

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة 8 ماي 1945 قالمة  
Université 8 Mai 1945 Guelma  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



## Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

**Domaine:** Science de la nature et de la vie

**Spécialité/Option:** Biodiversité et écologie des zones humides

**Département:** D'écologie et Génie de l'Environnement

---

### Thème

## Evaluation de la santé des cours d'eau par l'application de l'Indice Biologique Global Normalisé : Cas de l'oued Seybouse

---

**Présenté par :**

**Boukhalfa Sara & Maizi Sana**

**Devant la commission composée de :**

<b>Dr Younsi S</b>	<b>Président</b>	<b>Université de Guelma</b>
<b>Dr Satha Yalles A</b>	<b>Encadreur</b>	<b>Université de Guelma</b>
<b>Dr Atoussi S</b>	<b>Examineur</b>	<b>Université de Guelma</b>
<b>Pr Samraoui Chenafi F</b>	<b>Membre</b>	<b>Université de Guelma</b>
<b>Dr Baaloudj A</b>	<b>Membre</b>	<b>Université de Guelma</b>
<b>Dr Nedjeh R</b>	<b>Membre</b>	<b>Université de Guelma</b>

**Juin 2017**

# Remerciements



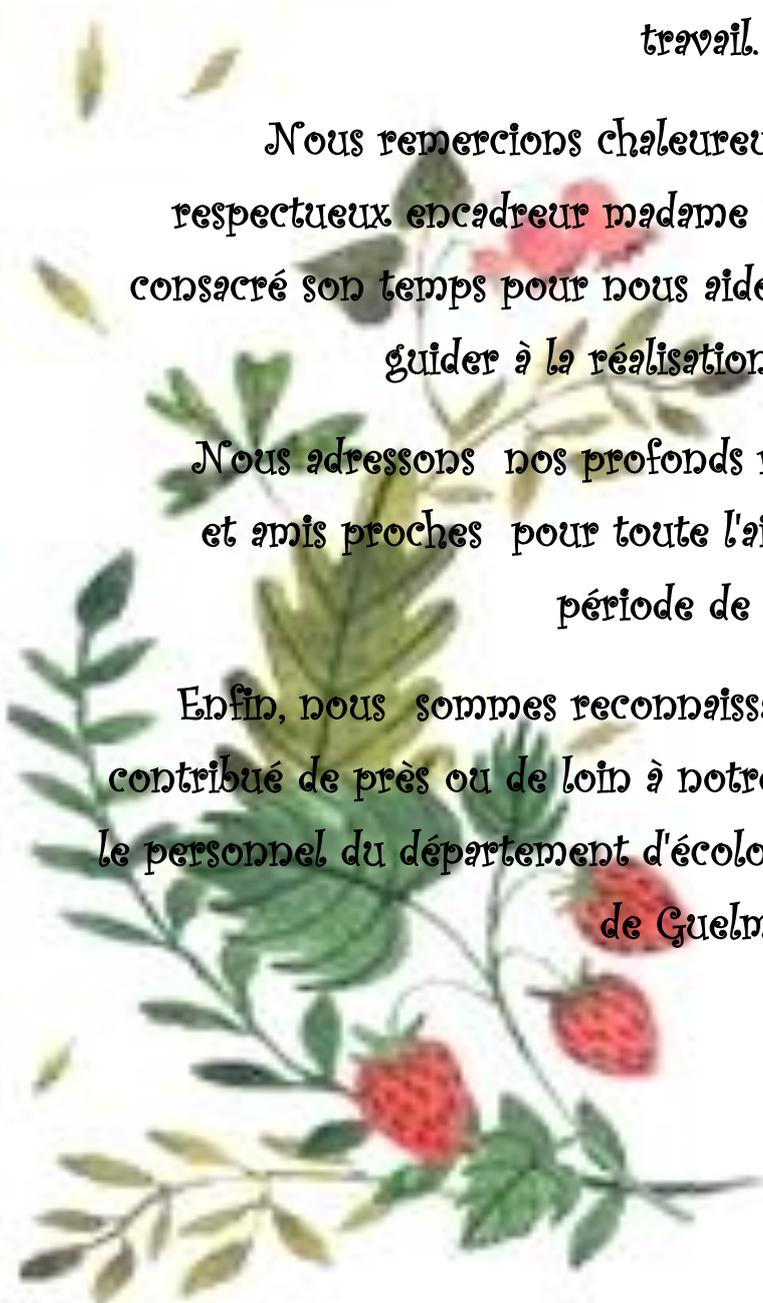
Tout d'abord nous tenons à exprimer notre gratitude à Dieu, qui nous a donné le courage et la force de pouvoir mener à bien ce modeste travail.

Nous tenons à remercier vivement les membres du jury pour nous avoir fait l'honneur d'assister et d'examiner notre travail.

Nous remercions chaleureusement notre aimable et respectueux encadreur madame Satha Valles Amina, qui a consacré son temps pour nous aider, nous encourager et nous guider à la réalisation de ce travail.

Nous adressons nos profonds remerciements à nos familles et amis proches pour toute l'aide prodiguée durant toute la période de ce travail.

Enfin, nous sommes reconnaissantes à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à notre formation sans oublier tout le personnel du département d'écologie de l'université 8 mai 1945 de Guelma.



# Dédicace

Je dédie ce travail

A ma source de motivation et d'encouragement ma mère massouda et mon père boujemaa qui on toujours contribué à mon bonheur et à ma réussite.

A mes frères soufiane et issame

A mes souers : Abla, Rouza, Rahma, et hana et leurs princes et princesses Adem, Achwak, Abrar, Jouri, Mouhamed, Mimi, Roua, Youssef, Yara et Zaki

En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je vous porte.

Malgré la distance, vous êtes toujours dans mon cœur et mon esprit.

A mon adorable binôme : Sana et sa famille

A mes amies intimes : Sana, khadija, imen, wafa, loubna, houda, Amel, Nawel, Noussa, Samira, messouda, samira,

A tous ceux qui m'ont soutenue moralement.

Sara Boukhalfa

# Dédicace

Je dédie ce travail

A ma source de motivation et d'encouragements ma mère Fialla et mon père Ahmed qui ont toujours contribué à mon bonheur et à ma réussite.

A mon oncle Amara khelifa qui nous a accompagné sur le terrain

A mon adorable Chaima

A ma sœur Yamina défunte dans la fleur de l'âge

Que son âme repose en paix.

Tu es toujours dans mon cœur et mon esprit.

A mon adorable binôme : Sara et sa famille

A mes amies intimes : Khadija, Marwa et Sara.

A tous ceux qui m'ont soutenue moralement.

Maizi Sara

## Liste des acronymes

**ABH** : Agence des bassins hydrographiques

**AFNOR** : Association Française de Normalisation

**BITS** : Le *bit* est l'unité la plus simple dans un système de numération, ne pouvant prendre que deux valeurs, désignées le plus souvent par les chiffres 0 et 1.

**C°** : Celsius

**GI** : Groupe indicateur

**GPS** : Global Positioning System

**IBGN** : L'indice Biologique Global Normalisé

**Km** : kilomètre

**m** : Mètre

**mg/l** : Milligramme sur litre

**mn** : Minutes

**µs/ cm** : Microsiemens par centimètre

**T** : Température

**S** : Seconde

## Liste des figures

<b>Figure 1 :</b> Morphologie de larve d'Ephéméroptères.....	06
<b>Figure 2:</b> la larve de Plécoptère.....	07
<b>Figure 3:</b> La morphologie d'un Chironomide.....	11
<b>Figure 4 :</b> larve de Simuliidae : Morphologie de la tête.....	11
<b>Figure 5 :</b> larve de Simuliidae : Derier stade larvaire.....	12
<b>Figure 6:</b> Larve d'Anopheles.....	13
<b>Figure 7 :</b> la morphologie des larves de Trichoptère.....	17
<b>Figure 8 :</b> la morphologie d'oligochète.....	23
<b>Figure 9 :</b> La morphologie des bivalves.....	25
<b>Figure 10 :</b> Carte des Sous-Bassins du Guelma.....	31
<b>Figure 11 :</b> Carte d'Hydrographie de la wilaya de Guelma.....	32
<b>Figure 12 :</b> Implantation des barrages.....	32
<b>Figure 13 :</b> Evolution des températures moyennes à la station de Belkhir.....	37
<b>Figure 14 :</b> Evolution des précipitations moyennes à la station de Belkhir.....	38
<b>Figure 15 :</b> Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен à la station de Belkhir...38	
<b>Figure 16 :</b> Situation de la région de Guelma dans le climagramme d'Emberger.....	39
<b>Figure 16 :</b> Humidité relative moyenne mensuelle de l'air à la station de Belkhir.....	40
<b>Figure 17 :</b> Cartographie des stations échantillonnées dans le bassin de la Seybouse.....	46
<b>Figure 18 :</b> Une paire de bottes.....	47
<b>Figure 19 :</b> Un appareil numérique.....	47
<b>Figure 20:</b> Un tamis.....	48
<b>Figure 21 :</b> un flacon en verre.....	48
<b>Figure 22 :</b> Un chronomètre.....	48

<b>Figure 23</b> : un masque de protection.....	49
<b>Figure 24</b> : Des gants.....	49
<b>Figure 25</b> : un pH-mètre .....	49
<b>Figure 26</b> : une pince.....	49
<b>Figure 27</b> : des pinceaux.....	50
<b>Figure 28</b> : des tubes en plastique.....	50
<b>Figure 29</b> : les variations mensuelles de la température de l'eau dans quatre stations étudiées.....	60
<b>Figure 30</b> : Variation du Température moyenne dans les quatre stations .....	61
<b>Figure 31</b> : les variations mensuelles de l'oxygène dissous (en mg/l) dans quatre stations étudiées.....	62
<b>Figure 32</b> : les variations mensuelles de l'oxygène dissous (en %) dans quatre stations étudiées.....	62
<b>Figure 33</b> : les variations mensuelles de pH dans quatre stations étudiées.....	63
<b>Figure 34</b> : Variation du pH moyenne dans les quatre stations.....	63
<b>Figure 35</b> : les variations mensuelles la conductivité électrique dans quatre stations étudiées.....	64
<b>Figure 36</b> : Les Variations la conductivité électrique moyenne dans quatre stations étudiées.....	65
<b>Figure 37</b> : Répartition globale des principaux groupes de Macroinvertébrés.....	67
<b>Figure 38</b> : Abondance relative des familles de Diptères par rapport à l'ordre.....	68
<b>Figure 39</b> : Abondance relative des familles d'Ephéméroptères par rapport à l'ordre.....	68
<b>Figure 40</b> : Abondance relative des familles de Trichoptères par rapport à l'ordre.....	69
<b>Figure 41</b> : Abondance relative des familles de Plécoptères par rapport à l'ordre.....	69
<b>Figure 42</b> : Abondance relative des familles de Coléoptères par rapport à l'ordre.....	70
<b>Figure 43</b> : Abondance relative des familles d'Odonate par rapport à l'ordre.....	70
<b>Figure 44</b> : Abondance relative des familles des Héteroptères par rapport à l'ordre.....	71

<b>Figure 45 :</b> Abondance relative des familles des Mollusques par rapport à l'ordre .....	71
<b>Figure 46 :</b> Abondance relative des familles des Crustacés par rapport à l'ordre .....	72
<b>Figure 47 :</b> Abondance relative des Annélides par rapport à l'ordre .....	72
<b>Figure 48 :</b> Abondance relative de chaque Ordre par rapport à l'effectif total .....	73
<b>Figure 49 :</b> les variations mensuelles de la richesse spécifique à l'oued Meboudja .....	79
<b>Figure 50 :</b> les variations mensuelles de la richesse spécifique à l'oued Mechta .....	79
<b>Figure 51 :</b> les variations mensuelles de la richesse spécifique à l'oued Boukamouza .....	80
<b>Figure 52 :</b> les variations mensuelles de la richesse spécifique à oued Zimba .....	80
<b>Figure 53 :</b> Richesse spécifique des stations d'étude pour chaque sortie .....	81
<b>Figure 54 :</b> Les variations mensuelles de l'indice de Shannon et d'équitabilité à l'oued Meboudja .....	82
<b>Figure 55 :</b> Les variations mensuelles de l'indice de Shannon et d'équitabilité à Oued Mechta .....	82
<b>Figure 56 :</b> Les variations mensuelles de l'indice de Shannon et d'équitabilité à Oued Boukamouza .....	83
<b>Figure 57 :</b> Les variations mensuelles de l'indice de Shannon et d'équitabilité à Oued Zimba .....	83

## Liste des photos

<b>Photo 1</b> : l'adulte d'Ephéméroptère (Heptageniidae).....	03
<b>Photo 2</b> : Photo personnelle qui présente larve d'Anisoptères.....	14
<b>Photo 3</b> : Photo personnelle qui présente la larve de zygoptère.....	15
<b>Photo 4</b> : Photo personnelle qui présente les Coléoptères.....	19
<b>Photo 5</b> : Photo personnelle qui présente les Coléoptères (Hydraenidae).....	19
<b>Photo 6</b> : Photo personnelle qui présente les Achètes.....	20
<b>Photo 7</b> : Photo personnelle qui présente les mollusques.....	24
<b>Photo 8</b> : Photo personnelle qui présente Décapodes.....	27
<b>Photo 9</b> : Extraction de marbre à Ben Djerrah.....	35
<b>Photo 10</b> : Station (1) Meboudja à Dréan.....	42
<b>Photo 11</b> : Station (2) à El Mechta.....	43
<b>Photo 12</b> : Station (3) Seybouse à Boukamouza.....	44
<b>Photo 13</b> : Station (4) Zimba à Belkhir.....	45
<b>Photo 14</b> : un carnet de terrain.....	48
<b>Photo 15</b> : une bouteille en plastique.....	48
<b>Photo 16</b> : Une loupe binoculaire.....	50
<b>Photo 17</b> : une passoire.....	50
<b>Photo 18</b> : Mesure des paramètres abiotiques .....	53
<b>Photo 19</b> : Echantillonnage des macroinvertébrés.....	54
<b>Photo 20</b> : Tri des macroinvertébrés sur le terrain.....	55
<b>Photo 21</b> : Tri des macroinvertébrés au laboratoire.....	56

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : les différentes super-familles et familles des Nématocères .....	09
<b>Tableau 2</b> : Les différentes super-familles et familles des brachycères.....	09
<b>Tableau 3</b> : les différents sous-ordres et familles des Odonates.....	14
<b>Tableau 4</b> : sous-Ordere et familles des Achètes.....	20
<b>Tableau 5</b> : Les différentes familles des Oligochètes et des Achètes.....	22
<b>Tableau 6</b> : récapitulatif des retenus collinaires existantes dans la wilaya de Guelma.....	33
<b>Tableau 7</b> : Températures moyennes mensuelles de la station de Belkhir.....	37
<b>Tableau 8</b> : Précipitations moyennes mensuelles de la station de Belkhir.....	37
<b>Tableau 9</b> : L'humidité moyenne mensuelle à la station de Belkhir.....	40
<b>Tableau 10</b> : Normes de vitesse de l'eau selon l'échelle de Berge.....	52
<b>Tableau 11</b> : Classe proposées pour les pourcentages de saturation en oxygène.....	53
<b>Tableau 12</b> : Valeur de l'IBGN selon la nature et la variété taxonomique de la macrofaune...57	
<b>Tableau 13</b> : Les valeurs de l'indice biologique global normalisé son interprétation Ecologique.....	57
<b>Tableau 14</b> : Variation mensuelles de la vitesse de l'eau des quatre stations.....	65
<b>Tableau 15</b> : Définition des classes de vitesses selon l'échelle de Berg .....	65
<b>Tableau 16</b> : Check-list des taxa faunistiques durant toute la période d'étude dans les 4 stations.....	66
<b>Tableau 17</b> : Relevé des macroinvertébrés benthique et classe de qualité des eaux de Mebouja selon l'IBGN.....	74
<b>Tableau 18</b> : Relevé des macroinvertébrés benthique et classe de qualité des eaux de Mechta selon l'IBGN .....	75
<b>Tableau 19</b> : Relevé des macroinvertébrés benthique et classe de qualité des eaux de Boukamouza selon l'IBGN .....	76
<b>Tableau 20</b> : Relevé des macroinvertébrés benthique et classe de qualité des eaux de Zimba selon l'IBGN .....	77

<b>Tableau 21</b> : Synthèse des résultats des quatre stations .....	78
<b>Tableau 22</b> : Similarités entre les peuplements benthiques des stations d'étude (Jaccard/ Tanimoto).....	84
<b>Tableau 23</b> : La fréquence Globale des familles des quatre stations .....	86
<b>Tableau 24</b> : La phénologie de la station d'Oued Meboudja.....	87
<b>Tableau 25</b> : La phénologie de la station d'Oued Mechta .....	88
<b>Tableau 26</b> : La phénologie de la station d'Oued Boukamouza .....	89
<b>Tableau 27</b> : La phénologie de la station d'Oued Zimba .....	90
<b>Tableau 28</b> : La phénologie globale .....	91
<b>Tableau 29</b> : Tableau comparatif avec les travaux antérieurs.....	92

## Tableau des matières

Remerciement .....	I
Dédicace .....	II
Liste de l'acronyme.....	IV
Liste des figures.....	V
Liste des photos .....	VIII
Liste des tableaux.....	IX
Introduction .....	1

### Chapitre 1 : Généralités sur la morphologie, la biologie et l'écologie des macrinvertébrés benthiques

1.1. Les Ephéméroptères.....	3
1.1.1. Classification.....	4
1.1.2. Biologie –Écologie .....	4
1.1.3. Morphologie.....	4
1.2. Les Plécoptères .....	6
1.2.1. Classification .....	6
1.2.2. Morphologie de la larve .....	6
1.2.3. Biologie et écologie .....	8
1.3. Les Diptères .....	8
1.3.1. Classification .....	9
1.3.2. Morphologie .....	9
1.3.3. Biologie et Ecologie .....	10
1.3.4. Familles des diptères .....	10

1.4. Les Odonates .....	14
1.4.1. Morphologie .....	15
1.4.2. Biologie et Ecologie .....	15
1.5. Les Trichoptères .....	16
1.5.1. Classification.....	16
1.5.2. Morphologie des larves .....	16
1.5.3. Biologie et écologie.....	17
1.6. Les Coléoptères .....	18
1.6.1. Classification.....	18
1.6.2. Morphologie des larves .....	18
1.6.3. Ecologie et biologie .....	18
1.7. Les Annélides .....	20
1.7.1. Les Achètes ou (Hirudinés) .....	20
1.7.1.1. Classification .....	21
1.7.1.2. Morphologie.....	21
1.7.1.3. Biologie et écologie.....	21
1.7.2. Les Oligochètes .....	22
1.7.2.1. Classification .....	22
1.7.2.2. Morphologie .....	22
1.7.2.3. Biologie et Ecologie .....	23
1.8. Les Mollusques .....	23
1.9. Les Bivalves .....	24
1.9.1. Classification .....	24
1.9.2. Morphologie .....	24
1.9.3. Biologie et écologie .....	25
1.10. Les Crustacés .....	26
1.10.1. Classification.....	26

## Chapitre 2 : Description du site d'étude

2.1. Description du bassin versant de la Seybouse.....	28
2.1.1. Situation géographique.....	28
2.1.2. Les sous bassins versants de la Seybouse.....	28
2.1.3. Le réseau hydrographique .....	29
2.1.3.1. Les Principaux oueds.....	29
2.1.3.2. Les barrages.....	30
2.1.3.3. Les retenues collinaires .....	30
2.2. Les activités économiques .....	30
2.2.1. L'agriculture .....	30
2.2.2. L'industrie .....	34
2.2.3. Les Mines et Carrières .....	34
2.3. La pollution dans le bassin versant de la Seybouse .....	35
2.3.1. Rejets industriels .....	35
2.3.2. Les rejets urbains .....	36
2.3.3. L'agriculture .....	36
2.4. Climatologie.....	36
2.4.1. Les températures.....	36
2.4.2. Les précipitations .....	37
2.4.3. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen .....	38
2.4.4. Climagramme d'Emberger .....	39
2.4.5. Les vents.....	40
2.4.6. L'humidité relative de l'air .....	40

2.5. La couverture végétale.....	41
2.6. Description des stations .....	42

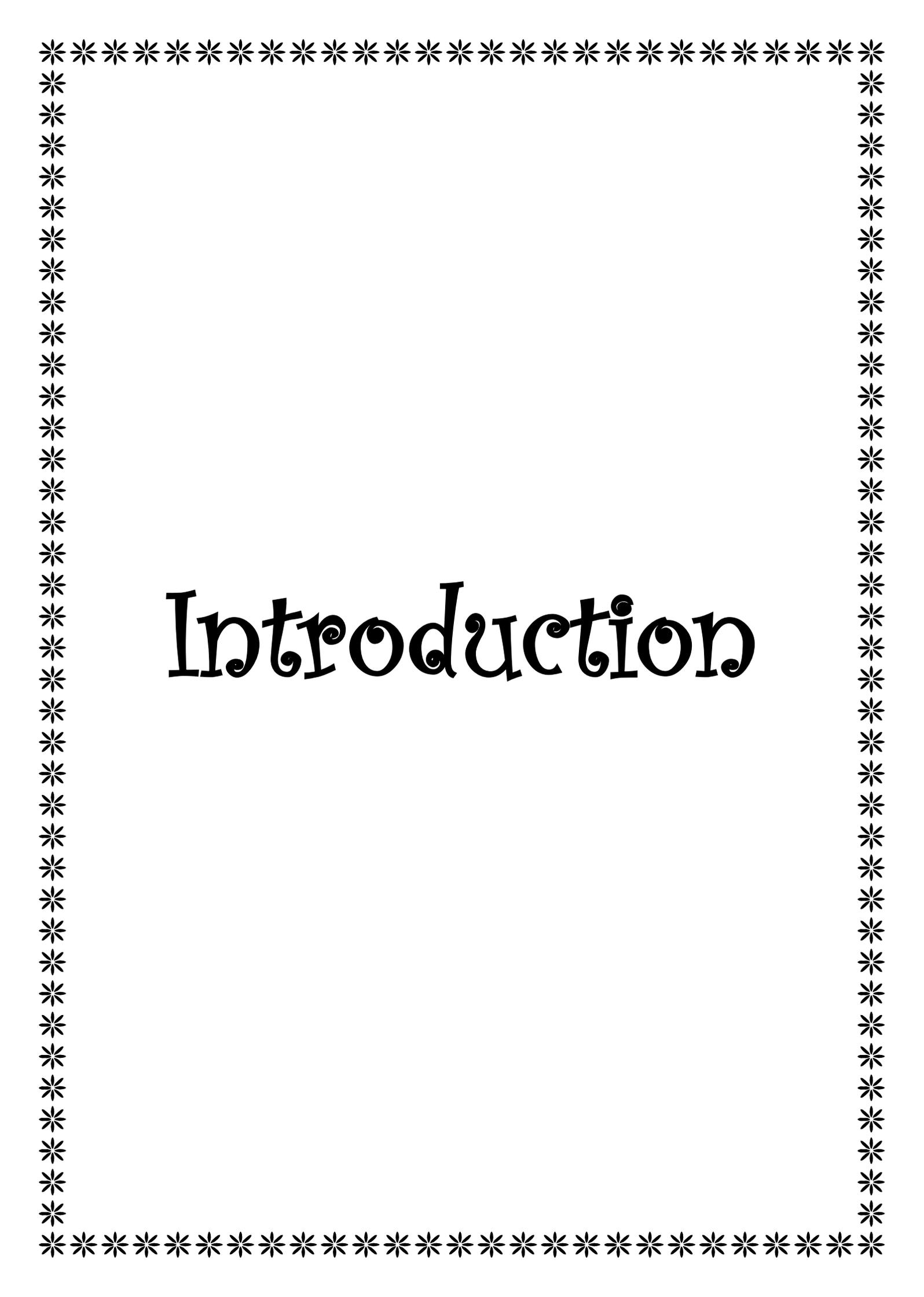
### **Chapitre 3 : Matériel et méthodes**

3.1. Matériel d'étude .....	47
3.1.1. Sur le terrain .....	47
3.1.2. Au laboratoire .....	49
3.2. Méthode de travail .....	51
3.2.1. Période de prospection et choix des stations .....	51
3.2.2. Plan d'échantillonnage .....	51
3.2.2.1. Mesure des paramètres physico-chimiques.....	51
3.2.2.2. Echantillonnage des macro-invertébrés benthiques .....	54
3.3. Calcul de l'indice biologique global normalisé .....	56
3.4. Analyse des données.....	58
3.4.1. La structure d'un peuplement.....	58
3.4.2. L'organisation d'un peuplement.....	59

### **Chapitre 4 : Résultats et discussion**

4.1. Analyse physico-chimique de l'eau .....	60
4.1.1. Variation mensuelle de la température de l'eau .....	60
4.1.2. Variation mensuelle de la teneur en oxygène dissous .....	61
4.1.3. Variation mensuelle du pH.....	62

4.1.4.	Variation mensuelle de la Conductivité dans l'eau .....	64
4.1.5.	Variation mensuelle de la vitesse de l'eau .....	65
4.2.	Analyse globale de la faune benthique .....	66
4.2.1.	Check-list des taxa faunistique .....	66
4.2.2.	Analyse globale des macro-invertébrés benthiques .....	67
4.2.3.	Analyse qualitative et quantitative des macro-invertébrés benthiques .....	67
4.2.3.1.	Les insectes .....	67
4.2.3.2.	Les Crustacés .....	72
4.2.3.3.	Annélides .....	72
4.2.3.4.	Les Nématodes .....	73
4.2.4.	Evaluation de la qualité de l'eau selon l'IBGN .....	73
4.2.5.	La richesse spécifique de stations étudiées .....	78
4.2.6.	L'indice de diversité de Shannon et d'équitabilité .....	81
4.2.7.	L'indice de similarité de Jaccard / Tanimoto .....	84
4.2.8.	L'organisation des peuplements .....	84
4.2.8.1.	La fréquence des familles .....	84
4.2.8.2.	La phénologie globale .....	85
4.3.	Etude comparative avec les travaux antérieurs .....	85
	Conclusion .....	93
	Référence bibliographique .....	94
	Résumé .....	98
	Abstract .....	99
	ملخص .....	100
	Glossaire .....	101

A decorative border of small asterisks surrounds the central text. The border is composed of a top row, a bottom row, and two vertical columns on the left and right sides, all made of identical asterisk symbols.

# Introduction

## Introduction

Les pressions anthropiques liées à l'usage des pesticides et fertilisants, aux rejets des eaux usées urbaines et des unités industrielles, aux pratiques de l'élevage....etc., engendrent des dommages irréversibles sur les milieux lotiques (In Chouinard, 2010).

Ces milieux (Oueds, rivières), en plus de leur rôle central dans le maintien de la biodiversité, représentent une source d'alimentation en eau potable qui constitue un besoin vital pour l'humanité; Aussi, il devient crucial de maintenir leur intégrité écologique.

La préservation de cette intégrité écologique passe par le maintien du bon état de ses composantes physiques (Habitats), chimiques (Qualité de l'eau) et biologiques (biocénoses). En effet, la diminution des organismes dans un milieu constitue un signe que le milieu perd sa capacité à supporter les systèmes vivants (In Chouinard, 2010)

En Europe, plusieurs compartiments biologiques des rivières ont été étudiés et ont permis de créer les différents indices biologiques. Les macroinvertébrés, les diatomées, les poissons, les macrophytes et les oligochètes en sont les cinq principaux (Archambault & Dumont, 2010).

En effet, l'indice biologique global normalisé repose sur l'étude de la faune invertébrée benthique qui s'avère être un très bon indicateur de la qualité de l'eau. Ces organismes représentent un maillon important dans la chaîne trophique puisqu'ils servent de nourriture à de nombreuses espèces de zones humides telles que les poissons, les oiseaux et les amphibiens.

- En effet, ils sont relativement sédentaires et ont pour la plupart une mobilité réduite et sont inféodés à certains types de substrats: De ce fait, ils sont représentatifs des conditions environnementales d'un milieu donné,
- Les communautés qu'ils représentent sont taxonomiquement très hétérogènes, leur sensibilité est variable et différenciée face aux différents types de polluants, et leurs réactions sont généralement rapides. Ils peuvent par conséquent présenter un gradient caractéristique de réponses selon l'intensité et la nature du stress,

- Ils sont ubiquistes\* dans les réseaux hydrographiques. faciles à collecter et leur identification n'est pas très difficile (Archaimbault & Dumont, 2010) [13].

Notre objectif primordial était d'évaluer l'intégrité écologique des oueds situés dans le bassin versant de la Seybouse par l'application de l'indice biologique global normalisé. Pour cela, nous avons opté pour trois stations situées dans la basse Seybouse (Seybouse Maritime) (14-06) et une autre située dans la moyenne Seybouse (14-04), à Zimba, un affluent de la Seybouse.

Nous nous sommes fixées comme autres objectifs:

- 1- La Mesure des principaux paramètres abiotiques *in situ*
- 2- Analyser les peuplements de macroinvertébrés
- 3- Déterminer les classes de qualité des stations par l'application de l'indice biologique global normalisé (IBGN) certifié par l'agence Française de normalisation

Notre mémoire est structuré en quatre chapitres : Le premier est consacré à la morphologie, la biologie et l'écologie des macroinvertébrés benthique. Le second chapitre décrit le site d'étude. Le troisième chapitre porte sur le matériel et les méthodes utilisées. Au quatrième chapitre seront portés les résultats ainsi que leur interprétation avant de conclure.

« Chapitre 1 »

Généralités sur la morphologie,  
la biologie et l'écologie des  
macrinvertébrés benthiques.

## Introduction

Parmi les bioindicateurs, les macroinvertébrés occupent une place de choix et sont à la base de nombreux indices biologiques. Leur diversité en espèces, le nombre important d'habitats qu'ils occupent et leur capacité de déplacement relativement réduite par rapport aux poissons, en font d'excellents témoins de la qualité présente et passée de l'eau, de l'habitat et de l'hydrosystème qu'ils occupent (Tachet, 2002 in Boissonneault, 2006). Un invertébré benthique est, par définition, un organisme aquatique qui ne possède pas de colonne vertébrale et qui habite le fond des cours d'eau et des lacs. On les retrouve dans les sédiments à une faible profondeur, dans les débris organiques, sur les macrophytes, et ce, pour l'entière partie de leur cycle de vie ou pour une partie seulement (Rosenberg et Resh, 1996 in Boissonneault, 2006). C'est la différence de sensibilité aux perturbations anthropiques de ces différents taxons qui sera déterminante. (Boissonneault, 2006)

### 1.1. Les Ephéméroptères

Les éphémères sont des insectes très délicats reconnaissables à leurs deux ou trois cerques ou « queues » au bout de l'abdomen. Ils possèdent également deux paires d'ailes, les postérieures étant nettement plus petites que les inférieures. On rencontre fréquemment ces insectes au bord des rivières et étangs, puisque, le développement larvaire a lieu dans l'eau. Les larves respirent à l'aide de trachéo-branchies en forme de plaques ou de plumes bien visibles de chaque côté de l'abdomen. Elles fréquentent surtout les eaux courantes, mais aussi les eaux stagnantes (Eau & Rivières de Bretagne).



**Photo 1 : Photo personnelle qui présente un adulte d'Ephéméroptère (Heptageniidae).**

### 1.1.1. Classification

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Ephemeroptera (Hyatt et Arms, 1891)

### 1.1.2. Biologie et Ecologie

Les larves vivent plus longtemps (plusieurs mois à plusieurs années) et respirent au moyen de branchies abdominales. Les larves d'Ephéméroptères offrent des adaptations spécifiques plus ou moins directement en rapport avec leur écologie particulière. Ainsi, six types de larves peuvent être distingués (Hoarau et Hoareau, 1999)

Les formes d'eaux tranquilles (lenticules).

- les grimpeuses vivent parmi la végétation Exp: *Cloeon sp*,
- les fouisseuses qui sont caractérisées par des pattes courtes mais robustes et présentent d'énormes mandibules à l'avant. Ce sont des larves qui creusent le fond et préfèrent habiter dans les fonds vaseux
- les formes d'eaux rapides (lotiques),
- les pétricoles ou appelées aussi «plates» ont le corps raccourci et sont aplaties dorso-ventralement, Ils adhèrent fortement aux supports par un système de ventouse
- les larves agiles et errantes comme *Baetis*
- les larves à membres allongées habitent les mousses et la vase. (Hoarau et Hoareau, 1999)

### 1.1.3. Morphologie

Les larves des Ephéméroptères ressemblent plus ou moins aux imagos, toutefois, elles montrent des caractères adaptatifs spéciaux et sont toujours pourvues de pièces buccales de type broyeur normalement développées: De cylindrique à comprimée dorso-ventralement, la forme générale des larves varie d'une famille à une autre. Néanmoins, la présence de deux ou trois longs filaments caudaux (2 cerques et 1 paracerque), de branchies trachéennes abdominales et d'une seule griffe à chaque patte sont des caractères typiques et communs à toutes les larves d'éphéméroptères (Hoarau et Hoareau, 1999).

