/cm et 1400 µS/cm pour la meme station (Oued Tamezguida). La plus grande amplitude des moyennes des CE (887 et 1005 µS/cm) des stations est enregistrée à Oued Tamezguida et Oued El Djir. La moyenne la plus élevée de la CE des trois mois est de 1340±228 µS/cm enregistre en mois de mars.

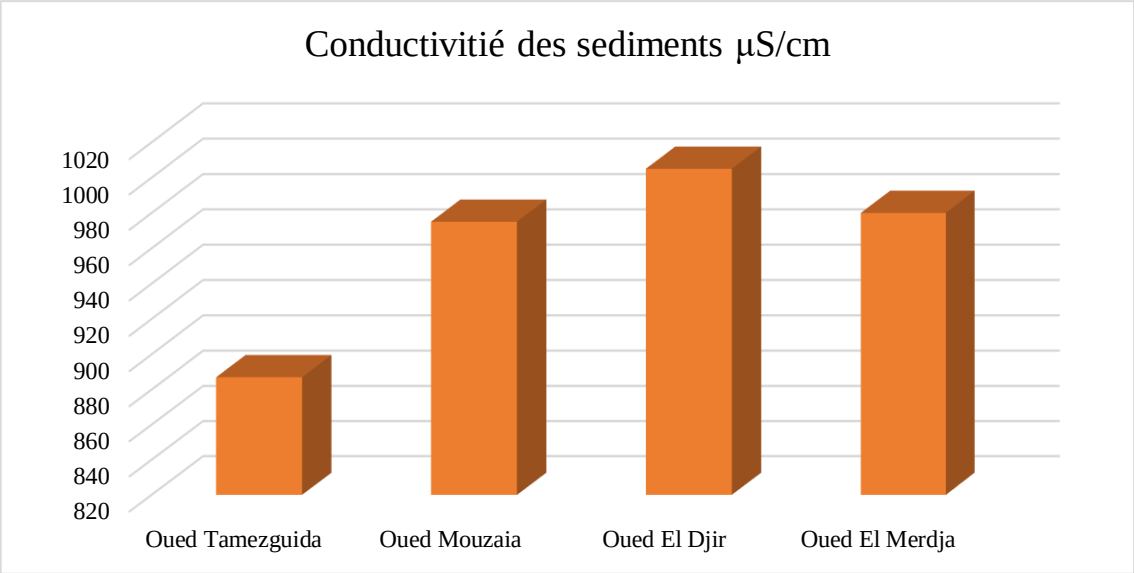



**Figure 3.5.** Conductivité de sédiment par chaque station

La conductivité électrique est basée sur l'extraction de sels solubles dans l'eau d'échantillons dans des conditions bien définies. Il s'agit d'une mesure qui se rapproche de la concentration de sels solubles présents dans l'échantillon de sédiment analysé. Les fluctuations observées peuvent indiquer des changements dans la composition chimique ou la structure du sédiment, ce qui peut avoir des implications pour la qualité de l'eau et l'habitat des organismes aquatiques. Pour une évaluation plus complète, il serait bénéfique de collecter davantage de données sur une période prolongée et d'explorer les corrélations potentielles avec d'autres paramètres environnementaux et les activités humaines dans la région. En résumé, l'analyse des données de conductivité de sédiment met en lumière la variabilité spatiale et temporelle de ce paramètre crucial, soulignant l'importance de surveiller ces variations pour comprendre l'état et la dynamique des écosystèmes aquatiques.

## 3.4. Analyse globale de la faune benthique

Le benthos est composé d'invertébrés présents dans le fond des cours d'eau, qui se répartissent de manière variable en fonction de la nature du substrat, avec certains étant fixés, d'autres rampants ou encore fouisseurs. Leur répartition varie en fonction des conditions météorologiques. De cette manière, toute modification des conditions environnementales entraîne des modifications dans les communautés, en particulier en ce qui concerne la composition faunistique.

La présente étude faunistique a permis de recenser au cours des 4 stations de

prélèvements un total de 19737 individus répartis en 9 groupes zoologiques (24 familles) (tableau 3.6).

**Tableau 3.9: les** groupes zoologiques et familles de chaque station

| Groupe Zoologique | Famille | St 1 Oued El Merdja | St 2 Oued El Djir | St 3 Oued Mouzaza | St 4 Oued Tamezguida |
|---|---|---|---|---|---|
| Plècoptéres | Pternarcydae | + | + | + | + |
| | Taeniopterygidae | + | + | + | - |
| | Perlidae | + | + | + | - |
| Trichoptères | Glossosomatidae | + | + | + | - |
| | Brachycentridae | + | + | + | - |
| Ephéméroptères | Leptophlebiidae | + | + | + | - |
| | Ephemereliidae | + | + | - | + |
| | Baetidae | + | + | + | - |
| | Ephemeridae | + | + | + | - |
| | Caenidae | + | + | + | - |
| Coléoptères | Gyrinidae | + | + | + | - |
| | Haliplidae | + | + | + | - |
| | Elmidae | + | + | + | - |
| Diptères | Simuliidae | + | + | + | + |
| | Culicidae | + | + | + | - |
| | Tipulidae | + | + | + | - |
| | Stratiomydae | - | + | - | - |
| | Chironomidae | + | + | + | - |
| Odonates | Lestidae | + | + | + | - |
| Mégaloptères | Corydalinae | - | + | - | - |
| Mollusques | Planorbidae | + | + | + | - |
| | Lymnieidae | + | + | + | - |
| | Physidae | + | + | + | - |
| Nématodes | Bratylenchidae | + | - | - | - |
| | Nombre de Famille | 22 | 23 | 20 | 3 |
| | Abondance | 8709 | 7961 | 3046 | 21 |
| | H´ | 3,83 | 3,97 | 3,62 | 1,27 |
| | E | 1,79 | 1,83 | 1,75 | 1,67 |
| | CV | 14 | 14 | 14 | 7 |
| | GFI | 5 | 5 | 5 | 3 |
| | IBGN | 18 | 18 | 18 | 9 |
| | | Très bon | Très bon | Très bon | Moyen |

**(+) : présence**

**(-) : absence**

Bien que des travaux taxonomiques existent pour déterminer la faune aquatique d'Algérie, les clefs disponibles n'ont pas permis d'identifier tous les organismes. Néanmoins, tous les stades d'insectes aquatiques ont été déterminées jusqu'à la famille. Les groupes les mieux représentés sont les Ephéméroptères et les Diptères, Ils comptent chacun 5 familles différentes. Viennent ensuite les Plécoptères, les Coléoptères, et les Mollusques (3 familles). Juste après les Trichoptères (2 familles). Enfin, les Odonates les Mégaloptères et les Nématodes (1 famille).

L'effectif du peuplement benthique (figure 3.3) montre que les Diptères et les Coléoptères sont nettement dominants. Ils représentent respectivement 27 % (soit 5401 individus) et 23 % (soit 4416 individus) de la faune totale. Ils sont abondants dans les 3 stations et totalisent près de 60 % de la faune récoltées sauf que la station 04 est dominé uniquement par les Diptères (simuliidae).

Les Ephéméroptères, les Plécoptères et les Trichoptères, occupent respectivement la 3eme, 4eme, 5eme place par groupe zoologique d'abondance numérique. Ils comptent respectivement 20 % (3987 individus), 18 % (3595 individus) et 12 % (2268 individus).

Les Mollusques, les Mégaloptères, les Odonates et les Nématodes sont faiblement représentés. Ils constituent respectivement 46 individus, 1 individu, 22 individus, et 1 individu de la faune totale.

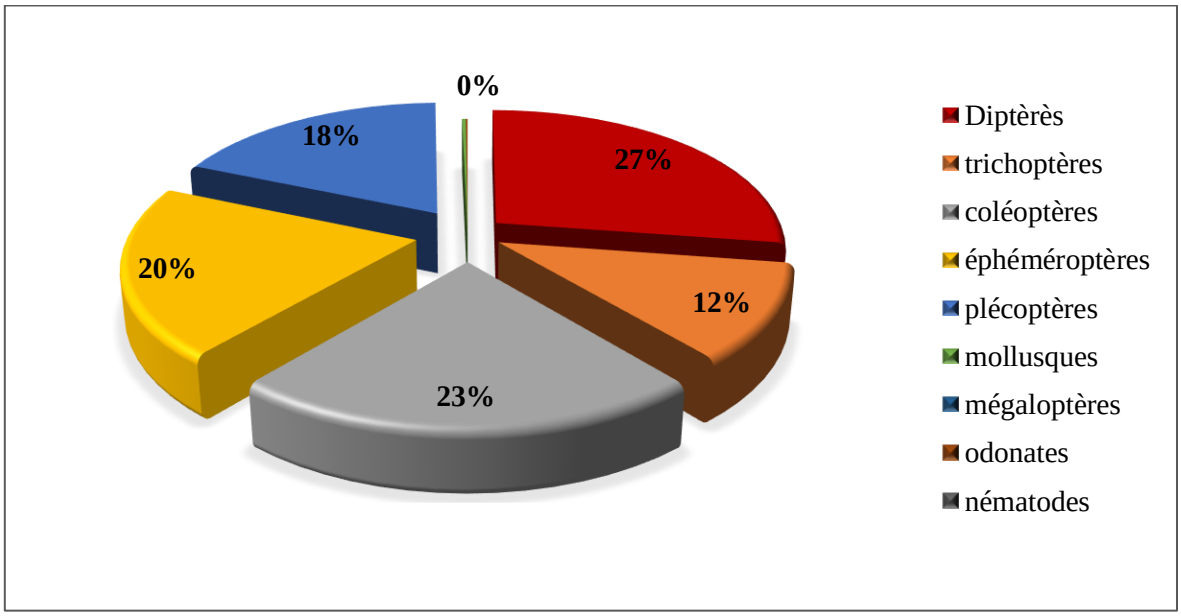



**Figure 3.6.** Abondance relative des groupes faunistiques dans les cours d'eau étudiés durant les trois compagnes d'échantillonnage

## 3.5. Classification des groupes zoologiques

### 3.5.1. Plécoptère

- **Caractéristique Générales**

Les plécoptères appartiennent à un ordre d'insectes dont les larves sont exclusivement aquatiques et principalement associées aux eaux fraîches et propres. Elles ressemblent aux éphéméroptères, dont on les distingue grâce aux deux griffes qu'elles ont au bout des pattes, alors que les larves d'éphéméroptères n'en ont qu'une seule. Les plécoptères ont deux queues (cerques), alors que les éphéméroptères en ont trois et rarement deux. Les antennes sont multi-segmentées et beaucoup plus longues que la tête. Les branchies peuvent être présentes ou absentes. Elles peuvent se situer à différents endroits : sous le cou (cervicales), à la jonction des pattes et de l'abdomen (coxales), sur le thorax (thoraciques), au bout de l'abdomen (anales) ou sur les deux premiers segments abdominaux (abdominales). Au Québec, aucun plécoptère n'a de branchies sur les segments abdominaux 3 à 7. De façon générale, les plécoptères sont sensibles à la pollution (**Moisan, 2010)**

**Classification :**

**Règne Animalia**

**Embranchement Arthropoda**

**Sous-embr. Hexapoda**

**Classe Insecta**

**Sous-classe Pterygota**

**Ordre Plecoptera**

**(Burmeister, 1839)**

### 3.5.2. Trichoptères

- **Caractéristique Générales**

Les trichoptères appartiennent à un ordre d'insectes dont les larves et les nymphes sont aquatiques. La principale caractéristique des larves est la présence de deux crochets anaux. Ceux-ci sont situés au bout de l'abdomen de chaque côté ou sur des fausses pattes. La tête ainsi qu'au moins un segment thoracique sont sclérifiés (durs). L'abdomen est mou comme celui d'une chenille. Plusieurs larves de trichoptères se construisent un étui. Les matériaux utilisés, qui sont d'origine végétale ou minérale, sont souvent typiques au genre. Il est donc très important de ne pas sortir les larves de leur étui avant l'identification. Les nymphes, elles, sont toujours dans un étui. Elles possèdent de longues antennes et deux paires de fourreaux alaires. Leurs mâchoires sont longues et se croisent habituellement. De façon générale, les trichoptères sont sensibles à la pollution. (**Moisan, 2010)**

**Classification :**

**Règne Animalia**

**Embranchement Arthropoda**

**Classe Insecta**

**Sous-classe Pterygota**

**Super-ordre Holometabola**

**Ordre Trichoptera**

**((Kirby, 1813)**

### 3.5.3. Ephéméroptères

- **Caractéristique Générales**

Les éphéméroptères appartiennent à un ordre d'insectes dont les larves sont exclusivement aquatiques. Ils sont caractérisés par la présence de deux (rare) ou trois queues (deux cerques et un paracerque). Leurs pattes ne portent qu'une griffe, ce qui les distingue des plécoptères. En général, ils ont des branchies sur les segments abdominaux 1 à 7 ; chez quelques espèces, certains de ces segments n'en ont pas. La forme et la position de ces branchies sont capitales pour leur identification. Les larves ont toutes dix

