

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 Environnement

Département: Ecologie et Génie de l'environnement

Thème

Initiation à l'identification des macroinvertébrés d'Oued Bouhamdane

Présenté par :

GHARBI Meriem

SERIDI Nor El Houda

Membre de jury :

Rouibi A

Baaloudj A

Atoussi S

Bouriach M

Président

Encadreur

Examineur

Co/encadreur

Université de Guelma

Université de Guelma

Université de Guelma

Université de Blida

Juin 2018

Remerciement

Tout d'abord de grand remerciement et plus sincère gratitude à notre encadreur Mme « Baaloudj Affef », Docteur en Ecologie et Environnement, Maitre de conférence Classe B, Laboratoire de recherche et de Conservation des Zones Humides. On la remercie chaleureusement pour sa direction de ce travail, le choix du thème ainsi que pour sa disponibilité, sa confiance, sa gentillesse, sa foi dans l'action, et son soutien scientifique et moral tout au long de notre travail.

On remercie particulièrement Docteur Mohammed Bouriach, Maitre-assistant à l'Université Saad DAHLEB, Blida, notre Co-encadreur pour sa disponibilité attentive, pour son soutien scientifique et moral, ainsi pour son suivi et encouragement tout au long de ce travail.

Vous représentez pour nous un exemple à suivre.

On remercie Monsieur le Docteur Rouibi de nous faire l'honneur de présider ce jury.

Nos remerciements à Monsieur le Docteur Atoussi, pour l'immense privilège qu'il nous fait en acceptant d'examiner ce travail.

Nos reconnaissances vont à toute l'équipe du Laboratoire pour leur aide, et leur encouragement.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à :

*A mes parents : ma mère « Fatiha » et mon père « Ammar »,
Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne
cessent de me combler, qui sont toujours sacrifiés pour me voir réussir,
Que Dieu leur procure bonne santé et longue vie,*

*A mon fiancé « Hamoudi », la source de mes efforts, la flamme de
mon cœur, ma vie et mon bonheur, mon soutien moral et source de joie,
que dieu le garde.*

Je t'adore.

*Ma petite sœur « Ghada », qui est présente dans tous mes moments
par son soutien moral et sa générosité. Je te souhaite un avenir plein
de joie, de bonheur, de réussite.*

Je t'aime tellement.

*A mes sœurs « Souad, Fatiha, Naima et Moufida », et mon frère
unique « Nabil », que Dieu protège toujours notre famille.*

Aux personnes que j'aime, et qui étaient toujours à mes côtés

*Je remercie dieu tout puissant de m'avoir donné le courage, la force,
et la patience d'achever ce travail.*

Gharbi Meriem.

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

Ma mère « Fatma », la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur, mon soutien moral et source de joie, celle qui s'est toujours sacrifiée pour me voir réussir, que dieu la garde.

Maman je t'adore.

Ma tante « Sihem », ma deuxième Maman, je la remercie du fond du cœur pour tout le soutien et l'amour qu'elle m'a porté depuis mon enfance.

Je t'aime tellement Sousou.

Ma grand-mère chérie « Mamie Malika », qui m'a accompagné par ses prières, sa douceur, sa générosité, puisse dieu lui prête longue vie et beaucoup de santé.

Mes oncles, et spécialement a « Samir, Rafik, Salim, Ghani, Rachid », pour leur soutien tout au long de mon travail.

Ma sœur d'une autre mère « Anfel », que Dieu protège toujours notre belle et grande amitié.

Aux personnes que j'aime, et qui étaient toujours à mes côtés, en particulier mes chéries :

Rahma, Dounia, Kenza

J'aurais tant aimé que mon Papa soit présent. Que Dieu ait son âme et l'accueille dans son vaste paradis.

Je remercie dieu tout puissant de m'avoir donné le courage, la force, et la patience d'achever ce travail.

SERIDI Nour El Houda.

Sommaire :

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumés

Introduction

Chapitre 1 : La biologie des macroinvertébrés

1. Définition des macroinvertébrés	3
2. Les macroinvertébrés comme bioindicateurs	3
3. Pourquoi étudier les macroinvertébrés benthiques ?	3
4. Les importants taxons des macroinvertébrés	5
4.1 Les Crustacés	5
4.2 Les Coléoptères	6
4.3 Les Diptères	8
4.4 Les Odonates	9
4.5 Les Hémiptères	11
4.6 Les Trichoptères	13
4.7 Les Annélides	14
4.8 Les Ephéméroptères	15
5. L'effet de la pollution sur les macroinvertébrés benthiques	17

Chapitre 2 : Description de la zone d'étude

1. Généralité	18
1.2 Les eaux courantes	18
1.3 Définition d'un Oued	18
1.4 Description générale de la Seybouse	18
2. Situation géographique et morphologique	19
2.1 Le bassin de Bouhamdane	21

2.2	Le réseau hydrographique	21
2.2.1	Climatologie	21
2.2.2	Température	23
2.2.3	Les précipitations	24
2.2.4	L'humidité	25
2.3	Synthèse climatique	26
2.3.1	Diagramme pluviothermique	26
2.3.2	Climagramme d'Emberger	27
2.4	Description du site d'étude « Oued Bouhamdane »	29

Chapitre 3 : Matériel et méthodes

1.	Matériel expérimental	33
1.1	Matériel de terrain	33
1.2	Matériel de laboratoire	35
2.	Méthodes	36
2.1	Choix des sites	36
2.2	Plan d'échantillonnage	36
2.3	Méthodes d'échantillonnages	37
2.4	Le tri des échantillons	38
2.5	Analyses des données	40
2.5.1	L'organisation d'un peuplement	40
2.5.1.1	L'abondance	40
2.5.1.2	La richesse spécifique S	40
2.5.1.3	Indice H' de Shannon-Weaver	40
2.5.1.4	L'Equitabilité	41

Chapitre 4 : Résultats et discussion

1.	Résultats	42
1.1.	Influence des variables abiotiques	42
1.1.1	La profondeur de l'eau	42
1.1.2	La conductivité	42

1.1.3	La température	42
1.1.4	Le pH	44
1.1.5	L'oxygène dissous	44
1.1.6	La salinité	44
1.2.	Analyse globale de la faune benthique	45
1.2.1.	Checklist des taxa faunistiques	45
1.2.2.	Analyse des taxons faunistiques récoltés	46
1.2.3.	Structure des communautés	49
1.2.3.1.	Richesse Spécifique	49
1.2.3.2.	L'abondance des macroinvertébrés	51
1.2.3.3.	La phénologie des taxa faunistiques au niveau de site.....	53
1.2.4.	Les indices de diversité	54
1.2.4.1.	Indice de Shannon	54
1.2.4.2.	Indice d'Equitabilité	55

Conclusion

Références bibliographiques

Annexe

Liste des figures :

Fig. 01 : Les Crustacés (les Gammares)	5
Fig. 02 : Les Coléoptères adulte et larves	7
Fig. 03 : Les Diptères (différentes formes de larves)	8
Fig. 04 : Larve des Zygoptères	10
Fig. 05 : Larve des Anisoptères	10
Fig. 06 : Les Hémiptères (adulte)	12
Fig. 07 : Les Trichoptères (larve)	13
Fig. 08 : Les Annélides (Oligochètes)	14
Fig. 09 : Les Ephéméroptères (larves)	16
Fig. 10 : Carte géographique de Bouhamdane	22
Fig. 11 : Localisation des stations d'études	22
Fig.12 : Courbe d'évaluation des températures moyennes mensuelles de la région (2002-2016)	23
Fig. 13 : Variation mensuelle des précipitations de la région (2002-20016)	24
Fig. 14 : Variation mensuelles de l'humidité de la région (2002-2016)	25
Fig. 15 : Le diagramme Ombropluviothermique de la région de Guelma durant la période (2002-2016)	26
Fig. 16 : Positionnement de la période sur le climagramme pluviothermique D'Emberger (1952)	28
Fig. 17, 18: Oued Bouhamdane (station A)	30
Fig. 19, 20: Oued Bouhamdane (station B).....	31
Fig. 21, 22: Oued Bouhamdane (station C)	32
Fig. 23 : Un Multiparamètre	34

Fig. 24 : Des épuisettes	34
Fig. 25 : Un GPS	34
Fig. 26 : Un Block note	34
Fig. 27 : Des flacons	34
Fig. 28 : Un appareil photo	34
Fig. 29 : Une loupe binoculaire	36
Fig. 30 : Matériel biologique	36
Fig. 31 : Des guides entomologique	36
Fig. 32 : Des flacons, des pinces, des boîtes de Pétrie, de L'alcool, des gants, du papier absorbant	36
Fig. 33 : La Prise des échantillons	39
Fig. 34 : Le tri et l'identification des échantillons	39
Fig. 35 : Les paramètres abiotiques	43
Fig. 36 : Répartition globale des invertébrés	46
Fig. 37 : Répartition globale des vertébrés	47
Fig. 28 : Répartitions globale des Arthropodes	47
Fig. 39 : Répartitions globale des Insectes	48
Fig. 40 : Variation temporelle de la richesse Spécifique des macroinvertébrés entre les trois stations du site d'étude	49
Fig. 41 : La richesse Spécifique des macroinvertébrés	50
Fig. 42 : L'abondance des macroinvertébrés dans la station A	51
Fig. 43 : L'abondance des macroinvertébrés dans la station B	51
Fig. 44 : L'abondance des macroinvertébrés dans la station C	52

Fig. 45 : La phénologie dans la station A	53
Fig. 46 : La phénologie dans la station B	53
Fig. 47 : La phénologie dans la station C	54
Fig. 48 : Variation spatiale de l'indice de Shannon des macroinvertébrés	55
Fig. 49 : Variation spatiale de l'indice d'équitabilité	55

Liste des tableaux :

Tableau 01 : Répartition des sous-bassins de la Seybouse	20
Tableau 02 : La température moyenne mensuelles de la région de Guelma pendant la période entre (2002-2016)	23
Tableau 03 : Les précipitations moyennes mensuelles de la région de Guelma dans la période entre (2002-2016)	24
Tableau 04 : L'humidité moyenne mensuelle de la région de Guelma dans la période entre (2002-2016)	25
Tableau 05 : Calcule du quotient pluviothermique de la station de Guelma	27
Tableau 06 : Liste des taxa faunistiques de Bouhamdane	45
Tableau 07 : Les indices de diversité	54

RÉSUMÉS

Résumé :

Notre étude a porté sur la détermination des macroinvertébrés et l'analyse de la qualité physico-chimique et biologique de l'eau d'Oued Bouhamdane.

Pour cet objectif, nous avons effectué une analyse physico-chimique et faunistique, durant une période comprise entre Décembre 2017 à Mai 2018, sur trois stations, pour évaluer la richesse spécifique de la zone étudiée.

Les résultats de notre étude, ont permis de déterminer un total de 16 taxons.

Mots clés : Macroinvertébrés, indice biologique, cours d'eaux, oued Bouhamdane.

Abstract:

Our study focused on the determination of macroinvertebrates and the analysis of the physico-chemical and biological quality of Oued Bouhamdane's water.

For this purpose, we carried out a physico-chemical and faunistic analysis during a period between December 2017 to May 2018, on three stations, to evaluate the specific richness of the studied area.

The results of our study concluded with a total of 16 taxa.

Key words: macroinvertebrates, biological index, watercourses, Oued Bouhamdane.

ملخص:

ركز بحثنا على دراسة اللافقاريات وتحليل الجودة الفيزيائية والكيميائية لمياه وادي بوحمدان، ولهذا الغرض أجرينا تحليلاً فيزيوكيميائياً وحيوياً خلال الفترة الممتدة ما بين ديسمبر 2017 إلى ماي 2018، في ثلاث محطات، لتقييم التنوع الحيوي للمنطقة المدروسة.

نتج عن هذه الدراسة تحديد 16 صنفاً.

الكلمات المفتاحية: اللافقاريات، مؤشر بيولوجي، مجرى مائي، وادي بوحمدان.

INTRODUCTION

Introduction :

Depuis le 19^{ème} siècle, les cours d'eau, particulièrement dans les pays industrialisés, sont gravement affectés par différents types de pollution (industrielle, urbaine et agricole). Dans plusieurs pays, des programmes de suivi de l'intégrité biologique des cours d'eau ont été mis sur pied pour évaluer la qualité des eaux de surface et l'état de santé des écosystèmes aquatiques. Ces programmes utilisent principalement les communautés des macroinvertébrés benthiques. Les cours d'eau de méditerranée sont caractérisés par une irrégularité des flux hydrologiques et des fluctuations brutales.

Le débit annuel est marqué par un maximum au printemps et en automne, et un faible niveau d'eau sévère en été (Giudicelli & al, 1985).

En Algérie, l'eau revêt un caractère stratégique de fait de sa rareté et d'un cycle perturbé et déséquilibré. Les organismes aquatiques qui peuplent ces milieux manifestent des préférences et des exigences vis-à-vis des différents facteurs biotiques et abiotiques : lorsqu'un changement survient dans un milieu, on constate des perturbations des communautés qui le peuplent (Ferguani & Arab, 2013).

Les zones humides du Nord Est algérien se caractérisent par :

- Une biodiversité faunistique et floristique importante (Samraoui & de Belair, 1997).
- Une grande diversité des milieux.

L'étude de la faune des macroinvertébrés benthiques des cours d'eau d'Algérie a été entreprise ces dernières décennies afin de dresser un inventaire aussi exhaustif que possible et d'avoir des connaissances sur leur systématique, leur écologie ainsi que leur biogéographie (Haouchine, 2011).

Les macroinvertébrés sont des bons bioindicateurs en raison de leur grande diversité et leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de l'habitat.

Ils forment une partie importante des écosystèmes des cours d'eau, ils servent de nourriture à plusieurs nombres de poissons, d'amphibiens et d'oiseaux (Moisan & al, 2010).

L'objectif de notre étude est :

- L'identification des macroinvertébrés des cours d'eau.
- La plupart des macroinvertébrés aquatiques seront identifiés au niveau de la famille.
- La connaissance de la diversité et l'abondance des Taxons est un élément important pour évaluer l'état de santé des cours d'eau.

Ce travail est composé de 4 chapitres plus l'introduction et la conclusion.

- Le 1^{er} chapitre est consacré à la biologie des macroinvertébrés.
- Le 2^{ème} chapitre est réservé à la description du site d'étude.
- Le 3^{ème} chapitre présente le Matériel et les Méthodes d'étude avec le plan d'échantillonnage.
- Le 4^{ème} chapitre est spécifique aux discussions des résultats.