- *La tête*

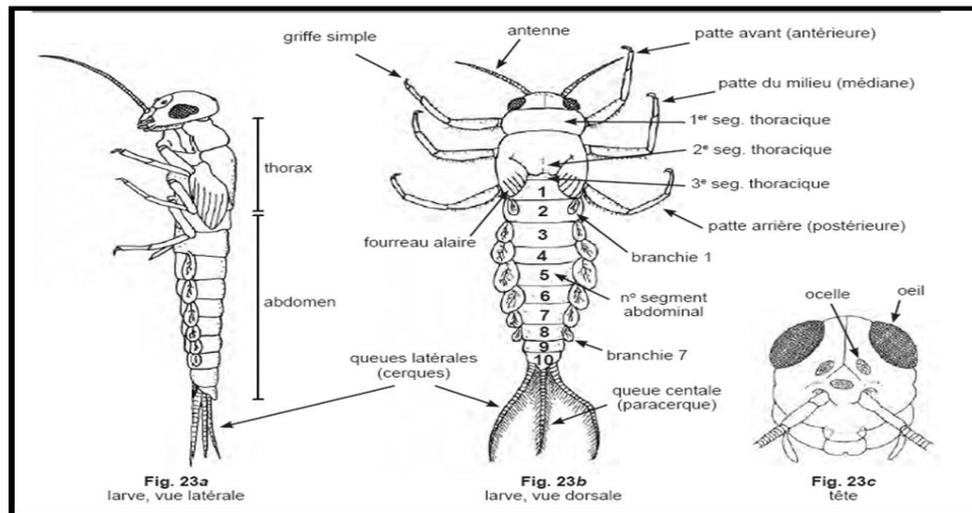
Elle porte deux yeux composés, situés latéralement (par exemple chez les Baetidae) ou dorsalement et présentent souvent déjà le dimorphisme sexuel des adultes yeux composés plus grand chez les mâles que chez les femelles. Trois ocelles sont situés sur la partie dorsale de la tête, tandis que les antennes filiformes et de longueur variable sont insérées sur la partie antérieure. L'appareil buccal de type broyeur comprend sept pièces bien développées un labre, deux mandibules, deux maxilles, un hypo pharynx et un labium. (Hoarau et Hoareau, 1999)

- *Le thorax*

Les larves possèdent un thorax généralement bien segmenté en trois parties (prothorax, mésothorax et métathorax) Les faces dorsales (pronotum, mésonotum et métanotum) sont reliées aux faces ventrales (prosternum, mesosternum et metasternum) par les pleures latérales. Chaque segment thoracique porte une paire de pattes bien développées, formées de cinq articles (coxa, trochanter, fémur, tibia et tarse) et munies d'une seule griffe pouvant être denticulée (cette griffe peut être bifide). Pendant la vie larvaire, les ailes se développent dans des fourreaux portés par le mésonotum et le métanotum. (Hoarau et Hoareau, 1999)

- *Abdomen*

Il est constitué de dix segments visibles dorsalement (les tergites) et ventralement (les sternites) Le dixième tergite porte deux longs cerques et un troisième filament caudal au milieu, le paracerque ou filament terminal, pouvant être plus ou moins réduit. Ces cerques et le paracerque sont diversement garnies de phanères et de soie, ces dernières pouvant être placées des 2 cotés (sauf chez les Baetidae). Les segments abdominaux antérieurs portent des branchies trachéennes, permettant d'absorber l'oxygène dissous dans l'eau pour l'amener aux organes par un système de trachées très fines. L'appareil respiratoire trachéen est entièrement clos, les branchies varient en nombre de 5 à 7 (7 chez les Baetidae). Ces branchies sont de formes variables selon les espèces (simple ou double, en microlamelles juxtaposées ou en feuillettes (Hoarau, et Hoareau, 1999).



**Figure 1 : Morphologie de larve d'Ephéméroptères**

(Tachet et al, 2012)

## 1.2. Les Plécoptères

L'ordre des plécoptères, connu depuis le permien, regroupe des insectes hémimétaboles ressemblant beaucoup aux éphéméroptères (et regroupés jadis avec eux) mais classés actuellement dans le vaste super-ordre des polynéoptères (Orthoptéroïdes) (LE Doare, 2006). Ils attestent de la bonne qualité de l'eau. On les retrouve dans les eaux froides à fond rocheux et à courant rapide ou très rapide. [1]

### 1.2.1. Classification

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Pterigota

Ordre : Plecoptera.

### 1.2.2. Morphologie de la larve

Comme chez la plupart des insectes, le corps est composé de trois parties ou tagmes (tête, thorax et abdomen) qui sont sub-cylindriques, mous car peu chitineux et généralement

de couleur terne. La taille du corps des plécoptères varie selon les espèces de quelques millimètres à près de 5 cm pour les plus gros (Ruffoni, 2009).

- **La tête :**

Globuleuse plus ou moins aplatie porte deux grandes antennes, deux gros yeux, trois ocelles réparties en triangle sur le haut de la tête, et des palpes faisant partie de certaines des diverses pièces masticatrices.

- **Le thorax :**

Il est formé de trois métamères non réarrangés. Les pattes reliées au thorax sont croissantes en taille de l'avant vers l'arrière. Les points d'accroche sont éloignés les uns des autres, chaque paire étant portée par un métamère distinct. Ces pattes terminées par trois articles du tarse portent deux griffes. La larve peut montrer selon son stade larvaire des ébauches d'ailes appelées fourreaux alaires.

- **L'abdomen :**

À section assez ronde, est composé généralement de 11 segments dont le dernier présente les cerques (appendices multi-articulés). Les organes sexuels de l'adulte portés par ce tagme font bien souvent partie des caractères distinctifs spécifiques (qui s'observent avec des dispositifs de grossissement optique allant jusqu'à 100X)

Les larves, quant à elles, peuvent être déterminées facilement jusqu'au genre si leur stade de développement est assez avancé. Seuls certains de ces genres à l'Etat larvaire peuvent être déterminés jusqu'à l'espèce. Un des critères pouvant être utile est la présence de branchies: Qu'elles soient coxales (sous l'insertion des pattes), pro thoraciques ou anales. (Ruffoni, 2009)

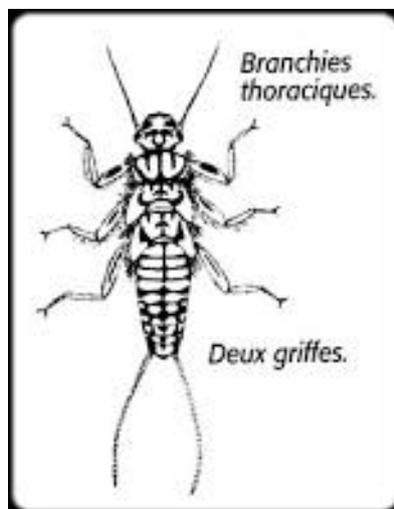


Figure 2 : Une larve de Plécoptère. [1]

### 1.2.3. Biologie et écologie

Les perles au sens large, sont présentes dans un grand nombre de milieux aquatiques : ruisseaux, fleuves, torrents, lacs, étangs, tourbières, etc. L'ordre des plécoptères est composé de taxons très sensibles à la dégradation de leurs milieux de développement. Ce sont de bons bio-indicateurs. La composition spécifique en Plécoptères est en effet révélatrice pour partie de «l'état de santé» de la rivière : pollution chimique dissoute dans l'eau, accumulation de toxiques, restructuration du cours d'eau. Avec l'ordre des éphéméroptères et des Trichoptères, ils forment les groupes les plus sensibles, utilisés dans l'évaluation de la qualité biologique des cours d'eau comme l'I.B.G.N. (Indice Biotique Général Normalisé). Une mosaïque de micro-habitats permet à une multitude de plécoptères de se développer. Chacun d'entre eux ayant des exigences écologiques particulières, une cohorte diversifiée et dense sera favorisée par des combinaisons des substrats, vitesses de courant et hauteurs d'eau diversifiées. (Ruffoni, 2009)

Les larves de plécoptères ont un développement aquatique, qui se déroule par mues successives de quelques mois à deux ou trois ans (voire plus) suivant les zones géographiques et les espèces (Ruffoni, 2009)

Les larves font partie de la chaîne trophique de l'écosystème aquatique. Les Nemouroidea sont majoritairement détritivores-herbivores tandis que les Perloidea sont plutôt carnivores avec pour les petits taxons ou encore les premiers stades larvaires du développement, une part du régime détritivore-herbivore plus importante. Ils sont, à leur tour la proie d'autres invertébrés aquatiques, poissons et oiseaux. De nombreuses espèces cohabitent dans les mousses et hydrophytes. Pour un bon développement des larves, une multitude de micro-habitats est donc un atout. Une fois, la larve mature (nymphé), l'éclosion imaginale ou l'émergence peut avoir lieu. Cette transformation peut se passer à différents moments du jour ou de la nuit suivant les espèces, donnant naissance à un individu aux ailes non encore rigides. (Ruffoni, 2009)

### 1.3. Les Diptères

Ils constituent l'ordre d'insecte le plus important après les Coléoptères. On a deux sous ordres :

- Les Nématocères : Dont les antennes sont formées de plus de trois articles jusqu'à six

- Les Brachycères : Dont les antennes sont courtes et toujours formées par trois articles (in Satha, 2014).

### 1.3.1. Classification

**Tableau 1 : les différentes super-familles et familles des Nématocères**

(In Satha, 2014)

Super-ordre	Nématocères				
Super-familles	Psychodoidea	Ptychopteroidea	Culicoidea	Chironomoidea	Tipulioidea
Famille	Psychodoidea	Ptychopteroidae	Blepharicidae Dixidae Chaoboridae Culicoidae	Simuliidae Thaumaleidae Ceratopogonidae Chironomidae	Tipulioidea Cilidrotomidea Limoniidea

**Tableau 2 : Les différentes super-familles et familles des Brachycères**

(In Satha, 2014)

Super-ordre	Brachycères					
Super-familles	Empidoidea	Tabanoidea	Syrphodea	Ephidroidea	Sciomyzoidea	Muscoidea
Famille	Empidoidea Dolicopididae	Rhagionidae Athericidae Tabanoidea	Syrphodae	Syrphodae	Sciomyzoidae	Anthomyidae

### 1.3.2. Morphologie

Les diptères sont des insectes holométaboles ; ils passent par un stade nymphal bien différencié. Selon les groupes, il y a soit des nymphes soit des pupes. Les larves sont toujours dépourvues de pattes articulées mais possèdent parfois des excroissances (pseudopodes) ou des rangées de soies ou d'épines abdominales qui facilitent leurs déplacements (ex. Bibionidae). On distingue 3 types larvaires chez les diptères :

- **Larves eucéphales** : la tête est distincte et généralement dégagée du prothorax, la capsule céphalique est bien sclérifiée, renforcée à l'intérieur par le tentorium (squelette

interne). Les mandibules sont fréquemment dentées (larves broyeuses). La plupart des larves de Nématocères (sauf les Cecidomyiidae,...) sont eucéphales.

- **Larves hémicéphales** : la tête est partiellement enfoncée dans le prothorax. La capsule céphalique est réduite, en arrière, à quelques éléments sclérifiés. La plupart des diptères brachycères orthorrhaphes ont des larves hémicéphales.
- **Larves acéphales** : la capsule céphalique (pseudocéphalon) est encore plus réduite et entièrement rétractée dans le corps. Le squelette céphalopharyngien, qui s'engage dans les segments prothoraciques, comprend entre autres, les mandibules ou crochets buccaux. Le type acéphale est celui des «asticots», il caractérise les diptères brachycères cyclorrhaphes (Martinez, 2013).

### 1.3.3. Biologie et Ecologie

la durée du cycle vital est de quelques semaines ( Culicidae et Chironomidae) à un ou deux ans (Tabanidae). Les Diptères ont de grandes capacités d'adaptation à vivre dans des conditions extrêmes. Les larves de diptère sont une source de nourriture pour de nombreux invertébrés et poissons. Vis-à-vis des hommes, les diptères sont une source de nuisance à cause des femelles qui présentent un régime hématophage (Culicidae, Simuliidae, Tabanidae) (in satha 2014).

### 1.3.4. Familles des diptères

#### ❖ Les Chironomidae

Le corps allongé, en forme de ver, peut atteindre une longueur de 30 mm. On distingue clairement une tête, trois segments thoraciques et neuf segments abdominaux. De couleur blanchâtre, jaunâtre, rouge ou verte suivant les espèces, la larve se reconnaît à ses deux pattes atrophiées sur le premier segment thoracique et à ses deux appendices servant au déplacement présents sur le dos de l'avant-dernier segment abdominal. Tous les autres segments sont apodes (sans pieds). Elle rampe lentement, parfois comme une chenille arpeuteuse. Très résistante à la pollution (Corolla, Sohier, Kupfer.1836)

NB : chez certaines espèces la tête porte une paire d'antennes. (Corolla, Sohier, Kupfer.1836)



Figure 3 : La morphologie d'un Chironomide (Hopkin)

### ❖ Les simuliidae

Ce sont des organismes eucéphales de forme caractéristique, allongés et renflés en massue dans leur partie postérieure. La capsule céphalique (fig.4) montre sur le fronto-clypéus et les gènes une ornementation plus ou moins spécifique de taches de pigmentation sombres et de traces d'insertions musculaires claires ; elle forme sur la face ventrale une échancrure dont la forme est également assez spécifique ; en avant de cette échancrure, elle porte l'hypostome, sclérite impair serruté sur sa bordure antérieure ; les pièces buccales sont complètes et broyeuses (Philippon, 1977)

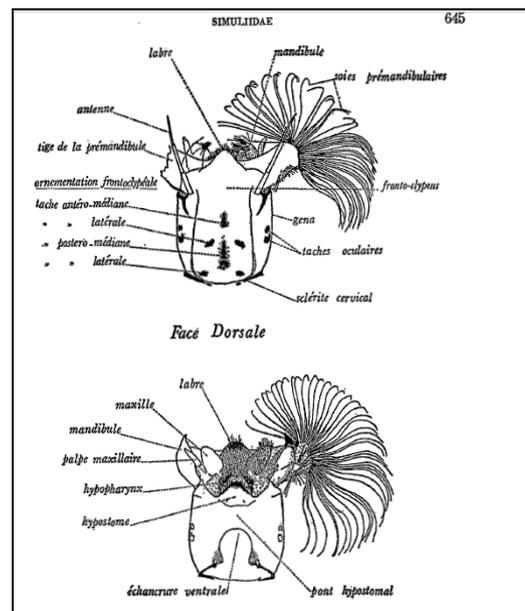
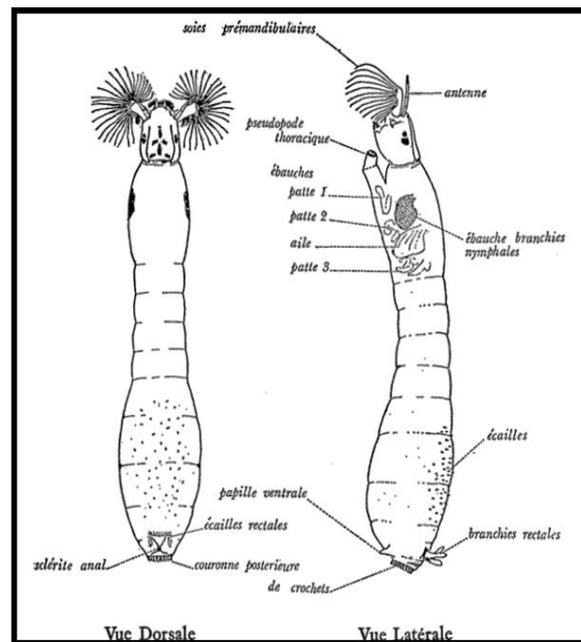


Figure 4 : larve de Simuliidae : Morphologie de la tête

(Philippon, 1977).

Le thorax et l'abdomen peuvent être partiellement ou complètement recouverts d'écailles tégumentaires de formes variées et spécifiques.



**Figure 5 : Larve de Simuliidae : Dernier stade larvaire**

(Philippon, 1977)

### ❖ les Culicidae

Les larves d'anophèles se reconnaissent des autres larves d'insectes aquatiques par, l'absence de pattes et un thorax relativement gros. Au cours de son développement, la larve subit 3 mues et passe ainsi par 4 stades larvaires morphologiquement comparables; la mue qui survient entre chaque stade permet l'accroissement de la taille de la larve pendant que la nouvelle cuticule durcit. Au stade IV la larve d'anophèle mesure environ 12 à 15 mm. Morphologiquement, la larve se compose de trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen (Pierre & Vincent, 2009).

#### • La tête

La tête porte les 2 antennes, 2 gros yeux composés, une paire de brosses buccales, et comporte de nombreuses soies qui sont utilisées pour la diagnose spécifique (identification des espèces), notamment les soies préclypéales internes et externes (Pierre & Vincent, 2009).

- **Le thorax**

Il se compose de 3 segments (pro- méso- et métathorax), chacun portant de nombreuses soies dont la forme et la taille diffèrent selon leur implantation (les soies ventrales sont différentes des dorsales) et selon les espèces. Ces soies sont utilisées pour la diagnose spécifique. Le prothorax comporte également les deux glandes salivaires (Pierre & Vincent, 2009).

- **L'abdomen**

Il comprend 9 segments bien visibles, chacun portant différentes ornements, ( la plaque tergale et les plaques accessoires, des soies, simples ou branchues ou palmées, etc. qui sont utilisées pour reconnaître les différentes espèces.

Les soies palmées abdominales, présentes sur la face dorsale, jouent en quelque sorte un rôle d'ancres flottantes et elles participent au maintien de la larve horizontalement sous la surface de l'eau au repos. Les 7 premiers segments sont morphologiquement comparables mais de grandes modifications apparaissent au niveau du 8e segment (= segment respiratoire) et du 9e segment (= segment anal) (Pierre & Vincent, 2009).

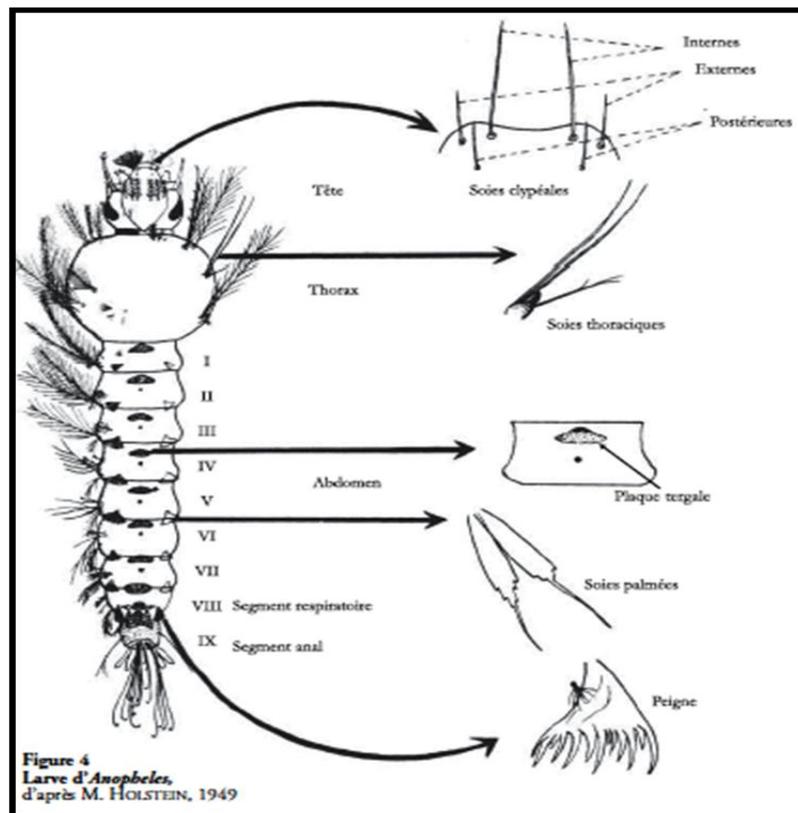


Figure 13 : Larve d'*Anopheles* (Hälstein, 1949).

## 1.4. Les Odonates

Par rapport à d'autres groupes faunistiques, les odonates forment un ensemble assez homogène quant à leur morphologie, leur cycle de développement et leur écologie générale. Les caractères le plus étonnant est l'appartenance de toutes les espèces à deux mondes radicalement différents : le milieu aquatique où se développent les larves et le milieu aérien où virevoltent les adultes. Ce changement de mode de vie implique d'importantes transformations physiologiques (changement du mode respiratoire, mise en fonction des organes reproducteurs) mais aussi morphologiques (déploiement des ailes) et bien évidemment comportementales (changement des modes de chasse, développement des comportements reproducteurs) (Etienne, 2010).



**Photo 2 : Photo personnelle qui présente une larve d'Anisoptères.**

### 1.4.1. Classification :

**Tableau 3 : les différents sous-ordres et familles d'Odonates.**

(In Satha, 2014)

Sous-ordre	Anisoptère	Zygoptère	Anisozygoptère
Familles	Aeshnidae Gomphidae Cordulegastridae Cordulidae Libellulidae	Calopterigidae Lestidae Platycnemididae Epallagidae Coenagrionidae	Epiophlebiae

### 1.4.2. Morphologie

Les larves aquatiques carnassières sont caractérisées par un développement particulier d'une partie de l'appareil buccal, le labium, qui est différencié en "masque", sorte de pièce articulée terminée par deux crochets capables de se projeter en avant pour saisir une proie et la porter au niveau des mandibules. Le dernier stade juvénile sort de l'eau et se fixe sur un support puis donne naissance à une libellule adulte. L'adulte carnassier pourvu de 4 grandes ailes chasse de petits insectes en vol, sans trop s'éloigner de l'eau. Les Libellules sont divisées en deux sous-ordres : les Zygoptères qui ont les ailes repliées l'une contre l'autre, comme les pages d'un livre, au repos et les Anisoptères dont les ailes au repos restent étalées à l'horizontale. [2]

### 1.4.3. Biologie et Ecologie

Par rapport à d'autres groupes faunistiques, les odonates forment un ensemble assez homogène quant à leur morphologie, leur cycle de développement et leur écologie générale. Le caractère le plus étonnant est l'appartenance de toutes les espèces à deux mondes radicalement différents : le milieu aquatique où se développent les larves et le milieu aérien où virevoltent les adultes. Ce changement de mode de vie implique d'importantes transformations physiologiques (changement du mode respiratoire, mise en fonction des organes reproducteurs) mais aussi morphologiques (déploiement des ailes) et bien évidemment holométaboles comportementales (changement des modes de chasse, développement des comportements reproducteurs). [3]



Photo 3 : Photo personnelle qui présente la larve d'un Zygoptère.

## 1.5. Les Trichoptères

Les Trichoptères possèdent les caractères fondamentaux des insectes ptérygotes : thorax formé de 3 segments portant chacun une paire de pattes, les segments 2 et 3 étant pourvus chacun d'une paire d'ailes, abdomen le plus souvent constitué de 10 segments. Leur développement post embryonnaire est graduel et présente, en plus de plusieurs stades larvaires, un état nymphal (insectes) durant lequel apparaissent les ailes qui se développent à l'intérieur des fourreaux alaires (insectes endoptérygotes). La présence de nombreuses soies sur les ailes est à l'origine du nom donné à cet ordre. Issus de l'ordre fossile des Mécoptères, comme d'ailleurs les Diptères et les Lépidoptères, ce sont les premiers restes fossiles des formes apparentées aux Trichoptères datant du permien supérieur (In Satha, 2014).

### 1.5.1. Classification

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Hexapaoda

Classe : Insecta

Sous- classe : pterigota

Ordre : Tricoptera, (Kibry, 1813) in ( Tachet et al,2012)

### 1.5.2. Morphologie des larves

Les larves sont essentiellement aquatiques et sont bien connues des pêcheurs. En cherchant sous les pierres des ruisseaux ou parmi les végétaux morts des mares, on rencontre facilement ces étranges créatures. Nombre d'entre elles fabriquent un fourreau de soie protecteur sur lequel elles fixent divers matériaux : brindilles, sable, micro-coquillages, feuilles... La tête et le thorax seuls sortent du fourreau ce qui permet à l'insecte de se balader avec sa maison. Cette particularité leur vaut le surnom de « porte-bois » s' il est extrêmement difficile de différencier les adultes volants, on peut observer des différences notables chez les larves ; et pour simplifier, on peut distinguer trois groupes :

- ✓ Les larves à fourreau ou porte-bois
- ✓ Les larves sans fourreau

✓ Les larves sans fourreau et errantes

**Les larves à fourreau ou porte-bois:** En eau vive, on les trouve sous les pierres ou à même le fond de la rivière; les fourreaux sont pour la plupart constitués de sable ou de petits cailloux. En eau calme, elles sont visibles parmi les végétaux morts au fond de l'eau et les fourreaux sont le plus souvent constitués de végétaux divers. Elles se nourrissent d'algues et de débris organiques.

**Les larves à fourreau fixe et qui construisent un piège :** On les rencontre en eaux vives. Ces larves construisent un abri constitué le plus souvent de petits cailloux et d'un filet de soie qui retient le plancton emporté par le courant.

**Les larves sans fourreau et errantes :** Ces larves ne construisent aucun édifice et se déplacent au fond de l'eau des rivières. Pour résister au courant, elles s'ancrent avec un fil de soie. Elles se nourrissent de larves diverses comme celles des éphémères. [4]

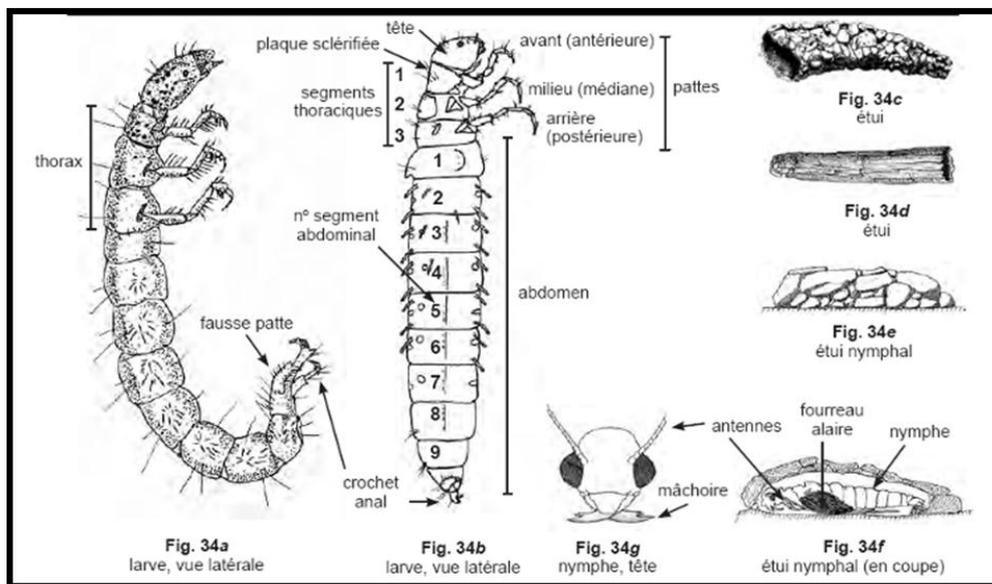


Figure 7 : la morphologie des larves de Trichoptère. [6]

### 1.5.3. Biologie et écologie

Même s'ils ressemblent aux papillons, les trichoptères (à l'état adulte) ne possèdent pas de trompe et ne se nourrissent pour ainsi dire pas. Leur courte vie consiste donc à assurer la survie de l'espèce. Après l'accouplement, les œufs sont déposés dans l'eau ou sur la végétation proche. Les larves éclosent parfois seulement après l'hiver et effectuent plusieurs mues jusqu'au stade nymphal. Lors de cette étape, elles s'enferment dans un fourreau fermé solidement fixé au substrat. La nymphe quitte le cocon grâce à de solides mandibules et

rejoint la surface de l'eau ou la rive afin d'effectuer sa métamorphose ; l'adulte voit le jour la plupart du temps...la nuit ! Tout ce cycle se déroule sur une année. Les trichoptères sont d'excellents indicateurs de qualité d'eau et pas moins de quinze taxons sont utilisés dans les calculs d'indices biologiques. [4]

## 1.6. Les Coléoptères

Les Coléoptères constituent l'un des ordres les plus riches en espèces de la classe des insectes (Ouchtati, 1993). Sur le plan systématique, ce groupe est immense représentant donc plus de quatre cent mille espèces décrites (In Fouzari, 2009).

### 1.6.1. Classification

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Pterigota

Ordre : Coleoptera

### 1.6.2. Morphologie des larves

Les larves de Coléoptère sont constituées de 13 segments, un au niveau de la tête, trois au niveau du thorax (qui portent trois paires de pattes) et neuf au niveau de l'abdomen. Leur tête, extrêmement développée, présente des mandibules broyeuses similaires à celles des adultes. Pour la grande partie des espèces, le développement larvaire s'étale sur quelques mois. Les larves se transforment ensuite en nymphe, subissent d'importantes modifications tout au long desquelles elle reste immobile sans se nourrir, progressivement elle se pigmente et laisse transparaître la forme de l'insecte (In Boukhli, 2012).

### 1.6.3. Ecologie et biologie

L'ordre des Coléoptères (Coleoptera) rassemble le plus grand nombre d'espèces (plus de 30000). Dans la classe des insectes beaucoup d'espèces ou des groupes d'espèces ont des noms Vernaculaires bien connus de tous, scarabées, coccinelles, lucanes, chrysomèles, hannetons, charançons, carabes. Ils vivent pratiquement dans tous les biotopes, excepté les milieux polaires et océaniques. La biologie des espèces est très diverse, avec des exigences écologiques parfois très strictes qui en font d'excellents bio-indicateurs. Les Coléoptères

possèdent en général deux paires d'ailes, les ailes antérieures forment des étuis cornés, coriaces, appelés élytres, qui recouvrent au repos les ailes postérieures membraneuses servant au vol. C'est d'ailleurs de là que leur vient le nom de Coléoptère, coleos signifiant étui. Les pièces buccales sont presque toujours de type broyeur. Ce sont des insectes Holométaboles à métamorphose complète (in Boukli, 2012).



**Photo 4 : Photo personnelle qui présente les Coléoptères.**



**Photo 5 : Photo personnelle qui présente les Coléoptères  
(Hydraenidae).**

## 1.7. Les Annélides

L'embranchement des Annélides regroupe l'ensemble des vers annelés, qu'ils soient aquatiques ou terrestres. Bien que leur taille, leur morphologie et leur biologie soient extrêmement variées, ils ont cependant en commun les caractères suivants :

- Une cavité générale ou cœlome
- Un corps divisé en segments, ou métamères, primitivement semblables à l'exception du premier et du dernier, plus ou moins différenciés (le tube digestif et la chaîne nerveuse ventrale traversent l'ensemble des métamères) (Manaranche, 2015)

### 1.7.1. Les Achètes ou (Hirudinés)

Les Hirudinées ou sangsues ont beaucoup d'affinités avec les Oligochètes. Le qualificatif d'Achètes indique bien le caractère retenu pour singulariser la classe, mais cette absence totale de soies connaît quelques exceptions. (Manaranche, 2015).



**Photo 6 : Photo personnelle qui présente les Achètes.**

### 1.7.1.1. Classification

**Tableau 4: sous-Ordre et familles des Achètes  
(In Satha, 2014).**

Sous-Ordres		
Rhynchobdelliformes	Gnathobdelliformes	Pharyngobdelliformes
Familles		
Glissiphoniidae	Hirudidae	Erpobdellidae
Piscicolidae		

### 1.7.1.2. Morphologie

Ces animaux ont en général le corps aplati, allongé, nu, sans appendices : les anneaux sont courts, parfois difficiles à voir, et les anneaux extérieurs, marqués par les plis du tégument, ne correspondent pas aux anneaux internes moins nombreux : il y a en général trois, quatre ou cinq segments externes pour un segment interne; les anneaux antérieurs ne sont pas différenciés; les deux extrémités du corps sont terminées par une ventouse, dont la plus développée, celle qui joue le rôle principal d'organe de fixation, est la postérieure; la bouche est très rapprochée du pôle antérieur, toujours ventrale; la cavité buccale est pourvue de dents dont les différentes dispositions sont importantes du point de vue taxonomique, l'intestin traverse le corps dans toute sa longueur et débouche près de la ventouse postérieure. [5]

### 1.7.1.3. Biologie et écologie

Les Achètes sont hermaphrodites, la reproduction est exclusivement sexuée et croisée, il y a formation de cocons où les œufs sont déposés, ce dernier est soit collé au substrat (Piscicolidae, Erpobdellidae) ou à la face ventrale du géniteur qui va le transporter jusqu'à l'éclosion des sangsues. Le développement est direct. Ils sont résistants à des conditions d'hypoxie : Ce sont les seuls prédateurs des milieux où la pollution organique est élevée. Les sangsues sont soit prédatrices : elles perforent les téguments des proies pour en aspirer l'hémolymphe ou parasites en pompant le sang de l'hôte (vertébré). La dispersion est assurée soit par les jeunes emportés par le courant ou bien par les cocons emportés par l'homme ou d'autres animaux quant aux espèces parasites, c'est l'hôte lui-même qui assure la dissémination (In Satha, 2014).

## 1.7.2. Les Oligochètes

Classe d'annélides rassemblant 3 000 espèces de vers des eaux douces, des vases ou des sols, à reproduction souvent asexuée, aux soies peu nombreuses, au régime microphage, telles que les lombrics et le megascolides.[11]

### 1.7.2.1. Classification

**Tableau 5 : Les différentes familles des Oligochètes et des Achètes  
(In Satha, 2014).**

Embranchement	Classes	Familles
Annélides	Oligochètes	Naididae Haplotaxidae Tubificidae Lumbriculidae Enchytraeidae Proppapidae Lumbricidae Sparganophilidae
	Achètes ou Hirudinées	Glossiphoniidae Piscicolidae Herpobdellidae
	Pölychètes	

### 1.7.2.2. Morphologie

Les annelides (Oligochètes) d'eau douce sont des vers de petite taille à aspect annelé qui présentent une très grande longueur par rapport à leur diamètre. Leur longueur peut varier de quelques millimètres à quelques centimètres et leur diamètre est généralement compris de 30 à 60 fois dans leur longueur. Le nombre de segments est très différent selon les espèces, il peut varier de quelques dizaines à quelques centaines. Antérieurement est différencié un lobe, dépourvu de cœlome, ou prostomium. Le premier segment ou péristomium porte la bouche et

est dépourvu de soies. Les autres segments portent généralement quatre faisceaux de soies. A maturation sexuelle se différencie un épaissement de l'épiderme dans la région génitale, le clitellum. Chez certaines espèces on peut trouver des expansions jouant le rôle de branchies [6].