**Classification :**

**Règne : Animalia**

**Embranchement : Arthropoda**

**Sous- embranchement :Hexapoda**

**Classe : Insecta**

**Sous-classe : Ptérigota**

**Ordre : Ephéméroptère**

**(Hyatt et Aems 1891)**

segments abdominaux. On détermine leur numéro (le même que celui des branchies) en comptant à partir du dixième, c'est-à-dire de l'extrémité de l'abdomen. De façon générale, ils sont sensibles à la pollution (**Moisan, 2010)**

### 3.5.4. Coléoptères

- **Caractéristique Générales**

L'ordre des coléoptères est sans aucun doute le plus imposant par sa diversité en espèces. Leurs adaptations à la vie aquatique sont multiples. Certaines familles sont exclusivement terrestres. Chez d'autres, les larves et les adultes sont aquatiques, ou encore seules les larves ou seuls les adultes le sont. Les adultes sont aisément reconnaissables à leur première paire d'ailes dures, les élytres. Les larves, quant à elles, présentent des formes diverses, ce qui les rend difficiles à cerner. Elles ont une tête distincte et dure ainsi que des mâchoires broyeuses. Étant complexe, la classification se fera par forme larvaire et ensuite adulte. Sur la feuille d'identification, on notera les adultes et les larves séparément. Ainsi, on inscrira le nombre d'individus et de taxons adultes et le nombre d'individus et de taxons larvaires. Leur tolérance à la pollution est moyenne (**Moisan, 2010)**

**Classification :**

**Classification :**

**Règne : Animalia**

**Embranchement : Arthopoda**

**Sous - embranchement : Hexapoda**

**Classe : Insecta**

**Sous – classe : Pterigota**

**Ordre : Coleoptera**

**(Tachet, 2010).**

### 3.5.5. Diptères

- **Caractéristique Générales**

Les diptères (mouches) sont le deuxième ordre d'insectes, le plus important après les coléoptères. La plupart des diptères sont terrestres. Seules quelques familles sont adaptées à la vie aquatique aux stades larvaire et nymphal. Pour certaines familles, seuls quelques genres ou espèces le sont. Les larves de diptères sont caractérisées par l'absence de pattes articulées. Cette caractéristique est rare chez certaines larves de coléoptères. Elles portent souvent des fausses pattes thoraciques et/ou abdominales. (**Moisan, 2010)**

**Classification :**

**Régné : Animalia**

**Embranchement : Arthopoda**

**Sous-embranchement : Hexapode**

**Classe : Insecta**

**Sous – classe : Pterigota**

**Ordre : Diptera**

**(Linnaeus, 1758) (Tachet, 2012).**

### 3.5.6. Odonates

- **Caractéristique Générales**

Les odonates (libellules et demoiselles) appartiennent à un ordre d'insectes dont les larves sont exclusivement aquatiques. Elles se divisent en trois sous-ordres dont deux sont présents au Québec : les anisoptères et les zygoptères. Leur principale caractéristique est indéniablement la lèvre inférieure (labium), qui est transformée en masque rétractable servant à capturer les proies. Elles possèdent également de gros yeux. Elles préfèrent les eaux calmes et sont souvent associées à la végétation. Le bout de l'abdomen permet de différencier les deux sous-ordres. Leur tolérance à la pollution est moyenne (**Moisan, 2010)**

**Classification :**

**Classification :**

**Regne : Animalia**

**Embranchement : Arthopoda**

**Sous – embranchement : Hexapoda**

**Classe : Insecta**

**Sous – classe : Pterigota**

**Ordre : Odonata**

**(Tachet, 2012)**

## 3.5.7. Mégaloptère

- **Caractéristique Générales**

Les mégaloptères appartiennent à un ordre d'insectes comptant très peu d'espèces. Au Québec, seulement deux familles sont présentes en milieu aquatique. Les larves sont généralement de grande taille et possèdent une tête large et des mâchoires bien développées. La tête et le thorax sont durs, alors que l'abdomen est mou. Les segments abdominaux 1 à 7 ou 1 à 8 portent chacun une paire de filaments latéraux. L'abdomen se termine soit par un unique filament, soit par une paire de fausses pattes portant chacune une paire de crochets et un filament. Leur tolérance à la pollution est moyenne.

**Classification :**

**Règne Animalia**

**Embranchement Arthropoda**

**Sous-embr. Hexapoda**

**Classe Insecta**

**Sous-classe Pterygota**

**Ordre Megaloptera**

**(Latreille, 1802)**

Les spécimens qu'on ne peut classer dans une famille ou un groupe seront identifiés en tant que mégaloptère (**Moisan, 2010).**

### 3.5.8. Mollusques

- **Caractéristique Générales**

Les mollusques sont des invertébrés à corps mou dont la plupart possèdent une enveloppe externe dure, la coquille, il y a deux classes : Les gastéropodes sont caractérisés par la présence d'une seule coquille habituellement spiralée comme celle des escargots. Certains possèdent une plaque cornée ou calcaire appelée opercule qui ferme l'ouverture de la coquille quand l'animal est à l'intérieur. Un seul groupe possède une forme vraiment différente, soit une forme de petit chapeau. Les gastéropodes avec un opercule (prosobranches) ont une tolérance moyenne à la pollution, et ceux sans opercule (pulmonés) sont considérés comme tolérants. Deuxième classe c est les bivalves sont caractérisée par la présence de deux valves jointes par une charnière comme chez les moules. Leur tolérance à la pollution est moyenne (**Moisan, 2010.)**

**Classification :**

**Règne Animalia**

**Embranchement Arthropoda**

**Sous-embr. Hexapoda**

**Classe Insecta**

**Sous-classe Pterygota**

**Ordre Plecoptera**

**Burmeister, 1839**

### 3.5.9. Nématode

- **Caractéristique Générales**

Corps rond allongé non segmenté et effilé aux deux extrémités. Yeux absents.

• Taille habituelle de 1 à 2 mm; certains mesurent plusieurs centimètres.

• Corps souvent blanchâtre et translucide. La coloration est liée au contenu de l'appareil digestif.

• Tolérance moyenne à la pollution (**Moisan, 2010)**

**Classification :**

**Règne Animalia**

**Embranchement Nematoda**

**Super-embr. Ecdysozoa**

**(Diesing, 1861)**

## 3.6. Ecologie des familles recensées

### 3.6.1. Les Diptères

Les Diptères constituent l'ordre le plus important. Ils se caractérisent par leur grande diversité tant sur le plan écologique que biogéographique (Tachet et al., 2010). Les Diptères récoltés sont les plus abondants avec 5401, soit 27 % de la faune totale. Ils appartiennent à 5 familles (Chironomidae, Culicidae, Simuliidae, Stratiomydae et Tipulidae) (figure 10), et sont representés dans la plupart des stations avec des effectifs importants mais leur répartition reste hétérogène. Les familles de Simuliidae et Chironomidae sont les mieux représentées avec 3647 individus, environ 67 % des Diptères récoltés.

Nous avons noté la présence de ces deux familles dans toutes les stations mais avec des abondances plus élevées en aval que l'amont, cela est due à la présence de la pollution organique. La famille des Chironomidae est la plus abondante avec 1844 individus soit 34 % des Diptères et 27 % de la faune totale. La famille des Simuliidae occupe la seconde place avec 1803 individus, soit 33 % des Diptères récoltés et 27 % de la faune totale. La famille des Culicidae occupe la troisième place avec 1535 individus, soit 28 % des
Diptères récoltés et 27 % de la faune totale. Les deux autres familles ne constituent que 4 % de la faune totale environ 219 individus : Tipuliidae 216 individus (4%) ; Stratiomyidae 3 individus (0,12%) .

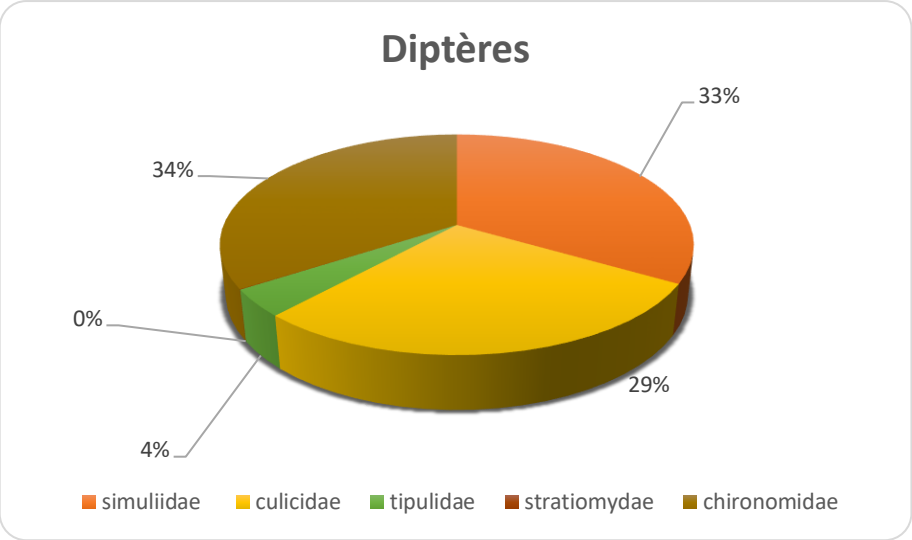



**Figure 3.7.** Abondance des Diptères récoltés.

### 3.6.2. Les Ephéméroptères

Les Ephéméroptères constituent un groupe largement répandu dans les eaux courantes, ils occupent différent biotopes : des torrents, ruisseaux et rivière (Thomas, 1981). Dans ce travail, les Ephéméroptères sont représentés par 3987 individus (soit 20 % de la faune totale) répartis en Cinque familles (figure 11) : Leptophlebiidae, Ephemereliidae, Bastide, Ephemeridae, Caenidae. Les Caenidae sont représentés par 1333 individus soit 33 % des Ephéméroptères. Cette famille est présente dans les stations de piémonts et de basse altitude. Les Baetidae totalisent 925 individus soit 23 % des Ephéméroptères récoltés.

Ils sont à large valence écologique et colonisent tous les milieux étudiés (eurytope) de l'amont jusqu'à l'aval. Selon Benmoussa et al. (2014), les éléments de cette famille tolèrent la pollution et les températures élevées. Les éphéméridae sont peu abondants avec 853 individus soit 21% des Ephéméroptères. Les Leptophlebiidae comptes 648 individus soit 16 % des Ephéméroptères. Les ephemereliidae la famille le plus faible par a pour les autres familles comptes 228 individus soit 6 % des Ephéméroptères.

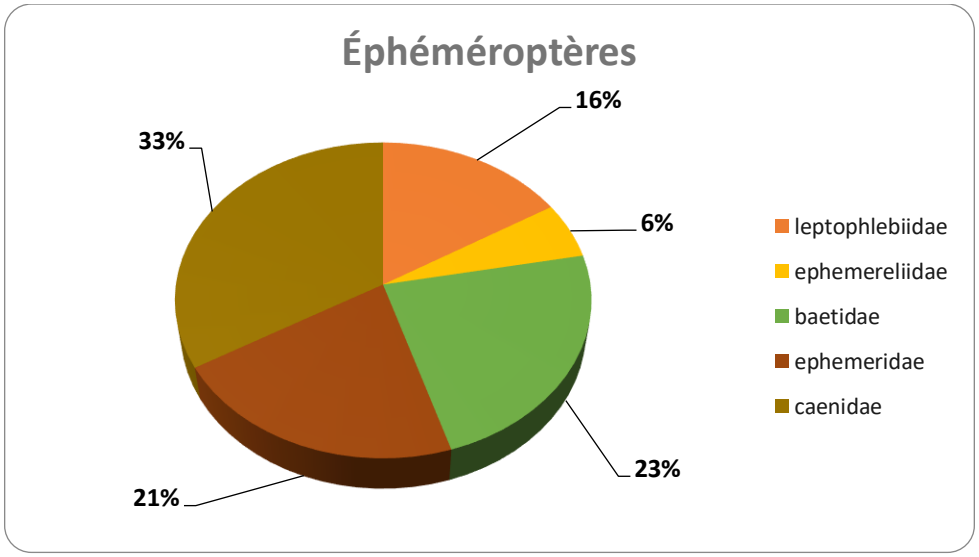



**Figure 3.8.** Abondance des Ephéméroptères récoltés.

### 3.6.3. Les Coléoptères

Les Coléoptères sont les seuls insectes holométaboles à se présenter à la fois sous la forme imaginale et larvaire dans les milieux aquatiques (Tachet et al., 1980). Ils colonisent tous les habitats des eaux continentales possibles. Dans les cours d'eau étudié, les Coléoptères comptent 4416 individus, soit 23% de la faune globale collectée. Ils constituent l'ordre le plus diversifié avec 3 familles (figure 09).