CHAPITRE 1 :

LA BIOLOGIE ET

L'ÉCOLOGIE DES

MACROINVERTÉBRÉS

1. Définition :

Les macroinvertébrés benthiques sont des organismes qui vivent dans le fond d'un cours d'eau ou qui ne s'éloignent que de peu durant la majeure partie de leur vie.

Dépourvus de colonne vertébrale, ils sont visibles à l'œil nu. On retrouve dans cette catégorie les larves d'insectes aquatiques, quelques insectes aquatiques adultes, les crustacés, les mollusques et les vers. Les principaux ordres d'insectes aquatiques appartenant à cette catégorie d'organismes sont les suivants : Ephémères, Plécoptères, Trichoptères, Diptères, Coléoptères, Mégaloptères, Hémiptères, Odonates et Lépidoptères (Gagnon & Pedneau, 2006). Les insectes aquatiques représentent près de 95% de toutes les macroinvertébrés présentes en zone lotique (Lee & al, 2006).

2. Les macroinvertébrés comme bioindicateurs :

Le monitoring (ou suivi) des écosystèmes est défini comme étant la surveillance d'un écosystème en utilisant la réponse des organismes vivants pour déterminer si cet environnement est favorable à la survie des organismes (Cairns & Pratt, 1993). Les programmes de monitoring sont donc généralement utilisés pour mesurer la réponse et le rétablissement des communautés aquatiques à la suite de perturbations anthropiques (Beak & al., 1973), protéger la biodiversité et améliorer la compréhension des relations entre les composantes physiques, chimiques et biologiques d'un écosystème (Hershey & Lamberti, 2001). Les organismes bioindicateurs utilisés dans la plupart des programmes de suivi biologique (ou monitoring) sont les algues, les macroinvertébrés et les poissons.

3. Pourquoi étudier les macroinvertébrés benthiques ? :

Le suivi des macroinvertébrés benthiques est utile pour :

- Évaluer l'état de santé global des écosystèmes aquatiques.
- Suivre l'évolution de l'état de santé d'un cours d'eau au fil du temps.
- Évaluer et vérifier l'effet d'une source de pollution connue sur l'intégrité de l'écosystème.
- Évaluer les impacts des efforts de restauration (habitat et qualité de l'eau).

- Apporter un complément biologique au programme de surveillance de la qualité bactériologique et physicochimique des cours d'eau.
- Documenter la biodiversité des macroinvertébrés benthiques dans les cours d'eau [1].

Cette préférence pour les invertébrés est justifiée par les faits suivants :

- a. Ils sont relativement faciles à échantillonner et ne requièrent pour leur prélèvement ni matériel sophistiqué ni personnel important.
- b. Ils réagissent aux toxiques rapidement et différemment selon les espèces ; ils fournissent une réaction graduelle à des degrés d'agression différents (Boissonneault, 2006).
- c. Ils sont présents partout, abondants et relativement faciles à identifier. Sédentaires et ainsi représentatifs des conditions locales (Barbour & al, 1999).
- d. Ils constituent un groupe très diversifié comprenant des espèces de divers embranchements phylogénétiques, ce qui augmente la probabilité d'observer une réaction à un changement des conditions environnementales. Ils sont constitués d'un large éventail de niveaux trophiques et de tolérances à la pollution, fournissant une information solide pour l'interprétation des effets cumulatifs de l'exposition à la pollution (Barbour & al, 1999).
- e. Comme le benthos a été utilisé comme groupe indicateur dans plusieurs études appliquées du même genre, il devient possible d'utiliser des indices qui permettent d'évaluer les conditions biologiques d'un milieu et de les exprimer au moyen de coefficients numériques. Les comparaisons deviennent alors possibles.

4. Les importants taxons des macroinvertébrés :

4.1 Les Crustacés :

Arthropodes porteurs de deux paires d'antennes insérées respectivement sur les 2ème et les 3ème métamères, d'une paire de mandibules sur le 4ème métamère, respiration branchiale en général (sauf chez les formes terrestres comme les cloportes qui sont des isopodes) ; orifices génitaux ne s'ouvrant pas sur le dernier segment ; organes excréteurs de nature segmentaire (Fig. 01).

La larve caractéristique est le Nauplius. Les crustacés sont marins, dulçaquicoles ou terrestres (Grassé & al, 1970).

La classe des Crustacés comprend un très grand nombre d'espèces en milieu marin. En eau douce, 3 sous-classes correspondent à des macroinvertébrés :

A) Sous-classe des Branchiourses : tous ectoparasites de poissons, avec un unique genre (*Argulus*).

B) Sous-classe des Branchiopodes : avec plusieurs familles dans les représentants sont surtout présents en eau stagnantes et dans les mares temporaires ; un genre est présent en eau saumâtre.

C) Sous-classe des Malacostracés : correspondent à la sous-classe la plus importantes (diversité) avec des animaux de taille moyenne (Pérecarides) ou grande (Décapodes) (Tachet, 2013).

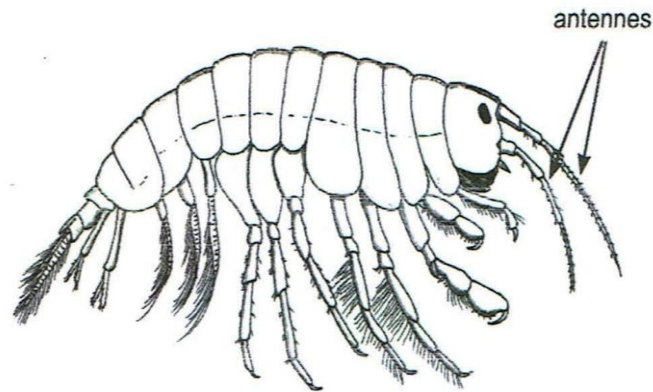


Fig. 01 : Les Crustacés (les gammares) (Moisan, 2010).

➤ **Classification :**

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Crustacea (Tachet, 2010).

4.2 Les Coléoptères :

Les Coléoptères constituent l'un des ordres les plus riches en espèces de la classe insectes. Ils sont holométaboles, c'est-à-dire qu'ils ont des métamorphoses complètes et passent au moins par 4 étapes : œuf, larve, nymphe et imago.

Les Coléoptères sont des insectes à deux paires d'ailes. Les antérieures sont repliées sous les ailes postérieures transformées en étuis protecteurs ou élytres. Appareil buccal de type broyeur (Chirouf & Moumene, 2015).

Les Coléoptères constituent en nombre d'espèces le principal ordre d'insectes. Ils sont connus depuis le Permien et représentent donc un des plus anciens ordres d'insectes holométaboles. La présence d'une première paire d'ailes transformées en élytres chez l'adulte constitue la principale originalité de l'ordre (Fig. 02).

Environ 15% des espèces peuvent être définies comme aquatiques. Nous ne considérons comme Coléoptères aquatiques que les Coléoptères ayant un (ou plusieurs) stade véritablement aquatique ; en conséquence, les Staphylinidae... (Tachet, 2013).

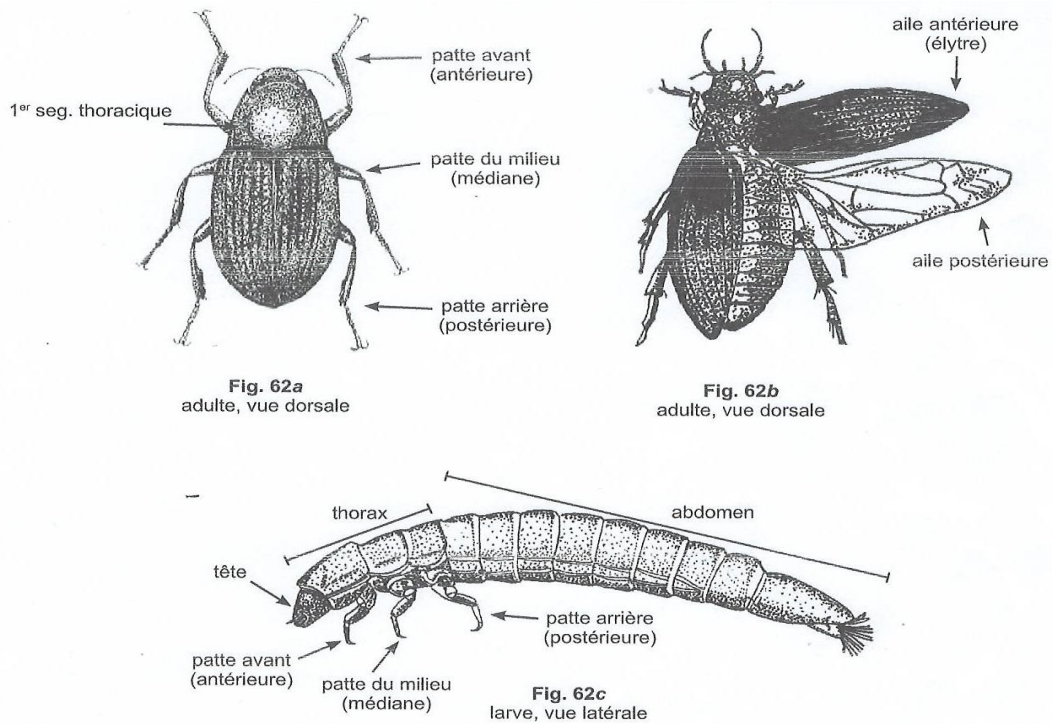


Fig. 02 : Les Coléoptères (adulte et larve) (Moisan, 2010).

➤ **Classification :**

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Hexapoda

Sous-classe : Pterygota

Ordre : Coléoptera.

4.3 Les Diptères :

Les Diptères (mouches) sont le deuxième ordre d'insectes les plus importants après les Coléoptères. La plupart des Diptères sont terrestres. Seules quelques familles sont adaptées à la vie aquatique aux stades larvaire et nymphal. Pour certaines familles, seuls quelques genres ou espèces le sont. Les larves des Diptères sont caractérisées par l'absence des pattes articulées.

Cette caractéristique est rare chez certaines larves de Coléoptères. Elles portent souvent des fausses pattes thoraciques et/ou abdominales.

Des protubérances, appelées bourrelets locomoteurs, peuvent également être présentes (Fig. 03).

La fin de l'abdomen peut porter des soies et /ou des appendices. La tête est soit distincte, soit indistincte. Des nymphes sont également présentes dans les cours d'eau. La nymphe est l'état intermédiaire entre la larve et l'adulte. Elle est reconnaissable à ses trois paires de pattes articulées accolées au corps et à son unique paire d'ailes. Elle peut être libre, dans une enveloppe souple fixée au substrat, ou enfermée dans une enveloppe dure. En milieu aquatique, la famille la plus importante est celle des Chironomidae, qui est considérée tolérante à la pollution. Les autres diptères ont une tolérance moyenne. De toutes les nymphes seules celles des Chironomidae seront identifiées à la famille (Chirouf & Moumene, 2015).

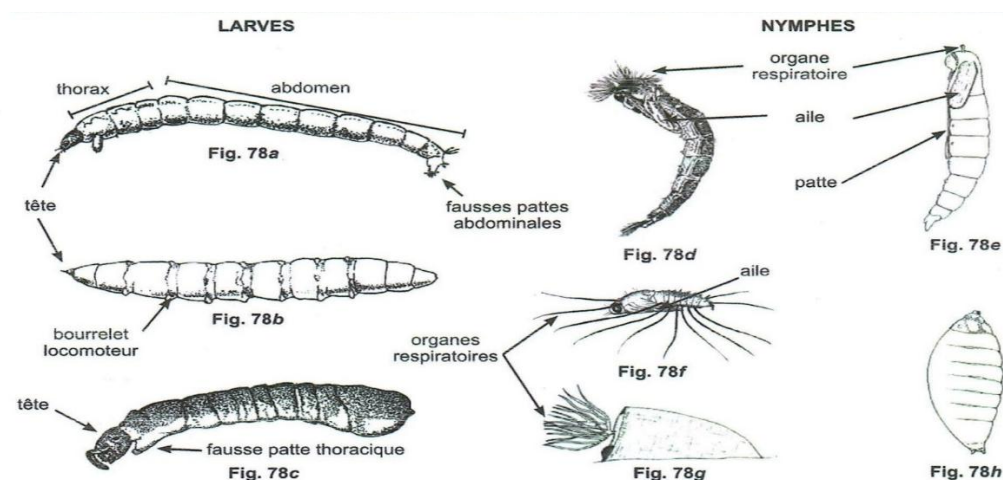


Fig. 03 : Les Diptères (différentes formes de larves) (Moisan, 2010).

➤ **Classification :**

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Pterygota

Ordre : Déptera (Tachet, 2010).

4.4 Les Odonates (les libellules) :

Les Odonates constituent un ordre d'insectes hémimétaboles à larves exclusivement aquatique. Ils sont paléontologiquement un peu plus récents que les Ephéméroptères. Ils sont connus depuis le Carbonifère, notamment par les gigantesques Méganisoptères.

C'est au permien qu'apparaissent les véritables Odonates avec trois sous-ordres : Zygoptères, Anisozygoptères et Anisoptères. Les seuls sous-ordres dominants aujourd'hui sont les Zygoptères et les Anisoptères. D'un point de vue phylogénétique, les Zygoptères sont plus primitifs que les Anisoptères (Tachet, 2013).

Leur principale caractéristique est indéniablement la lèvre inférieure (labium), qui est transformée en masque rétractable servant à capturer les proies.

Elles possèdent également de gros yeux. Elles préfèrent les eaux calmes et sont souvent associées à la végétation. Le bout de l'abdomen permet de différencier les deux sous-ordres.

Leur tolérance à la pollution est moyenne. Les spécimens qu'on ne peut classer dans un sous-ordre seront identifiés en tant qu'Odonate.

➤ **Zygoptères :**

- Corps allongé et abdomen étroit et cylindrique.
- Tête plus large que le corps.
- Trois branchies en forme de feuille à l'extrémité de l'abdomen.
- Communément appelés demoiselles (Fig. 04).

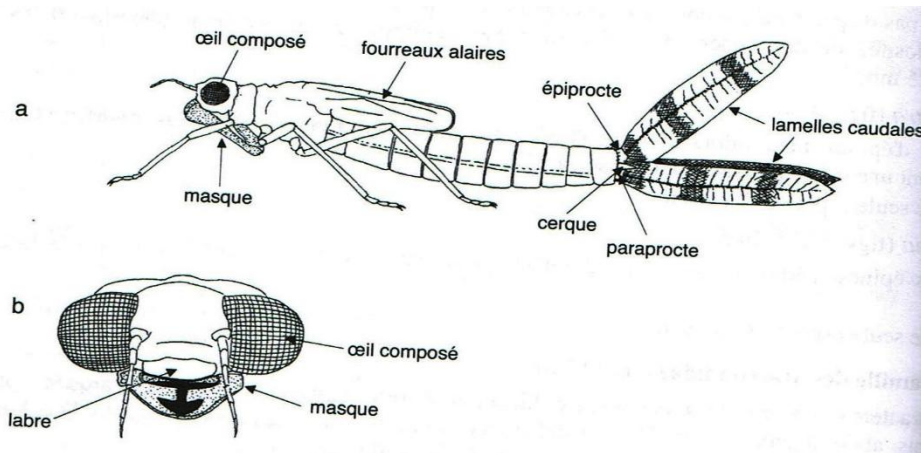


Fig. 04 : Larve des Zygoptères (Tachet, 2010).