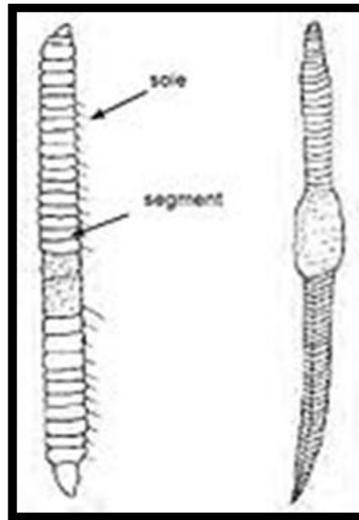


Figure 8 : la morphologie d'oligochète. [1]

### 1.7.2.3. Biologie et Ecologie

Les Oligochètes sont des animaux hermaphrodites à fécondation croisée. leurs organes génitaux sont constitués d'éléments mâles, d'éléments femelles, ainsi que de réceptacles séminaux ou spermathèques qui reçoivent les spermatozoïdes lors de l'accouplement. Le comportement alimentaire est relativement uniforme à part chaetogaster qui est un prédateur du zooperiphyton ; les autres sont des phytophages qui broutent les algues qui se développent à la surface des végétaux supérieurs. Les oligochètes se reproduisent toute l'année, surtout par scissiparité et bourgeonnement, cependant pour certaines espèces comme *Allonais paraguayensis* il est extrêmement fréquent de rencontrer des individus sexuellement murs (In Satha, 2014).

## 1.8. Les Mollusques

Les mollusques constituent un des grands embranchements du règne animal. Ces animaux sont à corps mou, mais peuvent être pourvus d'une coquille. Le corps d'un mollusque se subdivise en trois parties : la tête, le pied et la masse viscérale. La tête concentre les organes sensoriels. Le pied permet la locomotion, il est très peu développé chez les mollusques vermiformes, mais constitue une arme de chasse chez d'autres. La masse viscérale est contenue dans le manteau du mollusque. Pour la plupart,

les mollusques ont un sexe défini. Il existe toutefois des exceptions, comme les huîtres ou les escargots, qui sont hermaphrodites. Tous les mollusques vivent dans l'eau ou en milieu humide, si bien qu'on les trouve partout dans le monde. [7]



**Photo 7 : Photo personnelle qui présente les mollusques (lymnidae)**

## **1.9. Les Bivalves**

Les bivalves sont des invertébrées aquatiques, en grande majorité marins, vivent enfouis dans le sédiment ou en pleine eau. (In Meziane, 2009).

### **1.9.1. Classification**

Règne : Animalia

Embranchement : mollusca

Classe : Bivalves (Tachet et al, 2012)

### **1.9.2. Morphologie**

Les valves de la coquille se referment grâce à deux muscles adducteurs. Le manteau est formé de deux lobes très élargis qui délimitent une cavité palléale abritant les branchies de l'animal. Les bords du manteau sont soudés ventralement et se différencient dans la région postérieure en deux siphon : un siphon branchial inhalant et un siphon anal exhalant, qui

assurent la circulation d'eau en permanence dans l'organisme. La masse viscérale, en région médiane, englobe la glande digestive, les reins, les gonades et le cœur. Le pied, volumineux, permet l'enfouissement rapide des bivalves dans le sédiment. (In Meziane, 2009).

### 1.9.3. Biologie et écologie

Les sphaeriidae sont hermaphrodites, les unionacae et les dreissenacae ont les sexes séparés. La période de reproduction s'étend de la fin de l'hiver jusqu'au début de l'automne. Après la fécondation, le développement se poursuit dans la demi-cténidie externe, puis il y a libération par le siphon exhalant d'une larve particulière glochidium pourvue d'un long filament et porte des crochets au bord des valves. Ces larves se fixent sur les nageoires des poissons où elles se trouvent enkystées par les réactions de l'hôte. Après quelques semaines, elles crèvent les parois du kyste et tombe sur le fond où elle va poursuivre son développement. La longévité est de 30 ans (unionidae), 100 ans ou plus chez les margaritiferae. La prédation est le fait des crustacés, poissons et oiseaux ; la dispersion est assurée par les poissons, elle est facilitée par le byssus qui leur permet de se fixer sur un support rigide (coque de bateau) (In Satha 2014).

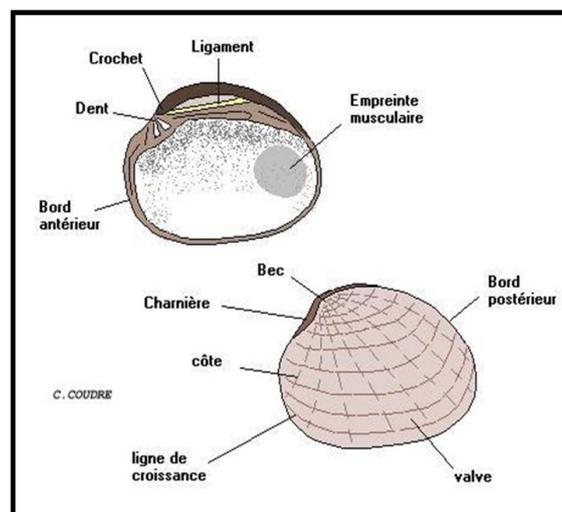


Figure 8 : La morphologie des bivalves [20].

## 1.10. Les Crustacés

Cette classe comprend un très grand nombre d'espèces en milieu marin, en eau douce trois sous-classes correspondent aux macroinvertébrés benthiques: Branchioures, Branchiopodes, Malacostracés (In Tachet et al, 2012).

### 1.10.1. Classification

**Tableau 16 : Sous-Classes, Ordres, Sous-ordres et Familles des Crustacés  
(Tachet et al, 2012)**

Sous-Classes	Branchioures	Branchiopodes	Malacostraces			
<b>Ordre</b>		Anostracés  Conchostracés	Amphipodes	Isopodes	Décapodes	
<b>Sous-Ordre</b>					Macroures	Brachyoures
<b>Familles</b>			Gammaridae  Niphargidae  Crangonyctidae  Corophiidae  Talitridae	Asellidae	Atyidae  Astacidae  Cambaridae	Grapsidae  Potamonidae

**NB/ Nous nous limiterons dans la partie présente de ce chapitre à la seule description du taxon échantillonné (Les décapodes).**

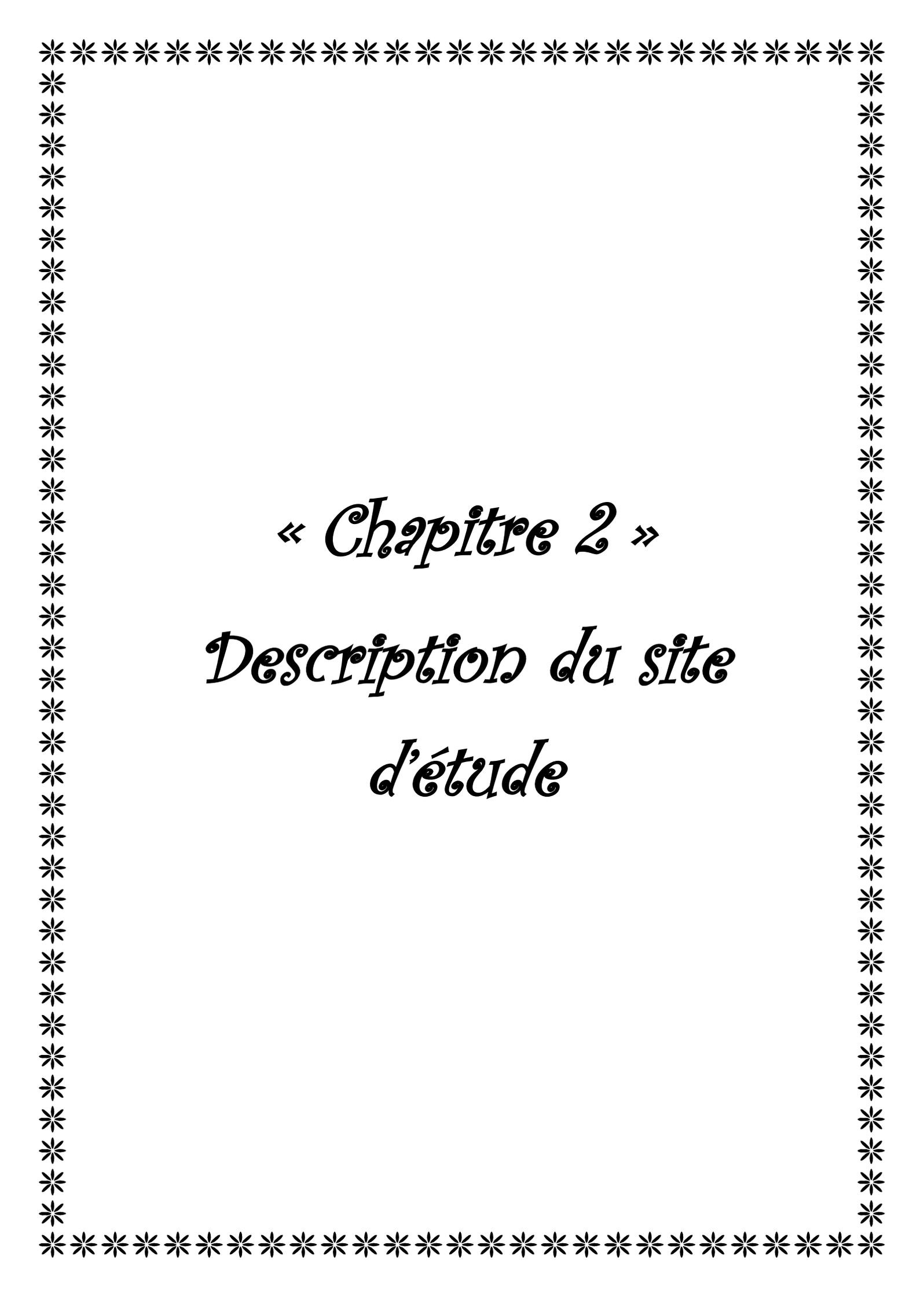
#### ➤ Les Décapodes

La carapace céphalo-thoracique recouvre complètement les bases des péripodes et les branchies à leur base. Le péréion compte 8 segments, le pléon 6. La dernière paire de pléopodes constitue avec le telson, chez les Macroures une palette natatoire. Les 3 premiers

péréiopodes sont annexés à la bouche, le 4ème est transformé en pince. Les yeux sont pédonculés. Il existe deux types de décapodes: Les Macroures (crevette, écrevisses) et les Brachyours (crabes). La reproduction est sexuée, les oeufs sont recueillis par la femelle sur ses pléopodes où ils sont fixés jusqu'à l'éclosion. Les écrevisses et les crabes sont omnivores et s'attaquent même aux pontes de poissons. Les Décapodes sont la proie de nombreux poissons et oiseaux aquatiques (In Tachet et al, 2012).



**Photo 8 : Photo personnelle qui présente un Décapode.**

A decorative border consisting of a repeating pattern of asterisks surrounds the central text.

« *Chapitre 2* »

*Description du site  
d'étude*

## 2.1. Description du bassin versant de la Seybouse

Le bassin versant de la Seybouse est parmi les plus grands bassins de l'Algérie, il est situé au Nord- Est du pays. Il est situé dans les hautes plaines de l'Atlas Tellien. La Seybouse, quant à elle est un oued méditerranéen, naît dans les hautes plaines semi-arides, sur le revers méridional de l'Atlas Tellien (ANRH, 2003).

### 2.1.1. Situation géographique

Le bassin versant de la Seybouse couvre 6471 km<sup>2</sup>, ce qui en fait le troisième bassin en terme de superficie après l'oued El Kebir- Rhumel et Medjerdah-Mellegue. Il couvre sept wilayas de l'Est algérien (Oum El Bouagui, Skikda, Annaba, Guelma, Constantine, El Tarf, Souk Ahras). La wilaya de Guelma y est incluse en totalité et partiellement les wilayas d'Annaba, EL-Taref, Oum EL Baoughi, Skikda, Souk Ahras et Constantine.

Il englobe 68 communes dont 30 sont entièrement incluses, la population est estimée à plus de 1.259.000 habitants en 2008 (in Mekaoui & Bennour, 2016).

### 2.1.2. Les sous bassins versants de la Seybouse

Le bassin versant de la Seybouse se compose de six sous bassins principaux :

- Charef amont (14-01). Charef aval (14-02), Bouhamdane (14-03), qui représentent la haute Seybouse.
  - La moyenne Seybouse dit aussi Guelma (14-04),
  - Mellah (14-05)
  - La Seybouse Maritime (14-06) appelé aussi la basse Seybouse. (Mekaoui & Bennour, 2016).
- **Le sous bassin de Charef amont**

Il se compose principalement de la plaine de Sedrata et de la plaine de Tamlouka, ce dernier est drainé par l'Oued Melah qui prend sa source dans le Djebel Amar. La plaine de Sedrata représente la plus grande partie de ce sous bassin.

- **Le sous bassin de Charef aval**

De type "gouttière" ou de nombreux petits oueds dans les deux rives droite et gauche, sur la rive gauche, ce sont l'oued Nil, l'oued Sept, l'oued Chenior, sur la rive gauche, ce sont l'oued Medjez Bgar, l'Oued Anouna, l'oued Mgaisba (Mekaoui et Bennour, 2016).

- **Le sous bassin de l'oued Bouhamdane :**

L'oued Zenati et l'oued Sabath forment par leur jonction l'oued Seybouse, à Medjez Amar. Il est l'affluent le plus important après le Charef.

- **Le sous bassin moyenne Seybouse**

À Medjez Amar, la Seybouse est considérablement accrue par l'union du Bouhamdane et du charef, débouche dans le vaste bassin de Guelma ; l'Oued suit l'axe de ce dernier orienté Ouest –Est et le traverse dans toute sa longueur sur environ 25 kilomètres, durant ce parcours la Seybouse a tracé de nombreux méandres.

- **Le sous bassin Mellah**

D'orientation Sud-ouest/Nord-Est et en forme de couloir, le sous bassin du Mellah est topographiquement très hétérogène. Le cours principal est formé par la réunion de l'Oued Sfa, l'Oued Cheham et de l'Oued Ghanem.

- **Le sous bassin Maritime**

Le cours d'eau de la Seybouse prend sa voie entre Bouchegouf et Dréan dans une direction Sud-Nord, où il reçoit oued Ressoul, qui est un affluent très dynamique, qui draine la région humide d'Ain Berda. Il continue sa route vers la mer, en formant des méandres et des bras morts, qui redeviennent fonctionnels lors des grandes crues (Babes et Boughida, 2016).

### **2.1.3. Le réseau hydrographique**

#### **2.1.3.1. Les Principaux oueds**

- **Oued Seybouse :** C'est la confluence des oueds Cherf et Bouhamdane à Medjaez Amar qui donne naissance à la Seybouse. Il traverse la plaine de Guelma-Bouchegouf sur plus de 45 du Sud au Nord. Son apport total est estimé à 408

millions  $m^3$ /an à la station de Boudaroua (commune d'Ain Ben Baida). Il mesure 134,74 de kilomètres long dont 57,15 kilomètres traversent la moyenne Seybouse et 77,59 kilomètres la Seybouse Maritime (ABH, 1999).

- **Oued Bouhamdane** : Prend sa source dans la commune de Bouhamdane à l'Ouest de la Wilaya de Guelma. Son apport total est estimé à 96 millions  $m^3$ /an à la station de Medjaz Amar II. Sa longueur atteint 37,49 kilomètres (ABH, 1999).
- **Oued Charef** : Prend naissance au Sud de la Wilaya et son apport total est estimé à 107 millions  $m^3$ /an à la station de Medjaz Ammar I. Sa longueur totale est de 88,61 Km dont 24,13 kilomètres traversent El Cherf amont et 64,48 El Cherf aval (ABH, 1999).
- **Oued Mellah** : Provenant du Sud –Est, ce court d'eau enregistre un apport total de 151 millions  $m^3$ /an à la station de Bouchegouf (Direction de l'environnement, 2013).

### 2.1.3.2. Les barrages

Quant aux ouvrages hydrauliques, la wilaya de Guelma compte un grand et un petit barrage.

- Barrage Hammam Debagh (commune de Bouhamdane) : 185 millions  $m^3$
- Barrage de Medjez El Beggar (commune Ain Makhlouf) : 2.86 millions  $m^3$

### 2.1.3.3. Les retenues collinaires

Les retenues collinaires sont un moyen de mobilisation des eaux de surface destinées à l'agriculture (petite et moyenne hydraulique : PMH). 15 retenues collinaires existantes d'une capacité actuelle d'environ 0,51 Hm<sup>3</sup>, la superficie irriguée est de 228 ha, le volume utilisé est de 0,244 Hm<sup>3</sup> dont 14 retenus en bon état.

## 2.2. Les activités économiques

### 2.2.1. L'agriculture

L'agriculture est observée sur l'ensemble de la plaine, avec une très grande variété de cultures : Céréalières, maraichères et arboricoles. La plaine de la Seybouse offre les terrains les plus fertiles, où les cultures sont variées et plus riches : céréales, tabac, vignes, légumes, arbres fruitiers, oliviers, poiriers, agrumes, néfliers, grenadiers, sorgho autres cultures maraichères (INECO-ABHCSM, 2008).



Figure 10 : Carte des Sous-Bassins (A. B. H, 1999)

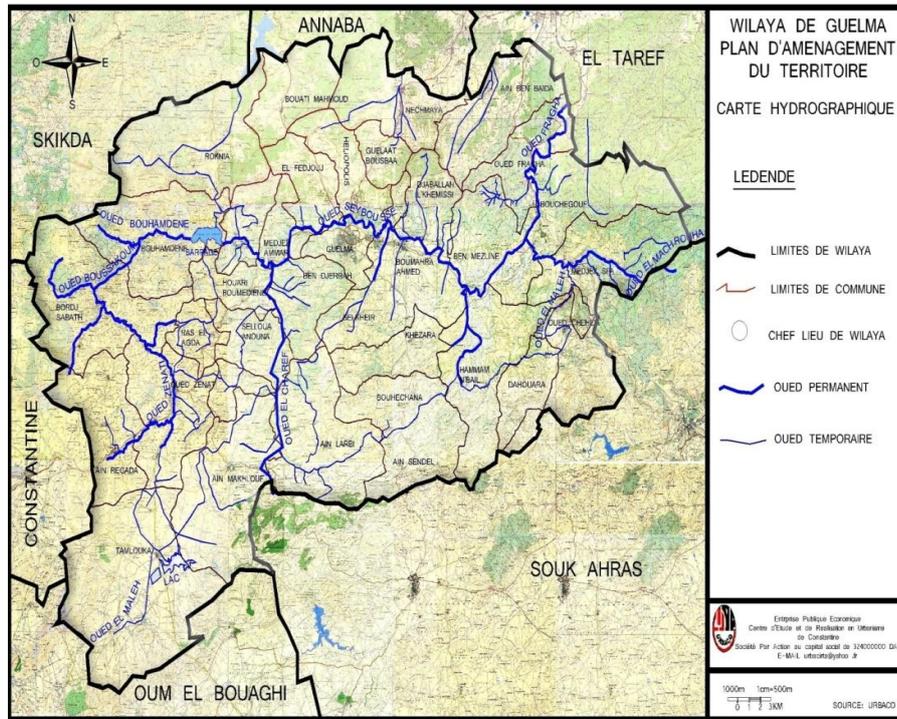


Figure 11 : Carte d'Hydrographie de la wilaya de Guelma.

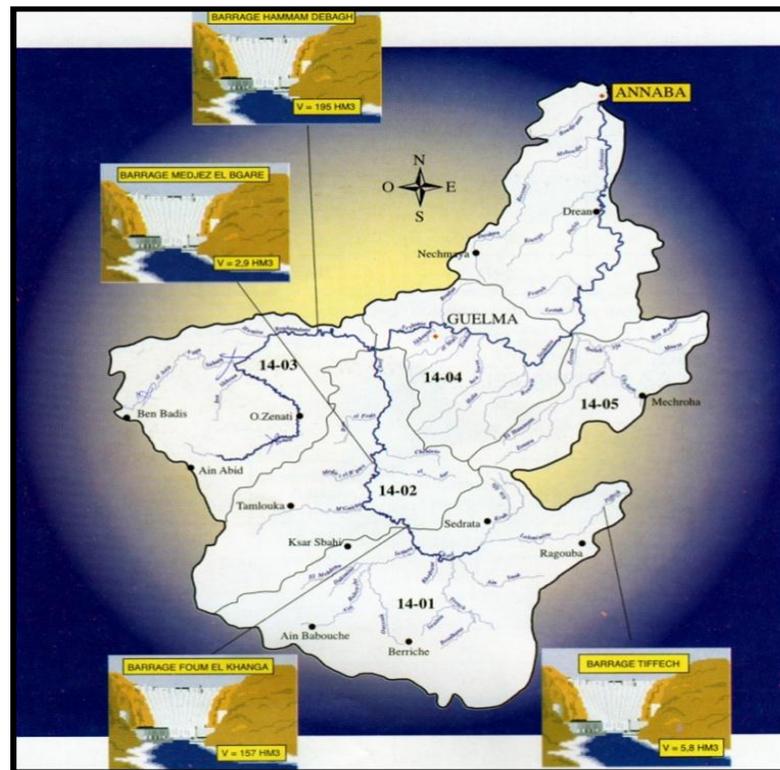


Figure 12 : Implantation des barrages (A.B.H, 1999)

**Tableau 6 : récapitulatif des retenues collinaires existantes dans la wilaya de Guelma 31/12/2011(service hydraulique agricole)**

<b>Commune</b>	<b>Nom de l'ouvrage</b>	<b>Capacité Actuelle (hm<sup>3</sup>)</b>	<b>Superficie irriguée (ha)</b>	<b>Volume utilisé (hm<sup>3</sup>)</b>
<b>Belkheir</b>	Besbessa	0,03	12	0,015
	Moudraou	0,025	4	0,007
<b>Nechmaya</b>	Oued Nekhla	0,04	20	0,035
<b>Héliopolis</b>	El Goutrat	0,03	0	0
<b>Bouati Mahmoud</b>	Mechouma	0,02	10	0,018
<b>Oued Fragha</b>	Soltani (45)	0,025	6	0,016
	Moumena	0,02	0	0
	Ladraou	0,03	0	0
<b>Ain Ben Beida</b>	Bir Chougran	0,025	0	0
	Sidi Mansour	0,025	8	0,015
<b>Medjez Sfa</b>	Medjez Sfa	0,1	30	0,075
<b>Bordj Sabath</b>	Ain Bouras	0,025	3	0,01
<b>Ain Larbi</b>	Ben Mabrouk	0,02	3	0,01
<b>Ras El Agba</b>	Ain Boutoia	0,03	2	0,008
<b>Hammam Debagh</b>	Rihana-1-	0,065	20	0,035
Total	/	0,51	118	0,244

Source : DHW Guelma (service hydraulique agricole)

### 2.2.2. L'industrie

Il existe quatre vingt six (86) unités industrielles dont huit seulement possèdent leur propre station d'épuration. Les industries particulièrement polluantes sont :

- ❖ SNS EL Hadjar
- ❖ Engrais phosphatées à Annaba
- ❖ Levurerie Bouchgouf avec des rejets d'eau usée dans l'oued EL Mellah
- ❖ Carrelage à Guelma (rejets d'eaux minéralisées)
- ❖ Sucrerie Guelma (eaux riches en matières en suspension)
- ❖ Cycma : Complexe de fabrication cycles et cyclomoteurs. (INECO-ABHCSM ,2008)
- ❖ Raffinerie de Sucre.
- ❖ Unité de céramique et vaisselle.
- ❖ Groupe Benamor (CAB) pour la tomate et la harissa.
- ❖ Unité de marbre et carreaux implantées à Boumahra Ahmed et déverse ses rejets sur la rive droite de la Seybouse. (In Bensaidi & Kirati, 2014).
- ❖ L'industrie est remarquable dans la région de la basse Seybouse, elle se positionne en particulier en bordure de l'oued Meboudja. Trois catégories d'industries sont observées :
  - ❖ Industries lourdes avec SIDER (Société Nationale de Sidérurgie).
  - ❖ Industrie chimique avec le complexe des engrais phosphatés et azotés (ASMIDAL).
  - ❖ Et enfin l'industrie agro-alimentaire présentée par de petites entreprises. ( In Afaifia et Khalfa, 2016).

### 2.2.3. Les Mines et Carrières

La wilaya de Guelma contient plus de 56 carrières dont :

- 46 carrières d'agrégats.
- 4 carrières exploitent la substance d'argile.
- 3 carrières exploitent la substance de gypse.
- 1 carrière exploite la substance de kaolin.
- 1 carrière exploite la substance d'aragonite.
- 1 carrière de marbre.

Parmi ces carrières on trouve qu'il existe 32 en exploitations, 7 en cours de réalisation, 6 en travaux préparatoires, 6 en arrêt et 10 sont abandonnées.

L'exploitation des carrières est gérée par deux secteurs, dont le secteur privé est le plus puissant avec :

- 30 carrières exploitent la substance du calcaire
- 3 carrières exploitent l'argile
- 3 carrières exploitent le gypse (2 en activité et 1 en arrêt)



**Photo 9 : Extraction de marbre à Ben Djerrah**

En matière d'agrégats, le secteur privé participe à la couverture du marché local et régional avec une production qui évolue à la hausse notamment suite aux nouvelles dispositions en matière d'exploitation des mines. Elles totalisent près de 407 emplois

Par contre le secteur public totalisant près de 241 emplois possède :

- Unité ENA marbre de Guelma.
- 2 carrières exploitent le calcaire.
- ALTRO qui possède deux carrières, l'un est en travaux non entamé à Ain Sandal et l'autre est en activité à El Fedjouj.
- JESIBAT en travaux préparatoire.
- L'ENEF (Kaolin) (URBACO, 2012).

## **2.3. La pollution dans le bassin versant de la Seybouse**

### **2.3.1. Rejets industriels**

La pollution industrielle est liée principalement aux rejets industriels non traités et notamment les rejets des zones de Bouchegouf et d'El Hadjar dont les volumes ne sont pas connus avec précision. Des échantillons de 86 unités industrielles dans la région ont montré que seulement 8 unités traitent leurs eaux industrielles. Une caractérisation de la pollution des eaux résiduaires de la zone de El Hadjar-Annaba, a montré une forte concentration des matières en suspension variant entre 30-598 mg/l (norme 30 mg/l), et une forte charge en

DBO5 et DCO de 390 mg/l dépassant largement les normes algériennes de rejet (Kouadria, zalani, 2016).

### **2.3.2. Les rejets urbains**

Certaines agglomération ne sont pas dotées d'un réseau d'assainissement et déversent leurs eaux usées dans l'Oued Seybouse ou ses affluents. Les décharges publiques existant sur les deux rives de l'oued Seybouse contribuent également à cette pollution par leur lixiviation (Mouchara, 2009 in Kouadria et Zaalani, 2016)

Les eaux des rejets prélevées et analysées (1999) montrent des concentrations assez élevées particulièrement en chlorures (1600 mg/l), nitrates (80 mg/l), nitrites (20 mg/l) et ammonium (70 mg/l). Cette pollution par les nutriments est à l'origine du phénomène d'eutrophisation. Ce constat peut être étendu à la majorité des oueds algériens (in Kouadria, zalani, 2016).

### **2.3.3. L'agriculture**

Par l'utilisation intensive des engrais (azotés et phosphorés) et des pesticides qui sous l'effet des pluies, sont transportés jusqu'aux milieux aquatiques et sont responsables de l'eutrophisation des lacs. (In Kouadria et Zaalani, 2016).

## **2.4. Climatologie**

La région d'étude jouit d'un climat méditerranéen caractérisé par une saison humide marquée par de fortes précipitations et une autre saison sèche.

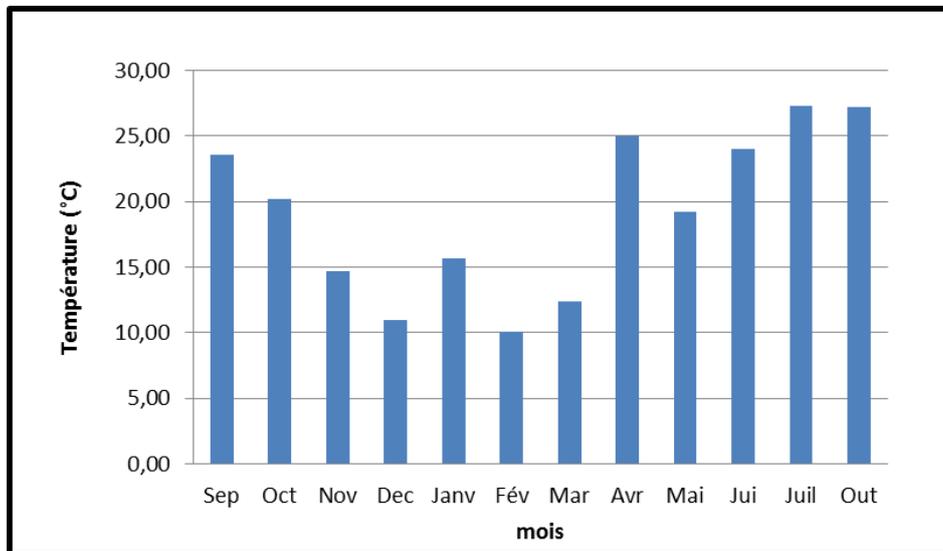
### **2.4.1. Les températures**

La température est un facteur important du climat puisque tous les processus métaboliques en dépendent (photosynthèse, respiration,) (Dajoz, 2006) .

Les moyennes les plus élevées s'étendent du mois d'avril à septembre variant entre 19,21°C et 27,34°C. Les températures moyennes les plus basses, sont enregistrées en hiver durant les mois de février (10,05°C) et décembre (10,95°C).

**Tableau 7 : Les températures moyennes mensuelles à la station de Belkhir (2002-2016)**

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Août
T (°C)	23.61	20.23	14.71	10.95	15.69	10.05	12.42	24.97	19.21	24.06	27.34	27.21



**Figure13 : Evolution des températures moyennes à la station de Belkhir (2002-2016).**

#### 2.4.2. Les précipitations

Les précipitations conditionnent l'écoulement saisonnier et influence le régime des cours d'eaux (in Meziane, 2009). On remarque que les précipitations sont abondantes en hiver avec un maximum au mois de février avec (103,64 mm) et un minimum en été au mois de juillet avec (4 mm).

**Tableau 8 : les Précipitations moyennes mensuelles à la station de Belkhir (2002-2016).**

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Août
Précipitations (mm)	45.2	51.13	70.14	82.20	90.67	103.64	81.22	59.52	38.70	16.01	4.00	15.85

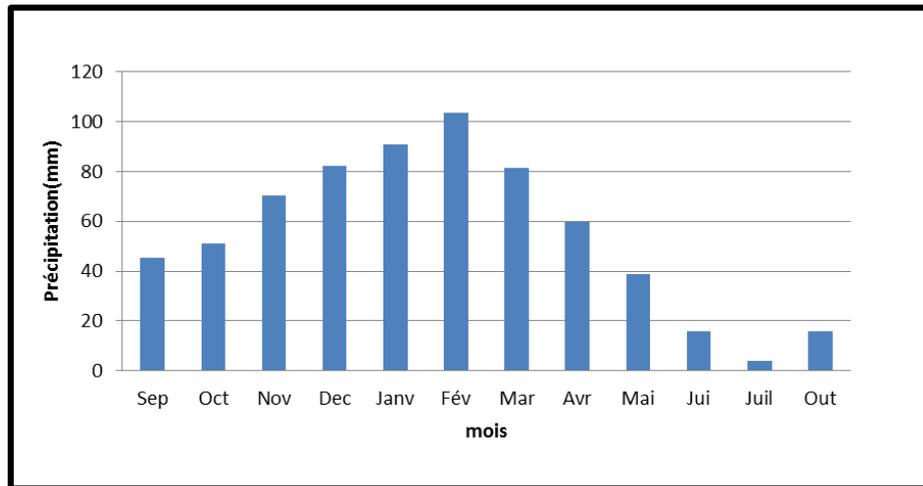


Figure 14 : Evolution des précipitations moyennes à la station de Belkhir (2002-2016).

### 2.4.3. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

Il Permet de définir les périodes sèches et humides de l'année, où sont portés en abscisses les mois, et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T), avec  $P=2T$ .

Nous avons établi le diagramme Ombrothermique de la région de Guelma, à partir des données pluviométriques et thermiques moyennes mensuelles calculées sur une période de (14) ans. On peut distinguer deux périodes :

- Une phase froide et humide qui s'étale de la fin septembre jusqu'à la fin du mois de mai.
- Une deuxième phase chaude et sèche qui s'étale de mai à septembre

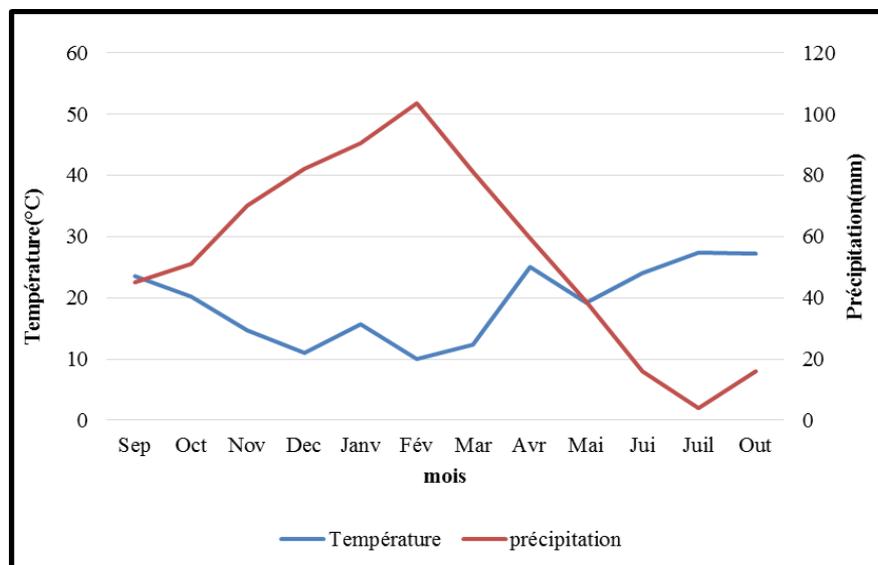


Figure15 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен à la station de Belkhir (2002-2016)

### 2.4.4. Climagramme d'Emberger

Selon Emberger (1963), la région méditerranéenne est subdivisée en cinq étages bioclimatiques (in Meziane, 2009). Ce climagramme permet, grâce au quotient pluviométrique d'Emberger (Q) spécifique au climat méditerranées, en de situer une zone d'étude dans un étage bioclimatique (in Benseghir, 2006) ; Ce quotient tient compte des précipitations et des températures, il est déterminé comme suit :

$$Q=3.43*p/M-m$$

Q= le quotient pluviométrique d'Emberger :

P= pluviométrie annuelle moyenne en mm=à 640,60 mm

M=Moyenne maximale du mois le plus chaud=à 36,64 °C

m= Moyenne minimale du mois le plu froid= à 4,66 °C

Après application de formule, nous obtenons la valeur de Q égale à 67.45 ; ce dernier situe la région de Guelma dans l'étage bioclimatique de végétation semi-aride à hiver doux (Cf.fig.15).