La famille des Gyrinidae est la plus abondante avec 1927 individus, soit 44 % des Coléoptères. Le premier est à large valence écologique. La famille des Haliplidae, avec 1446 individus soit 33% des Coléoptères récoltés. La famille des Elmidae, avec1043 individus soit 23 % des Coléoptères récoltés. Les Elmidae dans nos récoltes, ne descendent pas en dessous de 1140 m d'altitude. Ils semblent sténothermes d'eau froide.

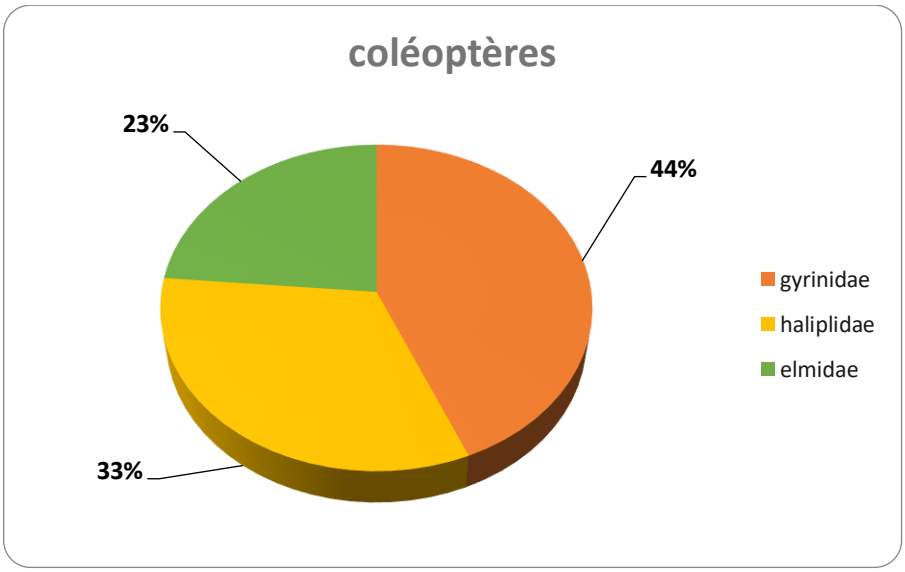



**Figure 3.9.** Abondance des coléoptères récoltés.

### 3.6.4. Les Plécoptères

Les Plécoptères, organismes polluo-sensibles, sont associés aux eaux fraiches et propres (Moisan et al., 2006). Ils sont de très bons indicateurs biologiques de l'état de santé des Hydro systèmes, très utilisés dans les méthodes d'analyse de la qualité des eaux courantes. Les Plécoptères récoltés comptent 3595 individus, soit 18% de la faune globale collectée répartis en trois familles (figure 13).

Ils ne sont présents que dans le cours d'eau supérieur du réseau hydrographique étudié (Oued Tamezguida, Oued Mouzaia Et Oued El Djir ), caractérisé par un substrat grossier, une température de l'eau peu élevée avec une végétation bordante assez dense, habitat préféré des Plécoptères (Lounaci, 2005). La famille des Perlidae est la plus abondante notamment qui totalise 1560 individus. Elle est suivie par la famille des Pternarcydae avec 1461 individus, puis par la famille des Taeniopterygidae avec 574 individus recensés.

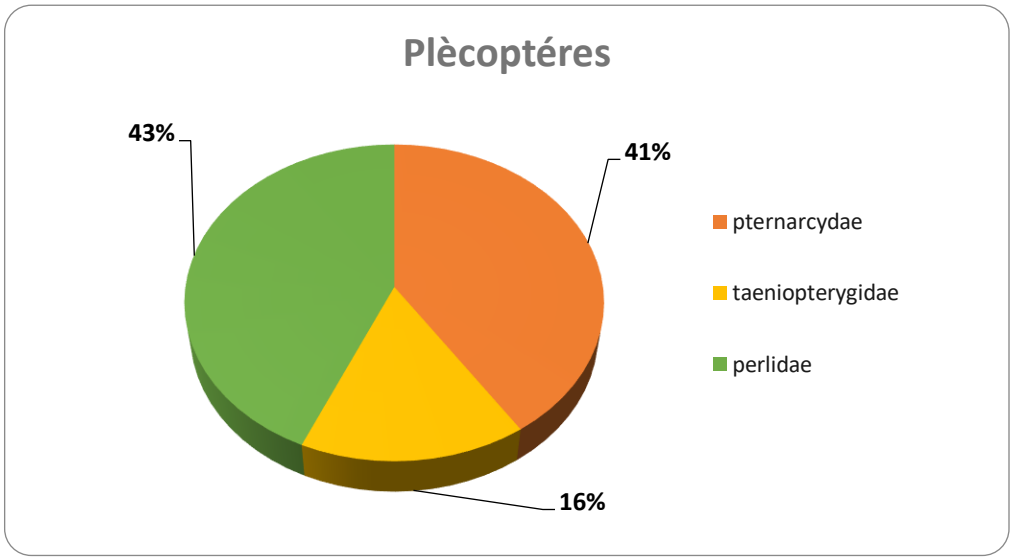



**Figure 3.10.** Abondance des Plécoptères récoltés.

### 3.6.5.Les Trichoptères

Selon Gretia (2009), les Trichoptères sont considérés comme de bons indicateurs de la qualité des cours d'eau. Ils appartiennent à un ordre d'insecte dont les larves et les nymphes sont aquatiques. Les Trichoptères récoltés totalisent 2268 individus (soit 12 % de la faune totale) et se répartissent en 2 familles (figure 14).

La famille des Glossosomatidae. Elle est le plus abondant avec 1353 individus, soit 60% des Trichoptères. Il est joue un rôle essentiel dans la dynamique des écosystèmes (Faessel et al. 1985). La famille des Brachycentridae compte 915 individus soit 40% des Trichoptères récoltés.

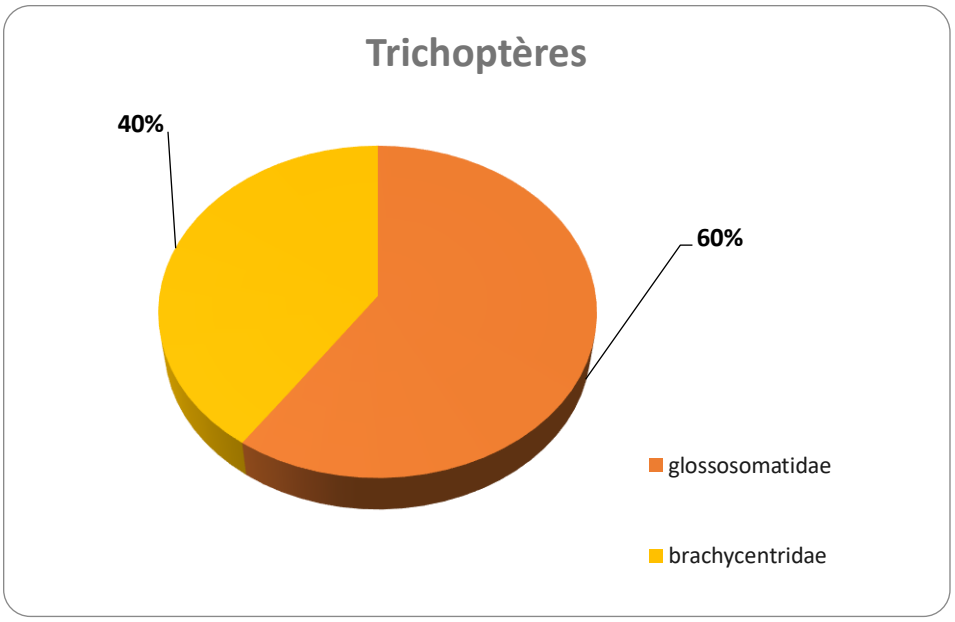



**Figure 3.11.** Abondance des Trichoptères récoltés.

### 3.6.6. Les Mollusques

Constituent un des grands embranchements du règne animal, ils présentent des degrés variables de susceptibilités aux changements des conditions du milieu (Legendr et al., 1984). Dans les cours d'eau étudiés, 46 individus ont été récoltés soit 0.23 % de toute la faune. Ils appartiennent à 3 familles ( figure15).

La famille Planorbidae le plus abondance avec 30 individus, soit 65 % de tous les mollusques, et Lymnieidae avec 9 individus seulement, soit 20 % de cette famille, et la famille physidae avec 7 individus seulement, soit 15 % de cette famille.

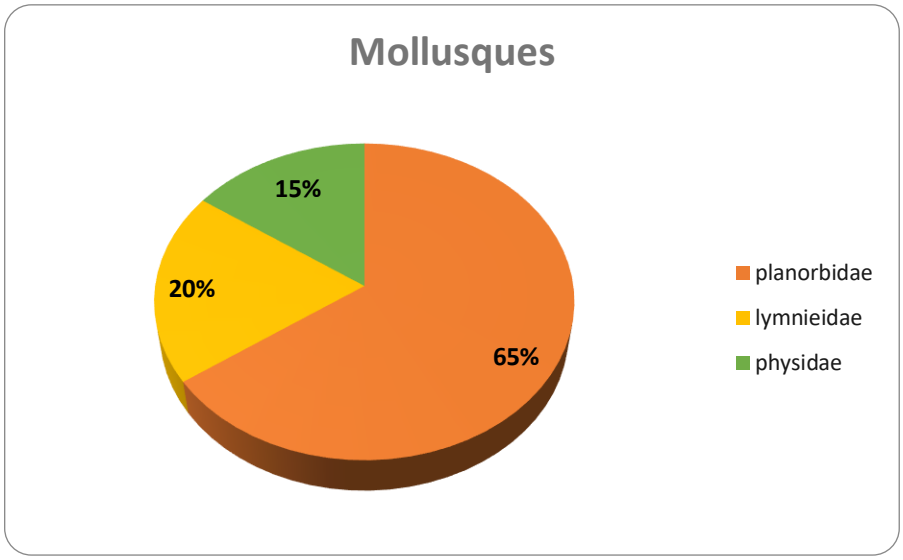



**Figure 3.12.** Abondance des Mollusques récoltés.

### 3.6.7. Odonates

Les Odonates sont reconnus par leur abdomen, grands yeux globulaires, qui constituent souvent une grande partie de la tête ; antennes courtes et les ailes (KALKMAN, 2008). Ils sont devenus des outils essentiels pour l'évaluation écologique des écosystèmes aquatiques (BOUCHELOUCHE et al., 2015).

Selon AGUESSE (1968), les Odonates ne sont pas seulement des indicateurs de la nature d'un milieu aquatique mais aussi un indicateur de sa richesse en faune aquatique. Leur diversité est fonction du régime thermique et de l'ombrage qui jouerait un rôle de facteurs limitants. Il leur attribue comme habitat, les eaux à écoulement lent et assez fraiches.

Dans les cours d'eau étudiés, l'abondance des odonates est faible : 22 individus seulement (soit 0.11% de la faune totale ont été récoltés), Il apparie à une seule famille les Lestidae avec 22 individus, soit 0.11 % de tous les Odonates.

### 3.6.8. Mégaloptères et Nématodes

Dans les cours d'eau étudiés, l'abondance des Mégaloptères et Nématodes est très faible. Une seule famille dans chaque groupe :

- La famille Corydalinae avec 1 individu de tous les Mégaloptères dans le cour d'eau de Oued Mouzais.
- La famille Bratylenchidae avec 1 individu de tous les Nématodes dans le cour d'eau de Oued Tamezguida.

Voici quelques points clés pour comprendre l'importance de ces observations concernant les Mégaloptères et les Nématodes dans les cours d'eau étudiés, où seule une famille de chaque groupe a été trouvée en faible quantité:

- ✓ **Indicateurs de qualité environnementale** : Les Mégaloptères, en particulier les larves de la famille Corydalinae, sont sensibles à la qualité de l'eau. Leur présence ou leur absence peut indiquer des conditions écologiques spécifiques, telles que la pollution, les variations de débit, ou la disponibilité de substrats appropriés.
- ✓ **Biodiversité et équilibre des écosystèmes** : Les Nématodes jouent des rôles cruciaux dans les cycles biogéochimiques et comme indicateurs de la santé des sols et des eaux. La présence limitée des Bratylenchidae peut refléter des conditions qui affectent la biodiversité et l'équilibre des écosystèmes aquatiques.

- ✓ **Impact potentiel des activités humaines** : La faible abondance de ces organismes peut être le résultat de perturbations anthropiques telles que la pollution, le drainage, ou d'autres altérations environnementales qui affectent les habitats aquatiques

Cette étude traite pour la qualité de l'eau au sur la disponibilité des macro-invertibrés aquatique du oued Chiffa représentée principalement par le Parc National de Chréa. Quatre stations d'études ont été investies : « Oued Tamezguida, Oued El Merdja, Oued El Djir, Oued Mouzaia », qui se Localisent dans le secteur d'El Hamdania dans la partie l'ouest du Parc National de Chréa. Plusieurs méthodes ont été utilisées dans ce travail afin d'apprécier la qualité des eaux de nos stations durant les deux saisons (hivernale etprintanière). Il s'agit notamment des analyses physiques et biologiques, ainsi qu'un inventaire faunistique entre Mars et Mai 2024.