➤ **Anisoptères :**

- Abdomen se terminant par cinq petites pointes triangulaires.
- Corps relativement massif (abdomen large).
- Tête habituellement plus étroite que le corps.
- Communément appelés libellules (Fig. 05).

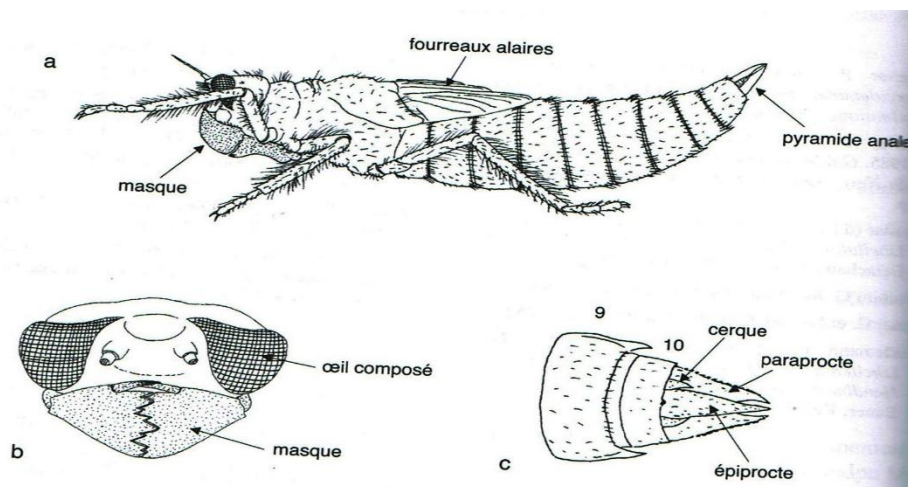


Fig. 05 : Larve des Anisoptères (Tachet, 2010).

➤ **Classification :**

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Pterygota

Ordre : Odonata.

4.5 Les Hémiptères :

Ce sont des insectes à métamorphose incomplète. Dans les habitats aquatiques ou semi-aquatiques, les Hémiptères peuvent se retrouver sous forme adultes ou larvaire. Les larves et les adultes sont presque identiques si ce n'est que les adultes sont habituellement ailés. Il existe cependant des Hémiptères adultes qui n'ont pas d'ailes. Les ailes, lorsqu'elles sont présentes, sont cornées à la base (vers l'avant) et membraneuses au bout. La forme de leur corps varie d'ovale à allongée. Les Hémiptères ne possèdent pas de branchies (Fig. 06).

Leur principale caractéristique est la modification de leur appareil buccal. Celui-ci est soit en forme de bec allongé (adapté à un régime liquide), soit en corne. Leur tolérance à la pollution est moyenne.

L'ordre comprend environ de 23000 espèces (Grassé & al, 1970).

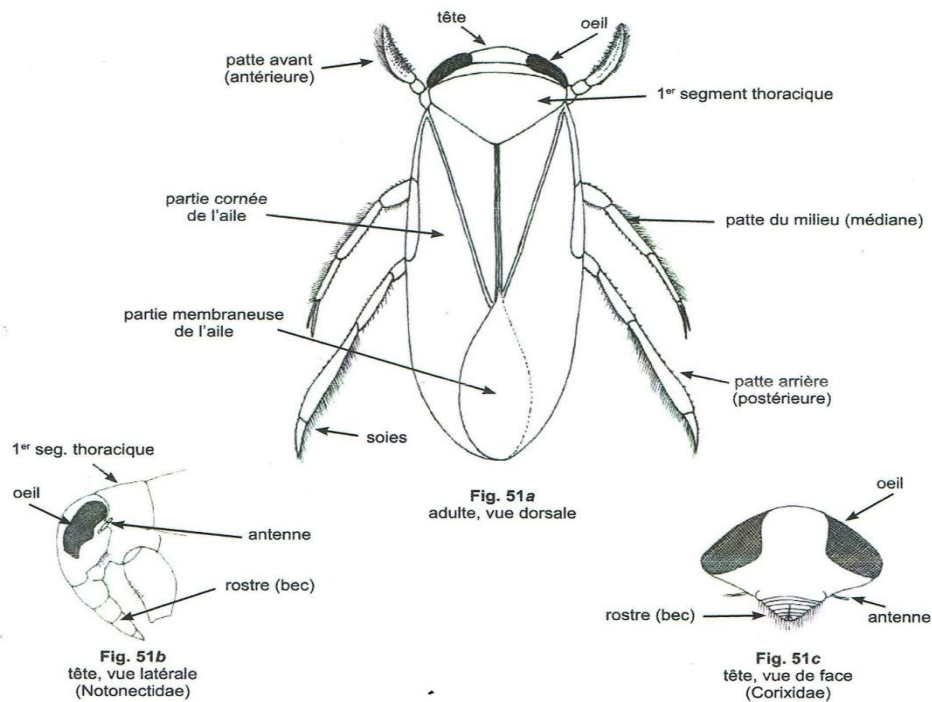


Fig. 06 : Les Hémiptères (adulte) (Moisan, 2010).

➤ **Classification :**

Règne : Animalia

Embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Ptérigota

Ordre : Hémiptera (Tachet, 2010).

4.6 Les Trichoptères (ou phryganes) :

Ce sont des insectes holométaboles à facies de papillons et sont hygrophiles et souvent lucifuges, beaucoup sont crépusculaires (Grassé & al, 1970).

Les larves et les nymphes sont aquatiques, à l'exception du *Limnephilidae Enoicyla* qui s'est secondairement adapté à la vie terrestre. C'est un ordre qui s'est différencié à la fin de l'ère primaire à partir d'un ancêtre commun notamment aux Lépidoptères et Mécoptères (Fig. 07).

Les premiers Trichoptères (*Philopotamidae*) sont connus depuis le Trias ; le groupe s'est surtout diversifié pendant le Jurassique et le Crétacé ; la plupart des familles actuellement connues, à l'exception de celle des *Limnephilidae* qui sont apparue au Tertiaire, étaient présentes au Crétacé. Au moins 105 genres (dont 34 pour la seule famille des *Limnephilidae*) sont présents en France lato sensu (Tachet, 2013).

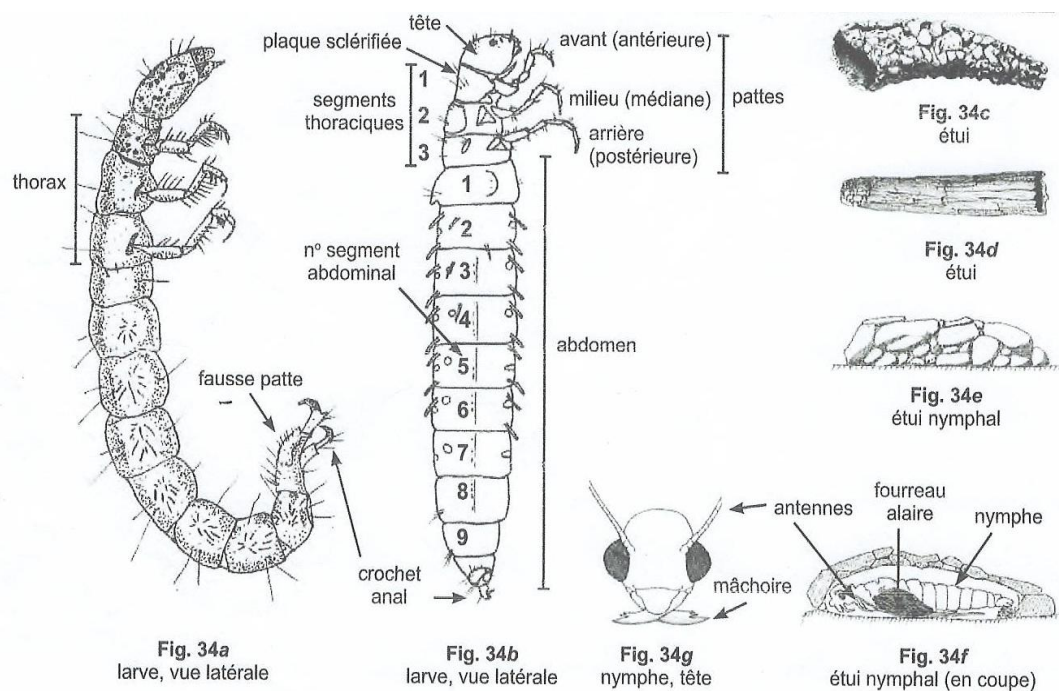


Fig. 07 : Les Trichoptères (larve) (Moisan, 2010).

➤ **Classification :**

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Pterygota

Ordre : Trichoptera.

4.7 Les Annélides :

Les Annélides, appelés encore vers polymères, ont un corps à symétrie bilatérale, divisé en segments successifs, ou métamères, par cloisons (dissépiments) (Grassé & al, 1970).

L'embranchement des Annélides rassemble des vers à sang rouge ; à corps très allongé, mou, et dont la peau, qui offre souvent des reflets irisée et divisée transversalement en un grand nombre d'anneaux (Boudour & Habiles, 2017).

L'embranchement des Annélides se subdivise en trois classes : les Polychètes (y compris les Archiannélides), les Oligochètes, les Hirudinées ou Sangsues (Grassé & al, 1970).

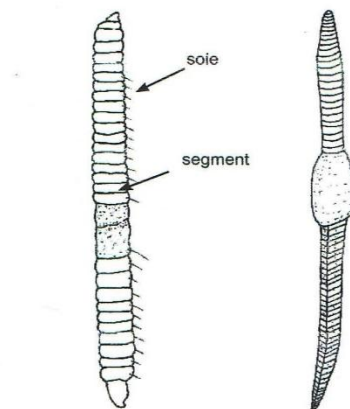


Fig. 08 : Les Annélides (Oligochètes) (Moisan, 2010).

- **Les Oligochètes :**

Corps mou, allongé et cylindrique composé de plusieurs segments similaires, les segments portant des soies mais en petit nombre, ils sont tolérants à la pollution (Fig. 06).

- **Classification :**

Règne : Animalia

Embranchement : Annelida

Classe : Oligochaeta (Douakha & Stiti, 2015).

- **Sangsues (Hirudinea) :**

Corps mou et aplati composé de segments, le corps est caractérisé par l'absence de soies et présence de deux ventouses situées sur les deux extrémités du corps, tolérants à la pollution.

- **Classification :**

Règne : Animalia

Embranchement : Annélida

Classe : Hirudinea (Douakha & Stiti, 2015).

4.8 Les Ephéméroptères :

Ce sont des insectes archaïques présentant des caractères primitifs. Leur métamorphose sont incomplètes (hémimétaboles) (Grassé & al, 1970).

Dont les larves sont exclusivement aquatiques. Celles-ci se caractérisent typiquement par la présence d'yeux composés, de trois (plus rarement deux) cerques multiarticulés, de pattes portant une seule griffe au tarse et de branchies abdominales (au moins chez les larves âgées) en position latérale ou latéro-dorsale (Tachet, 2013).

Les Ephémères sont à la base de la chaîne alimentaire, et y constituent un maillon de transformation de la matière végétale en matière animale. Ils sont la proie d'un grand nombre de prédateurs, consommant les larves comme les adultes (Fig. 09).

La plupart des espèces sont très sensibles à la pollution (Boudour & Habiles, 2017).

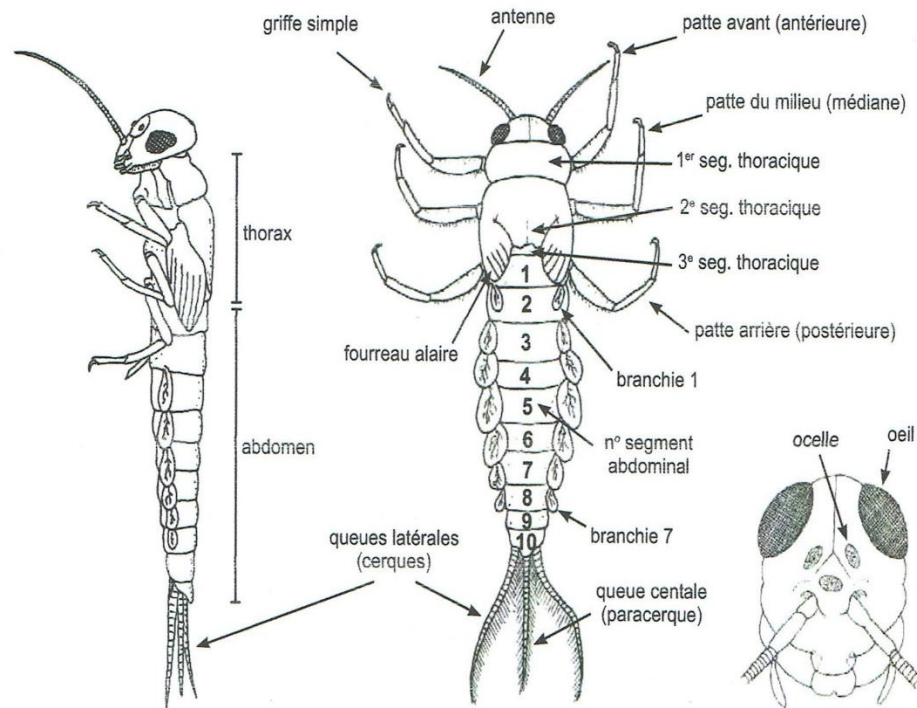


Fig. 09 : Les Ephéméroptères (larves) (Moisan, 2010).

➤ **Classification :**

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Pterygota

Ordre : Ephemeroptera (Douakha & Stiti, 2015).

5. l'effet de la pollution sur les macroinvertébrés benthiques :

La structure des communautés des macroinvertébrés benthique est souvent utilisée comme indicateur des effets de l'activité humaine sur les écosystèmes des cours d'eau, et pour fournir une foule d'informations sur la qualité de l'eau et de l'habitat. On peut les utiliser pour identifier plusieurs types de pollution, comme la pollution organique, métallique, de même que pour détecter une acidification du milieu.