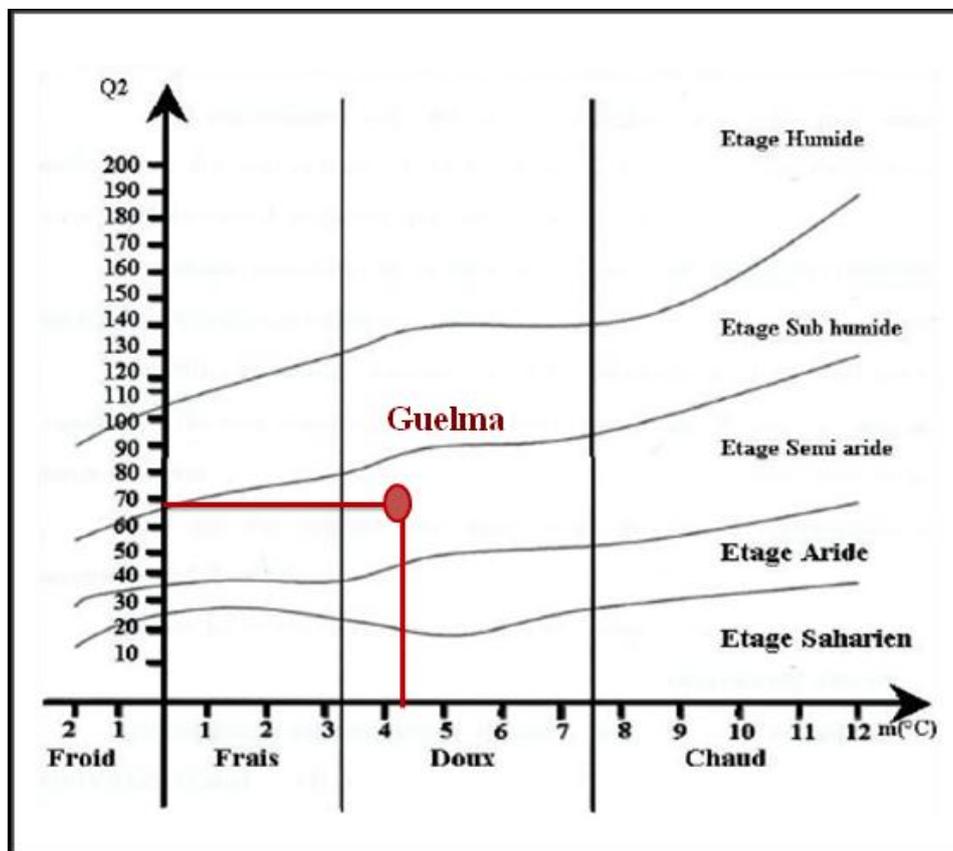


Figure16 : Situation de la région de Guelma dans le climagramme d'Emberger

(2002-2016).

### 2.4.5. Les vents

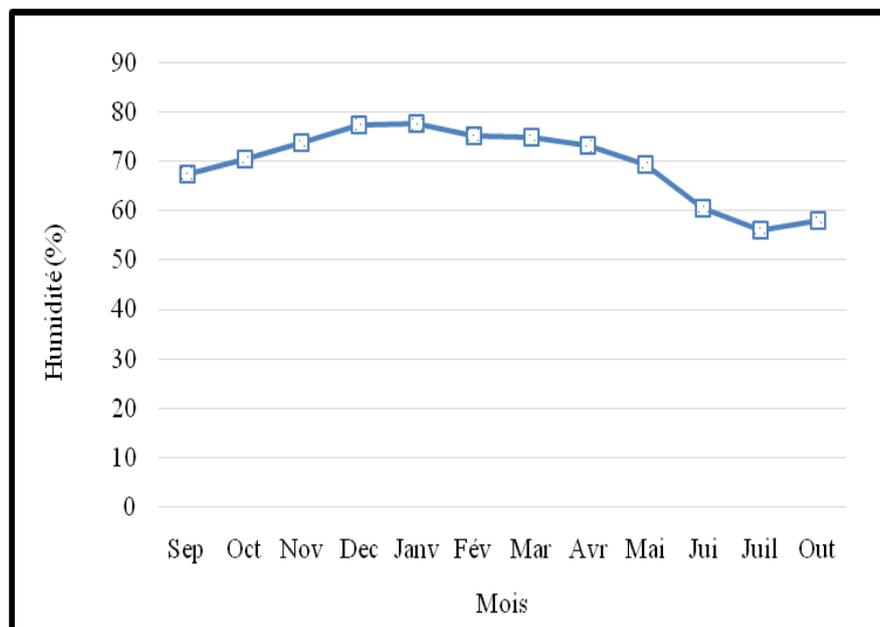
Le vent agit indirectement en modifiant l'humidité et la température. (In Djebnoui et Nouar, 2015).

### 2.4.6. L'humidité relative de l'air

L'humidité relative est élevée durant toute l'année et varie peu durant l'été. Cette humidité est due d'une part, aux fortes évaporations des eaux des nombreuses zones humides de la région (Barrages, cours d'eaux, affluents retenues collinaires) et d'autre part, de la proximité de la région de la mer.

**Tableau 9 : L'humidité moyenne mensuelle à la station de Belkhir (2002-2016)**

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout
Humidité (%)	67.53	70.43	73.86	77.48	77.61	75.15	74.99	73.11	69.28	60.58	56.06	58.11



**Figure16 : Humidité relative moyenne mensuelle de l'air à la station de Belkhir(2002-2016).**

## 2.5. La couverture végétale

La Wilaya de Guelma comprend une superficie de couverture forestière de 105.395 ha, Soit un taux de 28,59% de la superficie totale de la wilaya. Les grands espaces de terrains sont à vocation forestière dans la partie Sud-Est. Selon la densité, les forêts se répartissent comme suit :

- Forêts denses : **19.459** ha
- Forêts claires : **10.491** ha -
- Maquis et broussailles et parcours **57.402** ha
- Reboisements : **3.589** ha
- Vides : **14.457** ha.

Le taux de reboisement est de **10 %** dénotant un effort considérable de reforestation du territoire. Les principales forêts sont :

- Forêts de Béni Salah : réserve nationale en liège (12.745 ha).
- Forêt de la Mahouna : d'une vocation récréative s'étalant sur 1.035 ha.
- Forêt de Houara : avec une superficie de 2.374 ha.
- Forêt dense Beni Medjalel à Bouhamdane : 3.506 ha.

Les principales essences sont le chêne liège (localisé dans Beni Salah, Houara, Djeballa, Mahouna), l'eucalyptus, le pin d'Alep, le pin maritime, le chêne zeen et le cyprès. Ces dernières se répartissent comme suit :

- Chêne liège : 21.884 ha.
- Eucalyptus : 2.657 ha.
- Pin d'Alep : 2.915 ha.
- Chêne zeen : 2.753 ha
- Cyprès : 1.517 ha.
- Pin maritime : 1.410 ha.

Les principales productions sont le chêne liège et le chêne zeen, avec un volume de production de **1.500** stères. Pour le bois, l'eucalyptus et le pin d'Alep avec **29.358** m<sup>3</sup> environ (Zouaidia, 2006).

## 2.6. Description des stations

- **Station 1: L'oued Meboudja**

Latitude : 36°41.078' N

Longitude: 7°36.320'E

Elévation: 64, 3 m

Précision: 6, 5 m

Cette station comporte des endroits ombragés, d'autres peu exposés, la végétation est formée essentiellement de *Datura stramonium*, des arbrisseaux de la famille des Ericacées. Les sols sont occupés par des cultures maraîchères, de l'autre côté sont laissées jachères.



**Photo 10 : Station de Meboudja à Dréan**

- **Station 2: L'oued El Mechta**

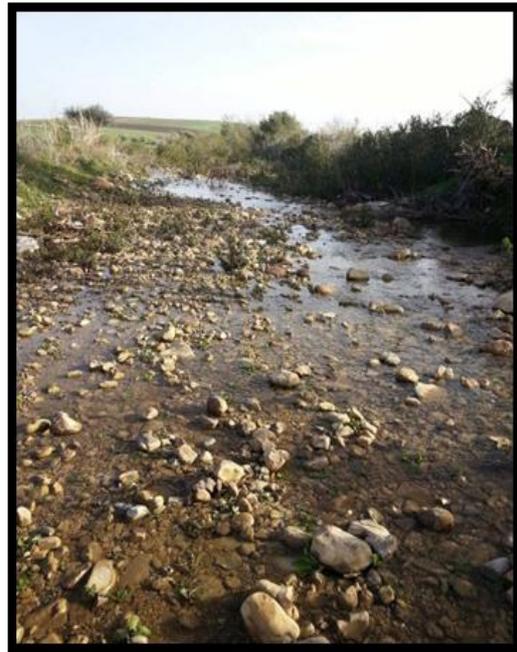
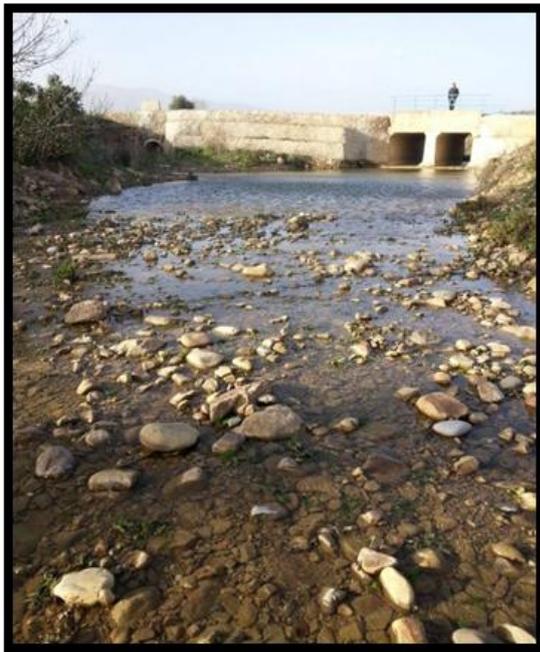
Latitude : 36°35.972'N

Longitude : 7°38.097'E

Elévation : 172,1 m

Précision : 6,1 m

Cette station est très exposée au soleil, les sols sont occupés par des jardins. Le lit de l'oued est tapissé de blocs de pierres, de galets et d'algues filamenteuses, le fond est formé de vase en certains endroits.



**Photo 11: Station d'El Mechta (Dréan)**

**Station 3: Oued de Boukamouza :**

Latitude : 36°35.477'N

Longitude : 007°45.592'E

Elévation : 47.6 m

Précision: 5.3 m

Commune Boukamouza

Daira: Oued Fragha

Wilaya: El Taref.

Cette station se situe à 70 km de Guelma en empruntant la RN 21, elle jouit d'une grande richesse floristique des frênes, aux sapins, des peupliers aux oliviers ; les rives sont garnies d'*Epilobium augustifolium*, de *Juncus* et calycone épineux. Le lit est large d'une vingtaine de mètres le courant est rapide ; quant au substrat il est formé de galets en dessous desquels on trouve du sable. Les sols sont occupés par de vastes champs labourés cependant de l'autre côté on trouve une voie ferrée et la RN 16.



**Photo 12 : Station de Boukamouza**

**Oued de zimba :**

Latitude : 36°27.792'N

Longitude : 007°29.197'E

Elévation : 182,9 m

Précision : 24,6 m

Commune Belkhir

Daira : Guelat Bousbaa

Wilaya de Guelma

Superficie : 9400 Ha

Nombre d'habitants : 18057

Limitée à l'est par Boumahra, à l'ouest par Bendjerah, au sud par Ain El Larbi et au nord par Guelma. Cette station est distante du chef-lieu de la Wilaya de 5 km vers l'est (RN20), elle est très exposée au soleil, les sols sont occupés d'un côté par des jardins (culture maraîchère) de l'autre côté il ya une pompe à essence. Le lit de l'oued est tapissé de blocs de pierres, de galets et d'algues filamenteuses, le fond est formé de vase en certains endroits.



**Photo 13 : Station 4 Zimba à Belkhir**

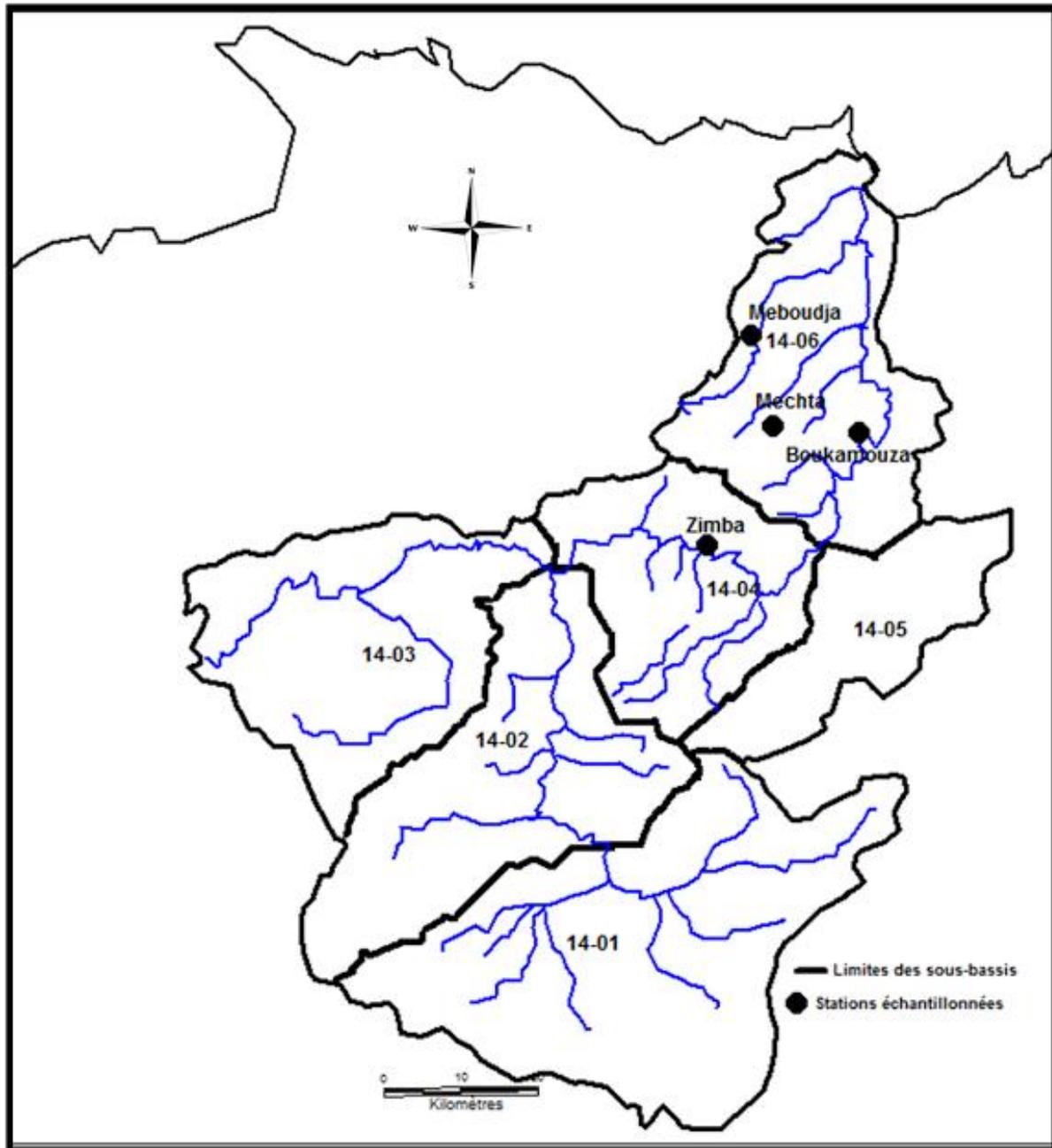
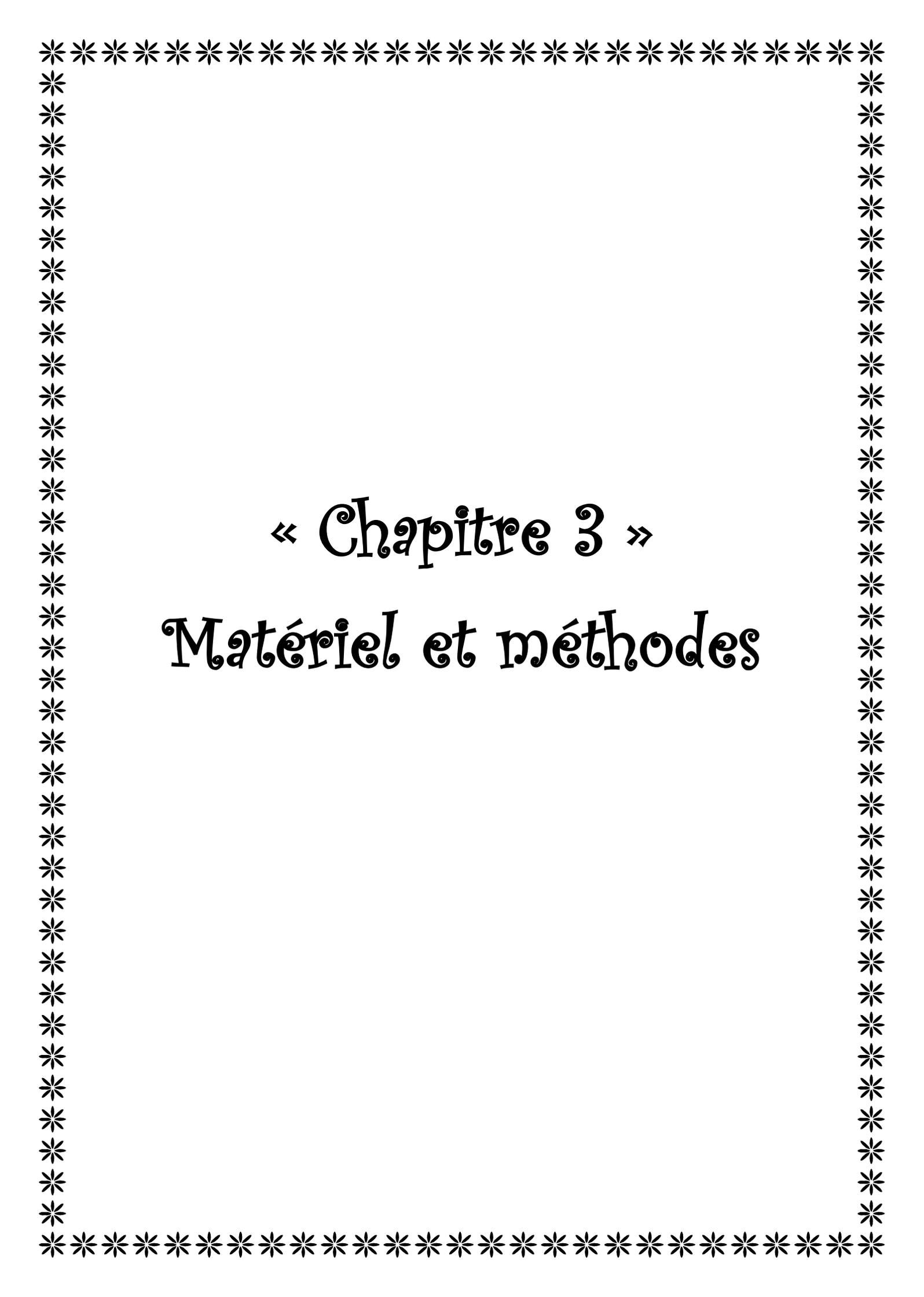


Figure 17 : Cartographie des stations échantillonnées dans le bassin versant de la Seybouse (Logiciel Map Info7.5).

A decorative border consisting of a repeating pattern of asterisks surrounds the central text.

« Chapitre 3 »

Matériel et méthodes

### 3.1. Matériel d'étude

#### 3.1.1. Sur le terrain

- Une paire de bottes
- Une épaisseur
- Un multiparamètre
- Un tamis
- Un chronomètre
- Des bouchons en liège
- Des bouteilles en plastique
- Des flacons en verre
- Des étiquettes
- Des fiches techniques
- Un carnet de terrain
- Un appareil numérique
- Un Global positioning system (GPS)
- Produit de fixation (Formaldéhyde à une concentration de 5%)



Figure 18 : Une paire de bottes [8]



Figure 19:Un appareil photo numérique [9]



Figure 20: Un tamis [11]

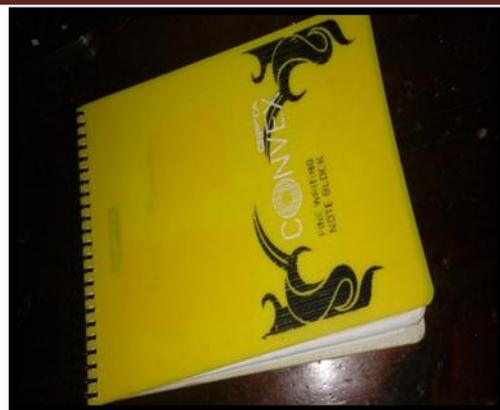


Photo 14 : un carnet de terrain



Figure 21 : un flacon en verre [12]



Figure 22 : Un chronomètre [13]



Photo 15 : une bouteille en plastique

### 3.1.2. Au laboratoire

- Un PH-mètre
- Des tubes en plastique
- Des pinces
- Des pinceaux
- Guide d'identification des macro-invertébrés
- De l'éthanol dilué à 70%
- Une loupe binoculaire
- Des boîtes de pétri
- Des gants
- Des passoires
- Un masque de protection



Figure 23 : un masque de protection [14]



Figure 24 : Des gants [15]



Figure 25 : un pH-mètre [16]



Figure 26: une pince [17]



Figure 27: des pinceaux [18]



Figure 28: des tubes en plastique [19]



Photo 16 : Une loupe binoculaire



Photo 17 : une passoire.

## 3.2. Méthode de travail

### 3.2.1. Période de prospection et choix des stations

Au départ nous avons prospecté la région de Tamlouka. En effet, nous nous y sommes rendues en plein hiver afin de choisir nos stations d'étude mais les cours d'eau étaient quasiment lenticules or l'application de l'indice biologique global normalisé se fait uniquement sur les milieux lotiques. Aussi avons-nous changé de région et notre choix s'est porté sur quatre (4) stations :

- Station 1 Oued Meboudja
- Station 2 Oued El Mechta
- Station 3 Oued Boukamouza
- Station 4 Oued Zimba

Les trois premières stations sont situées dans la basse Seybouse (14-06), alors que la dernière au niveau de la moyenne Seybouse.

**NB:** Pour des raisons de sécurité et d'accessibilité, toutes les stations jouxtent la route.

### 3.2.2. Plan d'échantillonnage

La période d'échantillonnage a duré quatre (4) mois du 4 Février au 29 avril 2017 où six sorties ont été réalisées. Le rythme d'échantillonnage était convenu à deux sorties par mois, lorsque les conditions météorologiques nous le permettaient (Cf. Annexe 1).

Nous avons également veillé au respect de la durée allouée à l'échantillonnage de chaque station qui était fixée à une heure.

#### 3.2.2.1. Mesure des paramètres physico-chimiques

Tout d'abord, nous mesurons les différents paramètres abiotiques tels que la température de l'eau, l'oxygène dissous en milligramme (mg/l) et en pourcentage (%) de saturation, la conductivité est mesurée grâce à un multiparamètre de type WTW. La vitesse de l'eau quant à elle est évaluée à l'aide d'un flotteur dont on chronomètre le déplacement sur une distance de dix (10) mètres.

### ➤ Importance des paramètres abiotiques mesurés

#### - La vitesse du courant

Les courants jouent un rôle essentiel dans les milieux aquatiques, ils influencent la circulation des éléments nutritifs et contrôlent le cycle vital de nombreux animaux (Ramade, 2003), le déplacement des masses d'eau permet également leur renouvellement en contact avec l'atmosphère.

**Tableau 10: Normes de vitesse de l'eau selon l'échelle de Berge**

(In Haouchine, 2011)

<b>Vitesse très lente</b>	Inferieur à 0.1 m/s
<b>Vitesse lente</b>	0.1 à 0.25 m/s
<b>Vitesse moyenne</b>	0.25 à 0.50 m/s
<b>Vitesse rapide</b>	0.50 à 1 m/s
<b>Vitesse très forte</b>	Supérieur à 1 m/s

#### - La température de l'eau

Il est très important de connaître la température de l'eau car elle est le facteur abiotique le plus important qui affecte la dynamique des populations (In Chakri, 2007). Elle joue également un rôle important dans la solubilité des gaz, des sels (Rodier, 1999). Sa mesure a été effectuée sur le terrain à l'aide d'une sonde immergée dans l'eau pendant quelques minutes.

#### - La conductivité

La conductivité indique la teneur de l'eau en sels minéraux (électrolytes) dissous dans l'eau sous forme d'ions (In Touati, 2008). Ces ions sont généralement le calcium, le magnésium, le sodium, le potassium, les bicarbonates, les chlorures, les sulfates, les nitrates et les phosphates (Rodier, 1999). Elle est mesurée en microsiemens par centimètre ( $\mu\text{s/cm}$ ).

### - L'oxygène dissous

L'oxygène peut représenter un facteur limitant pour de nombreuses espèces ou communautés animales. Les rivières polluées par des matières organiques deviennent rapidement déficitaires en oxygène, voire anoxiques (Ramade, 2003). Nous mesurons le taux d'oxygène en milligramme par litre (mg/l) et également en pourcentage de saturation, c'est-à-dire le rapport entre son taux réel en oxygène et celui qu'elle posséderait à la même température (Ramade, 2003). Le tableau (11) montre la classification des pourcentages de saturation en oxygène.

**Tableau 11: Classe proposées pour les pourcentages de saturation en oxygène**

(Nisbet et Verneaux, 1970)

% de saturation en oxygène	Classe	Appréciation
Saturation >90	1	Bonne
70 < Saturation <90	2	Satisfaisante
50 < Saturation <70	3	Douteuse
30 < Saturation <50	4	Critique
10 < Saturation < 30	5	Très dangereuse
Saturation < 10	6	Létale

### - Le pH

Le potentiel hydrogène mesure l'activité chimique des ions hydrogènes en solution. Ces ions sont présents sous la forme de l'ion oxonium. Plus couramment, le pH mesure l'acidité ou la basicité d'une solution. [12]

Il influence la toxicité de plusieurs éléments en régissant un grand nombre de réactions chimiques. Dans les eaux naturelles peu soumises aux activités humaines, le pH dépend de l'origine de ces eaux et de la nature acide ou basique des terrains traversés (In Djebnoui & Nouar, 2015).

**NB :** La mesure du pH a été effectuée au laboratoire à l'aide d'un ph mètre.



**Photo 18 : Mesure des paramètres abiotiques *in situ* (photo personnelle)**

### **3.2.2.2. Echantillonnage des macro-invertébrés benthiques**

L'objectif de l'échantillonnage est de collecter le maximum de taxons. A l'aide d'une épuisette, nous procédons à huit coups de filet au sein des habitats dominants et quatre autres au niveau des habitats marginaux. Les macroinvertébrés récoltés sont triés isolément.



**Photo 19 : Echantillonnage des macroinvertébrés *in situ* (photo personnelle)**

### A) Le tri des macro-invertébrés sur le terrain

Le filtrat (Matériel biologique collecté) est recueilli et est transféré dans des flacons en plastique sur lesquels sont inscrits le nom de la station et la date de prélèvement. La fixation de la macrofaune est effectuée sur place par l'ajout du formol à (5%), les échantillons sont transportés au laboratoire où les organismes seront triés sous binoculaire afin d'être identifiés.



**Photo 20 : Tri des macroinvertébrés sur le terrain (photos personnelles)**

### B) Le tri des macro-invertébrés au laboratoire

On effectue un second tri de chaque échantillon afin de le séparer des plantes ou des algues restantes. L'identification se fait d'abord à l'œil nu pour séparer les différents taxons ensuite, sous une loupe binoculaire (X40) pour la détermination exacte de la famille qui est facilité par l'usage du guide des macroinvertébrés. Les spécimens sont également comptabilisés.

**NB:** L'identification des taxons faunistiques nous a été confirmée par notre encadreur Mme Satha en utilisant le guide (Tachet et al, 2012).



**Photo 21 : Tri des macroinvertébrés au laboratoire (photo personnelle).**

### 3.3. Calcul de l'indice biologique global normalisé

L'IBGN est établi à partir du tableau de détermination comprenant en ordonnée les 9 groupes faunistiques indicateurs et en abscisse les 14 classes de variété taxonomique.

On détermine :

- **La variété taxonomique de l'échantillon (St) :**

Égale au nombre total de taxons récoltés même s'ils ne sont représentés que par un seul individu. Ce nombre est confronté aux classes figurant en abscisse du tableau.

- **Le groupe faunistique indicateur (GI) :**

En ne prenant en compte que les taxons indicateurs représentés dans les échantillons par au moins 3 individus ou 10 individus selon les taxons.

La détermination du GI s'effectue en prospectant l'ordonnée du tableau de haut en bas (GI 9 à GI 1) et en arrêtant l'examen à la première présence significative ( $n > 3$  individus ou  $n > 10$  individus) d'un taxon du répertoire en ordonnée du tableau. On déduit l'IBGN du tableau à partir de son ordonnée (GI) et de son abscisse (St) (Cf. Tab.12). On attribue ensuite une couleur suivant la valeur de l'IBGN (Cf. Tab.13).

**Tableau 12 : Valeur de l'IBGN selon la nature et la variété taxonomique  
De la macrofaune (AFNOR, 1992)**

Classe de variété		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Taxons	$\Sigma t$	> 50	49	44	40	36	32	28	24	20	16	12	9	6	3
Indicateurs	GI	50	45	41	37	33	29	25	21	17	13	10	7	4	1
Chloroperlidae Perlidae Perlodidae Taeniopterygidae	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
Capniidae Brachycentridae Odontoceridae Philopotamidae	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
Leuctridae Glossosomatidae Beraeidae Goeridae Leptophlebiidae	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
Nemouridae Lepidostomatidae Sericostratiidae Ephemeridae	6	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
Hydroptilidae Heptageniidae Polymitarcidae Potamanthidae	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
Leptoceridae Polycentropodidae Psychomyiidae Rhyacophilidae	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Limnephilidae 1) Hydropsychidae Ephemerellidae 1) Aphelocheiridae	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
Baetidae 1) Caenidae 1) Elmidae 1) Gammaridae 1) Mollusques	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
Chironomidae 1) Asellidae 1) Achètes 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

**Tableau 13 : Les valeurs de l'indice biologique global normalisé son interprétation**

**Ecologique (A.F.NOR., 2004)**

IBGN	> = 17	16-13	12-9	8-5	< =4
Qualité	Excellente	Bonne	Passable	Médiocre	Mauvaise
Couleur					

### 3.4. Analyse des données

#### 3.4.1. La structure d'un peuplement

L'étude de la diversité est réalisée selon plusieurs approches fondées sur l'usage d'indices de diversité

❖ **Indice de Shannon :**

Cet indice a l'avantage d'intervenir l'abondance des espèces. Il se calcule par la formule suivante :

$$H = -\sum p_i \log_2 p_i$$

Avec :  $p_i = n_i / N$  où  $n_i$  : effectif de l'espèce  $i$   $N$  : effectif total du peuplement

Cet indice s'exprime en bit (unité d'information) et mesure le niveau de complexité d'un peuplement. Un indice de diversité élevé correspond à un peuplement à grand nombre d'espèce pour un petit nombre d'individus.

❖ **Equitabilité :**

Les valeurs de l'indice de diversité connaissent des déséquilibres qui peuvent être appréciés par l'indice d'équitabilité ou (régularité). comme étant le rapport :

$$E = H/H_{\max}$$

**$H_{\max}$**  : étant la diversité maximale  $H_{\max} = \log_2 .S$

**$S$**  : richesse spécifique.

**$H$**  : indice de diversité.

❖ **L'indice de Jaccard/ Tanimoto:** Permet de mesurer le degré de similarité en espèces de deux sites:

$$I = N_c / (N_1 + N_2 - N_c)$$

Avec  $N_c$  : nombre de taxons commun aux stations 1 et 2 ( $N_1$  et  $N_2$ ) : nombre de taxons présents respectivement aux stations 1 et 2. Il varie de 0 à 1.