D'après les résultats présentés ci-dessus, il ressort clairement de notre évaluation de la qualité de l'eau que Oued Mouzaia et Oued Tamezguida sont les plus pollués en raison des pollutions domestiques et organiques, des activités humaines et des insectes qui s'y trouvent qui se sont adaptés à la pollution, par rapport à Oued El Djir , qui est moins pollué qu'eux, et Oued el Merdja dispose d'une eau douce potable car elle contient des animaux marins comme la baleine, les sangsues et le crabe .



**Figure 3.13.** Paragrapsus-Gaimardii



**Figure 3.14.** Les Sangsues

## 3.7. Abondance de la faune benthique

### 3.7.1.Abondances relatives des familles recensées

La totalité des macroinvertébrés capturés, triés, identifiés et considérés dans nos analyses est de 19737 invertébrés. L'abondance de chaque famille fluctue suivant les stations, variant de 8709 individus à 21 individus (figure 3.15). Cette fluctuation est due à une légère pollution domestique et organique, une abondance importante a été observé au niveau de l'oued El Merdja et Oued El Djir, du fait que c'est deux stations ne sont pas trop fréquenté par l'homme. Quant aux sites de haute altitude (Oued Tamezguida et Oued Mouzaia) les plus affectés par la pollution domestique, ils ont une structure déséquilibrée avec une abondance faible vari de 3046 individus (Oued Tamezguida) a 21 (Oued Mouzaia). En effet, les perturbations observées dans les secteurs de ces stations se traduisent par une modification du substrat, et plus celui-ci s'uniformise, plus le nombre de niches écologiques diminue, plus il sera suivi d'une réduction du nombre d'espèces. Seules quelques espèces adaptées à ce type de milieu où des espèces ubiquistes arrivent à proliférer (Vers, Diptères : Simuliidae , Chironomides, et Culicides ), et aussi ( les Coléoptères : Gyrinidae, haliplidae).

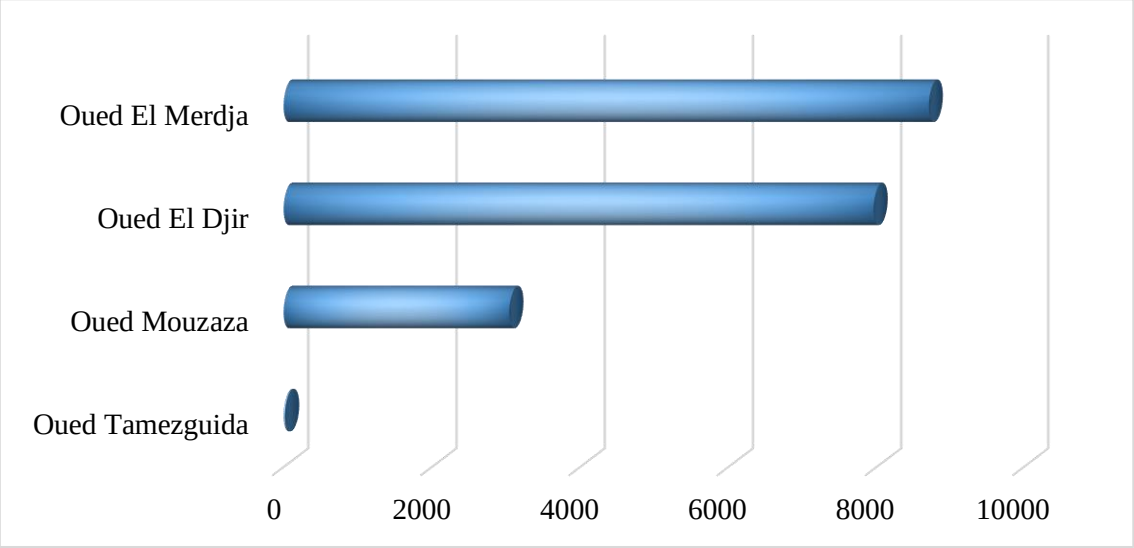



**Figure 3.15.** Abondance de la faune globale dans les stations étudiées

### 3.7.2. Richesse taxonomique

La région d'étude, de par son relief et sa topographie, offre une grande diversité biotopes aquatiques. La lecture de la (figure 3.16), relatifs à la richesse taxonomique stationnelle montre des fluctuations au long des cours d'eau étudiés. Les stations en aval des cours d'eau renferment plus de 80 % de la richesse taxonomique totale. La richesse maximale est observée dans les stations Oued El Djir (23 familles), Oued El Merdja (22

familles), et à un degré moindre aux stations Oued mouzaia (20 familles) situées dans l'étage montagnard, respectivement à 354,60m, 282,40 m, et 382.20m d'altitude. Ces stations sont caractérisées par une vitesse de courant rapide à modéré, une amplitude thermique assez faible et un substrat grossier à dominance de galets. La stations (Oued Tamezguida) (282,40m) est moins riche, et c'est logique, puisqu'elle se situe juste après la station d'épuration de Tamezguida, le nombre de taxa récolter est relativement réduit (3 familles). Ce faible nombre peut être dû aux substrats à dominance de sable et de matière organique.

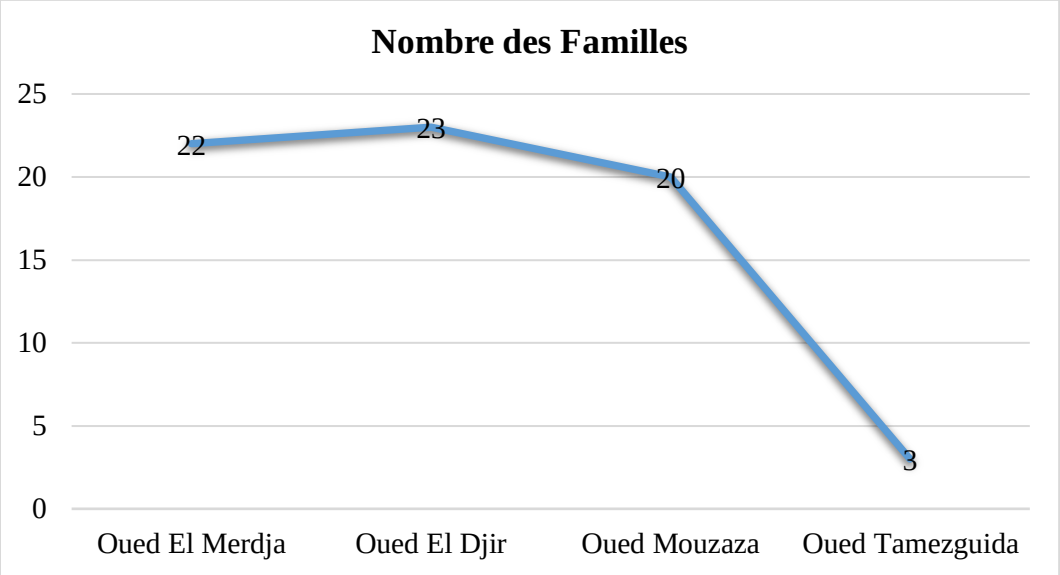



**Figure 3.16.** Richesse taxonomique des stations étudiées.

### 3.7.3 Abondances absolue des familles recensées

La figure 3.17 visualise graphiquement l'abondance absolue et l'occurrence de familles récoltées dans les 4 stations. Ils peuvent être classés en 3 grands groupes.

- Familles dominants : éléments très abondants, très fréquents et à large variance écologique : Diptère (Simuliidae, Culicidae, Chironomidae), Trichoptères (Glossosomatidae, Brachycentridae), Coléoptères (Gyrinidae, Haliplidae, Elmidae), Ephéméroptères (Baetidae, Ephemeridae, Caenidae), Plécoptères (Pternarcydae, Perlidae), leurs abondances maximales s'observent dans les zones de piémont et de plaine. Ils peuvent éventuellement se développer dans les milieux d'altitude, mais seulement dans les biotopes chauds en été et riches en substrat meuble, ils augmentent ainsi leur amplitude écologique.

- Familles assez fréquents et assez abondants : ce sont en général des éléments à populations plus ou moins denses : Diptère (Tipulidae), Ephéméroptères (leptophlebiidae, Ephemereliidae), Plécoptères (Taeniopterygidae,), Mollusques (Planorbidae,) colonisant les milieux de piémont et/ou de plaine.
- Familles rares, à la fois très peu abondants et très peu fréquents : ce sont des éléments très localisés. Is sont récoltés dans une, deux ou trois stations des cours d'eau de Chiffa. Ce sont en général les taxons de biotopes bien spécialisés : Diptère (stratiomydae), Mollusques (Lymnieidae, Physidae), Mégaloptères (Corydalinae), Odonates (Lestidae), Nématodes (Bratylenchidae)

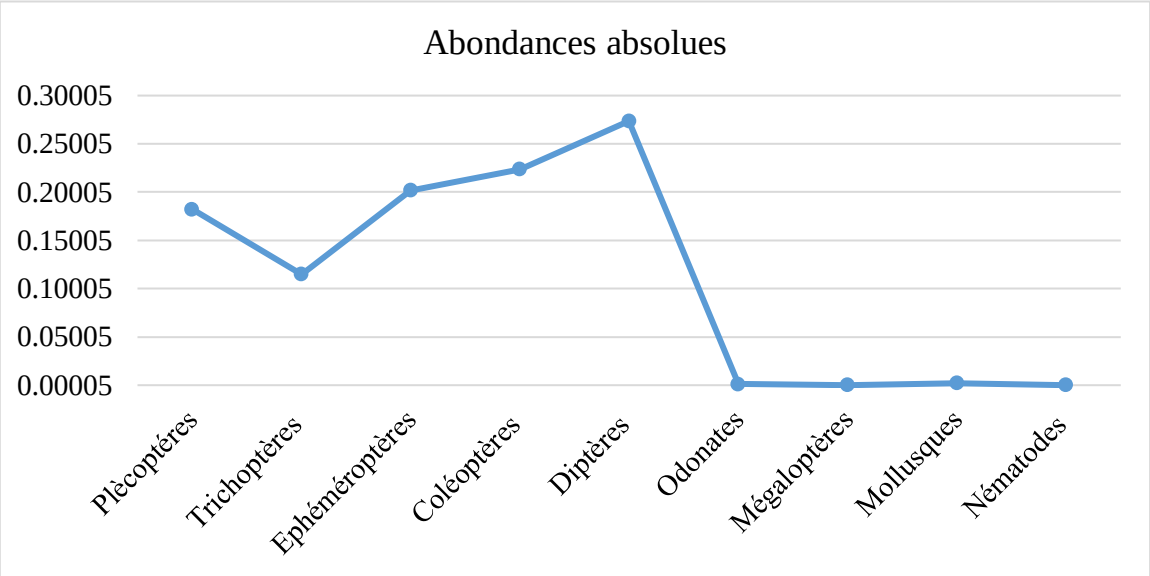



**Figure 3.17.** Abondances absolues des familles recensées

## 3.8. Diversité : Indice de Schannon et Weaver, Indice de Equitabilité, Indice de Simpson

- **Indice de Schannon et Weaver et d Équitabilité**

D'après Bournaud & Keck (1980), l'indice de Schannon-Weaver (1949) présente l'intérêt écologique, et de fournir une 'indication globale de l'importance relative' des différents taxons. Nous avons calculé pour chaque station H' (Indice de Schannon-Weaver) qui intègre la richesse taxonomique et l'abondance relative des différents taxons. Cependant, comme les diversités dépendent à la fois des fréquences relatives des espèces et du nombre de celles-ci qui peut varier largement d'un peuplement à l'autre, les comparaisons se font par l'intermédiaire de l'Equitabilité (ou Régularité) qui sera définie comme le rapport de la diversité à la diversité maximale. Cette dernière est égale à Log2 T et correspond à la diversité d'un peuplement où les T taxons présents auraient tous la même abondance relative (Grall & Coic, 2006). Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (equirepartition des individus dans les espèces)

D'une manière générale, H' est augmenté d'une part, avec le nombre d'espèces, et d'autre part, avec la régularité de leur distribution d'abondance, autrement dit, un indice faible est une conséquence d'un faible nombre de taxons et/ou de la dominance de quelques espèces.

- Les valeurs de H' varient respectivement entre un maximum de H' = 3,32 (Éphéméroptères) et un minimum de H' = 0,0015 (Nématodes).
- Les valeurs les plus élevées pour un H'>3 sont enregistrées aux groupes zoologiques: Éphéméroptères, Diptères. Tandis que les groupes Plécoptères et Coléoptères ont un H'>2.
- Les valeurs Moyennes sont enregistrées aux groupes zoologiques : Trichoptères H'>1.
- Les valeurs les plus faibles sont enregistrées aux groupes zoologiques : Les Mollusques, les Mégaloptères, les Odonates et les Nématodes avec H'<1.

L'indice d Équitabilité mesure l'équilibre du peuplement, il est maximal quand les taxons du peuplement ont des abondances identiques ou presque identique, et c'est le cas des Plécoptères, Trichoptères Éphéméroptères, Coléoptères et Diptères. Cet indice tend vers 0

quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur un seul taxon, c'est le cas des Odonates, les Mégaloptères, les Mollusques, et les Nématodes.