Il est déjà bien connu que les plécoptères, les Trichoptères à fourreau et les Ephéméroptères sont les groupes les plus sensibles aux polluants. Ils ont besoin d'une eau bien oxygénée et peu polluée à une température assez fraîche (Boudour & Habiles, 2017).

Les macroinvertébrés représentent donc l'outil le plus pertinent pour mettre en évidence une pollution aigue (a fortiori une pollution chronique). Cependant, la réponse des macroinvertébrés n'est pas spécifique, elle indique seulement une situation anormale. Bien que cela ne soit pas toujours précisé dans les différents indices biotiques, il est évident que les mesures n'ont pas un sens qui si elles se situent dans le même niveau typologique (par exemple, cours supérieur, cours moyen ou cours inférieur) et dans les mêmes habitats ou micro-habitats (Tachet, 2013).

CHAPITRE 2 :
DESCRIPTION GÉNÉRALE DE
LA ZONE D'ÉTUDE

1. Généralité :

1.1 Les eaux courantes :

Les eaux courantes constituent une infime partie des réserves en eau douce, mais leur taux de renouvellement est élevé. Elles présentent deux caractéristiques fondamentales : une structure linéaire très marquée (le rapport largeur/ longueur est très petit), souvent fortement ramifiée, et la présence d'un flux hydrique amont-aval (Tachet, 2013).

Les cours d'eau, d'une part leur aspect dynamique, constituent le principal vecteur de transport de l'eau liquide de la terre vers les océans. Au-delà de cet aspect, il ne faut pas oublier que ces derniers permettent aussi de stocker de l'eau de manière temporaire (Musy & Higy, 2004).

1.2 Définition d'un oued :

Un oued, de l'arabe Wadi, est le terme qui fait traditionnellement référence à une vallée. Dans certains cas, il peut se référer à un endroit sec, éphémère, du lit de la rivière qui contient uniquement de l'eau pendant les périodes de fortes pluies intermittentes ou tout simplement un flux. Un oued peut être temporaire ou permanent selon le climat (Chirouf & Moumene, 2015). Ainsi, l'oued se situe dans les régions endoréiques semi-désertiques à régime hydrologique très irrégulier [2].

1.3 Description générale de la Seybouse :

La Seybouse est une rivière du nord-est de l'Algérie avec une superficie de 6471 km² et une longueur de 240 km formée près de Guelma par l'oued Cheref l'oued Zenati son bassin est le plus étendu d'Algérie et ses terres sont plus fertiles, elle rejoint la méditerranée près d'Annaba (Chirouf & Moumene, 2015).

Cet oued mesure 134,74 km de long dont 57,15 km sont traversés au niveau du bassin de Guelma et 77,59 km dans la basse Seybouse (Satha, 2014).

Oued Seybouse prend sa source a Medjez Amar, il traverse 7 wilayas : Guelma, Annaba, Taref, Skikda, Constantine, Oum el Bouaghi et Soug Ahras, ses eaux représentent une source fondamentale de la vie dans la région.

Localité : Guelma

Longitude : 07° 28° E

Latitude : 36° 28° N

Altitude : 227 m (Mansouri, 2009).

2 Situation géographique et morphologique :

Oued Seybouse est divisé en six sous-bassins principaux, c'est le bassin le plus vaste, après celui de la Medjerda, de la partie orientale de l'Afrique du Nord.

Borné au Nord par la mer Méditerranée, le bassin inférieur de la Seybouse entre Annaba et Medjez Amar se trouve comme étranglé entre la dépression où se loge la lac Fetzara, déversoir des eaux du massif cristallin de l'Edough, à l'Ouest, et les territoires tributaires de l'oued Bounamoussa, à l'Est.

Alors que dans ses cours moyens et supérieur il étale et s'élargit remarquablement. Cette expansion devient encore plus marquée quand elle atteint les hautes plaines où elle trouve de vastes et plats espaces à drainer. Au Sud-est, le bassin de la Seybouse touche la vallée de la haute Medjerda et ses nombreux affluents ; celle-ci est limitrophe de la ligne de partage des eaux du Ranem (tributaire de la Seybouse), du Charef et de la Medjerda à Ras Al Alia, où naissent les cours supérieurs de l'oued Krab et Tiffech, qui tous les deux sont des affluents du Charef.

Puis plus bas, l'oued Mellègue, le plus gros tributaire de la Medjerda, drainent une vaste superficie mitoyenne de celle de la moyenne et de la haute Seybouse, une région, qui présente un relief montagneux de Souk Ahras et de Tiffech, principalement occupé par des zones forestières. Au sud, les Hautes plaines dépendant du Cherf, se soudent avec celles des Chotts salés du Gélif, du Taref, d'Ank Djemel. Une région peu accidentée, parsemée de petits massifs montagneux isolés contrastent sa belle monotonie au-dessus des hautes plaines comme le djebel Sidi Rghis (1635m) d'altitude, appartient par son flanc nord au domaine de la Seybouse. Au Sud-Ouest, la

grande plaine des Harectas est séparée de celle des Sellaoua par la chaîne montagneuse des Chebka, un relief à structure imbriquée, appartenant seulement dans sa moitié Nord au contingent territorial de la Seybouse, est encore contigu par son côté Ouest, du bassin d'oued Boumerzoug, par les monts des Ouled Rahmoun, ce dernier se réunit au Rhummel, et devient plus loin l'Oued El Kebir. Au-delà, toujours à l'Ouest, le bassin de la Seybouse est jalonné par la chaîne numidique dont l'axe dirigé Est-Ouest, comme les monts Taya et Debar, le côté Nord de cette chaîne dépend du lac Fetzara ; le côté Sud, de l'Oued Bouhamdane, le plus important affluent de la Seybouse après le Cherf.

Au niveau du bassin versant de la Seybouse, le territoire est ainsi divisé en trois terrasses physiographiques bien distinctes :

- La Haute-Seybouse, qui comprend les Sous-bassins appelés 14-01 et 14-02 et 14-03.
- La Moyenne-Seybouse, qui couvre le Sous Bassin : 14-04.
- La Basse-Seybouse, qui comprend les Sous-Bassins appelés 14-05 et 14-06.

(Tableau 1) (Chirouf & Moumene, 2015).

Tableau 01 : Répartition des sous-bassins de la Seybouse (A.B.H.1999).

Sous bassin (code)	Superficie (km ²)	Nom	Longueur (km)
14-01	1739	Oued Cherf amont	25
14-02	1193	Oued Cherf aval	32
14-03	1108	Oued Bouhamdane	32
14-04	817	Oued Seybouse (moyenne Seybouse)	50
15-05	552	Oued Seybouse	36
14-06	1066	Oued Mellah	65
total	6475	Oued Seybouse (Seybouse maritime)	240

2.1 Le bassin de Bouhamdane :

Les couches lithologiques dominantes du secteur d'oued Zenati sont composées de grés, d'argile et de marnes ne permettant pas l'infiltration d'une grande quantité d'eau. Du côté d'oued Sabath c'est des Marno-calcaires.

- **Oued Bouhamdane :**

Prend sa source dans la commune de Bouhamdane à l'Ouest de la wilaya avec une longueur de (37,49 Km). Son apport est de 96 millions m³/an à la station de Medjez Ammar 2 (Satha, 2014).

2.2 Le réseau hydrographique :

Le réseau hydrographique se définit comme l'ensemble des cours d'eau naturels permanents ou temporaires, par lesquels s'écoulent toutes les eaux de ruissellent et converge vers un seul point de vidange du bassin versant (exutoire).

Oued Bouhamdane résulte de la jonction de deux cours d'eaux importants : l'oued Sabath et l'oued Zenati, drainant respectivement une superficie de 296.09 km² et de 592.15 km² et dont la confluence donne naissance à l'oued Bouhamdane qui reçoit dans sa rive gauche oued El Hamira (Douakha & Stiti, 2015).

2.2.1 Climatologie :

En Algérie le climat se distingue par une influence marine au nord et par une tendance continentale subdésertique du sud. Les vents prédominants sont de direction Nord et Nord-Est.

La région d'étude est soumise à un climat méditerranéen caractérisé par deux saisons distinctes : l'une humide marquée par une forte pluviosité et par de faibles températures ; l'autre, sèche et chaude, avec de fortes températures atteignant le maximum au mois d'aout (Bouchlaghem, 2008).

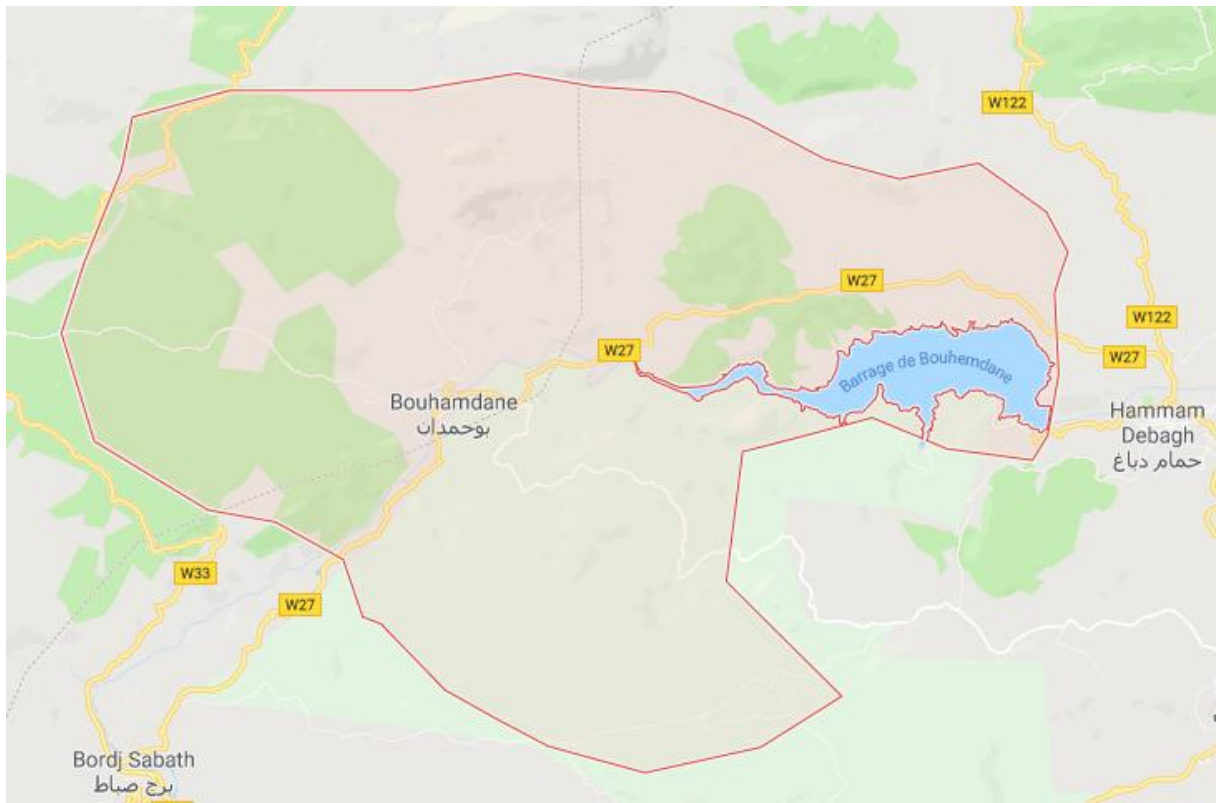


Fig. 10 : Carte géographique de Bouhamdane.

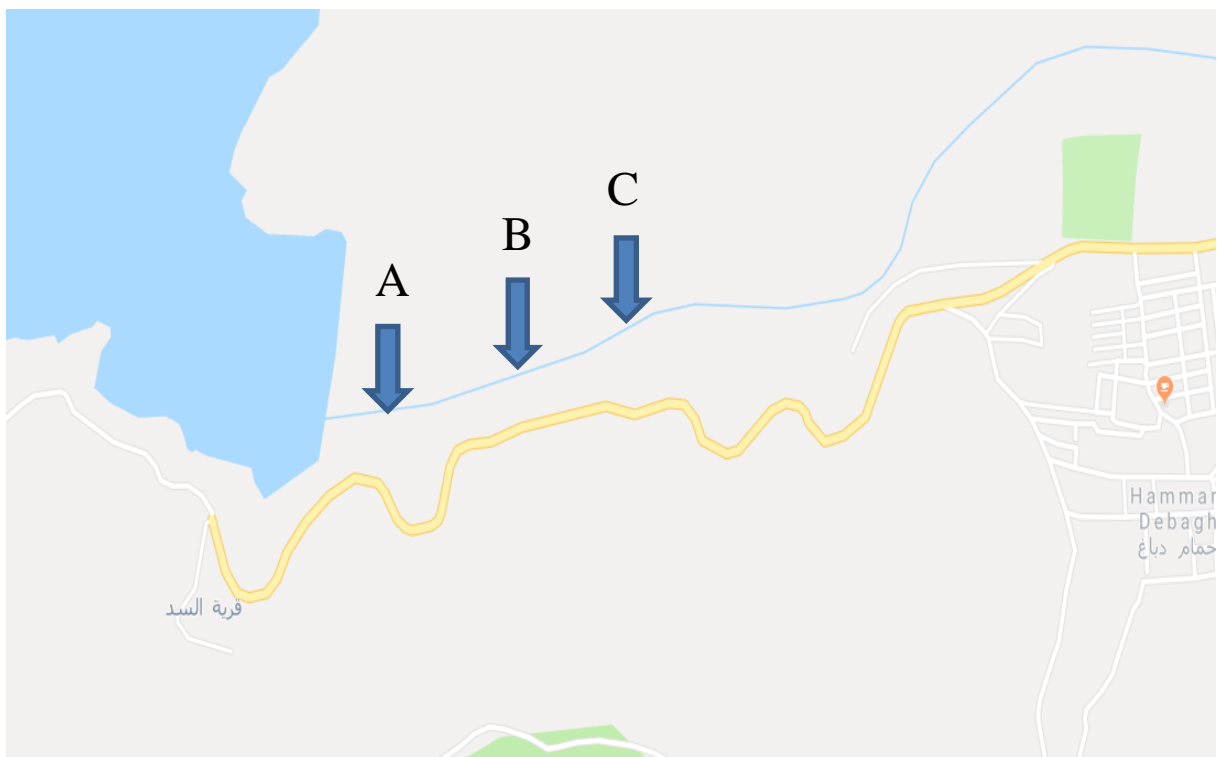


Fig.11 : Localisation des stations d'études.

2.2.2. Température :

La température est un élément du climat le plus important étant que tous les processus métaboliques en dépendent (photosynthèse, respiration, digestion) (Dajoz, 2006).

- **Températures moyennes mensuelles :**

Les données climatologiques que nous présentons dans ce chapitre ont été relevées à la station météorologique de Guelma, sur une période de 14 ans.