### 3.4.2. L'organisation d'un peuplement

C'est une mesure quantitative des divers peuplements d'une biocénose, elle peut -être mesurée par:

**L'abondance:** Le nombre d'individus échantillonnés

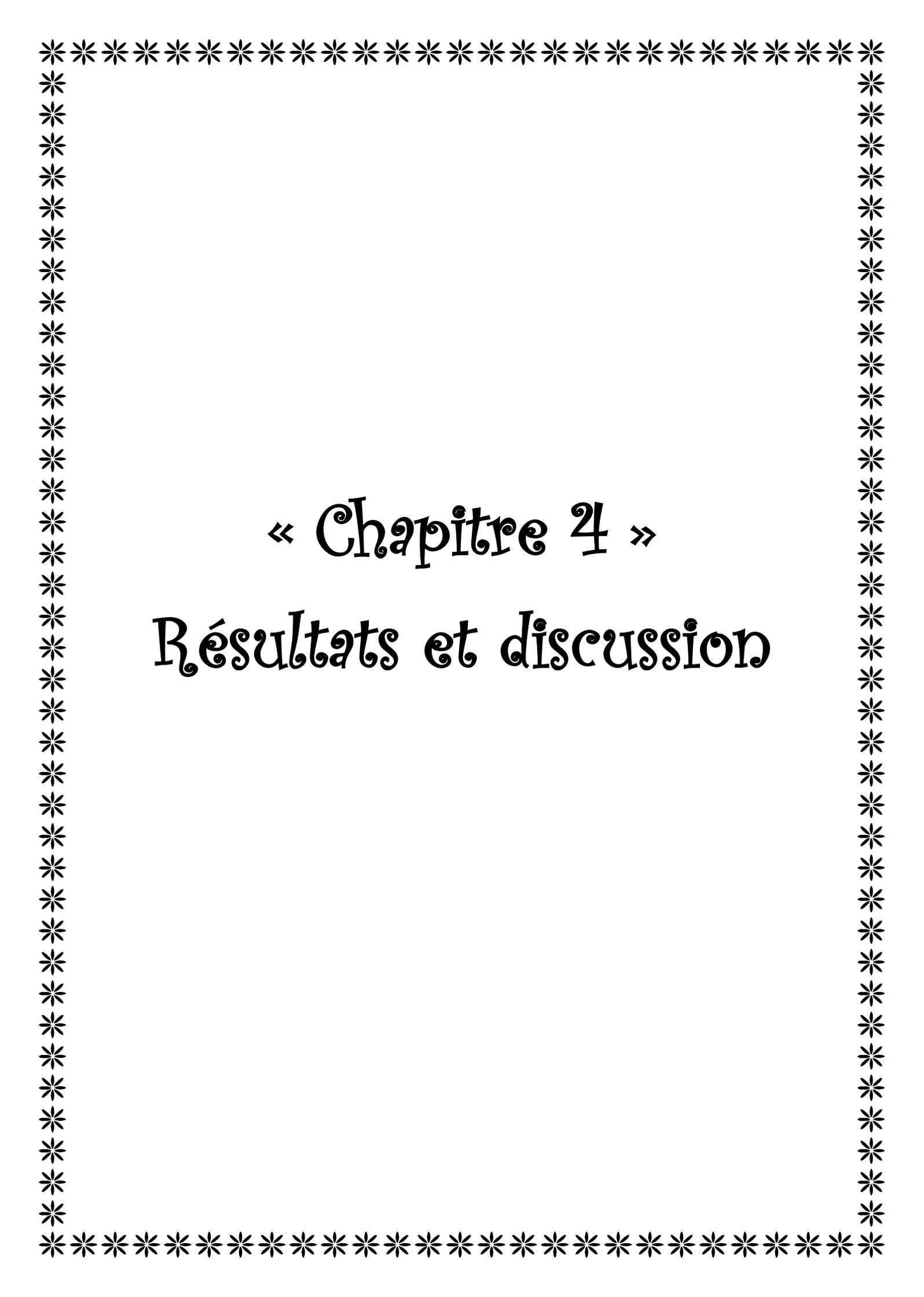
**La fréquence:** Le nombre de relevés contenant l'espèce  $C = (p/p_i) * 100$

P: Nombre de relevés contenant l'espèce

Pi: Nombre total de relevés effectués

**La richesse spécifique:** Le nombre d'espèces échantillonnées sur le site

**La phénologie:** Présence de l'espèce durant la période d'étude.

A decorative border consisting of a continuous line of small asterisks surrounds the entire page. The border is thicker at the corners, forming a rounded rectangular frame.

« Chapitre 4 »

Résultats et discussion

## 4.1. Analyse physico-chimique de l'eau

### 4.1.1. Variation mensuelle de la température de l'eau

L'évolution des températures montre qu'en général, il ya une bonne concordance entre les températures enregistrées et les saisons. En effet, au mois de Février, les températures sont relativement proches avec un minimum de 12,1°C à Meboudja et un maximum de 14, 3°C à Boukamouza. Au mois d'avril, les valeurs de la température des eaux des trois stations: Mechta, Boukamouza et Zimba, se démarquent nettement de celles de la station de Meboudja avec des températures qui atteignent respectivement 22, 97°C, 20,5°C et 19,2°C alors que la station Meboudja n'atteint que 16°C. Ceci s'explique par le fait que cette station est très ombragée, la couverture végétale atteint les 90%, à l'opposée des autres stations qui sont très exposées.

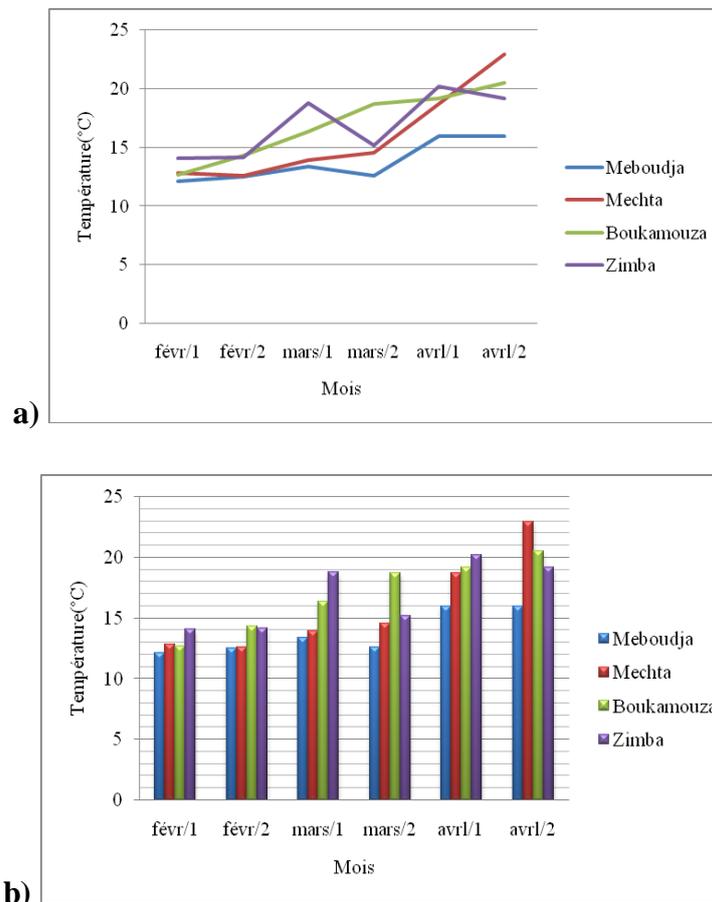


Figure 29 a) et b) : les variations mensuelles de la température de l'eau dans les stations d'étude.

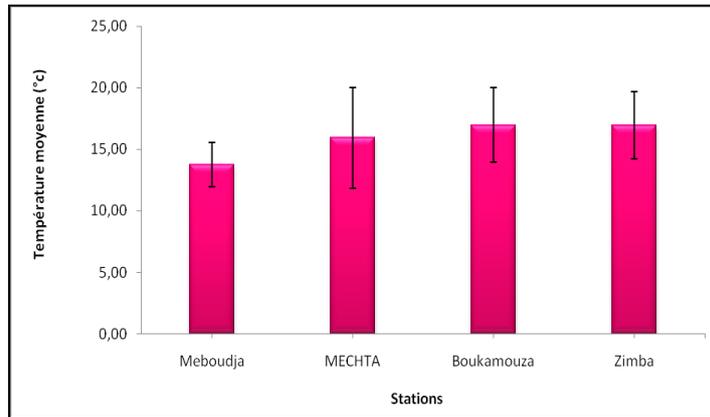


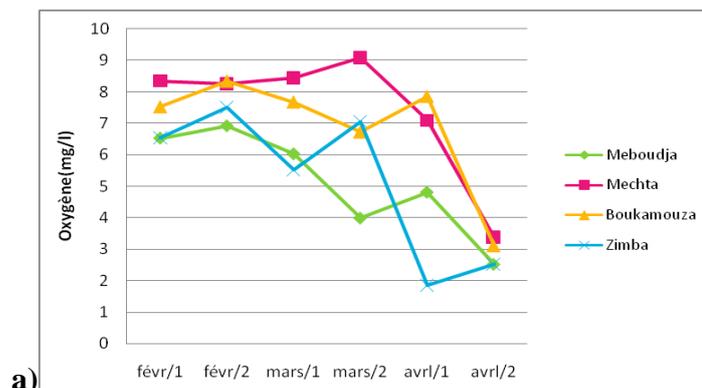
Figure 30 : Variation de la température moyenne dans les stations d'étude.

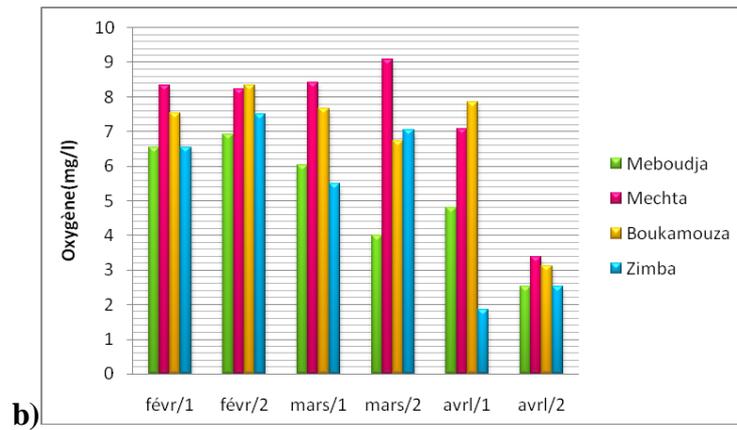
On observe que dans la station de **Meboudja**, la température moyenne fluctue entre 12,1 et 16 (°C) avec une valeur moyenne de  $13,77 \pm 1,78$  (°C) alors qu'à la station de **Zimba**, elle fluctue entre 14,1 et 20,2 (°C) avec une valeur moyenne de  $16,95 \pm 2,75$  (°C). Pour les stations de **Boukamouza** et **Mechta**, les températures moyennes étaient respectivement  $16,97 \pm 3,04$  (°C) et  $16,95 \pm 2,75$  (°C).

#### 4.1.2. Variation mensuelle de la teneur en oxygène dissous

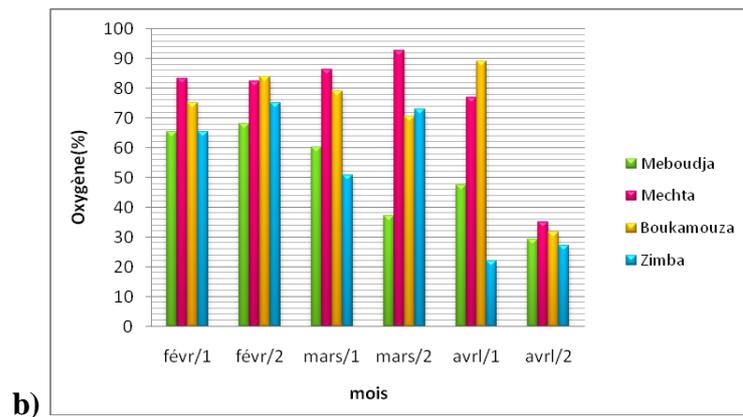
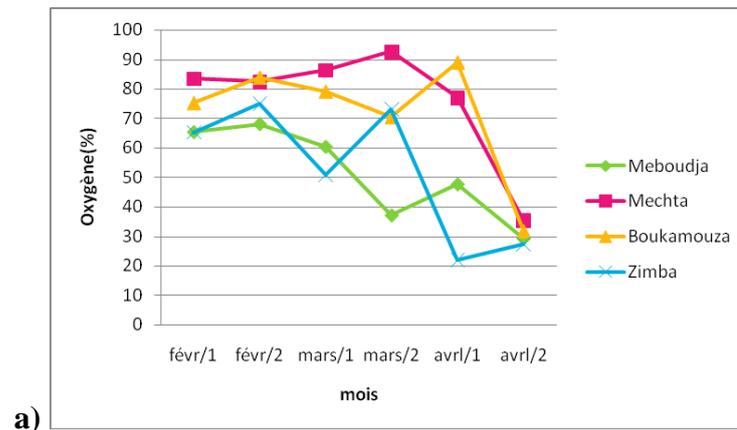
Durant toute la période d'étude nous avons remarqué des taux élevés de l'oxygène dissous, en particulier au niveau des deux stations de Mechta et Boukamouza; En effet ces deux stations sont situées loin de toute anthropisation. D'après les normes établies par l'ANRH, les eaux de la Mechta sont d'excellente qualité avec une moyenne de (7,42 mg/l), alors que celle des trois autres stations sont de bonne qualité.

Au mois d'avril, on assiste à une chute brutale des taux d'oxygène au niveau de toutes les stations. En effet, il y a une augmentation saisonnière de la température des eaux qui atteint (16°C), (22,97°C), (20,5°C) et (19,2°C) respectivement à Meboudja, Mechta, Boukamouza et Zimba.





**Figure 31 a) et b) : les variations mensuelles de l’oxygène dissous (en mg/l) dans les stations d’étude.**



**Figure 32 a) et b) : les variations mensuelles de l’oxygène dissous (en %) dans quatre stations d’étude.**

### 4.1.3. Variation mensuelle du pH

Les valeurs du pH varient très peu au niveau des stations d’étude, elles oscillent de 7.57 à 8,64 donc des eaux à ph neutre à légèrement alcalin.

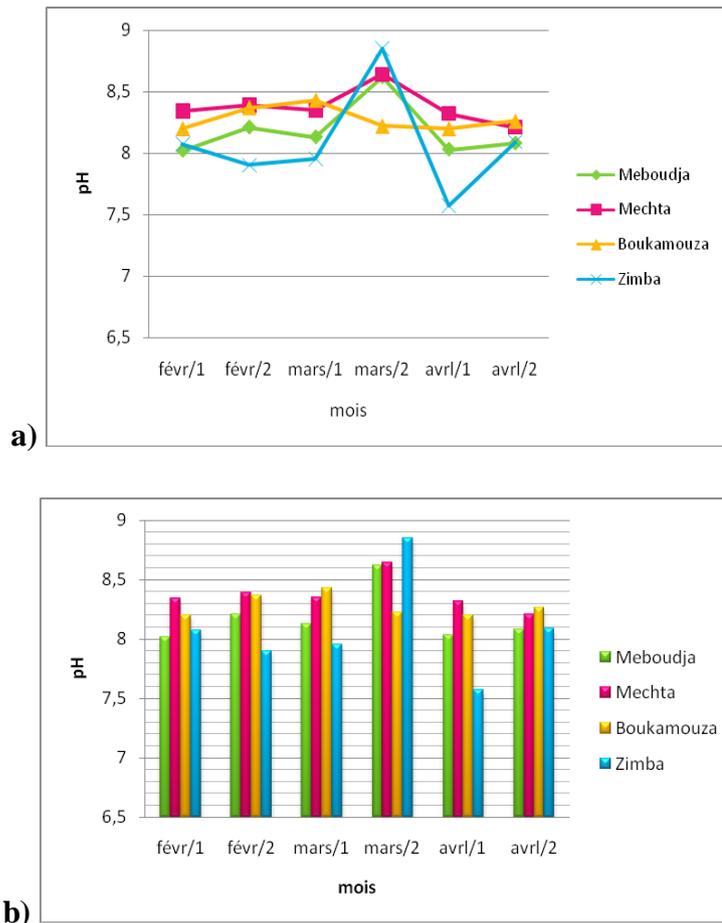


Figure 33 a) et b) : les variations mensuelles de pH dans les stations d'étude.

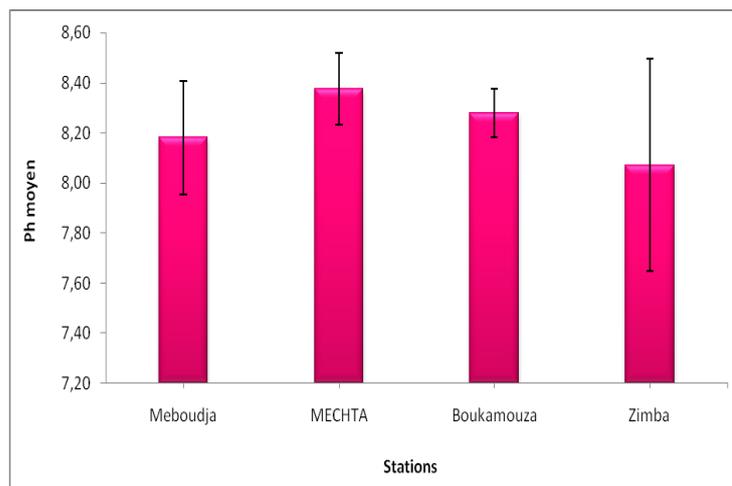


Figure 34 : Variation du pH moyenne dans les stations d'étude.

On observe que dans la station de **Zimba**, le Ph fluctuer entre 7,57 et 8,85 avec une valeur moyenne de  $8,07 \pm 0,42$  pourtant dans la station de **Mechta**, Ph fluctuer entre 8,21 et 8,64 avec une valeur moyenne de  $8,38 \pm 0,14$ . Pour les stations de **Meboudja** et **Boukemouza**, le ph moyen était  $8,18 \pm 0,23$  et  $8,28 \pm 0,10$  respectivement.

### 4.1.4. Variation mensuelle de la Conductivité dans l'eau

La conductivité dépend de la nature des ions présents dans l'eau (calcium, magnésium, chlorures, sodium, sulfates...) et de leurs concentration. Les eaux de la Mehta sont les moins minéralisées avec un minimum de 782 μS/cm en avril 2 et un maximum en février 1; En effet, cette station ne reçoit aucun rejet des régions environnantes; Vient ensuite, la station de Meboudja et Zimba dont les valeurs maximales atteignent respectivement 1428 μS/cm et 1513 μS/cm, rappelons que les eaux de ces deux stations reçoivent les rejets urbains des régions limitrophes. Quant à la station Boukamouza, on remarque que ses eaux sont les plus minéralisées avec un minimum de 1613 μS/cm et un maximum de 3100 μS/cm; Ce fait s'explique par les eaux de l'oued El Malleh très fortement minéralisées arrivant de Bouchegouf qui débouchent directement dans notre station avant de se jeter dans la Seybouse (Maritime) dans la Méditerranée.

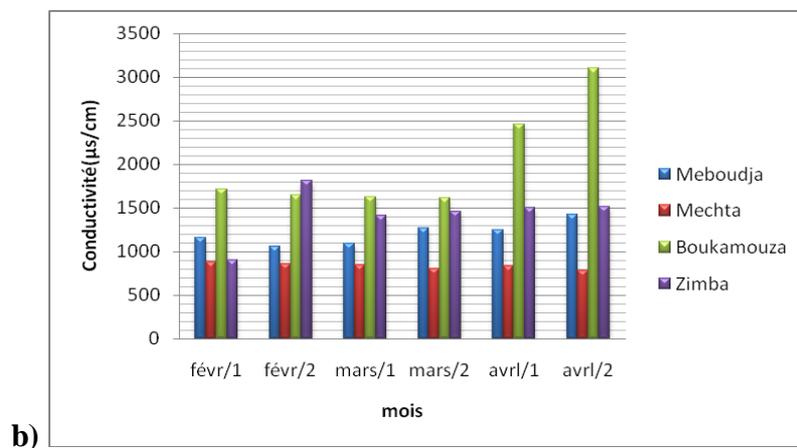
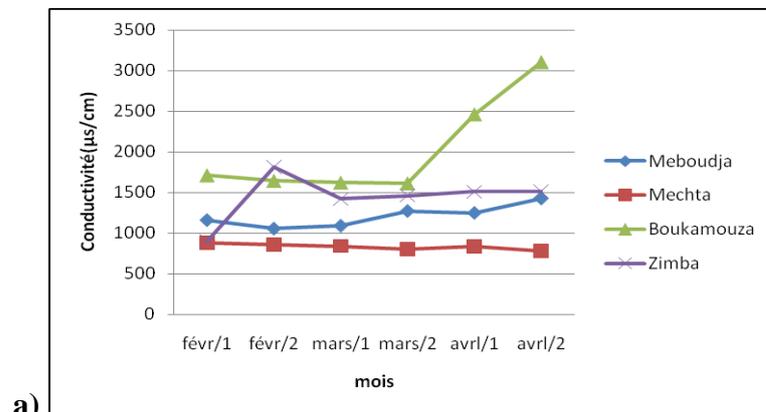
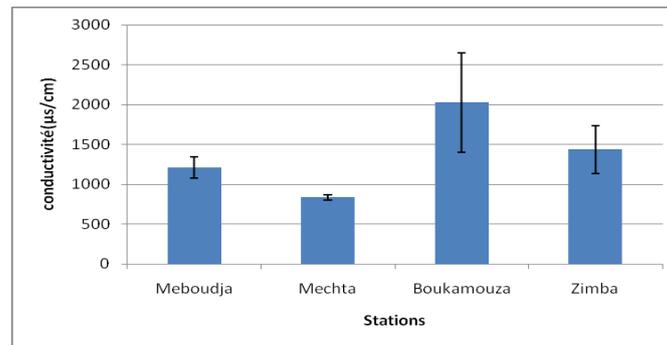


Figure 35 a) et b) : les variations mensuelles la conductivité électrique dans les stations d'étude.



**Figure 36 : Les Variations de la conductivité électrique moyenne dans quatre stations étudiées.**

Les valeurs moyennes de la conductivité confirment bien l'évolution de ce paramètre durant toute la période d'étude. On observe que la moyenne à **Mechta** est de  $833,67 \mu\text{s} / \text{cm} \pm 35,69$  suivi **Meboudja** avec  $1210 \mu\text{s} / \text{cm} \pm 136,48$  puis , **Zimba** avec  $1434,5 \mu\text{s} / \text{cm} \pm 297,80$ ; Enfin, une conductivité moyenne à **Boukamouza** de  $2015,17 \mu\text{s} / \text{cm} \pm 619,70$  (Cf. Fig.36).

#### 4.1.5. Variation mensuelle de la vitesse de l'eau

A partir de la moyenne des relevés mensuels de la vitesse du courant , nous pouvons classer nos stations: Les eaux des oueds Boukmouza, et Meboudja ont une classe de vitesse rapide alors que les eaux des stations Zimba et Mechta, ont une classe de vitesse moyenne (Cf; Tab. 15).

**Tableau 14: Variations mensuelles de la vitesse de l'eau des quatre stations (Cm/s).**

Station \ Mois	Févr /1	Févr/2	Mars/1	Mars /2	avr1 /1	Avr1/2	Moyenne
<b>Meboudja</b>	46	67	67	42	35	63	53 ,33
<b>Mechta</b>	51	41	34	55	25	21	37,83
<b>Boukamouza</b>	33	68	88	61	98	11	59,83
<b>Zimba</b>	57	63	21	12	22	20	32,50

**Tableau 15 : Définition des classes de vitesses selon l'échelle de Berg (Khattar, 2009)**

Vitesse	Classe
< 10	Très lente
10 – 25	Lente
25 – 50	Moyenne
50 – 100	Rapide
> 100	Très rapide

## 4.2. Analyse globale de la faune benthique

### 4.2.1. Check-list des taxa faunistique

Tableau 16 : Check-list des taxa faunistiques durant toute la période d'étude dans les quatre stations.

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Maboudja	Mechta	Boukamouza	Zimba
Arthropodes	Insectes	Plécoptères	Leuctridae	0	1	0	0
			Capniidae	0	1	0	0
	Insectes	Trichoptères	Hydropsychidae	1	1	1	1
			Hydroptilidae	0	0	1	0
		Ephéméroptères	Caenidae	0	1	1	0
			Baetidae	1	1	1	1
			Leptophlebiae	1	1	1	0
			Heptageniidae	0	1	1	1
		Diptères	Chironomidae	1	1	1	1
			Tipulidae	1	1	0	0
			Ceratopogonidae	1	1	0	0
			Tabanidae	1	1	0	0
			Simuliidae	1	1	1	1
			Culicidae	0	0	0	1
			Thaumaleidae	0	0	1	0
			Dixidae	0	0	1	1
		Coléoptères	Ditycidae	1	1	0	0
			Hydrophilidae	1	1	1	1
			Hydraenidae	1	0	0	1
			Haliplidae	0	1	0	0
			Carabidae	0	1	0	0
		Odonates	Zygoptère	1	1	1	0
			Anisoptère	0	1	1	0
		Hétéroptères	Geridae	0	0	1	0
			Hydrometridae	0	1	0	0
Arthropodes	Crustacés	Décapodes	Atyidae	0	1	1	0
		Ostracode	Daphndae	0	1	0	0
Mollusques	Gastéropodes		Physidae	1	1	0	1
			Planorbidae	1	1	1	1
			Hydrobiidae	1	0	1	0
			Limnaeidae	1	0	0	1
	Bivalve			0	0	1	0
Némathelminthes	Nématodes			1	1	1	0
Annelides	Achètes		Hirudinae	0	0	0	1
			Glossiphonidae	1	0	0	0
	Oligochètes		Lumbricidae	0	1	0	0
Téléostéens				0	0	1	0
		Anoures	Ranidae	1	1	0	0
		Hyménoptères	Formicidae	0	1	0	1
Total				19	27	20	14

## 4.2.2. Analyse globale des macro-invertébrés benthiques

Les six prélèvements effectués au cours de notre période qui s'est étalée du 04 février 2017 au 29 avril 2017, nous a permis de récolter 2596 spécimens répartis en 39 taxa (Cf. Check-list).

Sur le plan quantitatif, ce sont les insectes qui sont dominants par rapport aux autres groupes avec un effectif global de 2076 individus soit 79.9%, les Mollusques viennent en seconde position avec 355 spécimens (13.6%) suivis des Crustacés avec 96 individus (3.6%), les Annelides avec 37 spécimens (1.4%) et enfin les Nématodes qui sont représentés par 32 individus soit (1.2%) (Cf. Fig 37).

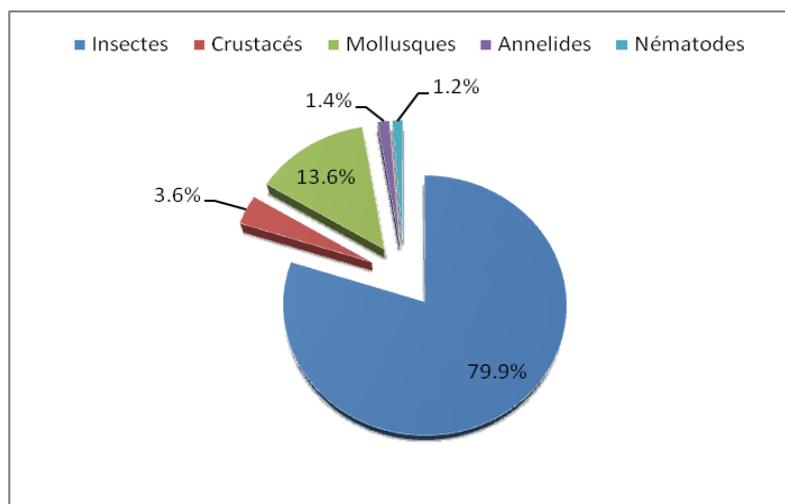


Figure 37 : Répartition globale des principaux groupes de macroinvertébrés.

## 4.2.3. Analyse qualitative et quantitative des macro-invertébrés benthiques

### 4.2.3.1. Les insectes

- **Les Diptères**

C'est l'ordre le plus abondamment représenté avec un effectif total de 949 individus soit 44.16%. Répartis en neuf (9) familles : les Simuliidae avec 541 individus soit 47.16%, les Chironomidae 550 spécimens 47.95%, les autres familles sont très faiblement représentées avec les Culicidae 0.87%, Dixidae 0.34, Tabanidae soit 0.26%, Tipulidae et Ceratopogonidae le même pourcentage 0.17%, et en fin Thaumaleidae et Psychodidae de pourcentage 0.087% (Cf. Fig. 38).

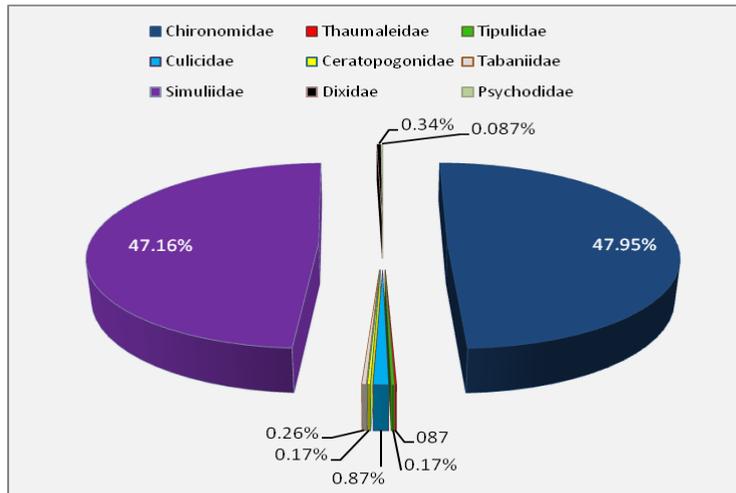


Figure 38 : Abondance relative des familles de Diptères par rapport à l'ordre.

• Les Ephéméroptères

Avec 520 individus soit 20.95%, les Ephéméroptères se répartissent en quatre (4) familles : les Baetidae de 228 individus et les Heptagenidae de 163 individus sont les familles qui prédominent avec respectivement 43.84% et 31.34%, les Caenidae représentent 103 individus soit 19.8% et les Leptophlebididae 26 individus soit 5% seulement (Cf. Fig 39).

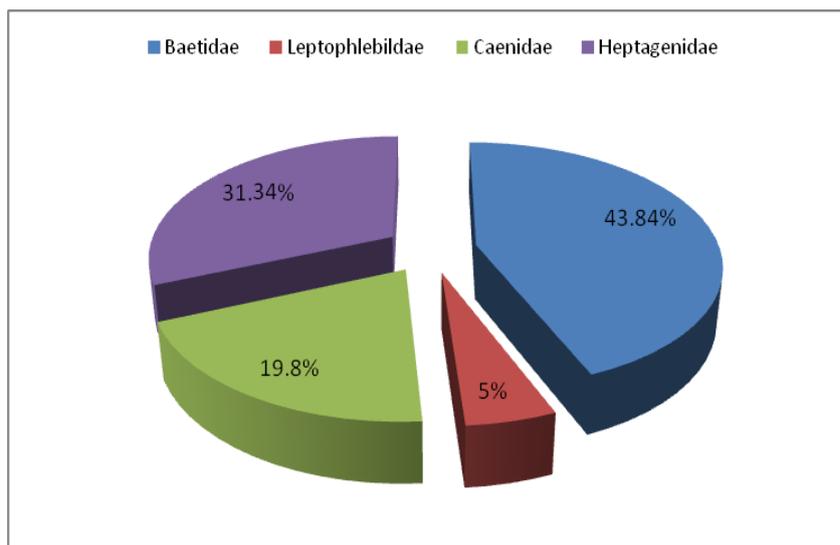
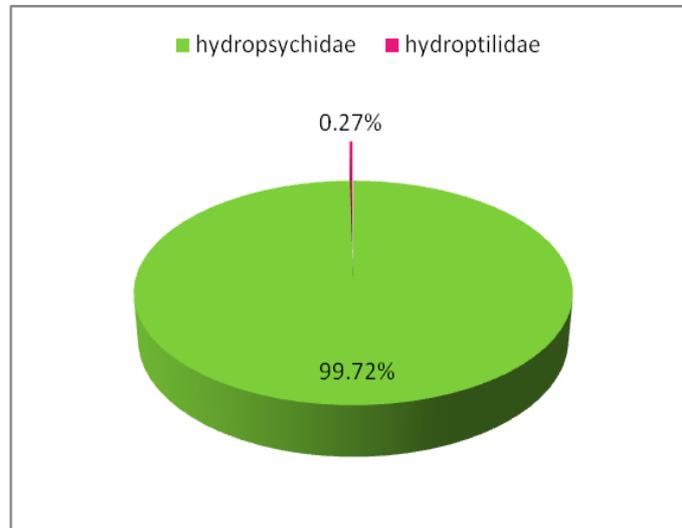


Figure 39 : Abondance relative des familles d'Ephéméroptères par rapport à l'ordre.

- **Les Trichoptères :**

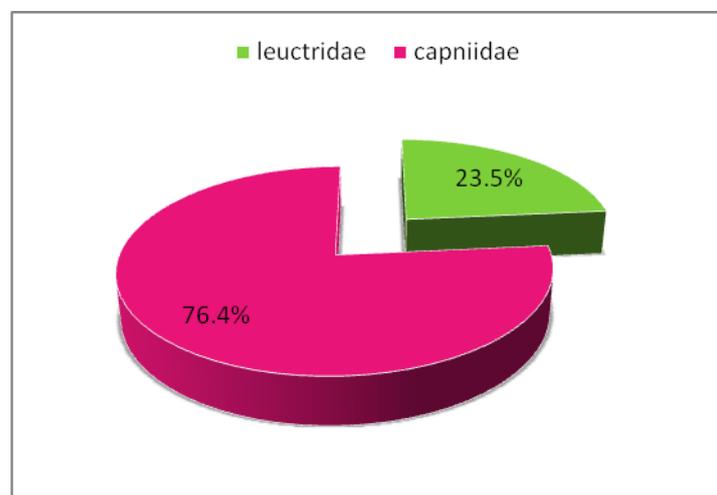
Les Trichoptères ont une abondance de 359 individus soit 13.82 % des macroinvertébrés; Ils sont représentés par deux familles : Les Hydropsychidae qui sont les plus dominants avec un effectif de 358 soit 99.7% et des Hydroptilidae 01 individu soit 0.27% (Cf. Fig. 40).



**Figure 40 : Abondance relative des familles de Trichoptères par rapport à l'ordre.**

- **Les Plécoptères :**

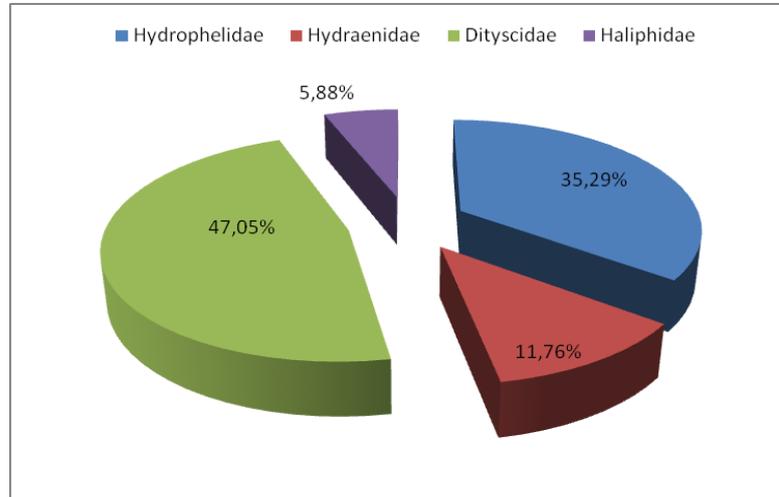
Durant toute la période de notre étude, nous avons récoltés 17 individus de Plécoptères dans une seule station (Oud Mechta) qui se répartissent en deux principales familles : les Capniidae avec treize (13) individus soit 76.4% et les Leuctridae avec une abondance de 4 spécimens soit 23.5% (Cf. Fig 41).