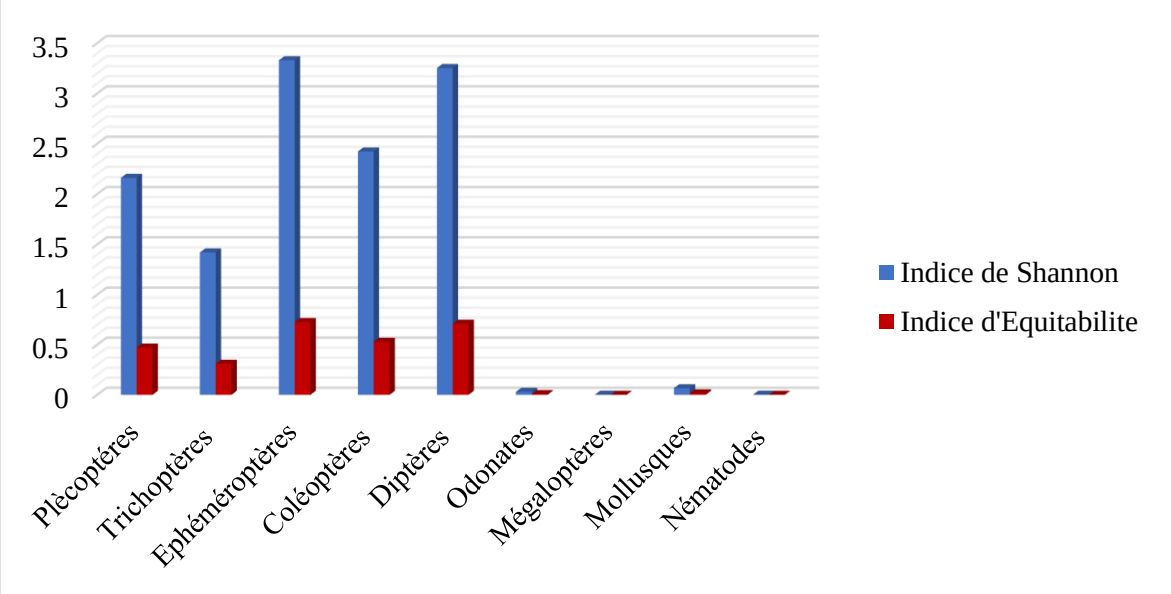



**Figure 3.18.** Indice de diversité Shannon-Weaver et indice d Équitabilité.

Globalement, La diversité semble être assez élevée dans notre échantillon en raison des indices significatifs observés pour la plupart des groupes, en particulier pour les Diptères et les Coléoptères. D'autres part, les Mollusques, les Mégaloptères, les Odonates et les Nématodes : Ces groupes montrent des indices très bas, ce qui suggère une faible diversité relative parmi eux dans notre échantillon.

- **Indice de Simpson**

L'indice de Simpson varie dans l'intervalle [0,1[. Cet indice tend donc vers 0 lorsque la diversité est minimale et vers 1 lorsque la diversité est maximale. L'indice de Simpson globale (D) est de 0,21, ce qui indique une diversité moindre élevée des macroinvertébrés benthiques dans cette communauté.

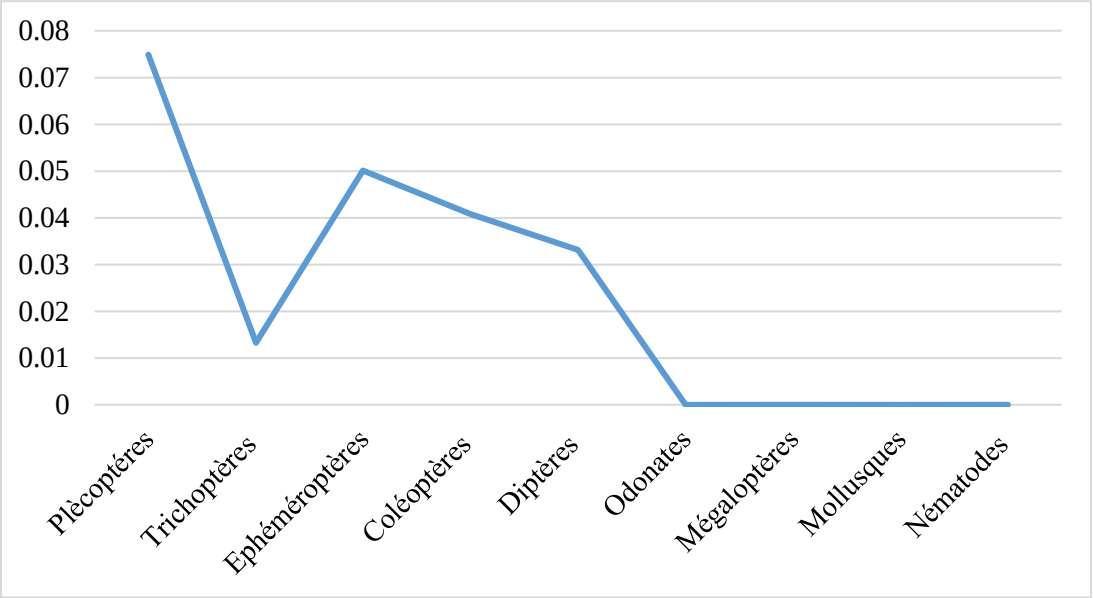



**Figure 3.19.** Indice de diversité de Simpson.

Les Plécoptères, les Ephéméroptères, les Coléoptères et les Diptères sont généralement plus diversifier, tandis que et Trichoptères sont faiblement diversifier. La présence d'une diversité équilibrée de ces groupes indique de bonnes conditions environnementales. Toutefois, cet indice se révèle moins sensible au nombre d'espèces que l'indice de Shannon.

- **Calcul de l'IBGN**

Il est souvent nécessaire de connaitre la qualité non pas de l'eau prise isolément, mais du milieu aquatique dons son ensemble (Sekhi, 2010). La notion d'intégrité biotique ou de santé des écosystèmes nécessite de prendre en compte simultanément les paramètres chimiques, physiques, bactériologique et biologique. Contrairement aux analyses chimiques, on peut détecter à l'aide des bioindicateurs de perturbations qui ont lieu même si elles ne sont plus présentes au moment de l'échantillonnage (Belhaouari et al., 2017). Pour cela, en fait appel à l'indice global normalisé (IBGN), qui est un outil de diagnostic des cours d'eau basé sur les macroinvertébrés (Afnor, 2004). Certaines espèces sont plus au moins résistantes aux polluants que d'autres. Ces espèces indicatrices de pollution vont refléter par leur présence ou leur absence la qualité de l'écosystème (Le bras, 2007).

Les valeurs de l'IBGN sont comprises entre 1 et 20 selon la diversité taxonomique de la station et de la présence ou l'absence de taxons indicateurs. L'appréciation globale de la qualité hydrobiologique est estimée à partir de l'examen de la faune des macroinvertébrés benthique. Dans la norme AFNOR (GENIN et al., 2003). L'unité taxonomique retenue est la famille à l'exception de quelques groupes faunistiques pour lesquels c'est l'embranchement ou la classe.

Les résultats des analyses sont obtenus en intégrant deux facteurs déterminants : la diversité faunistique traduisant la capacité d'accueil du milieu et les potentialités de la faune à occuper les habitats présents, et la nature du groupe indicateur le plus élevé, reflétant plus la qualité de l'eau.

Le tableau 10 résume les résultats des analyses hydrobiologiques (diversité taxonomique, groupe indicateur, valeur d'IBGN, classe de qualité hydrobiologique de l'eau. Les résultats des analyses sont obtenus en intégrant deux facteurs déterminants :

- La diversité faunistique traduisant la capacité d'accueil du milieu et les potentialités de la faune à occuper les habitats présents ;

- La nature du groupe indicateur le plus élevé, reflétant plus la qualité de l'eau ;

- Ainsi, la valeur d'IBGN est donnée par le point de recoupement entre la diversité faunistique au sein de la station étudiée et la nature du groupe indicateur le plus élevé.

Le répertoire des organismes retenus pour le calcul de l'IBGN contient 19737 taxons susceptibles de participer à la variété totale, étaler sur une plage de 3 à 23 taxons constituent 3 a 5 groupes faunistiques indicateurs (FGI) tableau 3.10.

**Tableau 3.10.** Appréciation globale de la qualité de l'eau des stations d'étude.

| Les Stations | St 1 | St 2 | St 3 | St 4 |
|---|---|---|---|---|
| Nombre De Famille | 22 | 23 | 20 | 3 |
| CV | 14 | 14 | 14 | 7 |
| GFI | 5 | 5 | 5 | 3 |
| IBGN | 18 | 18 | 18 | 9 |
| | Excellent | Excellent | Excellent | Moyen |

L'indice est obtenu à partir du tableau standard de détermination (voir annexe) comprenant en ordonnée les 09 groupes faunistiques indicateurs donnés par ordre décroissant de 09 à 01 commençants par les ordres les plus polluosensibles aux polluo-résistants, et en abscisse les 14 classes de variété taxonomiques.

- La variété taxonomique de l'échantillon (Σt) égale au nombre total de taxons récoltés;
- Le groupe faunistique indicateur (GI), prend en compte les taxons indicateurs représentés par au moins trois individus ou 10 individus selon le taxon. La démarche de détermination de l'IBGN passe par plusieurs étapes :

1. La détermination du GI, qui s'effectue en prospectant l'ordonnée du tableau de haut en bas et en arrêtant l'examen à la première présence significative (n ≥3) ou (n >10) d'un taxon ;
2. Pour obtenir IBGN on fait une projection entre les numéros situés en ordonnées et ceux de l'abscisse ;
3. En fin, on attribue la note de qualité adéquate, celle-ci varie de 1a 20.

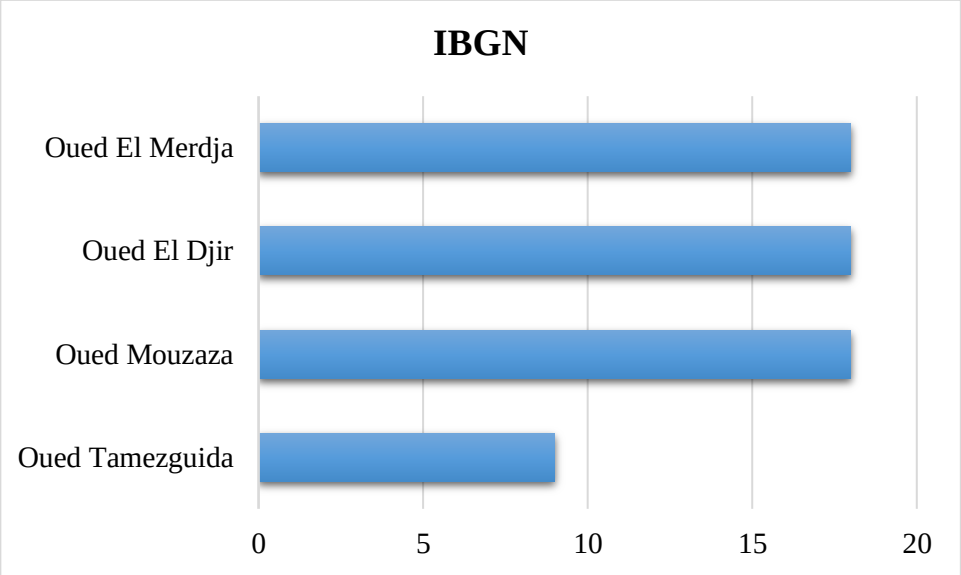



Figure 3.20. L'indice global normalisé de chaque station.

- Les stations st 1 et st 2 montrent une diversité élevée et une abondance significative, avec une qualité biologique considérée comme très bonne (IBGN = 18).
- La station st 3 (Oued Mouzaia) présente également une diversité respectable et une abondance modérée, avec une qualité biologique très bonne (IBGN = 18).
- La station st 4 qui est Oued Tamezguida, bien qu'elle montre une diversité plus faible et une abondance significativement plus basse, affiche une qualité biologique moyenne (IBGN = 9).

Le groupe indicateur pour les stations 1, 2 et 3 est de 9 démontrant ainsi un état du milieu qui est stable avec une eau de bonne qualité. Tout de même la richesse taxonomique dans ces stations n'est pas importante. Elle est de l'ordre de 23 dans la station 2 et de 22 dans la station 1, enfin 20 pour la station 3. La station 4, reflète une qualité hydrobiologique moyenne, son IBGN est de 9. Le groupe indicateur est représenté par une valeur basse (3)

indiquant une légère dégradation du milieu et de l'eau. Ces observations pourraient être utilisées pour prendre des décisions informées concernant la gestion et la conservation des ressources naturelles dans ces environnements spécifiques.

# Conclusion

L'inventaire faunistique réalisé dans la présente étude constitue une base de données importante. La faune étudiée est caractérisée par une diversité taxonomique variable selon le degré de pollution des eaux.