Tableau 02 : la température moyenne mensuelle de la région de Guelma pendant la période entre (2002-2016).

Mois	Jan	Fév	Aar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc
moy	15,69	10,05	12,42	24,97	19,21	24,06	27,34	27,34	23,61	20,23	14,71	14,71



Fig. 12 : Courbe d'évaluation des températures moyennes mensuelles de la région (2002-2016).

2.2.3. Les précipitations :

Les précipitations sont un facteur climatique très important qui conditionnent l'écoulement saisonnier et par conséquent le régime des cours d'eau ainsi que celui des nappes aquifères (Nahli, 2016).

Tableau 03 : les précipitations moyennes mensuelles de la région de Guelma dans la période entre (2002-2016).

Mois	jan	fév	mar	avr	mai	jui	juill	aou	sep	oct	nov	Déc
Moy	90,7	103,64	81,22	59,52	38,7	16,01	4,00	15,85	45,2	51,14	70,15	82,21

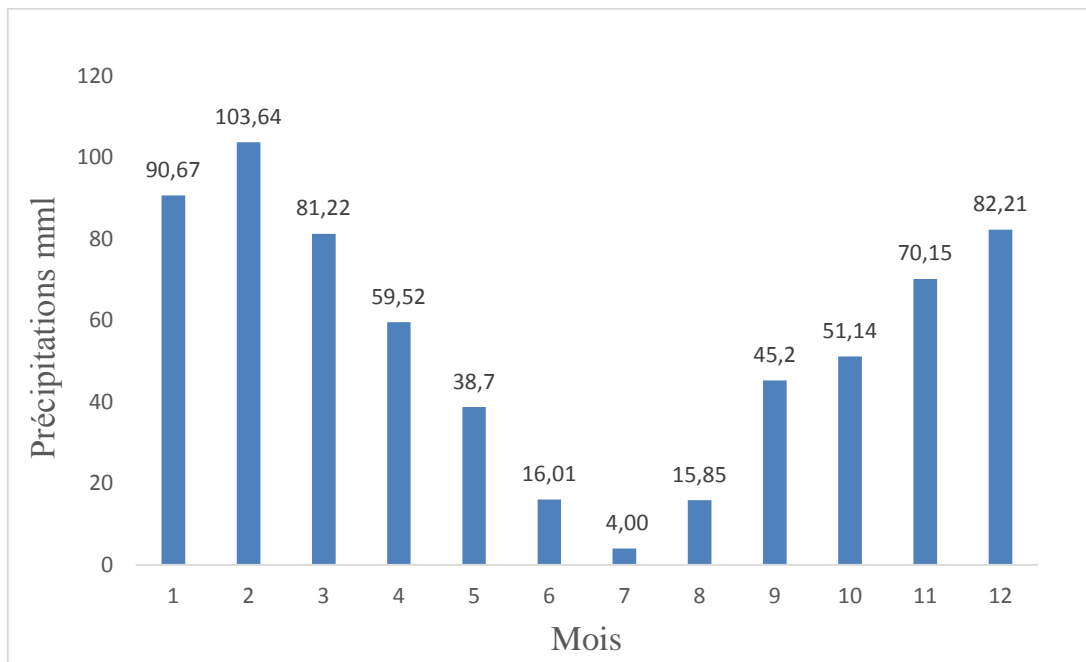


Fig. 13 : Variation mensuelle des précipitations de la région (2002-2016).

2.2.4. Humidité :

La forte humidité de la région est causée par la forte évaporation de nombreuses zones humides et la proximité des barrages. Elle est invariable au cours de l'année (Houmeur & Bendada, 2016).

Tableau 04 : l'humidité moyenne mensuelle de la région de Guelma dans la période entre (2002-2016).

Mois	jan	fév	mar	avr	mai	jui	juill	aou	sept	oct	nov	Déc
Moy	77,61	75,15	74,99	73,11	69,28	60,58	56,06	58,11	67,53	70,43	73,86	77,48

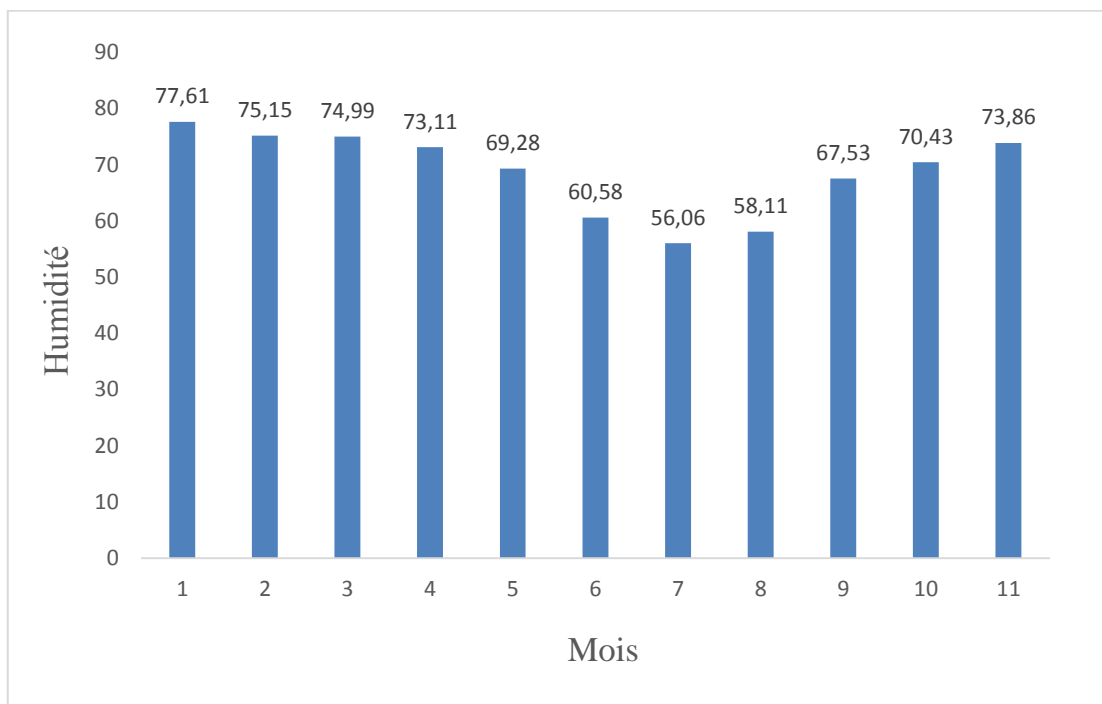


Fig. 14 : Variation mensuelles de l'humidité de la région (2002-2016).

2.3. Synthèse climatique :

2.3.1. Diagramme Ombropluviothermique :

Le diagramme Ombropluviothermique de Gaussen et Bagnols est une méthode graphique qui permet de définir les périodes sèches et la période humides de l'année, où sont portés en abscisses les mois, et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T), avec $P=2T$. La durée de la période sèche est en relation direct avec la durée de submersion et la dynamique du plan d'eau.

La figure 10 porte le diagramme Ombrothermique de la région de Guelma établi à partir des données pluviométrique et thermiques moyennes mensuelles calculées sur une période de (14 ans) (Douakha & Stiti, 2015).

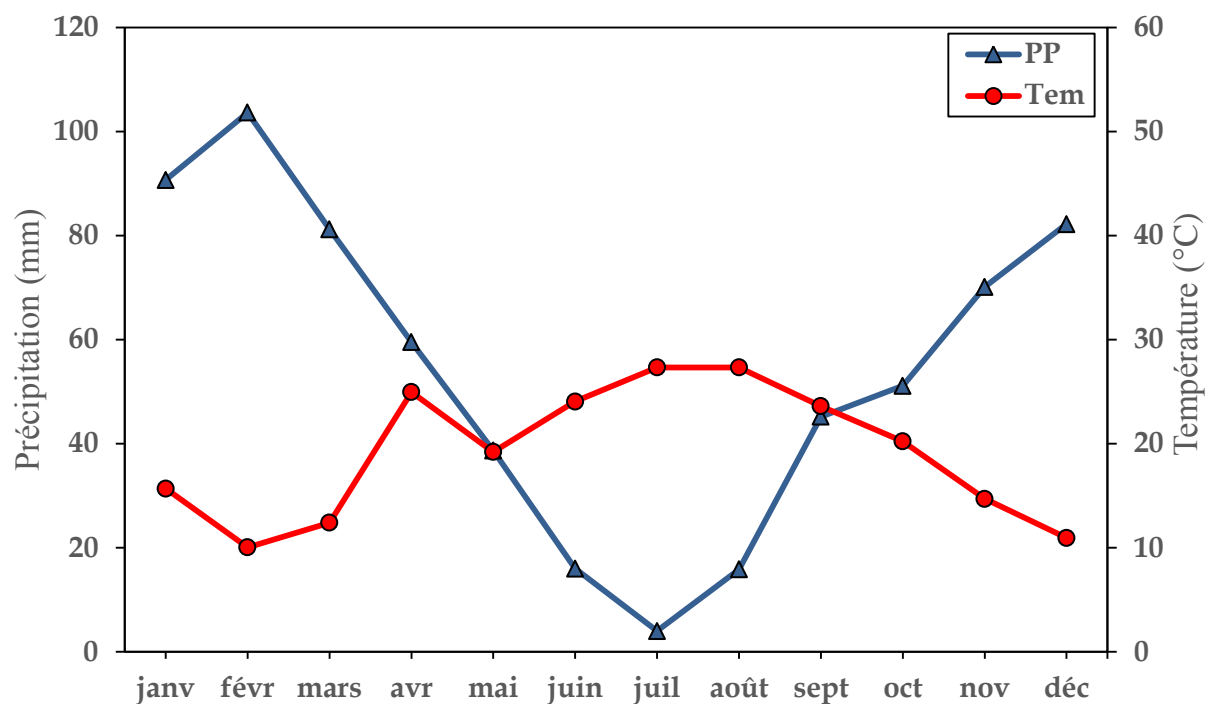


Fig. 15 : Le diagramme Ombropluviothermique de la région de Guelma durant la période (2002-2016).

2.3.2. Climagramme d'Emberger :

Emberger (1930, 1945, 1955, 1971) a défini six sous-climats dans le bioclimat méditerranéen sur la base de l'humidité globale du climat et sa rigueur hivernale. Cela est caractérisé par le quotient pluviothermique Q_2 donné par la formule suivante : (Dajoz, 2006).

$$Q_2 = 2000 \frac{P}{M^2 - m^2} \text{ Avec}$$

P : Précipitations annuelle en mm.

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud exprimée en degré Kelvin

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid exprimée en degré Kelvin.

Tableau 05 : Calcul du quotient pluviothermique de la station de Guelma.

Station	Précipitation (mm)	M (°C)	m (°C)	Q ₂
Guelma	971,55	35,32	5,13	109,67

Notre région (Guelma) présente un $Q_2 = 109,67$, ce qui la classe dans l'étage bioclimatique à végétation subhumide à hiver doux.

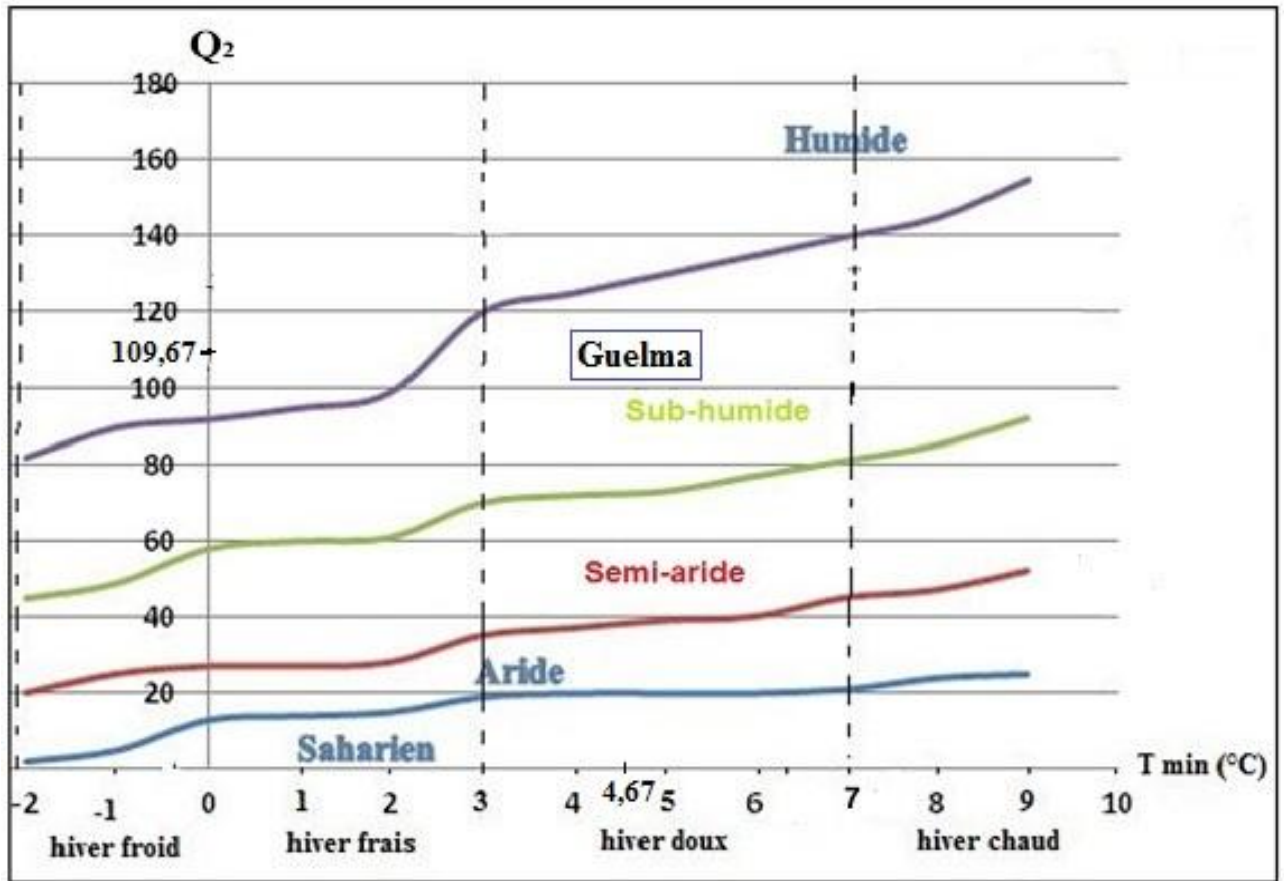


Fig. 16 : Positionnement de la période sur le climagramme pluviothermique D'Emberger (1952).

2.4. Description du site d'étude « Oued Bouhamdane » :

Pays : Algérie.