**Figure 41 : Abondance relative des familles de Plécoptères par rapport à l'ordre.**

- **Les Coléoptères :**

Cet Ordre est représenté par 17 individus : Les Dityscidae (8) individus par 47.05%, les Hydrophilidae avec six (6) individus soit 35.29%, les Hydraenidae ne sont représentés que par 2 individus soit 11.76%, les Haliphidae avec un seul individu avec 5.88% (Cf. Fig. 42).

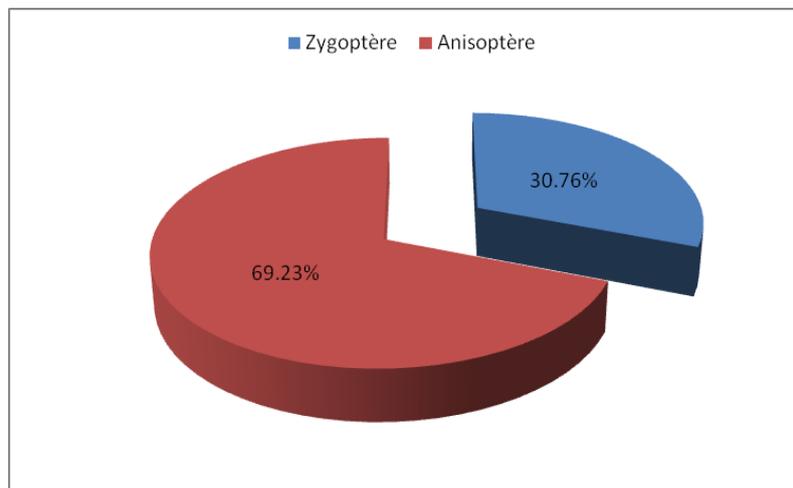


**Figure 42 : Abondance relative des familles de Coléoptères par rapport à l'ordre.**

- **Les Odonates**

Cet Ordre est représenté par 13 individus soit 0.50% de la faune totale des macroinvertébrés qui compte 2597 individus. Ils sont représentés par deux sous-ordres : les Anisoptère (9 individus) 69.23 % et les Zygoptères (4 individus) 30.76% (Cf. Fig 43).

NB: Les Odonates ne sont présentes que dans deux stations Oued Mechta et Oued Boukamouza.



**Figure 43 : Abondance relative des familles d'Odonate par rapport à l'ordre.**

### • Les Héteroptères

Cet ordre est composé de deux (2) individus soit 0.077%, échantillonnés à oued Mechta et oued Boukamouza, ces individus appartiennent à deux familles différentes celle des Gerridae et des Hydrometridae avec le même pourcentage de 50% pour les deux familles.

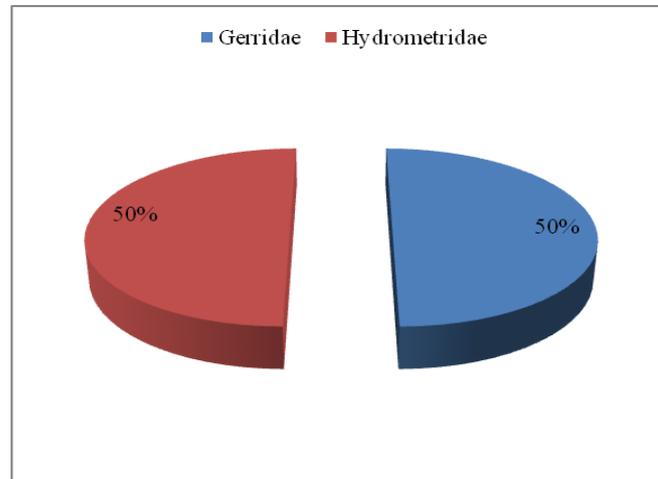


Figure 44 : Abondance relative des familles des Héteroptères par rapport à l'ordre.

#### 4.2.3.2. Les Mollusques

La figure 46 montre que le total des Mollusques est estimé à 355 individus soit 13.66%, répartis en cinq familles : les Physidae deux cent soixante et onze (271) individus soit 76.33%, les Bivalves 1 spécimen 0.28%, les Hydrobiidae soixante (60) individus soit 16.9%, les Lymnaeidae douze (12) individus soit 3.38% et enfin les Planorbidae avec onze (11) individus soit 3.09%.

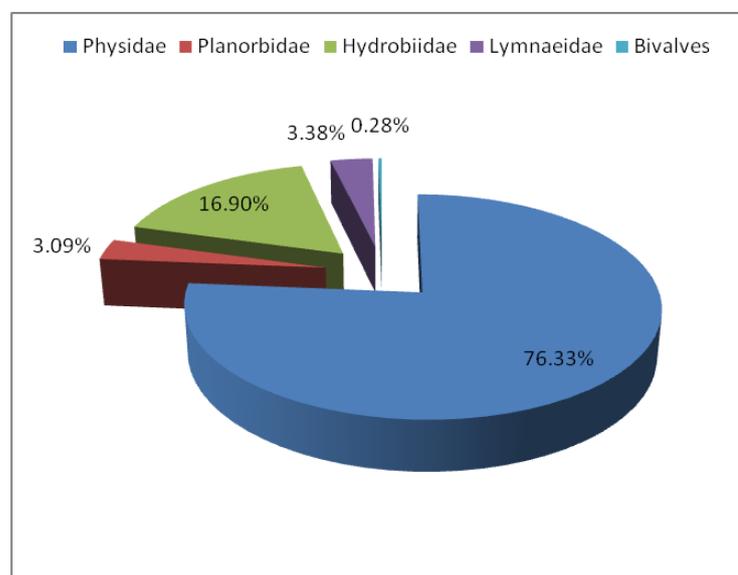


Figure 45 : Abondance relative des familles des Mollusques par rapport à l'ordre.

### 4.2.3.3. Les Crustacés

Cet ordre a été échantillonné dans deux stations Oued Mechta et Oued Boukamouza avec 96 individus soit 3.69% répartis en deux familles : Les Atyidae avec un effectif de 78 individus soit 81.25%, quant à la famille des Daphnidae leur présence est enregistrée dans la station de l'oued Mechta avec dix huit (18) spécimens soit 18.75% des Crustacés récoltés.

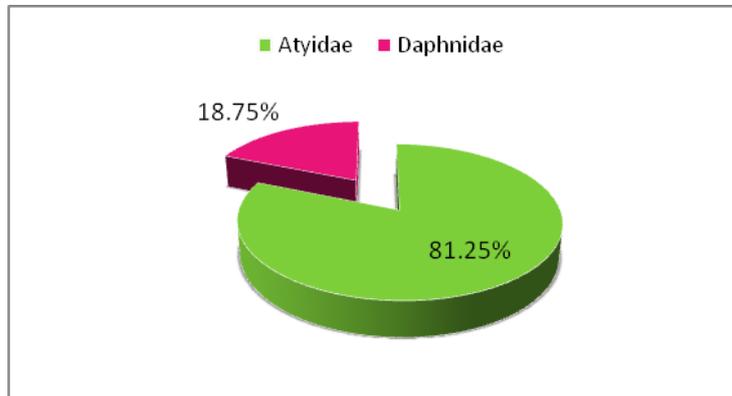


Figure 46 : Abondance relative des familles des Crustacés par rapport à l'ordre.

### 4.2.3.4. Annélides

Les annélides se répartissant dans deux principales classes :

Les achètes avec la famille des Hirudinae, présente à Oued zimba avec 37 individus soit 83.78% et la famille de Glossiphonidae représentée par 3 individus à Oued Mechta soit 8.1%. Quant aux Oligochètes, nous avons échantillonnées seulement 3 individus appartenant à la famille des lumbricidae à l'Oued Boukamouza.

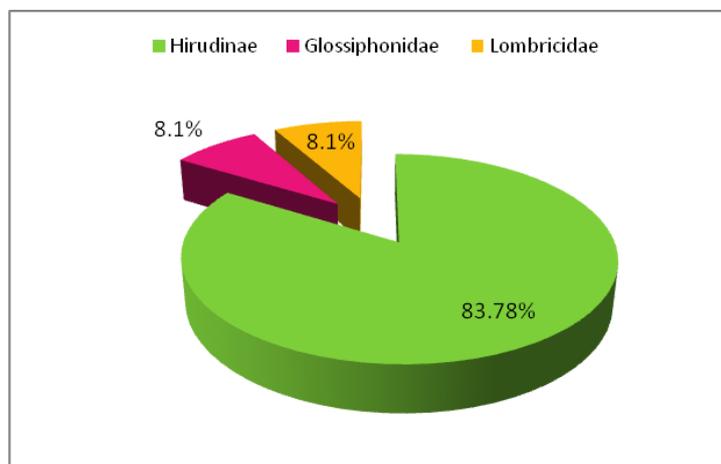
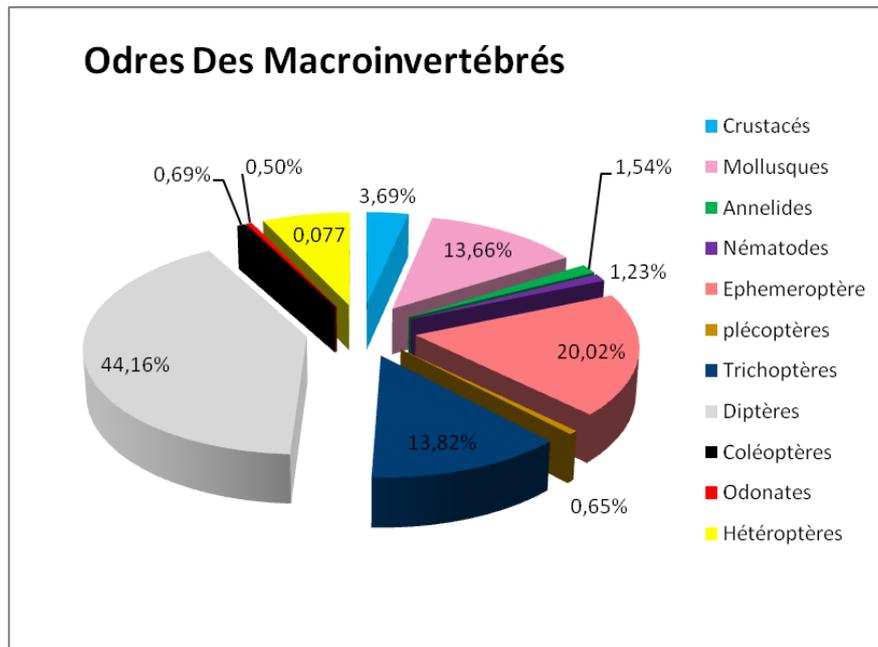


Figure 47 : Abondance relative des Annélides par rapport à l'ordre.

#### 4.2.3.5. Les Nématodes

Cet ordre est représenté par 32 individus soit 1.23% dans toutes les stations excepté à l'oued Zimba.



**Figure 48 : Abondance relative de chaque Ordre par rapport à l'effectif total.**

#### 4.2.4. Evaluation de la qualité de l'eau selon l'IBGN

Afin de connaître la qualité biologique des cours d'eau et calculer l'indice biologique global normalisé, quatre stations d'échantillonnages ont été choisies dont trois d'entre elles sont situées dans le sous bassin versant de la basse Seybouse (14-06) et une station seulement située en moyenne Seybouse (14-04). Pour chaque station, six relevés ont été effectués. Les résultats sont présentés dans les tableaux suivants.

**Tableau 17 : Relevé des macroinvertébrés benthique et classe de qualité des eaux de Mebouja selon l'IBGN :**

Numéros des échantillons	station/ MEBOUDJA	04-02-2017		16-02-2017		06-03-2017		20-03-2017		10-04-2017		29-04-2017	
		Dominant	Marginal	Dominant	Marginal								
GI/ Taxons													
<b>Les insectes</b>													
Plécoptères													
	capniidae												
Trichoptères	Hydropsychidae						1						
	Nymphe												
Ephéméroptères	Ephemeridae												
	Ephemereidae												
	Baetidae	15	1		14	1	4	1				12	
	Caenidae												
	Leptophlebiidae											4	
	Heptagenidae												
Diptères	Chironomidae	275	10			9	12	37	28		1	1	
	LARVE				1								
	NYMPHE	2	1					2	3				
	Tipulidae												1
	Athericidae												
	Ceratopogonidae				1								
	Tabanidae	2											
	<b>Simuliidae</b>							43	1	21		18	4
	larve												
	Nymphe				1	9	1	5					
	Dixidae												
	Psychodidae												
	Dixidae												
Coléoptères	Dityscidae				1		1					3	
	Gerridae												
	Hydrophilidae												1
	hydraenidae					1							
Odonates													
	Zygoptère*				1								
	Anisoptère*												
	gomphidae												
Hétéroptères	Nepidae												
	notonectidae												
	Geridae												
	corixidae												
Crustacés	Gammaridae												
	Ostracode												
Décapodes	Atyidae												
Mollusques	Physidae					6	5	25	4	81	27		
	Planorbidae								1				
	Hydrobiidae	59											
	Lymnaeidae											10	
	Bivalves												
Nématodes	VERS	18				3					1		
Achètes	Hirudinae(Sangsue)												
	Glossiphoniidae	3											
Oligochètes	(Lombricidae)												
<b>Effectif des échantillons</b>		<b>374</b>	<b>12</b>		<b>19</b>	<b>29</b>	<b>26</b>	<b>111</b>	<b>37</b>	<b>102</b>	<b>29</b>	<b>48</b>	<b>6</b>

Effectif total de la station	793
Variété totale	18
Classe de variété	6
Groupe indicateur	7
IBGN	12
Classe de qualité	<b>Passable</b>

**Tableau 18 : Relevé des macroinvertébrés benthique et classe de qualité des eaux de Mehta selon l'IBGN :**

Numéros des échantillons	station2/ MECHTA	04-02-2017		16-02-2017		06-03-2017		20-03-2017		10-04-2017		29-04-2017	
		Dominant	Marginal										
GI/ Taxons													
<b>Les insectes</b>													
Pléoptères	leuctridae						4						
	capniidae			11		2							
Trichoptères	Hydropsychidae	27											
	Nymphe												
Ephéméroptères	Ephemeridae												
	EphemereIIDae												
	Baetidae	17							1				
	Caenidae	3											
	leptephlebidae									20			
	Heptagenidae	12						2					
Diptères	Chironomidae	5		12	10							5	12
	Tipulidae			1									
	Athericidae												
	Ceratopogonidae									1			
	Tabanidae								1				
	<b>Simuliidae</b>	<b>28</b>	<b>3</b>	9	82	32	44	39	131			4	30
	larve						4						
	Nymphe	2											
	Dididae												
	Psychodidae												
Coléoptères													
	Dityscidae	1		1				1					
	carabidae					1							
	halplidae						1						
	hydrophilidae										1		
	Gerridae												
Odonates													
	Zygotère*								1				1
	Anisoptère*	2						1					
	gomphidae												
Hétéroptères	Nepidae												
	Hydrometridae												1
	Geridae												
	corixidae												
Crustacés	Gammaridae												
	Daphnidae												18
Décapodes	Atyidae	4											
Mollusques	Physidae											32	25
	Planorbidae	2					1				3		
	Lymnaeidae												
	Bivalves												
Nématodes	VERS	7											
Achètes	Hirudinae(Sangsue)					1	2						
Oligochètes	(Lombriidae)												
<b>Effectif des échantillons</b>		<b>110</b>	<b>3</b>	<b>34</b>	93	37	54	43	134	21	13	62	58

Effectif total de la station	662
Variété totale	25
Classe de variété	8
Groupe indicateur	7
IBGN	14
Classe de qualité	<b>Bonne</b>

**Tableau 19: Relevé des macroinvertébrés benthique et classe de qualité des eaux de Boukamouza selon l'IBGN :**

station3/ BOUKAMOU	04-02-2017		16-02-2017		06-03-2017		20-03-2017		10-04-2017		29-04-2017		
Numéros des échantillons	Dominant	Marginal	Dominant	Marginal	Dominant	Marginal	Dominant	Marginal	Dominant	Marginal	Dominant	Marginal	
GI/ Taxons													
<b>Les insectes</b>													
Pléocoptères													
	capniidae												
Trichoptères	Hydropsychidae	29			146	3		89		3		49	9
	Nymphe												
	hydroptilidae									1			
Ephéméroptères	Ephemeridae												
	Ephemereilidae												
	Baetidae	61	36	1	29	7		2			1	11	
	Caenidae	4	4	1	5	1	84	1					
	leptophlebidae											2	
	Heptagenidae	29		1			66	44	7				
Diptères	Chironomidae		8	1	3					2		8	3
	Tipulidae												
	Athericidae												
	Ceratopogonidae												
	Tabanidae												
	<b>Simuliidae</b>	<b>41</b>			1						2		
	larve												
	Nymphe												
	Dixidae												1
	Thaumaleidae												1
	Psychodidae												
Coléoptères													
	Dityscidae												
	hydrophilidae									2			
	Gerridae												
Odonates													
	Zygoptère*				2								
	Anisoptère*					1				1		2	
	gomphidae			1	1								
Hétéroptères	Nepidae												
	notonectidae												
	Geridae												1
	corixidae												
Crustacés	Gammaridae												
	Ostracode												
Décapodes	Atyidae	5	2	12	37		5	9				3	1
Mollusques	Physidae												
	Planorbidae					1							
	Lymnaeidae												
	hydrobiidae										1		
	Bivalves	1											
Nématodes	VERS	2	1										
Achètes	Hirudinae(Sangsue)												
Oligochètes	(Lombricidae)												
<b>Effectif des échantillons</b>		<b>172</b>	<b>51</b>	<b>17</b>	<b>224</b>	<b>79</b>	<b>133</b>	<b>108</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>73</b>	<b>16</b>

Effectif total de la station	888
Variété totale	19
Classe de variété	6
Groupe indicateur	5
IBGN	10
Classe de qualité	<b>Passable</b>

**Tableau 20: Relevé des macroinvertébrés benthique et classe de qualité des eaux de Zimba selon l'IBGN**

Numéros des échantillons	station4/ZIMBA	04-02-2017		16-02-2017		06-03-2017		20-03-2017		10-04-2017		#####	
		Dominant	Marginal	Dominant	Marginal	Dominant	Marginal	Dominant	Marginal	Dominant	Marginal	Dominant	Marginal
GI/ Taxons													
<b>Les insectes</b>													
Plécoptères													
	capniidae												
Trichoptères	Hydropsychidae		1					1					
	Nymphe												
Ephéméroptères	Ephemeridae												
	Ephemerellidae												
	caenidae												
	Baetidae			7				6				1	
	Heptagenidae							2					
Diptères	Chironomidae	14	21							5	5	4	59
	Tipulidae												
	Athericidae												
	Ceratopogonidae												
	Tabanidae												
	<b>Simuliidae</b>	1		1			3	2					
	larve												
	Nymphe		2										
	Psychodidae												
	culicidae							10					
	Dixidae	1		2									
Coléoptères	hydrophilidae			1				1					
	hydraenidae			1									
	Dityscidae												
	Gerridae												
Odonates													
	Zygoptère												
	Anisoptère												
	gompidae												
Hétéroptères	Nepidae												
	notonectidae												
	Geridae												
	corixidae												
Crustacés	Gammaridae												
	Ostracode												
Décapodes	Atyidae												
Mollusques	Physidae	4	29	20	5		2			1	5		
	Planorbidae	1					1	1					
	Lymnaeidae						1					1	
	Bivalves												
Nématodes	VERS												
Achètes	Hirudinae(Sangsue)	11	2	1	15	1				1			
Oligochètes	(Lombriidae)												
<b>Effectif des échantillons</b>		<b>32</b>	<b>55</b>	<b>33</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>59</b>

Effectif total de la station	253
Variété totale	13
Classe de variété	5
Groupe indicateur	2
IBGN	6
Classe de qualité	<b>Médiocre</b>

**Tableau 21 : Synthèse des résultats des quatre stations**

	Station(1) Meboudja	Station(2) Mechta	Station(3) Boukamouza	Station(4) Zimba
Effectif total de la station	793	662	888	253
Variété totale	18	25	19	13
Classe de variété	6	8	6	5
Groupe indicateur IBGN	7	7	5	2
Classe de qualité	Passable	Bonne	Passable	Médiocre

Ce tableau résume la qualité de l'eau des quatre stations: Les stations de l'oued Meboudja et Boukamouza enregistrent respectivement un indice biologique global normalisé de douze (12) et dix (10) donc des eaux de qualité passable ; Cependant la variété totale est plus grande au niveau de Boukamouza (19) qu'elle ne l'est à Meboudja (18). De plus, le groupe indicateur à Meboudja appartient à la famille des Leptophlebiidae (Ephéméroptères) qui sont assez sensibles à la pollution ; au contraire, à Boukamouza, c'est la famille des Heptageniidae (Ephéméroptères) qui constitue le groupe indicateur (cette famille est connue pour être tolérante à la pollution).

NB: Nous remarquons qu'il y a une incohérence de la présence des Leptophlebiidae à Meboudja sauf si elle est accidentelle, puisque cet affluent est un récepteur des rejets urbains des zones avoisinantes.

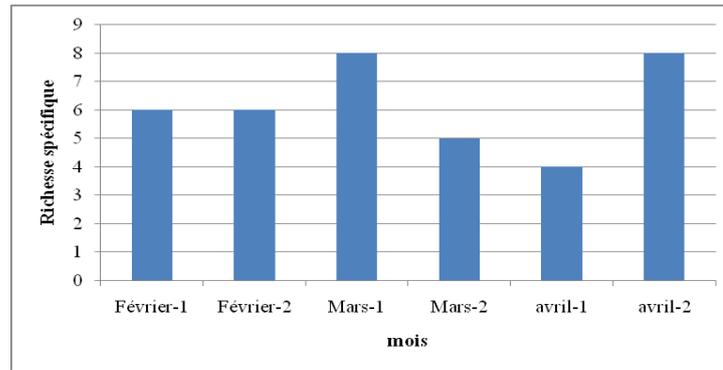
A Mechta, l'indice biologique global normalisé indique une valeur de 14 ce qui se traduit par des eaux de bonne qualité avec la famille des Leuctridae comme groupe indicateur.

. La station Zimba est caractérisée par des eaux de qualité médiocre, l'IBGN y est de six (6) avec les Baetidae comme groupe indicateur, cette famille est connue pour être tolérante à la pollution.

#### **4.2.5. La richesse spécifique de stations étudiées**

##### **❖ A l'Oued Meboudja**

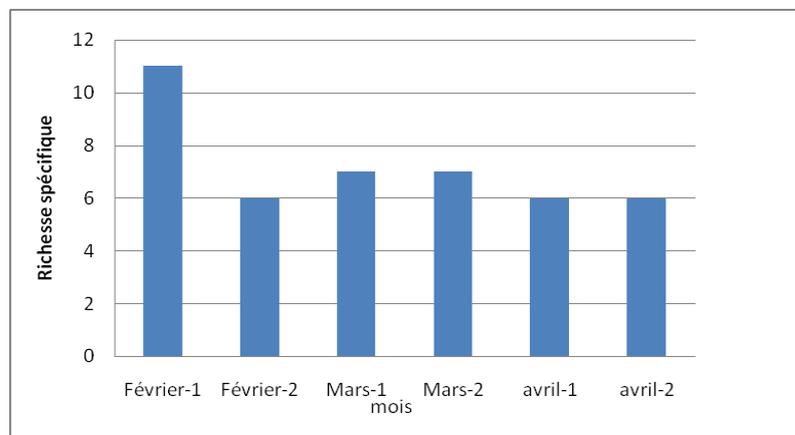
La richesse spécifique la plus basse est notée à la première quinzaine du mois d'avril (4), la richesse la plus élevée quant à elle, est notée aux mars-01 et avril-02 (8). ce qui peut être expliqué par les variations saisonnières de la température.



**Figure 49 : les variations mensuelles de la richesse spécifique à l'oued Meboudja**

❖ **A l'Oued Mechta**

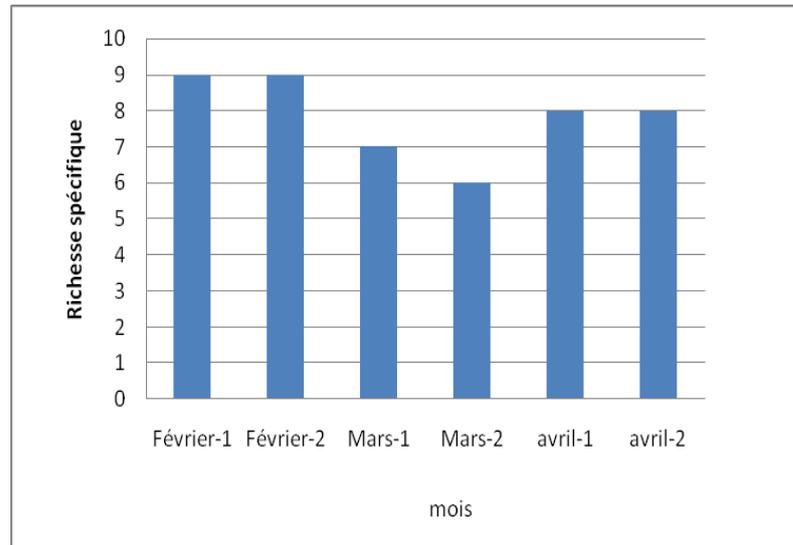
C'est au mois de février 01 que la richesse spécifique est la plus élevée (11) alors qu'elle tend à baisser considérablement pour atteindre six (6) espèces durant les mois de février 2, avril 1 et avril 2 sans doute à cause des fortes précipitations qu'à connue la région d'une part et le début de la période d'émergence.



**Figure 50 : les variations mensuelles de la richesse spécifique à l'oued Mechta.**

❖ **A l'Oued Boukamouza**

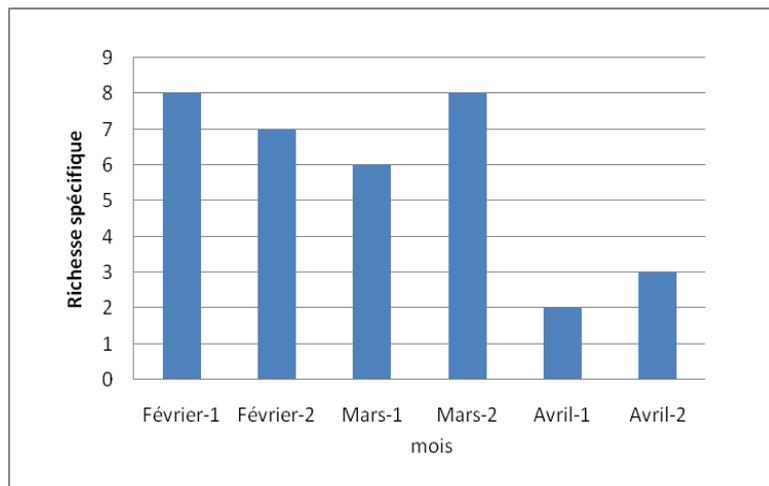
La richesse spécifique est maximale au mois de février avec neuf (9) espèces et est minimale en mars 2 avec six (6) espèces et connaît une de nouvelle hausse jusqu'à huit espèces en avril.



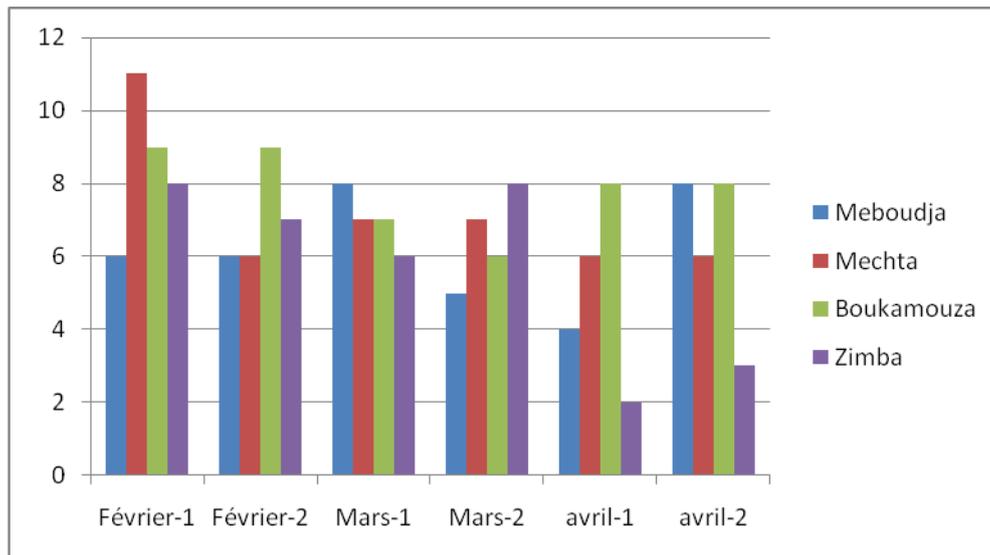
**Figure 51 : les variations mensuelles de la richesse spécifique à l'oued Boukamouza.**

❖ **A l'Oued Zimba**

La richesse spécifique oscille entre six (6) et huit (8) espèces durant les mois de mars et avril; puis, on assiste à une baisse de la richesse spécifique au mois d'avril deux (2) espèces seulement en avril 1 et trois (3) en avril 2 ce qui peut-être expliqué par les travaux effectués au sein du cours d'eau durant cette période.



**Figure 52 : les variations mensuelles de la richesse spécifique à l'oued Zimba.**



**Figure 53 : Richesse spécifique des stations d'étude pour chaque sortie.**

#### 4.2.6. L'indice de diversité de Shannon et d'équitabilité

##### A. Indice de Shannon

Cet indice permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu d'étude et donc d'observer une évolution au cours du temps.

##### B. Indice d'équitabilité

L'indice d'équitabilité mesure l'équilibre de peuplement ou l'équirépartition. Cet indice varie de 0 à 1. Il est maximal quand les taxons du peuplement ont des abondances identiques (équirépartition des individus dans les peuplements). Il tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur un seul taxon (dominance d'une seule espèce).

##### ❖ A Oued Meboudja

Dans la station de Meboudja, l'indice de Shannon montre une diversité maximale de 1.09 bits durant la première quinzaine du mois de février; Il chute à la deuxième quinzaine du même mois jusqu'à 0.13 bits et croître de nouveau à 0.78 bits et chuter encore jusqu'à 0.41 à la fin d'avril. L'équitabilité suit le même rythme avec un maximum de 1 en février 1 donc une équirépartition des familles, puis on assiste à une décroissance jusqu'à une valeur minimum de 0.12 où les effectifs ne sont plus représentés que par quelque taxons citons les Tipulidae, les Simuliidae et les Hydrophilidae. (Cf. Fig. 54).

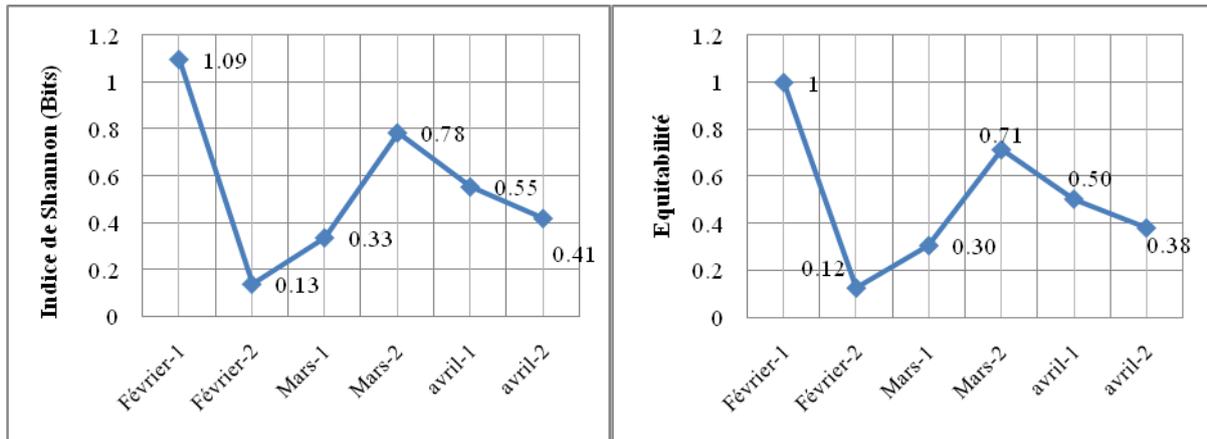


Figure 54 : Les variations mensuelles de l'indice de Shannon et d'équitabilité à l'oued Meboudja.

❖ A Oued Mechta

L'indice de Shannon débute par une valeur maximale de 0.9 au mois de février puis une décroissance notable dans la diversité jusqu'à 0.46 au mois de mars. Le mois de mars 2 connaît une légère augmentation de 0.63 bits puis une baisse en avril avec une valeur minimale de 0.31bits au début d'avril; par la suite le peuplement s'organise de nouveau pour atteindre la valeur de 0.78. L'équitabilité suit la même évolution que l'indice de Shannon (Cf. Fig. 55).