Dans notre travail qui a duré du mois de mars à mai 2024, nous avons analysé les communautés de macro-invertébrés sur les quatres sites d'étude Oued Tamezguida , Oued Mouzaïa , Oued el Djir et Oued el Merdja .

L'objectif de cette étude était de réaliser un inventaire de la biodiversité des macroinvertébrés de deux milieux aquatiques différents. Elle nous a permis de recenser un total de 19737 individus répartis en 9 groupes zoologiques (Diptères , Coléoptères ,Éphéméroptères , Trichoptères , Plécoptères ,Mollusques, Mégaloptères , Odonates et Nématodes ) et 24 familles.

Les paramètres physico-chimiques fournissent des indications sur la qualité de l'eau, la comparaison des moyennes au niveau des quatres stations étudiées a permis de savoir que la température , le pH et la conductivité sont favorables à la survie des espèces .

Les paramètres physico-chimiques fournissent des indications sur la qualité de l'eau, la comparaison des moyennes au niveau des deux stations étudiées a permis de savoir que la température et le pH sont favorables à la survie des espèces .

Le peuplement faunistique recensée dans ce travail se compose de 19737 individus où la Famille des macroinvertébrés benthique se focalisent dans la station d'Oued el Merdja et Oued el Djir . Dans cette classe on a échantillonné les ordres suivants : les Diptères (2616 individus), les Coléoptères (1948 individus), les éphéméroptères ( 1269 individus), les Plécoptères (1809 individus), les Trichoptères (1034 individus) et les Mollusques (20 individus) et les Mégaloptères,les Odonates (1 seul individu). En plus il y a les Odonates (12 individus) . Les taxa qui dominent dans la station du Oued Tamezguida sont des taxa résistants à la pollution et aux conditions défavorables comme la température élevé.

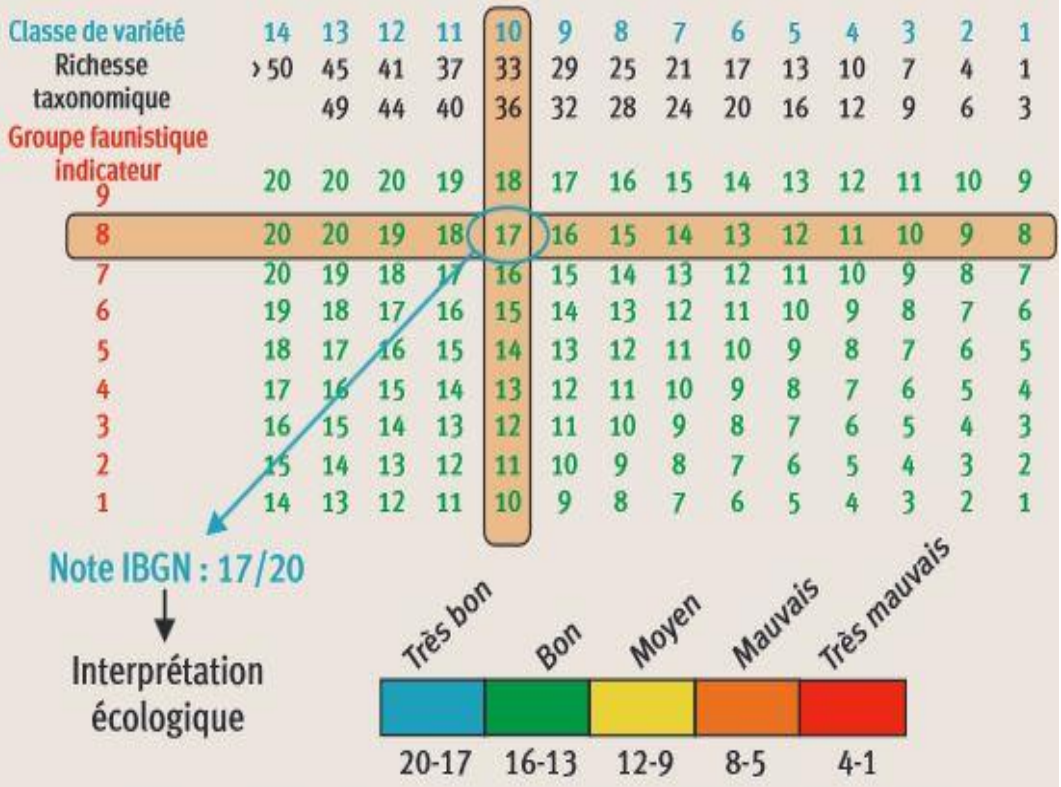
La station de Oued el djir est également riche en Simuliidae. En effet, cet ordre d'insectes est inféodé aux eaux courantes. La présence des Mollusques dans les stations étudiées (Oued Tamezguida , Oued Mouzaïa et Oued el Merdja)témoignent d'une bonne minéralisation de ces eaux .

La présence des Trichoptères et les Plécoptères reflètent une meilleure qualité des eaux courantes de notre région. Cependant la présence des Chironomidae et leur prédominance dans certaines stations explorées (eaux stagnantes) est une indication de la dégradation de la qualité des eaux liées à la présence de matières organiques.

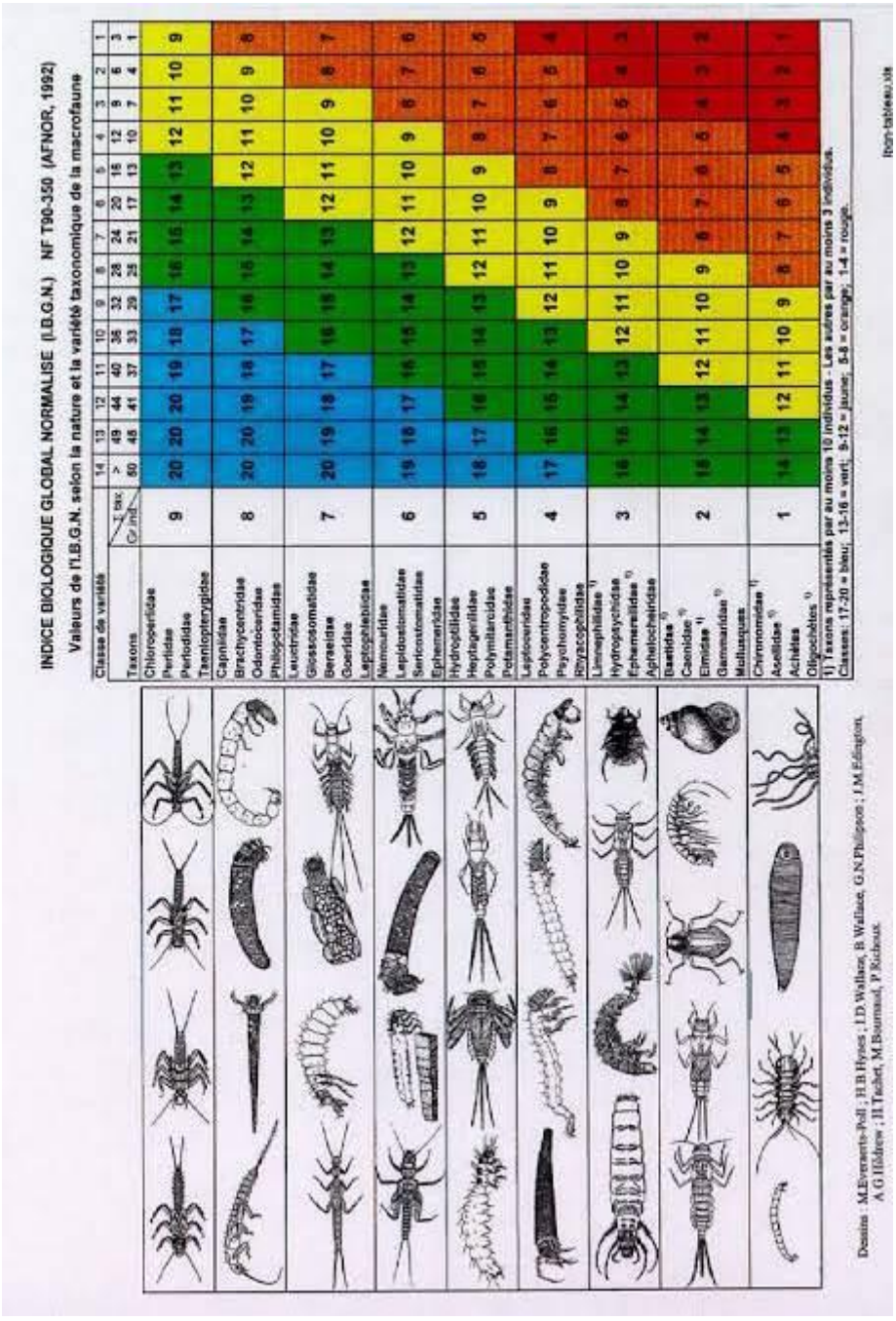
La richesse taxonomique couplée aux différents indices étudiés (indices de diversité, indice de Schannon,indice de sampson …etc ), dépend des conditions écologiques de chaque station, est d'autant plus élevée que le biotope est hétérogène et moins influencé par les activités humaines. En effet, nos résultats montrent que la station de Oued Tamezguida possède la richesse spécifique la plus élevée .

D'autre part, le calcul de la richesse spécifique, des indices de diversité de Shannon et l'Equitabilité montre que nos milieux sont assez stables et équilibrés, ceci est en accord avec les résultats sur l'IBGN.

# Annexe




La note IBGN peut être obtenue soit en croisant la classe de variété avec le numéro du groupe faunistique indicateur, soit, selon la formule : « IBGN = N° du groupe faunistique indicateur + (N° de classe de variété – 1) avec IBGN ≤ 20 ».



INDICE BIOLOGIQUE GLOBAL NORMALISE (I.B.G.N.) NF T90-350 (AFNOR, 1992)

Valeurs de l'I.B.G.N. selon la nature et la variété taxonomique de la macrofaune

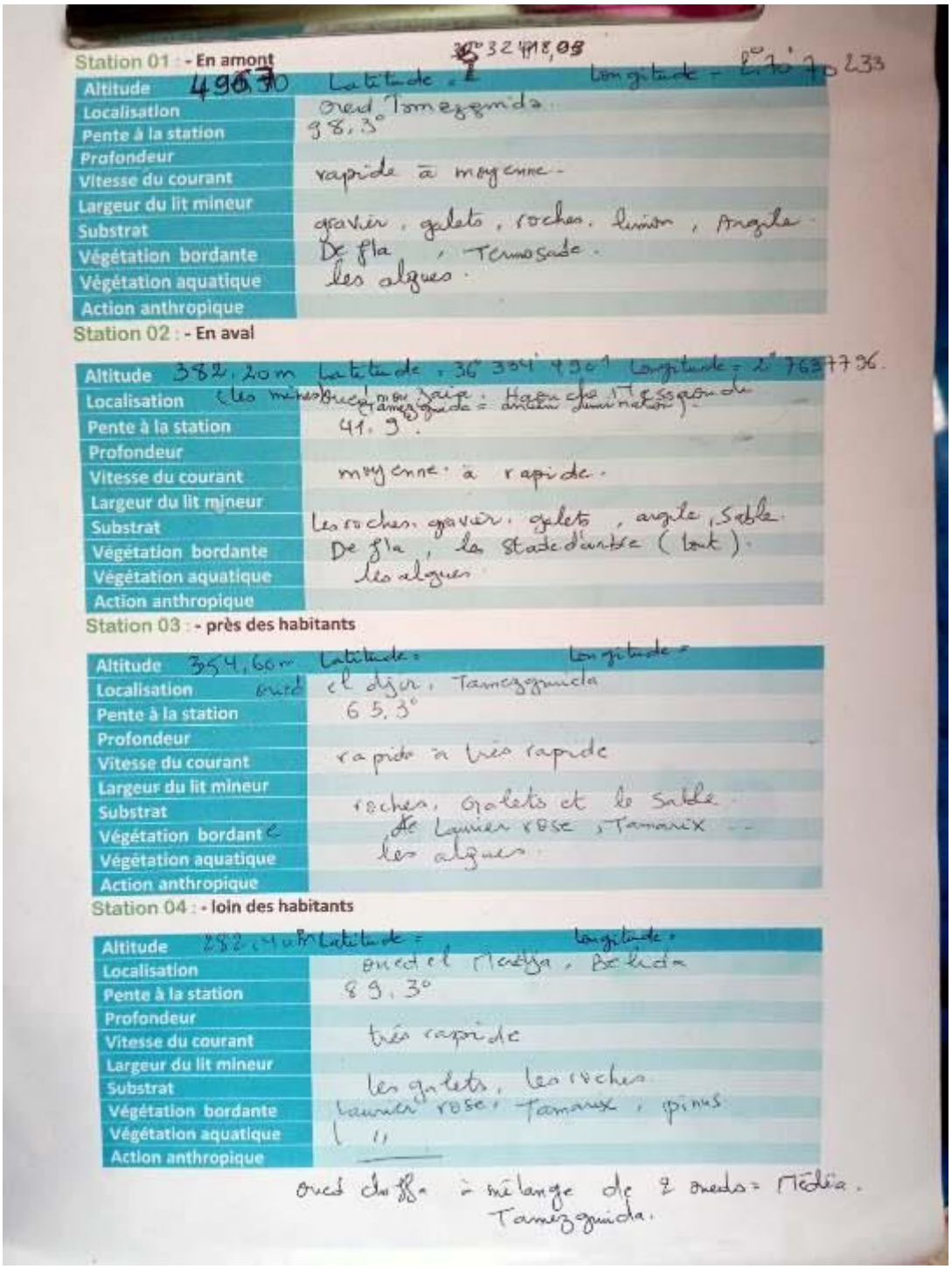
| Classe de variété | | | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Taxons | Nbre tax. / Gr. ind. | | > 60 | 49 - 48 | 44 - 41 | 40 - 37 | 36 - 33 | 32 - 29 | 28 - 25 | 24 - 21 | 20 - 17 | 16 - 13 | 12 - 10 | 9 - 7 | 6 - 4 | 3 - 1 |
| Chloroperlidae<br>Perlidae<br>Perlodidae<br>Taeniopterygidae | 9 | | 20 | 20 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 |
| Capniidae<br>Brachycentridae<br>Odontoceridae<br>Philopotamidae | 8 | | 20 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
| Leuctridae<br>Glossosomatidae<br>Beraeidae<br>Goeridae<br>Leptophlebiidae | 7 | | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 |
| Nemouridae<br>Lepidostomatidae<br>Sericostomatidae<br>Ephemeridae | 6 | | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 |
| Hydroptilidae<br>Heptageniidae<br>Polymitarcidae<br>Potamanthidae | 5 | | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 |
| Leptoceridae<br>Polycentropodidae<br>Psychomyiidae<br>Rhyacophilidae | 4 | | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 |
| Limnephilidae [1]<br>Hydropsychidae [1]<br>Ephemerellidae [1]<br>Aphelocheiridae | 3 | | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 |
| Baetidae [1]<br>Caenidae [1]<br>Elmidae [1]<br>Gammaridae [1]<br>Mulluscues [1] | 2 | | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| Chironomidae [1]<br>Asellidae [1]<br>Achètes<br>Oligochètes [1] | 1 | | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |

1) Taxons représentés par au moins 10 individus - Les autres par au moins 3 individus.

Classes : 17-20 = bleu; 13-16 = vert; 9-12 = jaune; 5-8 = orange; 1-4 = rouge.

Ibgn-tableau.xls

Dessins : M.Eyvrards-Poll ; H.B.Hynes ; I.D.Wallace, B.Wallace, G.N.Philipson ; J.M.Elkington, A.G.Hildrew ; H.Teulet, M.Boumaad, P.Richoux.



Station 01 : - En amont

| | |
|---|---|
| Altitude 490 m | Latitude : 36°32'18,08" E Longitude : 2°7'7p233 |
| Localisation | Oued Tamezguida. |
| Pente à la station | 38,3° |
| Profondeur | |
| Vitesse du courant | rapide à moyenne. |
| Largeur du lit mineur | |
| Substrat | gravier, galets, roches, limon, Argile. |
| Végétation bordante | De fla, Termosade. |
| Végétation aquatique | les algues. |
| Action anthropique | |

Station 02 : - En aval

| | |
|---|---|
| Altitude 382,20 m | Latitude : 36° 30' 49" 01 Longitude : 2° 76377 96. |
| Localisation | Les mêmes Oued Tamezguida : Haut de la Tamezguida = amont limnigraphe. |
| Pente à la station | 41,9°. |
| Profondeur | |
| Vitesse du courant | moyenne à rapide. |
| Largeur du lit mineur | |
| Substrat | Les roches, gravier, galets, argile, Sable. |
| Végétation bordante | De fla, la Stade d'arbre (tout). |
| Végétation aquatique | les algues |
| Action anthropique | |

Station 03 : - près des habitants

| | |
|---|---|
| Altitude 354,60 m | Latitude : Longitude : |
| Localisation oued | el djar, Tamezguida |
| Pente à la station | 65,3° |
| Profondeur | |
| Vitesse du courant | rapide à très rapide |
| Largeur du lit mineur | |
| Substrat | roches, galets et le sable. |
| Végétation bordante | de Laurier rose, Tamarix |
| Végétation aquatique | les algues. |
| Action anthropique | |

Station 04 : - loin des habitants

| | |
|---|---|
| Altitude 282,4 m | Latitude : Longitude : |
| Localisation | Oued el Medjda, Bekida |
| Pente à la station | 89,3° |
| Profondeur | |
| Vitesse du courant | très rapide |
| Largeur du lit mineur | |
| Substrat | les galets, les roches |
| Végétation bordante | Laurier rose, Tamarix, pinus |
| Végétation aquatique | " |
| Action anthropique | |

Oued chiffa à mélange de 2 oueds = Médéa.
Tamezguida.

# Liste de référence

# A


1. **A.P.N.A. (2006).** Atlas Des Parcs Nationaux Algériens(.Direction Générale Des Forets, Parc National De Théniet El Had. 98.
2. **Abdo, 2005**.Mémoire de Master, Thème : Qualité physico-chimique d'Oued Seybouse et l'inventaire des macroinvertébrés à la région de Guelma .
3. **Adandedjan et al., 2013.**Contribution à l'étude de la structure de l'entomofaune et la qualité physico-chimique dans un écosystème aquatique (Oued zimba).
4. **AFNOR, 2004**-NF T90-350 Qualité De L'eau Détermination De L'indice Global Normalisé (IBGN), Ed, Afnor. 40p
5. **AGUESSE, P., 1968.** Les Odonates. Masson. Paris, 255 P.
6. **Ait Mouloud, 1981,** Sur La Faune Des Cours D'eau De L'oued El Harrache 11-156P
7. **Angelier E., (2003).** Ecologie Des Eaux Courantes. Ecologie. Tec Et Doc. Paris.
8. **Angelier, E., Angelier, M.-L., & Lauga, J. (1985).** Recherches Sur L'écologie Des Hydracariens (Hydrachnellae, Acari) Dans Les Eaux Courantes. 21(1), 25-64.
9. **Anonyme. 2005a** – Plan De Gestion Ii. Période Quinquennale 2005 2009. Parc National De Chréa. 230 P.
10. **Anonyme., 2005a**–Plan De Gestion II. Période Quinquennale 2005_2009. Parc National De Chréa. 230 P.
11. **Anonyme., 2010.** Plan De Gestion II. Période Quinquennale 2010 2015. Parc National De Chréa. 125 P
12. **Anonyme., 2012.** « guide illustré de la flore algérienne », avec le soutien du Ministère des Affaires étrangères et européennes de la République française, 91p.
13. **Anonyme., 2012.** Fiche Descriptive Sur Les Zones Humides Ramsar (FDR)-Version Parc National De Chréa Journée Internationale De L'environnement Laboratoire Eau Environnement Et Développement Durable (USDD Blida) Rencontre Scientifique Et Technique De L'eau De L'environnement Et Du Développement Durable 04 Juin 2013
14. **Anonyme., 2013.** Nom Et Adresse Du Rédacteur De La FDR : Mme Djoudi Fatiha Docteur Vétérinaire. Parc National De Chréa 20, Boulevard Mohamed Boudiaf -Blida-
15. **Anonyme., 2015.** Plan De Gestion II. Période Quinquennale 2015_2019. Parc National De Chréa. 98 P
16. **Arabe A Et Zebdi A, 1983.** Contribution Al' Evaluation De La Qualité De L'eau DesOueds De La Mitidja. Mém.DES. Univ Des Sciences Et De La Technologie. Houari Boumediene : 116p
17. **Assassi Fella 2010.**Géologie, Géochimie Et Minéraleogie Des Calcaires Et Des Argilites, Leurs Utilisations Dans L\'Industrie Du Ciment. P.P.116-118. Magister : Annaba : Université Badji Mokhtar : 2010.


# B


18. **Barbault R., 1981.** Ecologie Des Populations Et Des Peuplements. Des Théories Aux Faits. Masson Ed., Paris : 208 P

19. **Barbault R., 1995.** Ecologie Des Peuplements. Structure Et Dynamique De La Biodiversité. 2ème Edition- Masson, Paris – Milan – Barcelone. P. 15-19.

20. **Barbour, M. T., J. Gerristsen, B. D. Snyder Et J. B. Stribling, 1999.** Rapid Bioassessment Protocols For Use In Streams And Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates And Fish, 2e Éd., U.S. Environmental Protection Agency, Office Of Water, Washington, D.C., Epa 841-B-99-002.
21. **Beaudry T., Monique T.H., (1984).**Chimie Des Eaux, Edition. Les Griffons D'argiles, 1ère, Edition, Inc Canada.
22. **Bedel, L., (1895).** - Catalogue Raisonné Des Coléoptères Du Nord De L'Afrique(Maroc, Algérie, Tunisie, Et Tripolitaine Avec Notes Sur La Faune Des Iles CanariesEt De Madère. Paris Société Entomologique De France .1-402p.
23. **Belhaouari B., Chorfa F. & Marzoug M. 2017**. Evaluation Of The Organic Pollution Impact On Fresh Water Diatoms In The Northen Algerien River « Allala ». Environnemental And Water Sciences, Public Health And Territorial Intelligence Journal, 1 (2) : 08-13.
24. **Ben Moussa A., Chahlaoui A., Rour E. Et Chahboune M., 2014.** Diversité Taxonomiqu Du Macrofaune Benthique Des Eaux Superficielles De L'oued Khoumane. Moula Idriss Zerhoun, Maroc. J. Mater. Environ. Sci. 5 (1) (2014) 183-198bioindicateurs de la qualité écologique des milieux lotique : cas d'Oued Bouhamdane et affluents Nord-Est d'Algérie. Mémoire de Master, Université de Guelma ,100p.

**Blanchet H., Fouet M., Bizzozero L., Foveau A., 2024.** Méthodologie pour la surveillance et l'évaluation du paramètre "Macro-invertébrés benthiques" dans les masses d'eau de transition estuariennes de la façade Manche-Atlantique. Version avril 2024. Rapport Université de Bordeaux/UMR EPOC & Ifremer

25. **Blondel J., 1979.** Biogéographie Et Ecologie. Masson Ed., Paris : 173 P.
26. **Borror D.J. Et White R.E., 1999.** Le Guide Des Insectes Du Québec Et De L'amérique Du Nord, Les Guides Peterson, Québec, Canada. Éditions Broquet, Canada, 408 P.

27. **Bouatti Besma et Boualleg Sara, (2019) : Les** macroinvertébrés benthiques
28. **Bouchelouche, D., Kherbouche-Abrous, O., Mebarki, M., Arab, A., Samraoui, B., 2015.** The Odonata Of Wadi Isser (Kabylia, Algeria): Status And

29. **Boulunier T., Nicholas J.D., 1998.** Estimating Species Richess : The Importance Of Heterogeneity In Species De Tectability. The Ecological Society Of America: 1018. Ecology 73 (3).
30. Environmental Determinants Of Their Distribution. Revue D'ecologie (Terre Et Vie), Vol. 70 (3), 2015 : 248-260.

## C

31. **Castany G., 1998.** Hydrogéologie : principes et méthodes. Ed. Dunod. Paris, 236p.

32. **Camargo, J. A., Alonso, A. Et De La Puente, M. 2004:** Multimetric Assessment Of Nutrient Enrichment In Impounded Rivers Based On Benthic Macroinvertebrates. Environmental Monitoring And Publishers, 96:233-249.
33. **Cereghino.R, 1992 :** Influence Des Variations Du Débit Artificielle Sur La Faune.
34. **Chafaa, 2019 in Haddada et al., 2021).**Contribution à l'étude de la structure de l'entomofaune et la qualité physico-chimique dans un écosystème aquatique (Oued zimba).
35. **Chessman, B. C., 1995.** "Rapid Assessment Of Rivers Using Macroinvertebrates: A Procedure Based On Habitat-Specific Sampling, Family Level Identification And A Biotic Index", Australian Journal Of Ecology, Vol. 20, P. 122-129.
36. **Chessman, B. C., 1995.** "Rapid Assessment Of Rivers Using Macroinvertebrates: A Procedure Based On Habitat-Specific Sampling, Family Level Identification And A Biotic Index", Australian Journal Of Ecology, Vol. 20, P. 122-129.

## D

37. **Dajoz R., (2006).** Précis D'écologie. Dunod, Paris. Page 631.

38. **Dajoz R., 1985.** Précis D'écologie. Ecologie Fondamentale Et Appliquée. 5ème Edition. Gauthier Villard. Paris : 505p.

39. **Dethier M., 1985-1986.** Introduction Pratique A La Systématique Des Organismes Des Eaux Continentales Françaises. Insectes. Hétéroptères Aquatiques Et Ripicoles (Genres Et Principales Espèces). Association Française De Limnologie : 40p.