Wilaya : Guelma.

Daïra : Hammam Debagh.

Latitude : 36,4628.

Longitude : 7.11116.

(36° 27'46" N, 7°6'40" E).

Altitude : 420m.

Climat : climat méditerranéen avec été chaud.

Nombre des stations étudiées : 3.

La distance entre chaque station : 150m.



Fig. 17



Fig. 18

Fig. (17, 18): Oued Bouhamdane; (station A).



Fig. 19



Fig. 20

Fig. (19, 20): Oued Bouhamdane; (station B).



Fig. 21



Fig. 22

Fig. (21, 22): Oued Bouhamdane; (Station C) .

CHAPITRE 3 :
MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Matériel expérimental :

1.1 Matériel de terrain :

- Epuisettes pour la collecte des échantillons.
- Des flacons en plastique.
- Du formol 10% pour la conservation des échantillons.
- Multiparamètres.
- Un appareil photo numérique.
- Un Block note.
- Des bottes.
- GPS.



Fig. 23 : Un Multiparamètre.



Fig. 24 : Des Epuisettes.



Fig. 25 : Un GPS.



Fig. 26 : Un Block note.



Fig. 27 : Des Flacons.



Fig. 28 : Un Appareil photo.

1.2. Matériel de laboratoire :

- Une loupe binoculaire.
- Matériel biologique.
- Des guides entomologiques.
- Des flacons.
- Des pinces.
- Des boîtes de Pétrie.
- Des gants.
- Du papier absorbant.
- De l'alcool.



Fig. 29 : Une Loupe binoculaire.



Fig. 30 : Matériel biologique.

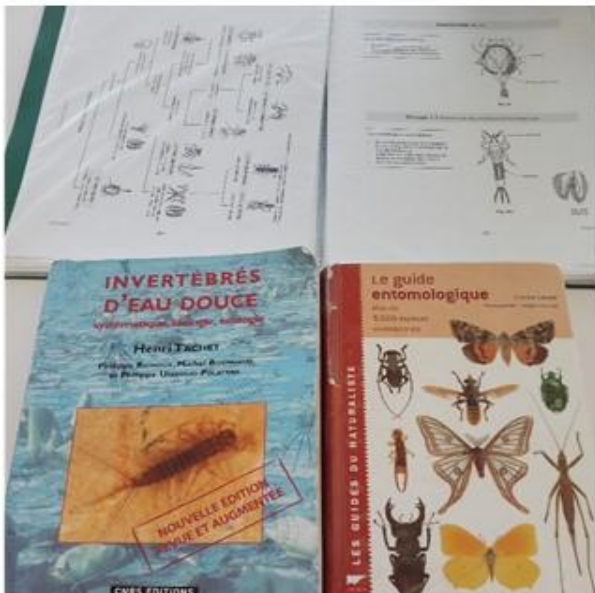


Fig. 31 : Des Guides entomologique.



Fig. 32 : Des Flacons, des pinces, des boîtes de Pétrie, de L'alcool, des gants, du papier absorbant.

2. Méthodes :

2.1 Choix du site :

Le choix des stations est basé sur :

- L'accessibilité du site (la proximité, la sécurité, la densité de la végétation).
- La proximité de site au barrage Bouhamdane.
- L'éloignement des régions urbaines.

2.2 Plan d'échantillonnage :

L'échantillonnage a été effectué sur trois stations (A, B et C), la distance entre les stations est 150m, du mois de Décembre 2017 jusqu'à le mois de Mai 2018 avec une fréquence d'une visite par vingtaine tout en respectant la durée de temps d'échantillonnages dans chaque station.

2.3 Méthode d'échantillonnages :

- La mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau dans chaque station (températures, conductivité, O₂, Ph, salinité, potentiel) a l'aide d'un multiparamètre (multi 197i) et la profondeur à l'aide d'un profondimètre, se fait tous les mois.
- Le prélèvement des macroinvertébrés aquatiques a été réalisé dans 3 stations avec des épuisettes en effectuant dix coups de filets dans le fond de l'eau dans les parties à forte végétations aquatique (berges et milieu). En répétant la même méthode dans chaque station jusqu'à la prise d'un nombre représentatif de la diversité de la région.
- Les échantillons sont conservés sur place dans le formol (10%).

2.4 Le tri des échantillons :

Le tri a été effectué au laboratoire sous une loupe binoculaire selon les étapes suivantes :

- Le séchage des spécimens à l'aide d'un papier absorbant.
- La séparation des taxons à l'œil nu.
- Comptage des taxons de chaque sortie ainsi de chaque station.
- Identification des taxons sous une loupe binoculaire à l'aide des guides entomologiques (Tachet, 2010 ; Moisan, 2010 ; leraut, 2007).



Fig. 33 : La Prise des échantillons.

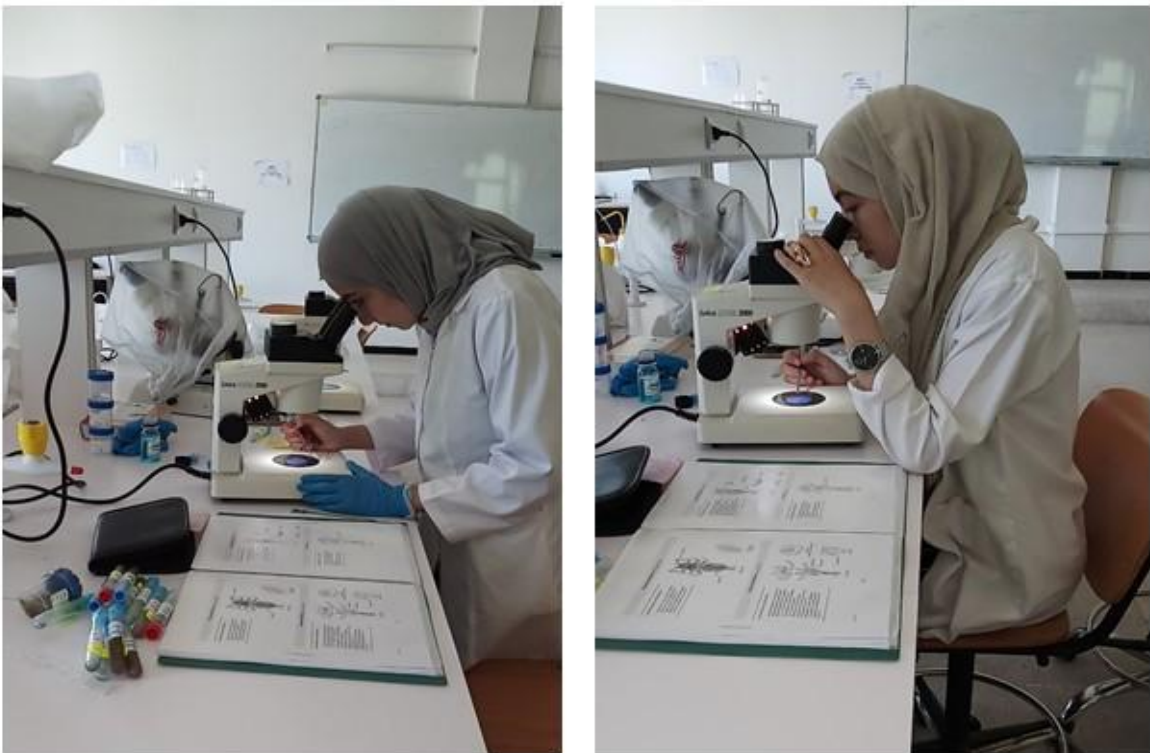


Fig. 34 : Le tri et l'identification des échantillons.

2.5 Analyse des données :

2.5.1 L'organisation d'un peuplement :

Les divers peuplements qui constituent une biocénose peuvent se définir quantitativement par un ensemble de descripteurs, il est possible de décrire la structure de la dominance, la diversité spécifique (Ramade & al, 1994).

2.5.1.1 L'abondance :

Est le nombre d'individus d'une population donnée présent par unité de surface ou de volume.

2.5.1.2 La richesse spécifique S :

Est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré effectivement présentes sur un site d'étude et d'un moment donné (Boulinier & al, 1998). La richesse spécifique est fréquemment utilisée comme une variable reflétant l'état d'un système et intervient souvent dans les efforts de gestion et de conservation de la biodiversité ainsi que dans l'évaluation de l'impact des activités anthropiques sur la biodiversité (Nicholas & al, 1998).

2.5.1.3 Indice H' de Shannon-Weaver :

Permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu et d'observer son évolution au cours du temps. Cet indice a l'avantage de n'être subordonné à aucune hypothèse préalable sur la distribution des espèces et des individus.

$$H' = -\sum (P_i \times \log_2 P_i) \text{ où } P_i = n_i / N.$$

S= Nombre d'espèces contenues dans l'échantillon.

P_i = fréquence de l'espèce i .

N_i : nombre d'individus d'une espèce de rang i .

Cet indice a pour unité le bit, sa valeur dépend du nombre d'espèces présentes, de leurs proportions relatives et de la base logarithmique.

H' est minimal quand il est égal à zéro c'est-à-dire quand l'échantillon contient une seule espèce. Il est maximal (théoriquement infini) lorsque tous les individus appartiennent à des espèces différentes, dans ce cas H' est égale à $\log_2(S)$ (Boukli, 2012).

2.5.1.4 L'Équitabilité :

Accompagne l'indice de Shannon, appelé également indice d'équi-répartition ou de régularité.

Cet indice permet d'estimer la répartition des espèces au sein des relevés en évaluant la proportion des espèces dominantes et dominées. Il se calcule à partir de la valeur de H' et de la richesse spécifique S , il s'écrit :

$$J' = H' / H \text{ max} = H' / \log_2(S)$$

L'Équitabilité varie de 0 à 1, elle tend vers 0, quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une ou deux espèces (une ou deux espèces dominantes), elle est de l'ordre de 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance. Insensible à la richesse spécifique, il est très utile pour comparer dans notre étude les dominances potentielles entre les différents niveaux de végétation ou entre dates d'échantillonnage (Boukli, 2012).

CHAPITRE 4 :
RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Résultats :

1.1. Influence des variables abiotiques :

1.1.1 La profondeur de l'eau :

La profondeur de l'eau influence le réchauffement des eaux et donc l'installation de la faune et de la flore, la profondeur de l'eau agit sur la teneur en O₂ qui est généralement supérieur à 50% (Touati, 2008).

Durant notre échantillonnage, on remarque bien que la profondeur est variée entre 20 et 60 cm.

1.1.2 La conductivité :

La conductivité est un paramètre très important pour la dynamique des peuplements, il indique le degré de minéralisation des eaux (Touati, 2008).

Les courbes de l'évolution mensuelles de la conductivité au niveau de site échantillonné pour la période Décembre 2017 à Mai 2018 montre que :

- Une conductivité plus élevée dans la station A pendant le mois de Décembre.
- Le site d'étude à une conductivité stable pendant les autres mois.

1.1.3 La température :

La température joue un rôle important sur le cycle biologique de la majorité des insectes aquatiques, elle peut agir sur la localisation des espèces des populations.

La courbe de l'évolution de la température de l'eau mensuelle moyenne dans le site d'échantillonnage montre qu'elle est variée entre (13.9°C et 24.1°C).

On remarque que la température diminue pendant les mois d'hiver et augmente durant le mois d'Avril.

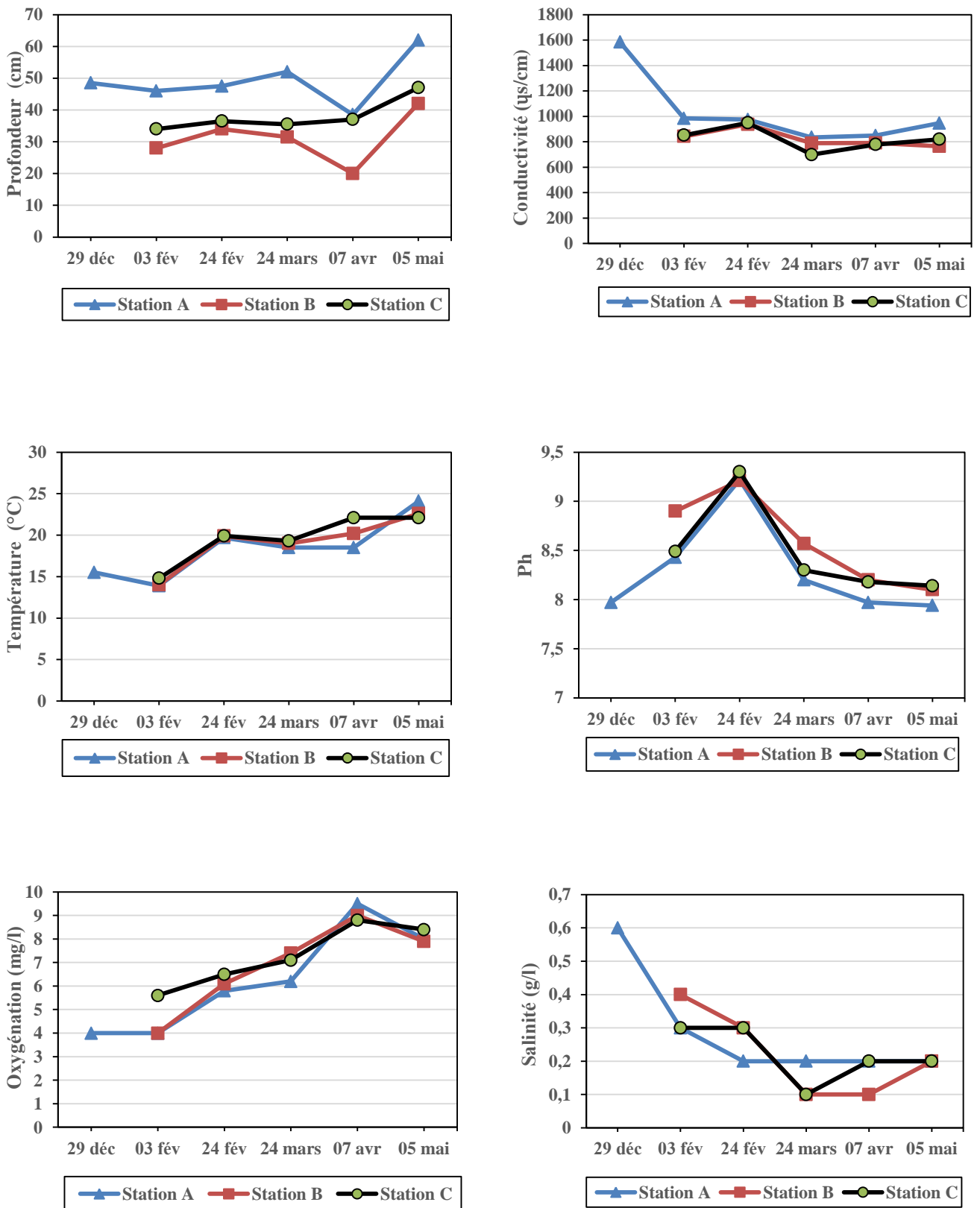


Fig. 35 : Les paramètres abiotiques.