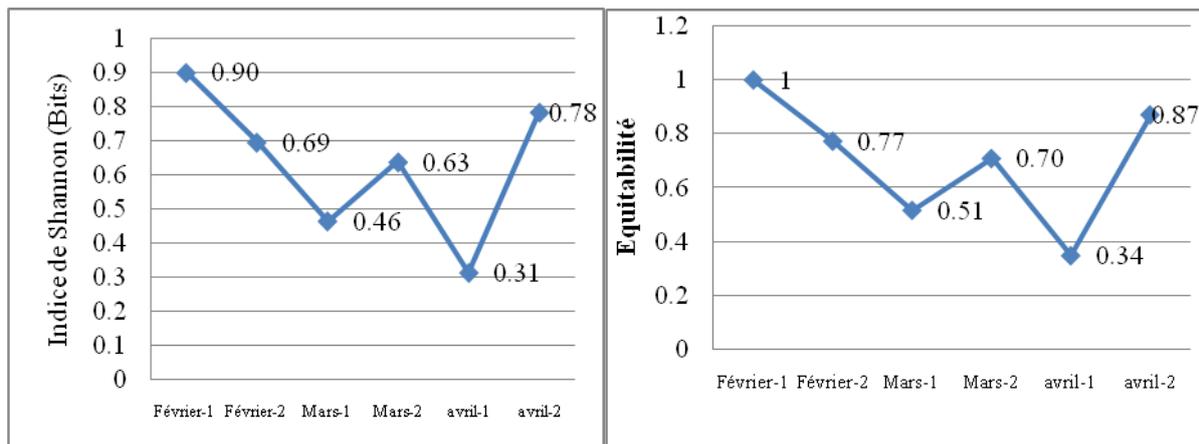


Figure 55 : Les variations mensuelles de l'indice de Shannon et d'équitabilité à Oued Mechta.

❖ A Oued Boukamouza

Dans la station de Boukamouza, il ya une stabilisation de l'indice de diversité de 1.17 à 1.2 qui connaît son maximum durant les deux premières sorties du mois de février, puis chute à une valeur de 0.13 au mois de avril puis croît de nouveau jusqu'à 0.5 au la fin d'avril. L'équitabilité suit la même tendance. (Cf. Fig 56)

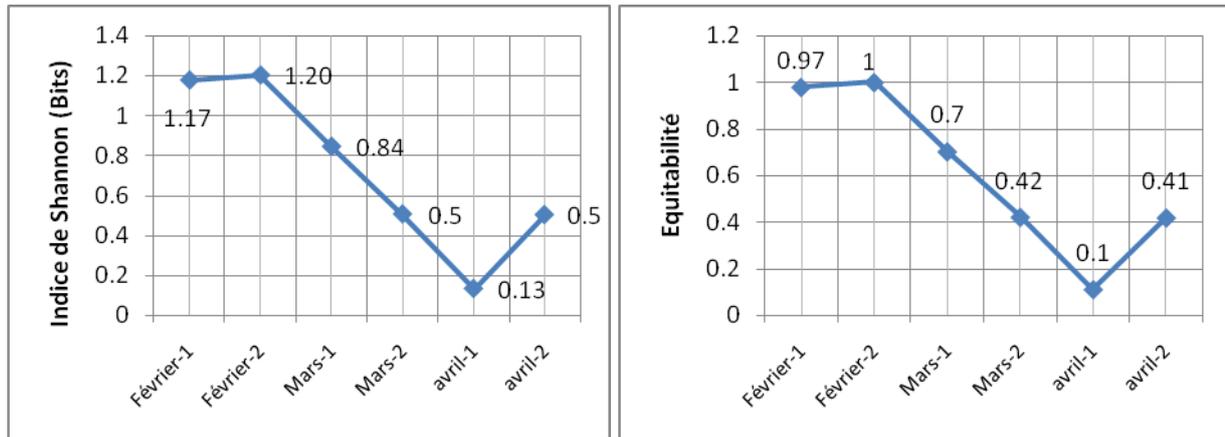


Figure 56 : Les variations mensuelles de l'indice de Shannon et d'équitabilité à Oued Boukamouza.

❖ A Oued Zimba

L'indice de Shannon est maximal au mois de février (1.12) puis sa valeur fluctue durant toute la période d'étude pour atteindre 0,56 à la fin du mois d'avril. L'équitabilité suit le même rythme.

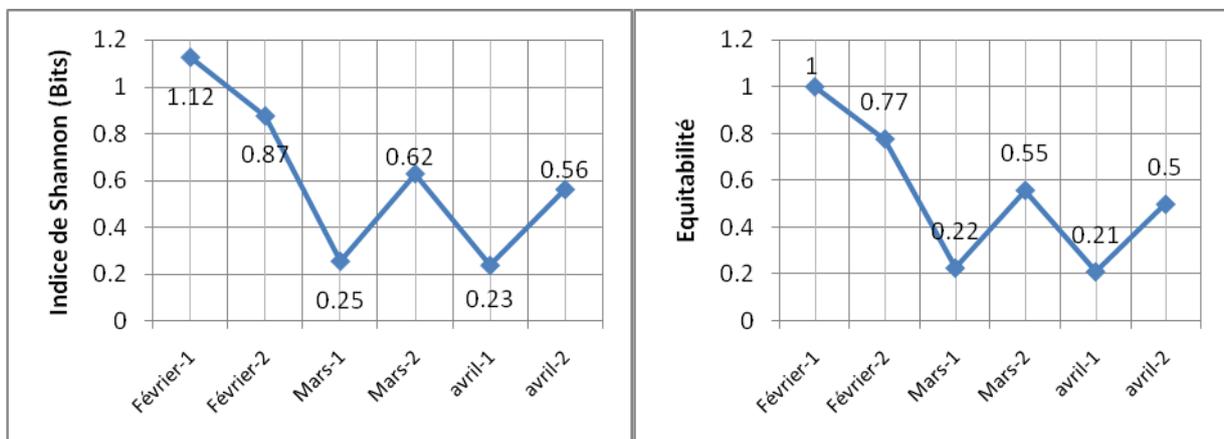


Figure 57 : Les variations mensuelles de l'indice de Shannon et d'équitabilité à Oued Zimba.

4.2.7. L'indice de similarité de Jaccard / Tanimoto

L'indice de similarité de Jaccard/Tanimoto permet de comparer les peuplements entre eux et juger de leur degré de similitude, il mesure les écarts selon un critère qualitatif (présence / absence de taxons) entre les peuplements des stations étudiées. Il varie de 0 à 1 et se calcule à l'aide de la formule suivante :

$I = N_c / (N_1 + N_2) - N_c$  ; avec  $N_c$  : nombre de taxons commun aux stations 1 et 2 et  $N_1$  et  $N_2$  : nombre de taxons présents respectivement aux stations 1 et 2. Il varie de 0 à 1.

**Tableau 22: Similarités entre les peuplements benthiques des stations d'étude  
(Jaccard/ Tanimoto).**

	Meboudja	Mechta	Boukamouza	Zimba
Meboudja	1			
Mechta	0,43	1		
Boukamouza	0,58	0,41	1	
Zimba	0,34	0,35	0,33	1

- ❖ Les stations S1-S3 possèdent l'indice la similarité le plus élevé 0,58, en effet elles se partagent 14 espèces
- ❖ Les stations S1-S2 et S2-S3 présentent une similarité proche de la moyenne avec respectivement des indices de 0,43 et 0,41 et en commun treize (13) espèces;
- ❖ Les stations S1- S4, S2-S4 et S3-S4 se partagent respectivement huit (8), dix (10) et huit (8) espèces et enregistrent des valeurs assez faibles de (0,34), (0,35) et (0,33) respectivement.

**NB:** Les stations Meboudja et Boukamouza ne sont pas situées sur le même cours d'eau, pourtant elles partagent un grand nombre d'espèces.

## 4.2.8. L'organisation des peuplements

### 4.2.8.1. La fréquence des familles

Les familles rares rencontrées une fois durant l'échantillonnage des stations sont représentées par un pourcentage de 16.66% telles que les familles des Caenidae à Mechta, les Leptophlebidae à Meboudja et Mechta et enfin les Heptagenidae à Zimba. Les familles moyennement communes par un pourcentage de 50% telles les Baetidae à Mechta et Meboudja. Les familles constantes sont représentées par 100% c'est le cas des Hydropsychidae et des Beatidae au niveau de la station de Boukamouza ; ces dernières sont considérées comme les plus tolérantes aux perturbations anthropiques durant toute la période d'étude.

La fréquence globale représente la fréquence des familles échantillonnées durant les vingt-quatre sorties. Nous remarquons que les familles rares sont les Leuctridae et les Daphnidae à Mechta, les Hydroptilidae à Boukamouza, les Culicidae à Zimba, les Glossiphonidae à Meboudja et enfin les Coléoptères tels que les Haplidae, les Helophoridae et à El Mechta.

#### 4.2.8.2. La phénologie globale

Nous avons noté que les familles ne sont pas toujours présentes durant toute la période d'étude.

- Les familles des Hydropsychodae, des Beatidae, des Chironomidae, des Simuliidae, des Physidae sont les familles échantillonnées durant toute la période d'étude de février à Avril. Ce sont des espèces ubiquistes.
- Les familles des Leuctridae, des Culicidae, des Carabidae, des Haliplidae et des Bivalves sont rares puisqu'elles ont été échantillonnées une seule fois durant toute la période d'étude.

#### 4.3. Etude comparative avec les travaux antérieurs

Nous avons essayé de comparer notre travail aux travaux des étudiants de l'année passée kouadria et zalani, Babes et Boughida (2016) dont les sites d'études étaient respectivement le sous bassin versant d'El Malleh (14-05) et la moyenne Seybouse (14-04).

- Nous partageons dix sept (17) familles: Les Hydropsychidae, les Caenidae, les Baetidae, les Heptagenidae, les Chironomidae, les Tipulidae, les Simuliidae, les Thaumaleidae, les Dityscidae, les Gerridae, les Zygoptère, les Anisoptère, les Physidae, les Planorbidae, les Lymnaeidae, les Nématodes et Lombricidae . Cela veut dire que ces familles sont communes aux trois sous-bassins versants.
- Quatre (4) familles sont communes dans les sous bassins de la moyenne Seybouse et nos stations de la basse Seybouse (Cas des Leptophlebidae, les Atyudae, les Dixidae et les Hirudinae). Deux familles seulement sont communes dans le bassin versant d'El Malleh et nos stations : Les Tabanidae et les Bivalves
- Notre travail a permis de répertorier et de mettre en évidence l'existence de onze (11) familles nouvelles par rapport aux autres travaux: Les Plécoptères, les Hydroptilidae, les Culicidae, les Hydrophilidae, les Hydraenidae, les Haliplidae, les Daphnidae, les Hydrobiidae et les Glossiphonidae.

**Tableau 23: La fréquence globale des familles dans les quatre stations d'étude**

Sites	Meboudja	Mechta	Boukamouza	Zimba	Fréquence global
<b>Nombres de Sorties</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>24</b>
<b>Espèces</b>					
Leuctridae		16.66%			<b>4.16%</b>
Capniidae		33.33%			<b>8.33%</b>
Hydropsychidae	16.66%	16.66%	100%	33.33%	<b>41.66</b>
Hydroptilidae			16.66%		<b>4.16</b>
Caenidae		16.66%	66.66%		<b>20.83%</b>
Baetidae	83.33%	33.33%	100%	50%	<b>66.66%</b>
Leptophlebiae	16.66%	16.66%	16.66%		<b>12.50%</b>
Heptagenidae		33.33%	66.66%	16.66%	<b>29.16%</b>
Chironomidae	83.33%	66.66%	66.66%	66.66%	<b>70.83</b>
Tipulidae	16.66%	16.66%			<b>8.33%</b>
Athericidae					
Ceratopogonidae	16.66%	16.66%			<b>8.33%</b>
Tabanidae	16.66%	16.66%			<b>8.33%</b>
Simuliidae	50%	100%	50%	66.66%	<b>66.66%</b>
Culicidae				16.66%	<b>4.16%</b>
Thaumaleidae			16.66%		<b>4.16%</b>
Dixidae			16.66%	33.33%	<b>12.50%</b>
Dityscidae	50%	50%			<b>25%</b>
Gerridae					
Hydrophilidae	16.66%	16.66%	16.66%	33.33%	<b>20.83%</b>
Hydraenidae	16.66%			16.66%	<b>8.33%</b>
Haliplidae		16.66%			<b>4.16%</b>
Helophoridae		16.66%			<b>4.16%</b>
Zygoptère*	16.66%	33.33%	16.66%		<b>16.66%</b>
Anisoptère*		33.33%	50%		<b>20.83%</b>
Gomphidae			16.66%		<b>4.16%</b>
Geridae			16.66%		<b>4.16%</b>
Atyidae		16.66%	83.33%		<b>25%</b>
Daphnia		16.66%			<b>4.16%</b>
Physidae	50%	16.66%		66.66%	<b>33.33%</b>
Planorbidae	16.66%	50%	16.66%	50%	<b>33.33%</b>
Hydrobiidae	16.66%		16.66%		<b>8.33%</b>
Lymnaeidae	16.66%			33.33%	<b>12.50%</b>
Bivalves			16.66%		<b>4.16%</b>
Nématodes	50%	16.66%	16.66%		<b>25%</b>
Hirudinae(sangsue)				66.66%	<b>16.66</b>
Glossiphonidae	16.66%				<b>4.16%</b>
Lombricidae		33.33%			<b>8.33%</b>

**Tableau 24 : La phénologie de la station de Meboudja.**

Relevés de station 1:	04-02-2017	16-02-2017	06-03-2017	20-03-2017	10-04-2017	29-04-2017
Hydropsychidae			—————			
Baetidae	—————	—————	—————	—————		—————
leptophlebiae						—————
Chironomidae	—————		—————	—————	—————	
NYPHÉ(Chironomidae)	—————		—————	—————		
Tipulidae						—————
Ceratopogonidae		—————				
Tabanidae	—————					
Simuliidae				—————	—————	—————
Nymphe(simulidae)		—————	—————	—————		
Dityscidae		—————	—————			—————
Hydrophilidae						—————
hydraenidae			—————			
Zygotère*		—————				
Physidae			—————	—————	—————	
Planorbidae			—————			
Lymnaeidae						—————
hydrobiidae	—————					
Nématodes	—————		—————		—————	
Glossiphonidae	—————					

**Tableau 25 : La phénologie de la station de Mechta.**

Relevés de station 2:	04-02-2017	16-02-2017	06-03-2017	20-03-2017	10-04-2017	29-04-2017
leuctridae			—————			
capniidae		—————				
Hydropsychidae	—————					
Baetidae	—————			—————		
Caenidae	—————					
leptophlebidae					—————	
Chironomidae	—————				—————	
Tipulidae		—————				
Ceratopogonidae					—————	
Tabanidae				—————		
Simuliidae	—————	—————	—————	—————	—————	—————
Nymphe(simuliidae)	—————					
Dityscidae	—————			—————		
haliplidae			—————			
Hydrophilidae					—————	
Zygoptère				—————		—————
Anisoptère	—————			—————		
Daphnidae						—————
Atyidae	—————					
Physidae						—————
Planorbidae	—————		—————		—————	
Nématodes	—————					
Lombricidae		—————				

**Tableau 26 : La phénologie de la station de Boukamouza :**

Relevés de station 3:	04-02-2017	16-02-2017	06-03-2017	20-03-2017	10-04-2017	29-04-2017
hydroptilidae					██████████	
Hydropsychidae	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
Baetidae	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
Caenidae	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
leptophlebidae					██████████	
Heptagenidae	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
Chironomidae	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
Simuliidae	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
Dixidae						██████████
Thaumaleidae						██████████
Hydrophilidae				██████████	██████████	██████████
Zygotère		██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
Anisoptère			██████████	██████████	██████████	██████████
gomphidae		██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
Geridae						██████████
Atyidae	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
Planorbidae			██████████	██████████	██████████	██████████
hydrobiidae					██████████	██████████
Bivalves	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
Nématodes	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████

**Tableau 27 : La phénologie de la station de Zimba :**

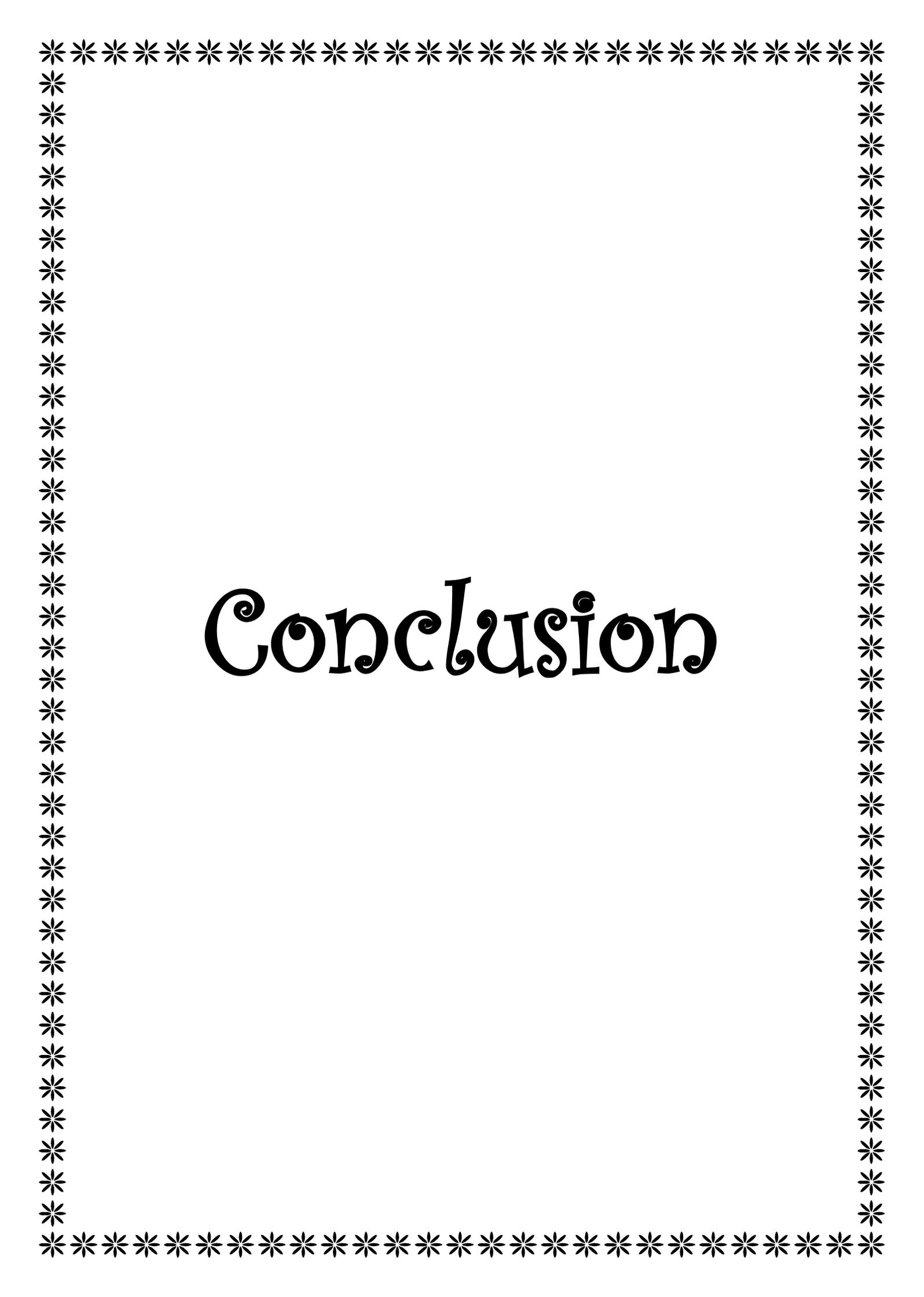
Relevés de station 4:	04-02-2017	16-02-2017	06-03-2017	20-03-2017	10-04-2017	29-04-2017
Hydropsychidae	██████████		██████████			
Baetidae		██████████		██████████		██████████
leptophlebiae				██████████		
Chironomidae	██████████			██████████	██████████	
Simuliidae	██████████	██████████	██████████	██████████		██████████
Nymphe(simuliidae)	██████████					
culicidae				██████████		
Dixidae	██████████	██████████				
hydraenidae		██████████				
Hydrophilidae		██████████		██████████		
Physidae	██████████	██████████	██████████		██████████	
Planorbidae	██████████		██████████	██████████		
Lymnaeidae			██████████			
Hirudinae(Sangsue)	██████████	██████████	██████████	██████████		██████████

Tableau 28 : La phénologie globale

Relevés des nos stations	04-02-2017	16-02-2017	06-03-2017	20-03-2017	10-04-2017	29-04-2017
leuctridae			—————			
capniidae		—————				
hydroptilidae		—————		—————		
Hydropsychidae						
Baetidae						
Caenidae					—————	
leptophlebiidae				—————		
Heptagenidae				—————		
Chironomidae						
NYPMPHE(Chronomidae)	—————		—————			
Tipulidae		—————				—————
Ceratopogonidae		—————			—————	
Tabanidae	—————			—————		
Simuliidae						
Nymphe(simulidae)				—————		
culicidae				—————		
Dixidae		—————				—————
Thaumaleidae						—————
Dityscidae				—————		—————
haliplidae			—————			
Hydrophilidae		—————		—————		
hydraenidae		—————				
Zygoptère		—————		—————		—————
Anisoptère	—————		—————			
Daphnidae						—————
Geridae						—————
Atyidae				—————		—————
Physidae						
Planorbidae	—————		—————	—————		
Lymnaeidae			—————			—————
hydrobiidae	—————				—————	
Nématodes	—————		—————		—————	
Glossiphonidae	—————					
Lombricidae		—————				
Bivalves	—————					
Hirudinae(Sangsue)				—————		—————

Tableau 29: Tableau comparatif avec les travaux antérieurs

2017(Maizi, Boukhalifa)	2016(2) (Babes, Boughida)	2016(1) (Kouadria, Zalani)
Baetidae	Baetidae	Baetidae
Caenidae	Caenidae	Caenidae
Heptageniidae	Heptageniidae	Heptageniidae
Chironomidae	Chironomidae	Chironomidae
Simuliidae	Simuliidae	Simuliidae
Tipulidae	Tipulidae	Tipulidae
Thaumaleidae	Thaumaleidae	Thaumaleidae
Hydropsychidae	Hydropsychidae	Hydropsychidae
Dytiscidae	Dytiscidae	Dytiscidae
Zygotère*	Zygotère*	Zygotère*
Anisoptère*	Anisoptère*	Anisoptère*
Gerridae	Gerridae	Gerridae
Gammaridae	Gammaridae	Gammaridae
Physidae	Physidae	Physidae
Planorbidae	Planorbidae	Planorbidae
Lymnaeidae	Lymnaeidae	Lymnaeidae
Lombricidae	Lombricidae	Lombricidae
Nématodes	Nématodes	Nématodes
Leptophlebiidae	Leptophlebiidae	Tabanidae
Atyidae	Atyidae	Bivalves
Dixidae	Dixidae	Epheméridae
Hirudinae	Hirudinae	Pertoperlidae
Tabanidae	Philopotamidae	Taeaioperygidae
Bivalves	Polycentropodidae	Empididae
Leuctridae	Potophlebiidae	Notonectidae
Capniidae	Ephemerellidae	Nepidae
Hydroptilidae	Stratonyidae	mesovliidae
Ceratopogonidae	Rhagionidae	potamoniidae
Culicidae	Psychodidae	macroures
Gerridae	Gyrinidae	
Hydrophilidae	Noteridae	
Hydraenidae	Elmidae	
Haliplidae	Notonectidae	
Carabidae	Nepidae	
Daphnidae	Mosovelidae	
Hydrobiidae		
Lymnaeidae		
Glossiphonidae		

A decorative border consisting of a repeating pattern of small, stylized asterisks or starburst shapes, arranged in a rectangular frame around the central text.

# Conclusion

## Conclusion

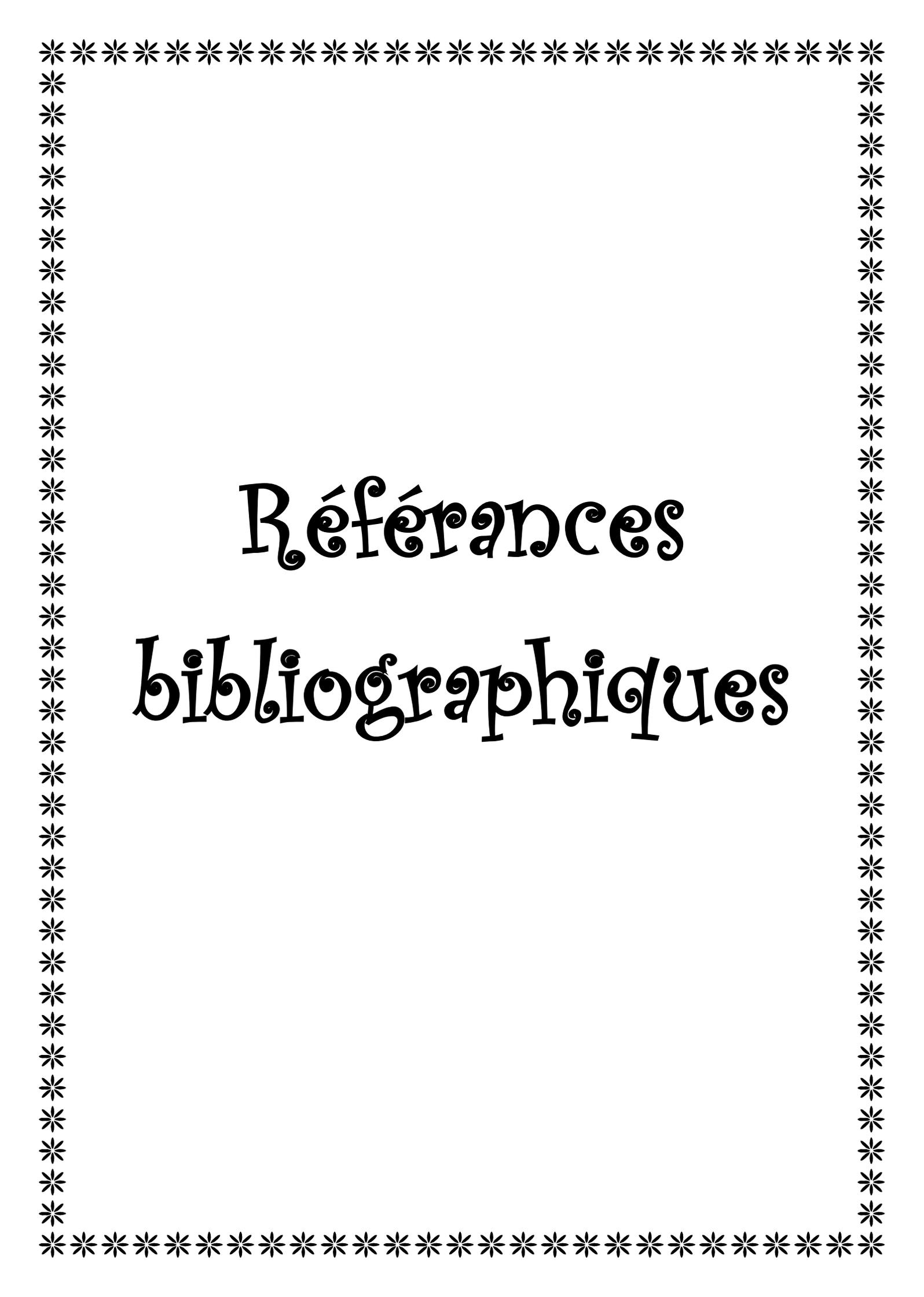
Dans cette étude, nous avons évalué l'intégrité écologique de l'oued Seybouse et son affluent, l'oued Zimba par l'application de l'approche biologique. Pour cela, nous avons échantillonné quatre stations situées sur l'oued Mechta, l'oued Meboudja, l'oued Boukamouza et l'oued zimba durant trois mois du 04/02/2017 au 29/04/2017. Nous avons mesuré plusieurs paramètres physico-chimiques *in situ* tels que la température de l'eau, l'oxygène dissous, la conductivité et la vitesse de l'eau.

L'analyse biologique des macroinvertébrés benthiques, nous a permis de recenser 2597 individus répartis en 39 taxa où les Insectes sont représentés par 2077 individus soit 79.9%, les Mollusques par 355 spécimens (13.6%), les Crustacés par 96 individus (3.6%), les Annélides par 37 spécimens (1.4%) et enfin les Nématodes par 32 individus soit (1.2%). Les insectes sont représentés par l'ordre des Diptères 949 individus, des Ephemeroptères 520 individus, des Trichoptères 359 individus, des Plécoptères 17 individus, les Coléoptères 18 individus, les Odonates 13 individus et Les Héteroptères 2 individus.

L'application de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) aux peuplements de macroinvertébrés de l'oued Seybouse nous a permis d'attribuer des classes de qualité à chaque station. Ces résultats sont résumés comme suit : les deux premières stations de l'oued Meboudja et l'oued Boukamouza sont de qualité passable avec des IBGN respectifs de 12 et 10. Les eaux de la station d'El Mechta sont de bonne qualité et enregistre un IBGN de 14. Enfin, la station de l'oued Zimba a une classe de qualité médiocre et un IBGN de 6.

Les différentes familles inventoriées devraient constituer le point de départ de suivi de ces cours d'eau. En effet l'utilisation des macroinvertébrés benthiques comme outil permettant la caractérisation de la qualité physico-chimique des cours d'eau, nécessite une étude plus poussée sur les certaines espèces dont la présence ou l'absence laisse présager une pollution ou une bonne santé écologique. La bioindication par l'usage des macroinvertébrés reste le meilleur moyen pour déceler les diverses perturbations des écosystèmes.

Si l'humanité persiste à mal gérer et à dégrader ces écosystèmes, ces derniers s'éteindront peu à peu. En effet, l'extinction des espèces d'eau menace les bases du développement durable de nos sociétés (Chouinard, 2010).

A decorative border of small black asterisks surrounds the text. The border is composed of a top row, a bottom row, and vertical columns on the left and right sides, all made of repeating asterisk symbols.

# Références bibliographiques

## Références bibliographiques

- ◆ Afafia, R et Khalfa, I. 2016. L'étude de l'Odonatofaune du bassin versant de la seybose. Mémoire de Master. Université de Guelma. 93p.
- ◆ Archaimbault, V et Dumont, B. 2010. Des outils pour surveiller la qualité des eaux par des organismes indicateurs. [En ligne]. P 73-39. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00490432/document>. 15-05-2017.
- ◆ (Anonyme. Eau & Rivières de Bretagne<<les Ephéméroptères>>. [En ligne].P3.<http://educatif.eau-et-rivieres.asso.fr/pdf/ephemeropteres.pdf>.
- ◆ Babes, I et Boughida, R. 2016. Cartographie et évaluation de l'intégrité écologique des eaux de l'oued Seybouse et ses affluents. Mémoire de Master. Université de Guelma. 156p.
- ◆ Bennour, S et Mekaoui,A. 2016, Mémoire de bassin versant de la moyenne Seybouse pollution des eaux de surface approche a qualitative et cartographique, Mémoire de master, université de guelma.138p.
- ◆ Boissonneault, Y . 2006. Le suivi écologique des rivières au québec:comparaison des bioindicateurs basés sur les invertébrés et les diatomées benthiques 150 p. Thèse université du Québec. [En ligne]. Disponible sur <http://depot-e.uqtr.ca/1664/1/030000409.pdf>. Consultée le 08/04/2017.
- ◆ Boukli, H. 2012. Bioécologie des Coléoptères (Arthropodes-Insectes) du marais salé de l'embouchure de la Tafna . [En ligne]. 142p. Disponible sur <http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/2235/1/these-boukli-hacene-samira.pdf>. Consultée le 08/05/2017.
- ◆ Bournaud, M., Keck, G., et Richoux, P. (1980). Les prélèvements de macroinvertébrés benthiques en tant que révélateurs de la physionomie d'une rivière. In *Annales de limnologie* (Vol. 16, No. 1, pp. 55-75). Station Biologique du lac d'Orédon.
- ◆ Corolla,J .Sohier,S Et Kupfer,M.1836. *Chironomidae (famille)* Newman. [En ligne]. Disponible sur <http://doris.ffessm.fr/ref/specie/2593>. Consulté le 30/4/2017.
- ◆ Fouzari, A . 2009. Contribution à l'étude des macro-invertébrés de l'oued Seybouse Diptera, Coleoptera et Gasteropoda. Mémoire de Magister .200p.

- ◆ Herrbach, E. 2010. Insects. [En ligne]. 157p Disponible sur <https://www7.inra.fr/opie-insectes/pdf/i157jourde.pdf>. Consulté le 08/05/2017.
  
- ◆ Hoarau, C et Hoareau, G. 1999. Bilan bibliographique de deux ordres de larves d'insectes aquatiques, les Ephéméroptères et les Trichoptères: systématique, écologie, biologie et répartition. [en ligne] p598. Disponible sur [http://www.eaureunion.fr/fileadmin/user\\_upload/Etudes/ETUDE\\_00529.PDF](http://www.eaureunion.fr/fileadmin/user_upload/Etudes/ETUDE_00529.PDF). Consulté le 08/04/2017.
  
- ◆ Kouadria A, Zalani S. 2016. contribution à l'étude de la biodiversité des cours d'eau du bassin versant de la seybouse, Mémoire de master, université de guelma. 135p.
  
- ◆ Manaranche. 22/05/2015. « ANNÉLIDES » In *Encyclopædia Universalis* [en ligne], <http://www.universalis.fr/encyclopedie/annelides/> . Page consultée le 1 mai 2017.
  
- ◆ Martinez, M. 08/26/13.[en ligne]. <http://123soleil.chez-alice.fr/pechemenuinsaqua.htm>. Consulté le 1 mai 2017
  
- ◆ Meziane, N. 2009. Contribution à l'étude des macroinvertébrés de l'oued Seybouse : Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera et Bivalva. Mémoire de Magister . Université 8 mai 1945. Guelma. 169p.
  
- ◆ Philippon, B. 1977. Les simuliidae. [En ligne]. 643-659. Disponible sur [http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_6/Idt/00580.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/Idt/00580.pdf). 08/05/2017.
  
- ◆ Pierre, C et Vincent, R. 2009. Les anophèles Biologie, transmission du *Plasmodium* et lutte anti vectorielle. [En ligne]. 402p . Disponible sur [http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/ed-09-10/010047862.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/ed-09-10/010047862.pdf). Consulté le 08/05/2017.
  