40. **Djeddi H., Kherief-Nacereddine S., Keddari D., AfriMehennaoui F.Z., 2018.** Teneurs des éléments traces métalliques Cu, Zn et Pb des sédiments du barrage Béni Haroun (Nord-Est de l'Algérie). European Scientific Journal, 15, 1857-7431.

## E

41. **Emberger L, 1955.** Une Classification Biogéographique Des Climats Recueil. Trav.Labo. Geol. Zool. Fac. Sci. Montpellier. 48p.

## F

42. Fa**urie C., Ferra C., Medori P., Devaux J. &Hemptinnej.L., 2003.** Ecologie Approche Scientifique Et Pratique 5e Edition Tec Et Doc, 407 P.

43. **Fruget.Jf Et Dessaix.J, 2002** : Biodiversité Structurelle Et Fonctionnelle Des Peuplements De Macroinvertébrés En Tant Que Descripteur De La Variabilité Hydraulique : Exemple De Deux Parties Court-Circuitées Du Rhône Moyen.RevueDes Sciences De L'eau, Vol. 15, N° 1, 2002, P. 209-221.

## G


44. **Gagneur. J; Thomas. AGB Et Vitte. B 1985 :** Première Citation D'une Espèce Du Genre Paraleptophlébia En Afrique Du Nord. P.Cincta (Retzius, 1783) Et Son Ecologie (Ephemeroptera, Leptophlebidae). Bill. Soc. Hist. Nat., Toulouse, 121, 1985,141-143.
45. **Genin, B., Chauvin, C., & Ménard, F. (2003).** Cours D'eau Et Indices Biologiques : Pollution, Méthodes, IBGN. Educagri Editions.
46. **Gleize E., 2011.** Les visages de l'eau à Réallon ? Richesse ? Calamité ? Édité par Fournel. 208p
47. **GRALL J. & HILY C., 2003** .Traitement De Données Stationnelles (Faune). Robert.FT 10(1). Doc.
48. **Guillaume Lecointre et Hervé Le Guyader,** Classification phylogénétique du vivant, Belin, 2006.
49. **GRETIA, 2009.** État Des Lieux Des Connaissances Sur Les Invertébrés Continentaux Des Pays De La Loire — Bilan Final. Rapport GRETIA Pour Le Conseil Régional Des Pays De La Loire. 395 P. (Groupe D'étude Des Invertébrés Armoricains).


## H


50. **Hellawell J M, 1986:** Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. ElseiverApplied Sciences Publications, London/NewYork.
51. **Hynes, H. B. N., & Hynes, H. (1970).** The ecology of running waters (Vol. 555). Liverpool University Press Liverpool.
52. **Hynes, H. B. N., 1970.** The Ecology of Running Waters, Toronto, University of Toronto, 555 p.


## J


53. Jean et al, 2007 in Meziane, 2009.Contribution à l'étude de la structure de l'entomofaune et la qualité physico-chimique dans un écosystème aquatique (Oued zimba).


## K


54. **Kadik B., 2007.** Eléments d'une stratégie d'adaptation au changement climatique en zone aride et semi-aride .Centre de recherche scientifique et techniques sur les régions arides Biskra.
55. **Kalkman, V.J., Clausnitzer, V., Dijkstra, K.D., Orr, A.G., Paulson, D.R., Tol, J.V., 2008**. Global Diversity Of Dragonflies (Odonata) In Freshwater. Hydrobiologia

595:351–363.

## L

56. **Lavandier P., 1979.** Ecologie D'un Torrent Pyrénéen De Haute Montagne : L'estaragne. Thèse De Doctorat D'etat. Univer. Paul Sabatier Toulouse : 523p.

57. **Lavandier, P. (1979).** Ecologie D'un Torrent Pyrénéen De Haute Montagne : L'estaragne.

58. **Legendre L. & Legendre P., 1979**. Ecologie Numérique. Le Traitement Multiple Dès Données Ecologiques. 2ème Edition Masson, Paris : 206 P.
59. **Leclerc., (1996).** Microbiologie Générale. Doin.
60. **Le Bras G.J. 2007**. Ecotoxicologie Et Methods D'investigation. Éd. Enseignement Mi-Isa & Université Catholique Le Lille, 87p.

61. **Lounaci A., 2005.** Recherche Sur La Faunistique, L'écologie Et La Biogeography Des Macroinvértébrés Des Cours D'eau De Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie). Thèse De Doctorat D'état En Biologie. Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou (Algérie). 208p.

62. **Lounaci A., 2005**. Recherche Sur La Faunistique, L'écologie Et La Biogéographie Des Macroinvertébrés Des Cours D'eau De Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie). Thèse Doctorat, U.M.M.T.O: 209p.
63. **Lounaci A., 1987.** Recherches Hydrobiologiques Sur Les Peuplements D'invertébrés Benthiques Du Bassin De L'oued Aissi (Grande Kabylie). Thèse Magister,U.S.T.H.B.,133p.

## M

64. **Margalef R., 1951.** Diversidad De Especies En Las Communidades Naturals. Publ. Inst. Biol. Apl., Barcelona, 9: 5 – 27.
65. Merzoug D., Khiari A., Aït Boughrous A. et Boutin C., 2010. Faune aquatique et qualité de l'eau des puits et sources de la région d'Oum-El-Bouaghi (Nord-Est algérien). Hydroécol. Appl,17, 77-97. DOI : 10.1051/hydro/2010001.
66. **Minshall G.W., 1984** – Aquatic Insect Substratum Relationships. In 'The Ecology Of Aquatic Insects'. Resh V.H. & Rosenberg D.M., Prager, New York, 358-400 P.
67. **Moisan, J. 2010**. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec.
68. **Moisan, J.,** Guide D'identification Des Principaux Macroinvertébrés Benthiques D'eau Douce Du Québec, 2010– Surveillance Volontaire Des Cours D'eau Peu Profonds, Direction Du Suivi De L'état De

L'environnement, Ministère Du Développement Durable, De L'environnement Et Des Parcs, (2006) 82 P.

69. **Moulton Ii, S. R., J. L. Carter, S. A. Grotheer, T. F. Cuffney And T. M. Short, 2000.** Methods Of Analysis By The U.S. Geological Survey National Water Quality Laboratory – Processing, Taxonomy, And Quality Control Of Benthic Macroinvertebrate Samples, U.S. Geological Survey Open-File Report 00-212, 49 P.
70. **Moisan, J., 2010.** Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, 2010 — Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ISBN : 978-2-550-58416-2 (version imprimée) 82 p. (incluant 1 ann.)

## N

71. Nicolas V, Chocat B, Lourdière D, Pierre Dupont, S. Le Fur, et al. Ingénierie écologique appliquée aux milieux aquatiques. Pourquoi ? Comment ? ASTEE, 357 p., 2014. hal-00966868.
72. Nyakabeji M.B., Mushagalusa E.M., Jean-Jacques Bagalwa J.M. et Basabose A.K., 2023. Diversité des macroinvertébrés benthiques des rivières du nord-est de l'île d'Idjwi, République Démocratique du Congo », *VertigO* – 42p. DOI : https://doi.org/10.4000/vertigo.40649

## P

73. **Pauw N., et Vanhooren G., 1983.** Method for biological quality assessment of watercourses in Belgium. Hydrobiologia, 100, 153-168.
74. **Pelletier É., 2013.** Projet de restauration des sédiments du port de gaspé, Québec. Protocole pour le suivi biologique des mollusques. Université du Québec, 24p.
75. **Pelletier, L., 2007**. Le bassin de la rivière Saint-Maurice : les communautés benthiques et l'intégrité biotique du milieu, 1996, Québec, ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, envirodoq no ENV/2002/0291, rapport no EA/2002-02, 85 p. et 4 ann.
76. **PHILIPPO P., POMMERY J., THOMAS P., (1981).** Evolution d'une eau de surface au cours des traitements de potabilisation ; comportements des espèces métalliques au contact des matières humiques. Journal français d'hydrologie.
77. **PIELOU E. C., 1969.** An introduction to mathematical ecology. Wiley – Interscience, NewYork : 286 p.
78. **PNC, 2014:** Rapport d'activité annuel, 15 p.
79. **Poisson R. & Gauthier H., 1926.** Hémiptères aquatiques d'Algérie et de

Tunisie - Bull. Soc. His. Nat. Afr. Nord, 17 :264-273.Puri, 1925 ;

## R

80. **Raad, 2010 in Nehme, 2014.**Contribution à l'étude de la structure de l'entomofaune et la qualité physico-chimique dans un écosystème aquatique (Oued zimba).
81. **RAMADE F, 1984**. Elément d'écologie : Ecologie fondamentale. Edit Mac GRAWHILL. Paris. 197 p.
82. **RAMADE F, 1993**. Elément d'écologie : Ecologie fondamentale. Edit Mac GRAWHILL. Paris. 197 p.
83. **RAMADE F. 2003.** Element d'écologie: Ecologie fondamentale. 3ème edition. Dunod. Paris: 190 p.
84. **Rejsek F., 2002.** Analyse des eaux -aspects réglementaire et techniques-. Scérén, 110p.
85. **RIVOSECCHI L., 1984.** Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne Italiane. DITTERI ( Dipteria) . Consiglio nazionale delle ricerche. 176p.
86. **Rodier J., Bernard L et Nicole M., 2009.** L'analyse de l'eau. 9ème édition Dunod, Paris, 1529p.
87. **RODIER J., 1996.** L'analyse de l'eau: eaux naturelles résiduaires, eau de mer. 8ème édition. Dunod. 1383p

## S

88. **Sahli Z. et Amrani M., 2019.** Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Tunis, p35.
89. **SHANNON C. E. & WEAVER W., 1963.** The mathematical theory of communication. Urbane: University of Illinois Press: 117 p.
90. **Stark , J. D., I. K. G. Boothroyd , J. S. Harding , J. R. Maxted et M. R. Scarsbrook , 2001.** Protocols for Sampling Macroinvertabrates in Wadeable Streams, New Zealand macroinvertabrate working group, report no. 1, rédigé pour le Ministry for the Environment, Sustainable management fund project no. 5103, 57 p., [http://www.freshwater.rsnz.org/ProtocolsManual2.pdf].

## T

91. **TACHET H. BOURNAUD M. & RICHOUX PH. & USSEGLIO-POLATERA Ph. 2000**. Invertébrés des eaux douces : Systématique, Ecologie, Biologie. Ed CNRS- Paris. 588p.

92. **TACHET H. BOURNAUD M. & RICHOUX PH., 1980.** Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces (Systématique élémentaire et aperçu écologique). Association française de limnologie : 150p.
93. **TACHET H., RICHOUX P., BOURNAUD M. et USSEGLIO-POLATERA P.2010**. Invertébrés d'eau douce. Systématique, biologie, écologie. CNRS EDITIONS, Paris, 606p.

94. **Thomas, A. (1981).** Travaux sur la taxonomie, la biologie et l'écologie d'insectes torrenticoles du Sud-ouest de la France (Ephéméroptères et Diptères : Dixidae, Cecidomyiidae, Rhagionidae et Athericidae), avec quelques exemples de perturbations par l'homme. Université Paul Sabatier.
95. **Touati L. (2021).** Les écosystèmes aquatiques continentaux terrestres. Département de biologie et écologie végétale. Niveau licence 3 Ecologie et Environnement. Université frères Mentouri Constantine 1.
96. **TOUBAL-BOUMAZA, O., 1986.** « Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Édough (Algérie nord-orientale) ".Cartographie à 1 / 25 000. Thèse de doctorat de 3ème cycle, Grenoble, Université des sciences et technologie méditerranéenne.

## V

97. **VERNAUX J., 1980.** Fondements biologiques et écologiques de l'étude de la qualité des
eaux continentales : Les principales méthodes biologiques. Ed. Gauthier-Villars (Paris)
345p.

## Y

98. **Yasri,C. N. (2018**). Recherches sur la faunistique, l'ecologie et la zoogéographie des plécoptères d'Algérie. thèse de doctorat.Université Mouloud Mammeri.Tizi Ouzou148.
99. **Yeates, G. W., & Bongers, T. (1999)** Nematode diversity in agroecosystems. In Invertebrate Biodiversity as Bioindicators of Sustainable Landscapes (pp. 113-135). Elsevier

100. **YASRI N., 2009.** Diversité, écologie et biogeography des macroinvertébrés de quelques affluents du Mazafran. Mémoire de Magister, USTHB, 96p.

## Z

**Zahradnik et Severa, Guide des insectes, Hatier, 1984, (ISBN 22 18 02261 3), (ISSN 0750-8921).**

**Zouggaghe , F., & Moali, A. (2009).** Variabilité structurelle des peuplements de macroinvertébrés benthiques dans le bassin versant de la Soummam (Algérie, Afrique du Nord).

**Zouggaghe F., 2020**"Structure et distribution des macro-invertébrés aquatiques e la kabylie de la Soummam (nord de l'Algérie)." Bulletin de la Société Zoologique de France 145.3.

## Site web

https://elearn tlemcen.univ-.dz/