1.1.4 Le PH :

D'après la courbe de l'évolution du PH de site étudié, on observe que le PH est varié entre (8 et 9.5).

Le PH de ces stations est favorable, mais il est vraiment dans les limites surtout dans le mois de février (9.5) car le niveau de la tolérance des organismes aquatiques se situe entre (4.5 et 9.5).

1.1.5 L'oxygène dissous :

La concentration en oxygène existant dans les eaux est le résultat de processus de la demande et de la production d'oxygène est donc soumise à de forte fluctuation (Chaib, 2002).

La courbe de l'évolution de l'oxygène dissous montre que la valeur la plus basse (4 mg/l) est noté au mois de Décembre est la valeur la plus haute (9.5 mg/l) est noté au mois d'Avril.

1.1.6. La salinité :

On remarque que le taux de salinité le plus élevé est noté au mois de Décembre pour la station A par rapport aux autres stations.

1.2. Analyse globale de la faune benthique :

Les résultats présentent la liste taxonomique, la structure et la distribution des communautés des macroinvertébrés.

1.2.1. Checklist des taxa faunistiques :

Sur un total de 06 sorties effectuées du 29 Décembre 2017 au 05 Mai 2018. Nous avons recensé 16 taxa faunistiques pour les macroinvertébrés sur l'ensemble de 18 relevés.

Tableau 06 : Liste des taxa faunistiques de Bouhamdane.

Embranchement	Classe	Ordre	famille	Nb.T	F.O	
Arthropode	<i>Crustacés</i>	<i>Amphipodes</i>		5914	5/6	
		<i>Décapodes</i>		72	3/6	
	<i>Insectes</i>	<i>Coléoptères</i>	<i>Gyrinidae</i>		2	1/6
			<i>Diptères</i>	<i>Chironomoda</i>	32	3/6
				<i>Ceratopogonidae</i>	2	1/6
			<i>Odonates</i>		5	2/6
			<i>Hémiptères</i>		6	1/6
				<i>Gerridae</i>	6	1/6
			<i>Trichoptères</i>		2	1/6
			<i>Éphéméroptères</i>	<i>Baetidae</i>	399	5/6
			<i>Caenidae</i>	70	5/6	
			<i>Hétéroptères</i>	5	2/3	
		<i>Arachnides</i>	<i>Araignées</i>	3	2/6	
	Annélides			11	2/6	
Mollusques			230	5/6		
Amphibiens			<i>Tétards</i>	57	1/6	

Nb.T : Nombre Total.

F.O : Fréquence d'occurrence.

1.2.2. Analyse des taxons faunistiques récoltés :

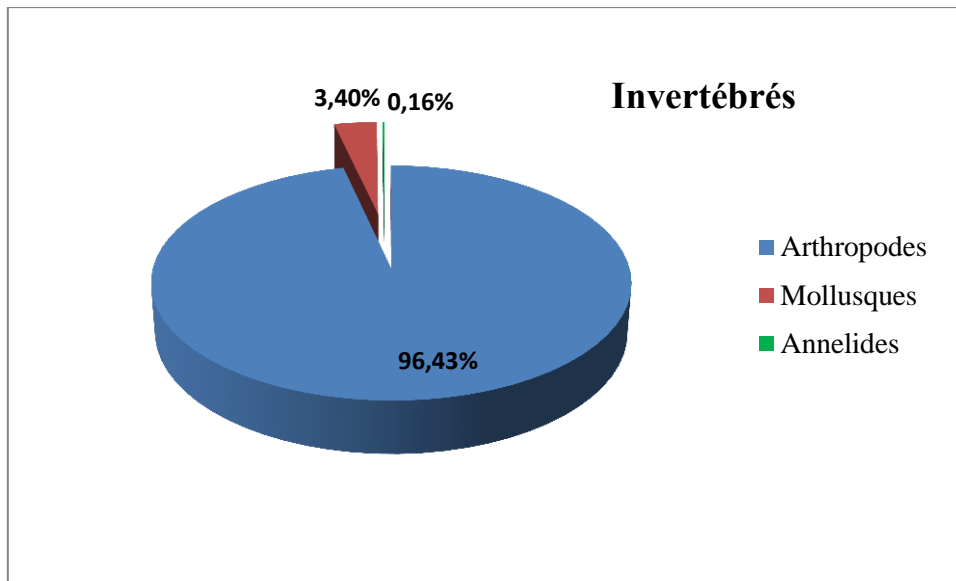


Fig. 36 : Répartition globale des invertébrés.

On remarque bien dans cette figure que les invertébrés sont dominés par les Arthropodes qui représentent 96.43%, les Mollusques et les Annelides se représentent respectivement 3.4% et 0.16% selon les résultats on remarque une dominance des Arthropodes dans ces 03 stations.

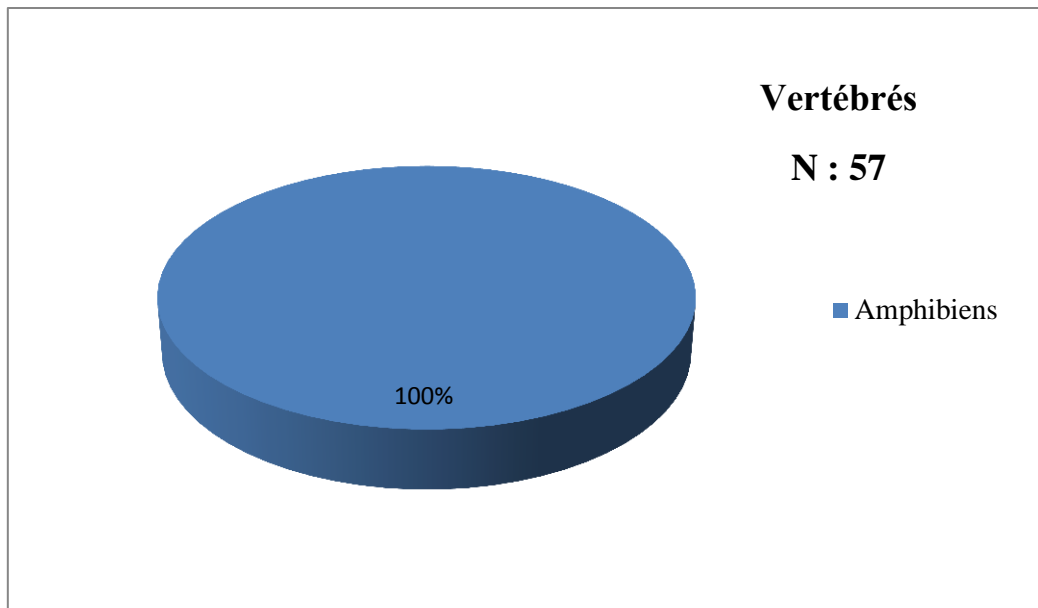


Fig. 37 : Répartition globale des vertébrés.

Les populations des vertébrés durant notre échantillonnage sont composées de 100% des Amphibiens nous avons remarqué une absence totale des Poissons et de Reptiles, peut être due à l'effort de l'échantillonnage.

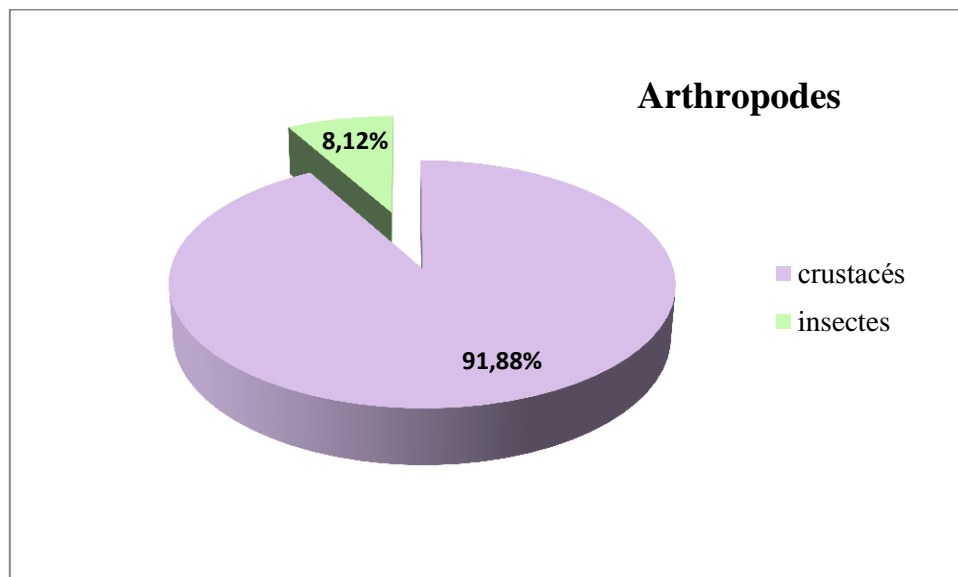


Fig. 28 : Répartitions globale des Arthropodes.

Cette figure explique la prédominance des Crustacés avec 91.88% du nombre totale des Arthropodes dénombrés et 8.12% des insectes.

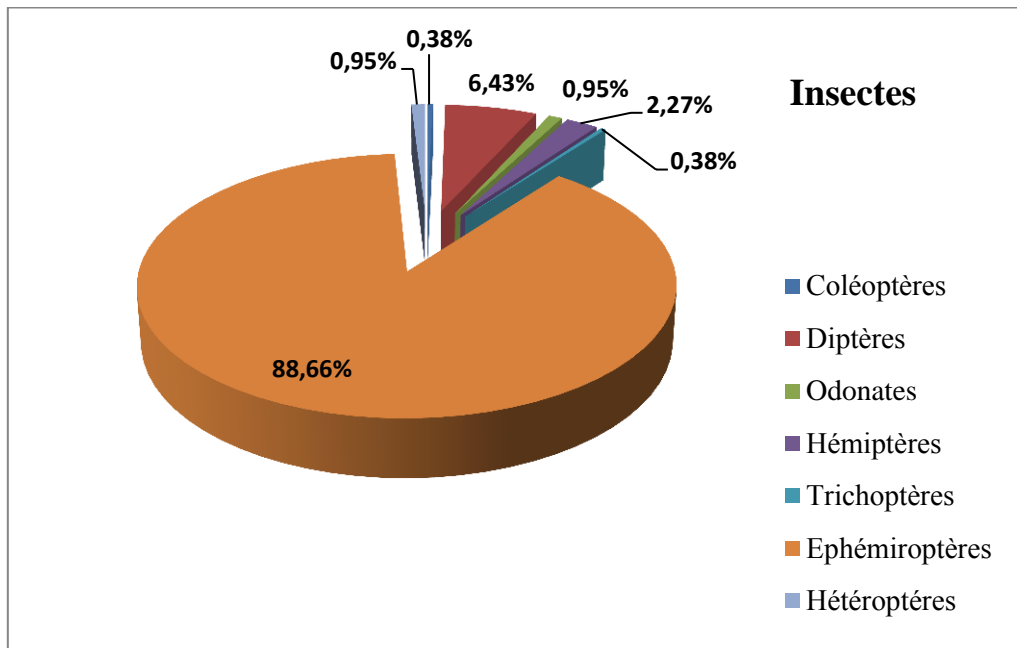


Fig. 39 : Répartitions globale des Insectes.

Dans la classe des insectes les Ephéméroptères présentent les effectifs les plus élevés, ils représentent 88.66% des insectes et les Diptères occupent la deuxième place dans cette classe avec 6.43% suivis par les Hémiptères 2.27% tandis que les Odonates présentent le pourcentage le plus faible.

1.2.3. Structure des communautés :

La structure des communautés est caractérisée par la distribution de la richesse et de la diversité taxonomique le long des stations échantillonnées.

1.2.3.1. Richesse Spécifique :

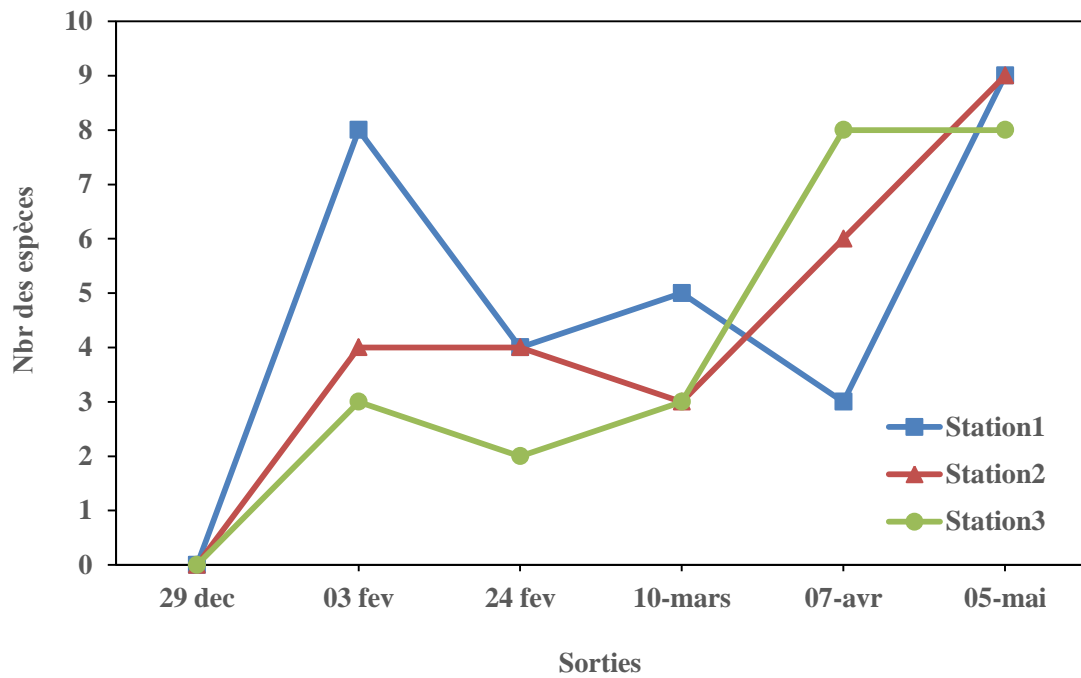


Fig. 40 : Variation temporelle de la richesse Spécifique des macroinvertébrés entre les trois stations du site d'étude.