- ◆ Ruffoni, A. 09/10/2009. Bourgogne-Nature. [en ligne]. pp18-26 . DISPONIBLE sur [http://www.bourgogne-nature.fr/fichiers/bn-9-10-018-026\\_1405083078.pdf](http://www.bourgogne-nature.fr/fichiers/bn-9-10-018-026_1405083078.pdf). Consulté le 08/04/2017.

- ◆ Satha, H.2014. 2014. Evaluation de l'intégrité écologique des eaux de l'oued Seybouse. Mémoire de Master. Université de Guelma.111p.
- ◆ Tachet, H. Richoux, P. Bournaud, M et Usseglio-Polatera P. 2012. Invertébrés d'eau douce-Systématique, biologie, écologie. Editions CNRS, Paris. [En ligne]. Disponible sur <https://perso.univ-rennes1.fr/sebastien.dugravot/CM1%20J%20Russo.pdf>. Consulté le 5 mars 2017.

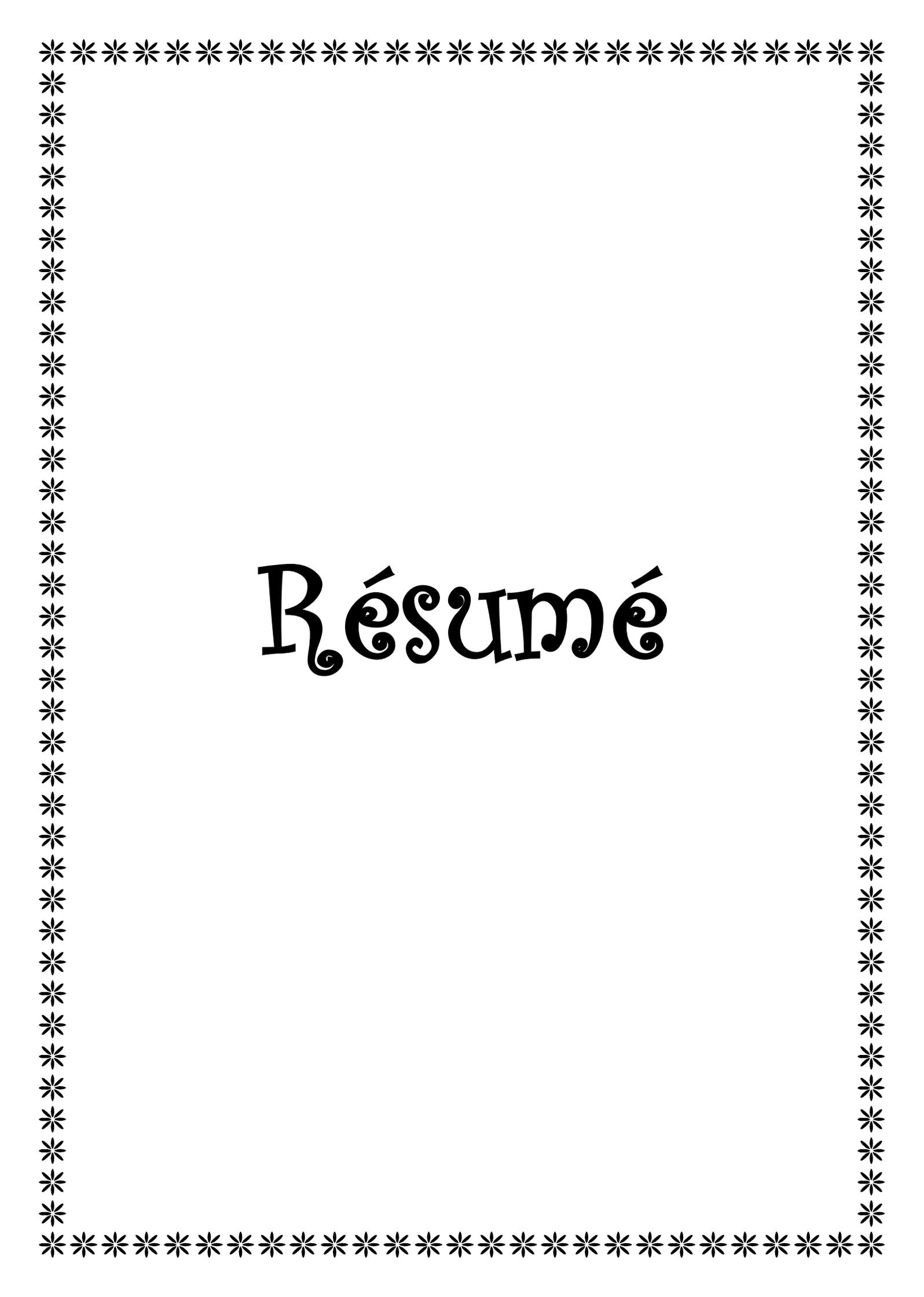
➤ **Site web :**

- (1) : <http://123soleil.chez-alice.fr/pechemenuinsaqua.htm>
- (2) : <http://atelierpeche.free.fr/3-Habitants/insectes.pdf#statusbar=0&toolbar=0&navpanes=0>
- (3) : [http://www.poitou-charentes-nature.asso.fr/IMG/pdf\\_Biologie\\_ecologie\\_extraits.pdf](http://www.poitou-charentes-nature.asso.fr/IMG/pdf_Biologie_ecologie_extraits.pdf)
- (4) : <http://educatif.eau-et-rivieres.asso.fr/pdf/trichopteres.pdf>
- (5) : <http://www.cosmovisions.com/hirudinees.htm#ZcuM2mbQoH7AAAtK1.99>
- (6) : [http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_6/Idt/00559.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/Idt/00559.pdf)
- (7) : <http://www.futura-sciences.com/planete/definitions/classification-vivant-mollusque-2331/>
- (8) : <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/crustac%C3%A9/20776>  
<https://www.aquaportail.com/definition-431-amphipode.html>
- (9) : <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/PetitBuffon/crustaces/amphipode/amphipodes.htm>
- (10) <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/oligoch%C3%A8te/55869#OiJO8wtKV0dPrxOu.99>
- (11) <http://fr.wikipedia.org/wiki/Phmettez>
- (12) <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00490432/document>

➤ **WEB PHOTO**

1. [http://www.chti-moucheur.com/\\_/rsrc/1364802649473/entomologie/les-plecopteres/anatomie%20pl%C3%A9copt%C3%A8re.jpg?height=200&width=153](http://www.chti-moucheur.com/_/rsrc/1364802649473/entomologie/les-plecopteres/anatomie%20pl%C3%A9copt%C3%A8re.jpg?height=200&width=153)
2. <http://www.imep-cnrs.com/gandouin/chiro%20photo/fig1.jpg>
3. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/ed/Vers\\_aquatiques.jpg/110px-Vers\\_aquatiques.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/ed/Vers_aquatiques.jpg/110px-Vers_aquatiques.jpg)

4. [https://thumb1.shutterstock.com/display\\_pic\\_with\\_logo/1768667/216664414/stock-vector-illustrations-of-edible-bivalves-cockle-clam-216664414.jpg](https://thumb1.shutterstock.com/display_pic_with_logo/1768667/216664414/stock-vector-illustrations-of-edible-bivalves-cockle-clam-216664414.jpg)
5. [http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_6/Idt/00580.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/Idt/00580.pdf)
6. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Trichopteres.jpg>
7. <http://www.cotebleue.org/bivalve.html>
8. <http://data-cache.abuledu.org/256/paire-de-bottes-en-caoutchouc-50fc1450.jpg>
9. <http://blog.babyloan.org/wp-content/uploads/2013/09/appareil-photo-numerique-9-millions-pixels-cmos-delx86pc.jpg>
10. <https://www.afcoltellerie.com/fra/resize300.asp?path=D:\home\195\afcoltellerie\cgi-bin\img\200012.jpg&width=325>
11. <http://www.hellopro.fr/images/produit-2/1/9/1/tamis-tout-inox-diame8tre-35-cm-20249191.jpg>
12. [https://www.aucomptoirdesflacons.com/images/Image/FL26\\_Flacon\\_verre\\_teinte\\_obus\\_100ml\\_1323428885.jpg](https://www.aucomptoirdesflacons.com/images/Image/FL26_Flacon_verre_teinte_obus_100ml_1323428885.jpg)
13. <http://www.moineau-instruments.com/149-thickbox/chronometre-2-temps-grand-affichage-trappe-de-pile.jpg>
14. <http://kmu-store.de/media/image/53/12/7d/5001.jpg>
15. [http://cdn2.canz.fr/345-large\\_default/masque-de-protection-anti-poussiere-de-bombes.jpg](http://cdn2.canz.fr/345-large_default/masque-de-protection-anti-poussiere-de-bombes.jpg)
16. [http://www.hanna-shop.com/images/pH-metre-etalonnage-en-2-points-219\\_1.jp](http://www.hanna-shop.com/images/pH-metre-etalonnage-en-2-points-219_1.jp)
17. <https://www.youlab.fr/blog/wp-content/uploads/2014/03/Pince-forte-1.jpg>
18. <http://www.desideespleinlatete.com/infomateriel/images/pinceaux%20dans%20pot12cm.jpg>
19. [https://galerie.alittlemercerie.com/galerie/product/110443/autres-perles-lot-de-5-flacons-tubes-en-plastique-635699-b13905a-1bfed\\_570x0.jpg](https://galerie.alittlemercerie.com/galerie/product/110443/autres-perles-lot-de-5-flacons-tubes-en-plastique-635699-b13905a-1bfed_570x0.jpg)
20. [www.cotebleue.org](http://www.cotebleue.org)



# Résumé

## Résumé

Notre étude qui a duré presque trois mois, nous a permis d'évaluer l'intégrité écologique des eaux de la Seybouse par la méthode biologique.

En effet, L'application de l'indice biologique global normalisé indique une classe de qualité passable à Meboudja et Boukamouza avec des valeurs respectives de 12 et 10. Pour l'oued Mechta, les eaux sont de bonne qualité avec un IBGN de 14. Enfin, 6 à Zimba dont les eaux ont une classe de qualité médiocre.

L'analyse des peuplements des macroinvertébrés a permis de recenser 2596 individus répartis en cinq classes : Les insectes avec les principaux ordres (Ephéméroptères, les Diptères, les Trichoptères, les Héteroptères et les Odonates) les crustacés, les Mollusques, les Nématodes et Annélides.

**Mots clés** : Intégrité écologique, Seybouse, macroinvertébrés, Indice biologique global normalisé (IBGN).

## **Abstract**

Our study, which lasted nearly three months, allowed us to evaluate the ecological integrity of the Seybouse waters by applying the biological approach.

Indeed, the application of the standardized global biological index indicates a fair quality class in both Meboudja and Boukamouza with respective values of 12 and 10. In Mechta wadi the quality class is good with an IBGN of 14. Finally 6 in Zimba whose waters are characterized by a poor quality class.

The macroinvertebrates analyzed 2596 individuals divided into five classes: Insects with main orders (Ephemeroptera, Diptera, Trichoptera, Heteroptera and Odonata), crustaceans, Molluscs, Nematodes and Annelids.

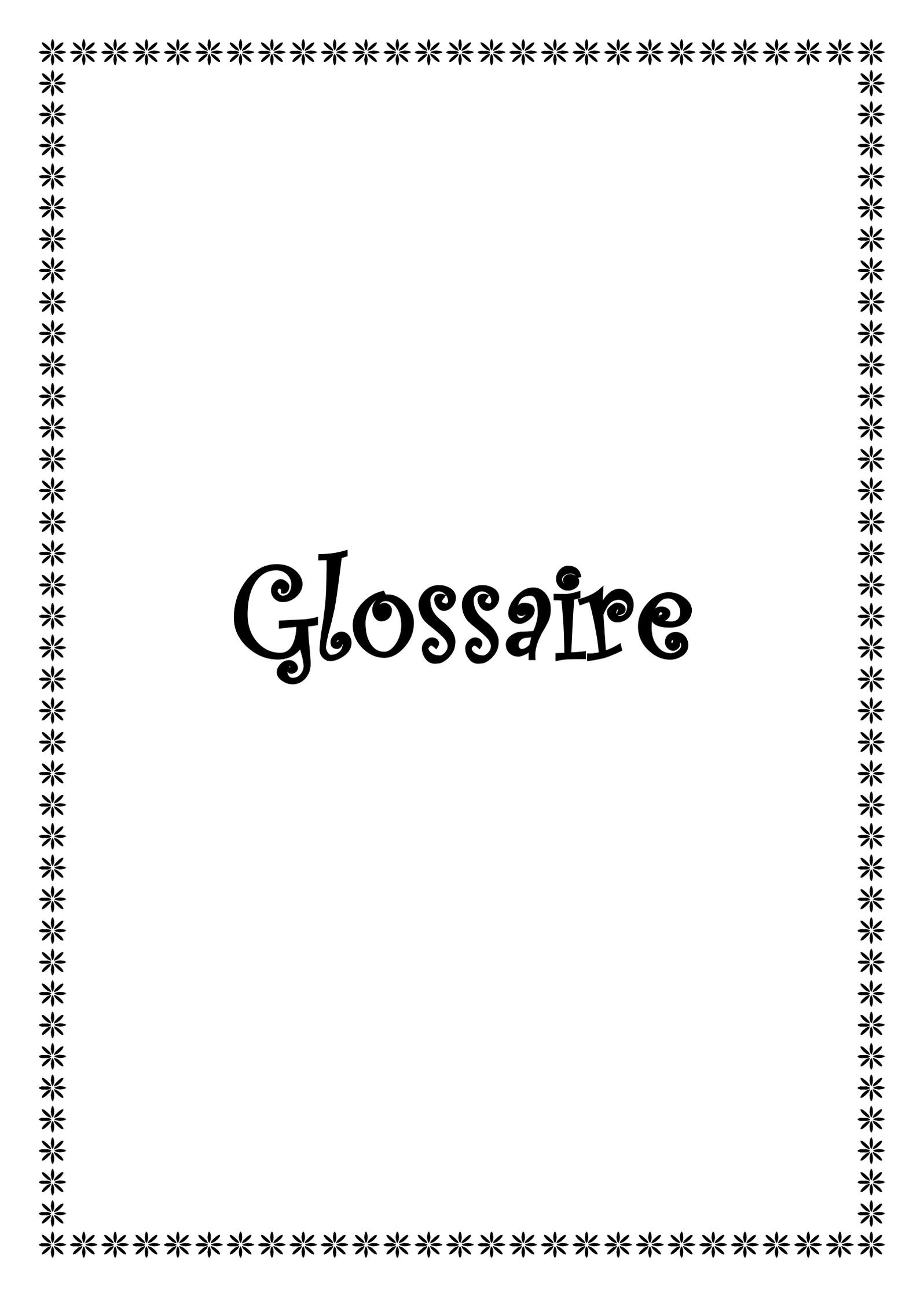
**Key words:** Ecological integrity, Seybouse, macroinvertebrates, Global standardized biological index (IBGN)

## الملخص

قمنا بدراسة بيئية للمياه واد سيبوس و فروعته خلال فترة دراستنا التي امتدت ثلاثة أشهر .  
بالنسبة للدراسة البيولوجية المكملة التي درسنا فيها اللافقاريات تحصلنا على 2596 فرد تنقسم إلى خمسة  
فئات (ذوات الجناحين، شعريات الأجنحة، متغايرات الأجنحة ويعسوبيات و المحار والرخويات والحلقيات  
والديدان افيميغوبتيغا )

تطبيق العامل البيولوجي الشامل المتفق عليه اثبت ان نوعية المياه من الجيدة إلى الرديئة مع تراوح  
المؤشر من 14 بواد المشتة و 12 بواد مبيوجة و واد بوكموزة 10 و رديئة في واد زمبة 6 .

**الكلمات المفتاحية :** النزاهة البيئية، مؤشرات التلوث، سيبوس و اللافقاريات.

A decorative border of small, black, eight-pointed asterisks surrounds the central text. The border is composed of a top row, a bottom row, and two vertical columns on the left and right sides, all connected at the corners.

# Glossaire

## Glossaire

- ✓ **Bio indicateur** : Organisme végétal ou animal qui fait l'objet de mesure permettant d'indiquer la présence ou les effets des polluants. Exemple : Lichens, truite, abeille. Les bioindicateurs sont des outils d'évaluation de la qualité de l'environnement.
- ✓ **Byssus** : Est un faisceau de filaments sécrétés par de nombreuses espèces de mollusques bivalves, qui fonctionnent pour attacher le mollusque à une surface solide.
- ✓ **Chaetogaster** : Est un genre appartenant aux vers segmentés (Annelida). Il est classé dans la famille Naididae (sous-famille Naidinae) dans l'ordre Oligochaeta.
- ✓ **Cyclorraphes** : Les Cyclorraphes est un taxon de rang indéterminé au sein de l'infra-ordre des Muscomorpha.
  
- ✓ **Dimorphisme** : Caractéristique de certains êtres vivants d'une même espèce à pouvoir prendre deux formes distinctes.
- ✓ **Eucéphales** : ayant une tête individualisée pour une larve
- ✓ **Filiforme** : Qui est mince, grêle comme un fil.
- ✓ **Glochidium** : Est un stade larvaire microscopique de certaines moules d'eau douce, des mollusques aquatiques bivalves dans les familles Unionidae et Margaritiferidae, les moules de la rivière et les moules de perles d'eau douce européennes.
- ✓ **Hermaphrodite**: Qui présente un hermaphrodisme, qui possède les organes reproducteurs des deux sexes, qu'il s'agisse d'un animal ou d'une plante.
  - **Exemple** : L'escargot est un animal hermaphrodite.
  - **Synonyme** : bisexué
- ✓ **Hématophage** : Se dit d'un animal qui se nourrit de sang
- ✓ **Holométaboles** : Les insectes holométaboles ont un cycle de vie complexe, ils passent de l'état de larve à celui de nymphe, puis d'adulte. La morphologie, la physiologie et le mode de vie des larves différent de celui des adultes .
- ✓ **Hypostome** : Un organe en forme de tige qui surgit à la base du bec dans divers acariens et tiques.
- ✓ **Imagos** : Insecte à l'émergence et immature
  
- ✓ **La larve** : Animale libre apparaissant à l'éclosion de l'œuf et présentant avec l'adulte de son espèce des différences importantes, tant par sa forme que par son régime alimentaire ou même son milieu.

- ✓ **Mécoptères** : Étymologiquement, le terme Mécoptère dérive de « mekos » signifiant « longueur » et de « pteron » signifiant « aile ». Il fait référence à la forme longue et étroite des ailes que possèdent les représentants du groupe.
- ✓ **Mue** : Renouvellement partiel ou total de la peau, des poils ou des plumes d'un animal sous l'influence de la croissance, de l'âge et des conditions du milieu.
- ✓ **Nymphe** : Développement intermédiaire entre larve et imago lors des mues de métamorphose des insectes holométaboles
- ✓ **Orthorrhaphes** : Le terme orthorrhaphes désigne des insectes diptères dont la puppe présente une fente d'exuviation droite.
- ✓ **Ptérygotes** : Nom d'une sous-classe comprenant presque tous les insectes dont la forme adulte porte des ailes ou des vestiges d'ailes
- ✓ **Le tentorium** (tentori pluriel) est un terme utilisé pour désigner le cadre des supports internes au sein d'un arthropode. Le tentorium est formé par des creux de l'exosquelette, appelés apophyses, qui se fondent de différentes manières pour fournir un support rigide aux muscles de la tête.
- ✓ **Tergite** : plaques de chitine ou sclérite situées sur l'abdomen
- ✓ **Zooperyphyton** : Indicateurs de qualité de l'eau

A decorative border of small black asterisks surrounds the page, forming a rectangular frame. The asterisks are arranged in a regular grid pattern along the top, bottom, and sides.

# Les annexes

**Calendrier des sorties**

<b>Sorties</b>	<b>Date</b>	<b>Durée</b>
<b>Première</b>	04-02-2017	8H – 14H
<b>Deuxième</b>	16-02-2017	8H – 14H
<b>Troisième</b>	06-03-2017	8H – 14H
<b>Quatrième</b>	20-03-2017	8H – 14H
<b>Cinquième</b>	10-04-2017	8H – 14H
<b>Sixième</b>	29-04-2017	8H – 14H

			Fiche technique		
Date:	heure:				
Nom de la station:	Numéro de la station:		Coordonnées géographiques de la station:		
		Latitude:	Longitude:	Elévation:	
Bassin versant:	Ville	Commune	Daira		
	Cours d'eau	Principal	Affluent		
Description de la station:	Végétation environnante: prendre des échantillons et constituer un herbier Ombrage/Ensoleillement: Substrat: Berge: Naturelle/Artificiel/Nue /Errodée ou non Occupation des sols à proximité de la station (côté droit et gauche à 50m):				
Anthropisation : (Modification du cours d'eau)	Prélèvement ou pompage irrigation): Présence de barrage Existence d'effluent domestique Existence d'effluent industriel Odeur de l'eau: Couleur de l'eau: Apparence de l'eau: apparition d'une pellicule huileuse, mousse.....				
Paramètres physiques	Largeur moyenne du lit de l'oued (m): Profondeur du lit (m) Surface échantillonnée (m <sup>2</sup> ): pH à mi profondeur Vitesse m/s				
Paramètres chimiques	Conductivité µs/cm Température de l'eau (°C) Turbidité (NTU): Aspect de l'eau: a) Transparente: b) Assez claire c) Relativement turbide d) Turbide				

## Les données climatiques

Tableau 1 : Températures moyennes (°C)

Années	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Annuel
2002	8.60	10.7	13	15.8	20	25.6	26.9	26.7	23.3	19.7	15.5	11.9	18.2
2003	10.10	9.1	12.3	15.6	19	26.6	29.7	29.7	23.5	21.2	14.6	10.1	18.5
2004	9.00	11.6	12.8	14.2	16.3	22.5	26.1	27.6	23.3	21.2	12.8	11.1	17.5
2005	7.70	7.8	12.4	15.5	20.2	24.7	27.3	25.7	23	20	14.8	9.8	17.5
2006	8.60	9.9	13.2	17.2	21.6	25.3	27.8	26.2	23.3	21.1	15.3	11.1	18.4
2007	10.20	11.6	11.4	15.4	18.9	24	26.9	26.8	23.2	19	12.6	9.7	17.5
2008	9.40	10	11.7	15.4	19.8	23	27.7	27.5	23.8	19.8	13.7	10.1	17.7
2009	10.00	9.9	11.8	13.8	19.9	23.9	28.5	27.5	22.5	18.2	14.2	12.8	18
2010	10.50	11.8	12.6	16.1	18	22.4	27.1	26.6	23	19.2	15	11.8	17.9
2011	10.00	9.6	12.5	16.4	19.1	22.7	26.8	27.3	24.2	18.6	15.2	10.8	17.8
2012	9.10	7.2	12.5	15.4	19.2	26.4	28.2	29.1	24	20.5	16	10.9	17.9
2013	9.80	9.1	13.9	15.6	18.2	21.9	27	26.2	23.4	22.3	14.4	10	17.7
2014	11.10	11.1	11.4	15.5	18.7	24.1	26.4	27.4	26.2	21.4	17.2	11.3	18.5
2015	10.10	9.2	12.7	15.5	20.1	24	28	28.1	24.3	20.3	14.6	10.4	18.1
2016	11.20	12.20	12.10	16.70	19.20	23.80	26.60	25.80	23.10	21.00	15.1	12.40	18.30
moy	15.69	10.05	12.42	24.97	19.21	24.06	27.34	27.21	23.61	20.23	14.7071429	10.9466667	17.97

Tableau 2 : Températures minimales (°C)

Années	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Annuel
2002	2.6	4.5	6.2	8.1	11.2	15.4	19	19.9	16.8	12.8	10.8	7.1	11.2
2003	5.6	4.2	5.7	9.1	11.8	17	20.8	20.9	17.9	16	9.3	5.4	12
2004	5.1	5.1	7.1	8.1	9.8	14.5	17.3	19.4	16.1	13.6	8.2	7.4	11
2005	2.8	3.4	6.7	9.7	11.3	16.3	18.9	18.1	16	13.4	9	5.3	10.9
2006	4.7	5	6	9.9	14.5	16.2	18.8	19.2	16	13.8	9.1	6.8	11.7
2007	4.4	6.1	6	9.8	10.9	16.7	17.2	18.5	17	14.3	7.4	5.3	11.2
2008	3.4	3.3	5.3	7.6	12.8	14.9	19.3	19.4	17.8	13.8	8.1	5.5	11
2009	5	5.2	5.6	8.4	11.9	14	18.9	19.3	16.7	12.9	8.7	7.5	11.4
2010	6	6.1	6.1	9.9	10.4	14	17.7	18.5	16.5	12.7	10.1	6.1	11.2
2011	5.2	4.5	6.5	9.3	11.4	14.5	18.6	18.2	17.2	12.8	10.6	6.1	11.3
2012	3.8	2.5	6	8.7	10.3	17	19.6	19.5	17.4	14.5	10.8	5.2	11.3
2013	4.7	4.1	7.9	8.7	10.9	16.7	18.2	18.4	18.7	15.6	10.2	4.9	11.6
2014	6.2	4.8	6.6	7.5	10.6	14.9	17.1	19.3	18.2	14.7	10.8	7.1	11.5
2015	5.1	5.1	6.9	7.5	11.5	11.5	18.2	20.1	18.4	14.9	10.1	3.7	11.4
2016	5.5	6.00	5.8	10.1	11	14.9	17.4	17.6	16.9	14.9	9.3	7.5	11.408333
moyenne	4.67	4.66	6.29	8.83	11.35	15.23	18.47	19.09	17.17	14.05	9.5	6.06	11.28

Tableau 3 : Températures maximales (°C):

Années	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Annuel
2002	16	18,5	20,4	23,8	28,7	35,2	35,1	35,1	30,8	28	20,5	17,5	25,8
2003	14,6	14,3	19,3	22,2	26,4	35,4	38,6	38,9	30,6	27,5	21,1	15,7	25,4
2004	15,9	18,9	19,4	20,7	23,3	30,4	35,1	37,2	31,5	30,6	18,5	15,5	24,8
2005	13,2	12,8	19,4	22,2	29,1	32,9	36,3	34,2	31,1	28,5	22,1	15,5	24,9
2006	13,6	15,6	21,1	25,1	29,7	34,8	36,6	34,5	32	30	22,8	17	26,1
2007	18,4	17,9	18,1	22	27,1	32,5	36,8	36,4	31,7	25,6	19,3	15,5	25,2
2008	17,5	18,2	19,2	23,8	28	31,4	36,7	37,1	31,9	27,7	20,6	15,9	25,7
2009	15,4	15	18,9	19,6	28	33	38,4	36,8	29,5	24,5	21,4	19,2	25,2
2010	16,2	18,4	20,5	23,1	25,8	31,1	36,6	36,1	31,2	27,6	20,8	18,6	25,5
2011	16,9	15,7	19,4	24,3	26,6	31,1	36	37,2	32,5	25,8	21,3	17,2	25,4
2012	15,5	13,1	20,1	22,6	28,4	36,2	37,2	39,6	32,3	27,9	23,1	17,8	26,2
2013	16,1	15,4	20,8	23,6	26	30,6	36,4	35	30,3	31,1	19,7	16,9	25,2
2014	17,2	18,8	16,9	24,4	27,3	33,3	35,6	36,8	35,1	29,6	25	16,4	26,4
2015	16,2	13,8	19	24,3	28,9	32,6	37,8	36,9	31,7	27,3	20,4	19,9	25,7
2016	18,8	19,4	19,4	24,4	27,8	32,8	36,40	35	30,7	28,8	22,6	18,4	26,21
Annuelle	16,1	16,39	19,46	23,07	27,41	32,89	36,64	36,45	31,53	28,03	21,28	17,13	25,53

Tableau 4 : Précipitations moyennes mensuelles

Années	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Annuel
2002	31,6	66,4	15,3	32,3	12,4	3,6	10,2	45,9	27,1	30,2	120,2	108,6	503,8
2003	238,3	104,6	19,9	187,6	41,9	0	0,0	0,2	72	48,6	25,1	200,3	938,5
2004	86,8	9,7	71,1	82,6	88,2	93,3	0,1	4,1	41,6	20,3	177,1	129,9	804,8
2005	69,8	97,5	64,3	85,7	5,3	19,4	3	5,3	11	17,4	17,1	145,2	541
2006	140,1	76,7	42,7	14,2	43	1,3	4,5	12,6	12,3	12,8	28,6	89,5	478,3
2007	33,5	43,7	215,9	94,4	17,4	28,3	3,5	0,8	63,9	84,2	64,7	72,7	723
2008	16,6	11,5	91,8	22,3	53,5	14,8	5,9	4,3	29,5	25,4	70,5	35,7	381,8
2009	160,4	67,1	98	134,2	88,9	0,3	7,9	49,3	140,3	58,7	22,6	62,6	890,3
2010	102,6	27,1	60,7	46,4	53,5	23,5	0,8	10	23,4	69,8	147,9	48,4	614,1
2011	30,3	148,5	78,6	42,1	62	29,5	1,2	1,3	18,6	178,3	40,5	80,1	711
2012	82,8	141,4	89	51,6	4,7	1,8	1,3	25,1	65,3	38,7	34,9	34,4	571
2013	90,7	107,9	64,9	42	14,5	1,2	6,2	54,8	54,1	34,2	122,6	37,5	630,6
2014	56,5	484	139,5	4,4	37	12,7	0,5	1,7	7,1	29,3	14,1	159,7	511,7
2015	131,1	152	94,9	3,7	28,4	2,2	4,7	18,5	41,3	75,1	115,9	0,8	668,6
2016	88,90	16,50	71,70	49,30	29,80	8,30	6,20	3,90	70,50	41,50	50,40	27,70	464,70
Moyenne	90,67	103,64	81,22	59,52	38,70	16,01	4,00	15,85	45,2	51,14	70,14666667	82,20666667	628,88

Tableau 5 : L'humidité relative (%) :

Année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2002	75.6	75	72.6	66	57.9	48.7	56.8	62.4	62.5	68.9	72.6	76.7
2003	76.5	75.7	73.7	75.1	72.4	56.7	49.4	47.4	69.8	67.8	73.3	75.6
2004	79.9	73.2	78.3	76.6	73.1	70.1	61.3	58.7	65.7	63	82	79.8
2005	80.4	78.7	76.8	76	67.8	62.8	58.5	61.1	69.4	74.4	68.5	79
2006	79.2	77	70.3	69.5	69.8	53.5	53.1	66	63.7	63.1	72.2	81.1
2007	78.4	76.3	80.3	78.8	71.2	66.9	55.9	58.2	67.4	78.7	78.9	80.1
2008	77.9	75.9	73.1	66.3	67.8	61.6	54.4	56.7	66.3	70	67.5	75.3
2009	78.9	71.4	73.1	77.6	72.8	56.9	52.7	60.5	75.8	76.5	76.8	75.5
2010	75.4	72.8	77.7	74.3	76.5	63.5	56.5	59.5	67.6	65.8	70.3	65
2011	79.9	77.3	74.4	72.1	69.8	68	58.1	54.3	67.2	75.4	76.5	79
2012	80.4	79.2	77.5	73.6	67	58.8	55.6	47.4	66.7	71.3	75.5	75.7
2013	76.5	73.8	70.9	72.2	68.6	58.4	59.6	62.4	73.7	69.4	73.2	81.1
2014	73	74.3	79	71	69.3	61.9	56.5	58.1	58.7	64.3	62.4	77.3
2015	74.4	75.9	73.3	71.8	67	59.4	57.3	61	67.4	71.5	81	79.4
2016	77.7	70.7	73.9	75.7	68.2	61.5	55.2	57.9	71.1	76.3	77.2	81.6
Moyenne	77.61	75.15	74.99	73.11	69.28	60.58	56.06	58.11	67.53	70.43	73.86	77.48

**1. Conductivité ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )**

Station \ Mois	févr/1	févr/2	mars/1	mars/2	avrl/1	avrl/2
Meboudja	1161	1056	1092	1273	1250	1428
Mechta	881	856	842	804	837	782
Boukamouza	1712	1644	1622	1613	2460	3100
Zimba	898	1813	1417	1459	1507	1513

**2. Température ( $^{\circ}\text{C}$ )**

Station \ Mois	févr/1	févr/2	mars/1	mars/2	avrl/1	avrl/2
Meboudja	12.1	12.5	13.4	12.6	16	16
Mechta	12.8	12.6	13.9	14.6	18.7	22.97
Boukamouza	12.7	14.3	16.4	18.7	19.2	20.5
Zimba	14.1	14.2	18.8	15.2	20.2	19.2

**3. Oxygène ( $\text{mg}/\text{l}$ )**

Station \ Mois	févr/1	févr/2	mars/1	mars/2	avrl/1	avrl/2
Meboudja	6.53	6.92	6.03	3.99	4.81	2.52
Mechta	8.34	8.24	8.43	9.08	7.09	3.39
Boukamouza	7.52	8.33	7.67	6.72	7.85	3.12
Zimba	6.53	7.5	5.51	7.05	1.85	2.52

**4. Oxygène (%)**

Station \ Mois	févr/1	févr/2	mars/1	mars/2	avrl/1	avrl/2
Meboudja	65.3	68	60.3	37.1	47.6	29.2
Mechta	83.4	82.4	86.3	92.6	77	35.2
Boukamouza	75.2	83.8	79.1	70.4	89	31.7
Zimba	65.3	75	50.9	73	21.9	27.3

**5. pH**

Station \ Mois		févr/1	févr/2	mars/1	mars/2	avrl/1	avrl/2
Meboudja	Meboudja	8.02	8.21	8.13	8.62	8.03	8.08
Mechta	Mechta	8.34	8.39	8.35	8.64	8.32	8.21
Boukamouza	Boukamouza	8.2	8.37	8.43	8.22	8.2	8.26
Zimba	Zimba	8.07	7.9	7.95	8.85	7.57	8.09

**6. Vitesse (cm/s) :**

	févr/1	févr/2	mars/1	mars/2	avrl/1	avrl/2
Meboudja	46	67	67	42	35	63
Mechta	51	41	34	55	25	21
Boukamouza	33	68	88	61	98	11
Zimba	57	63	21	12	22	20