Ces deux figures présentent l'évolution temporelle de la richesse spécifique des macroinvertébrés dans l'espace et le temps. On remarque que le pic de cette richesse est enregistré au mois de Février et Avril.

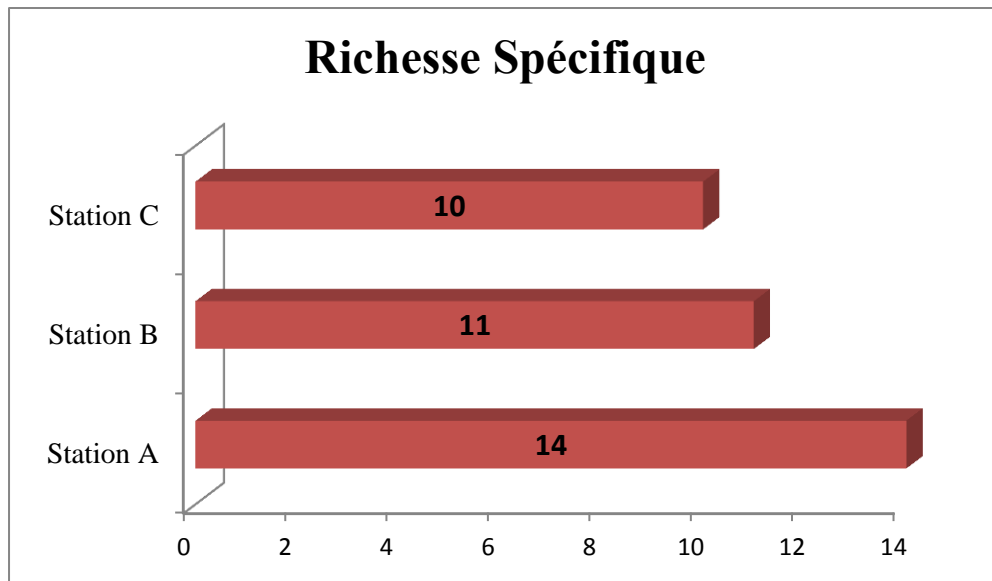


Fig. 41 : La richesse Spécifique des macroinvertébrés.

La richesse spécifique la plus élevée est enregistré dans la station A avec 14 taxons.

1.2.3.2 L'abondance des macroinvertébrés :

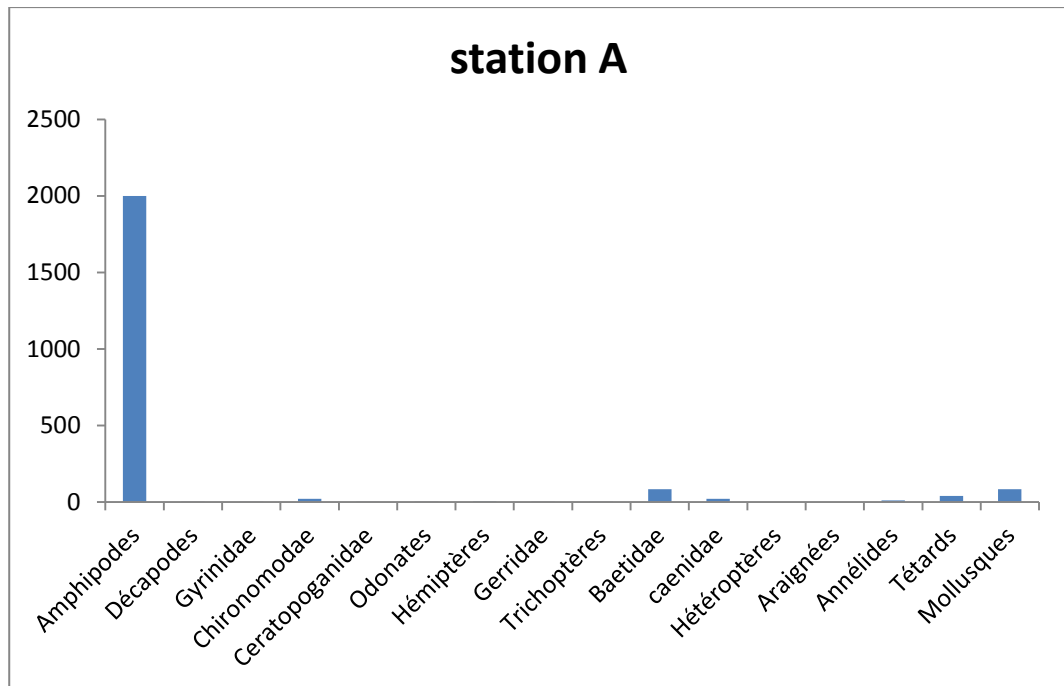


Fig. 42 : l'abondance des macroinvertébrés dans la station A.

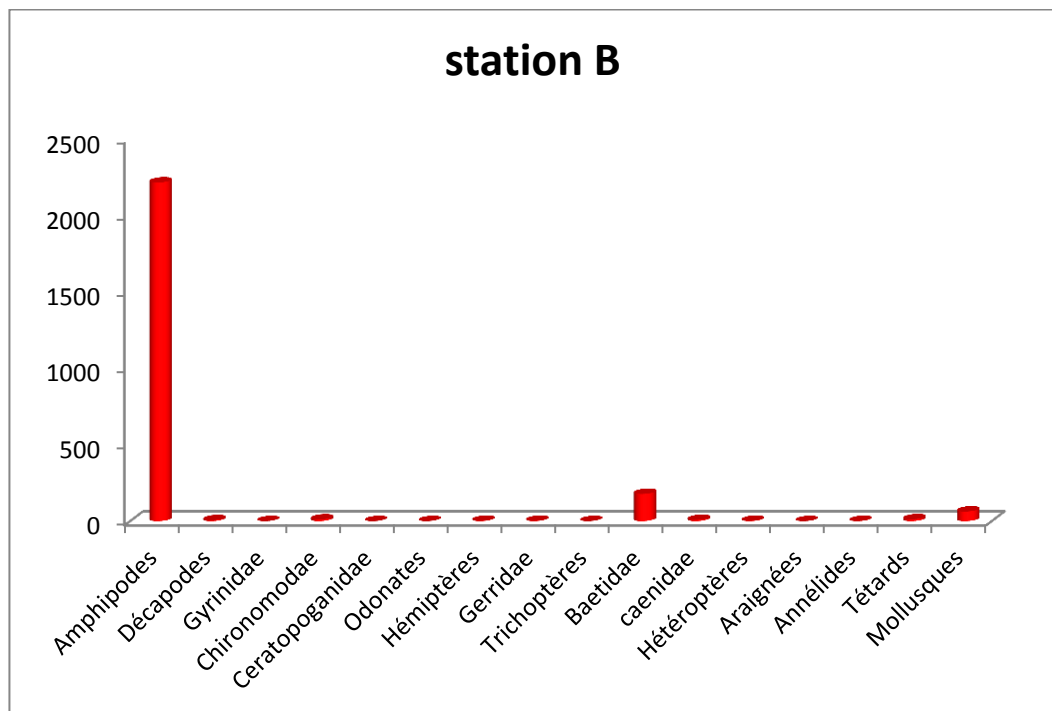


Fig. 43 : l'abondance des macroinvertébrés dans la station B.

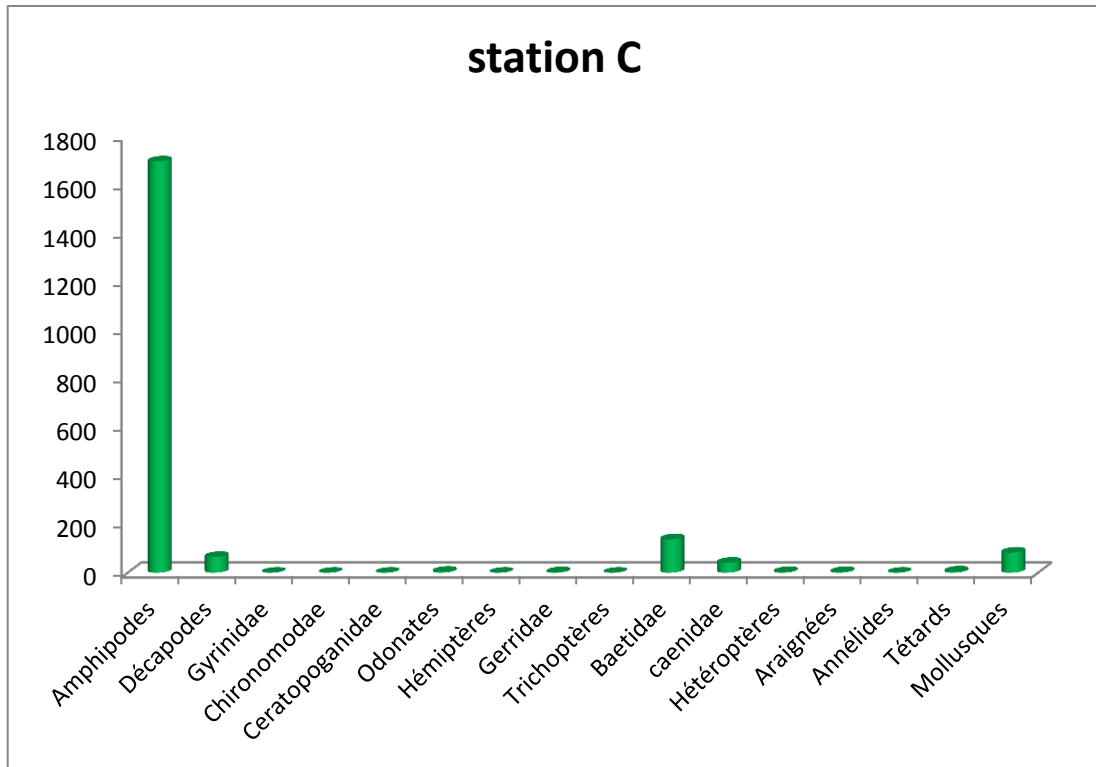


Fig. 44 : L'abondance des macroinvertébrés dans la station C.

L'évolution spatiale de l'abondance des macroinvertébrés indique une abondance très importante dans notre site d'étude et elle est comprise entre 2272 dans la station A avec 2502 individus pour la station B et 2042 individus a été enregistrer pour la station C.

1.2.3.3 La phénologie des taxa faunistiques au niveau de site d'étude.

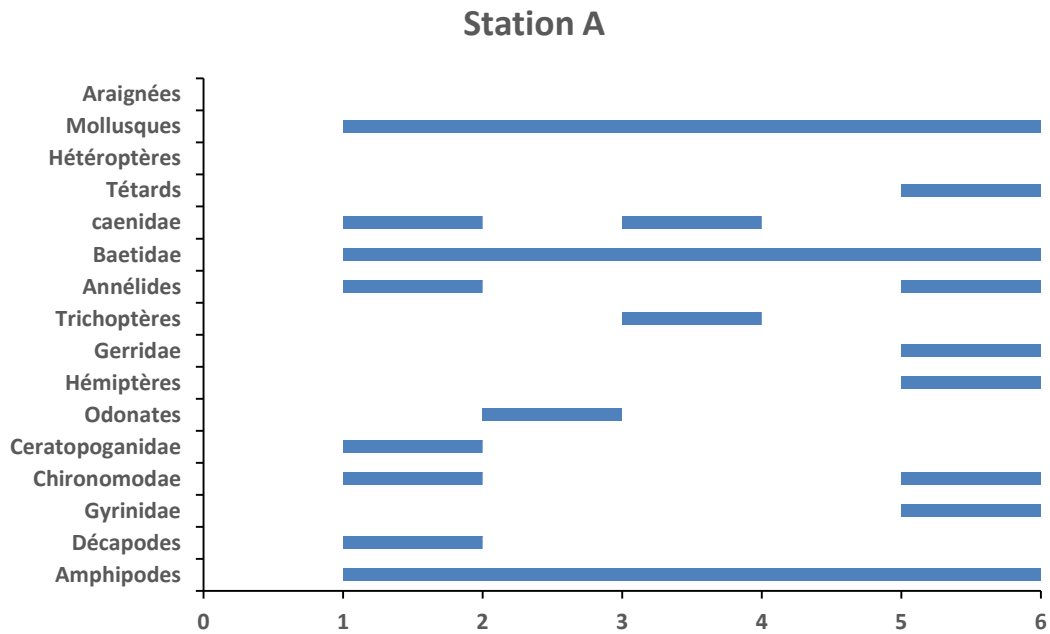


Fig. 45 : La phénologie dans la station A.

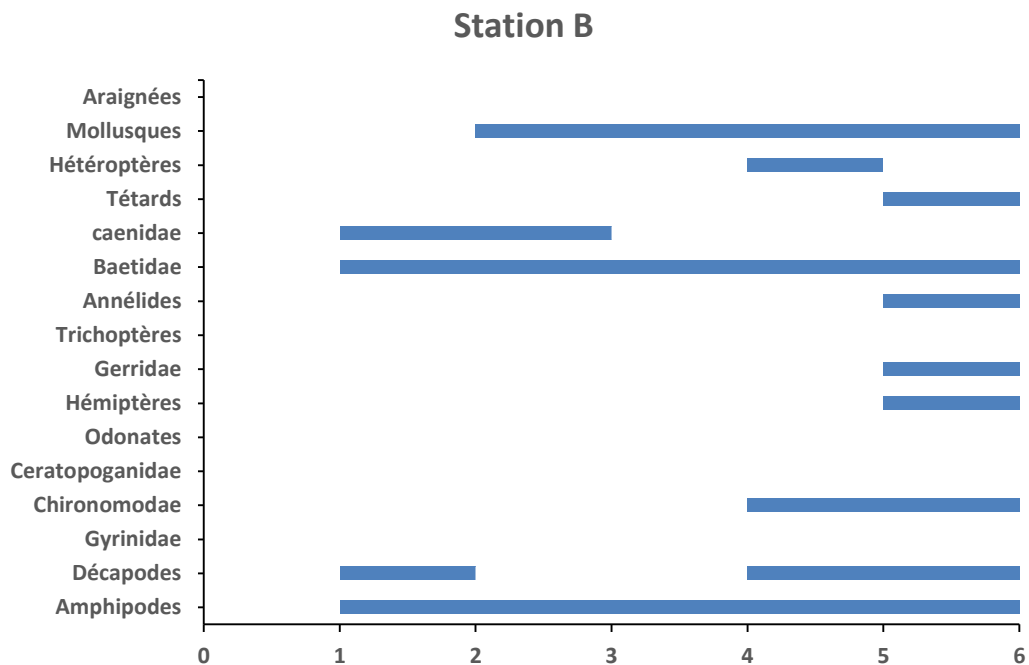


Fig. 46 : La phénologie dans la station B.

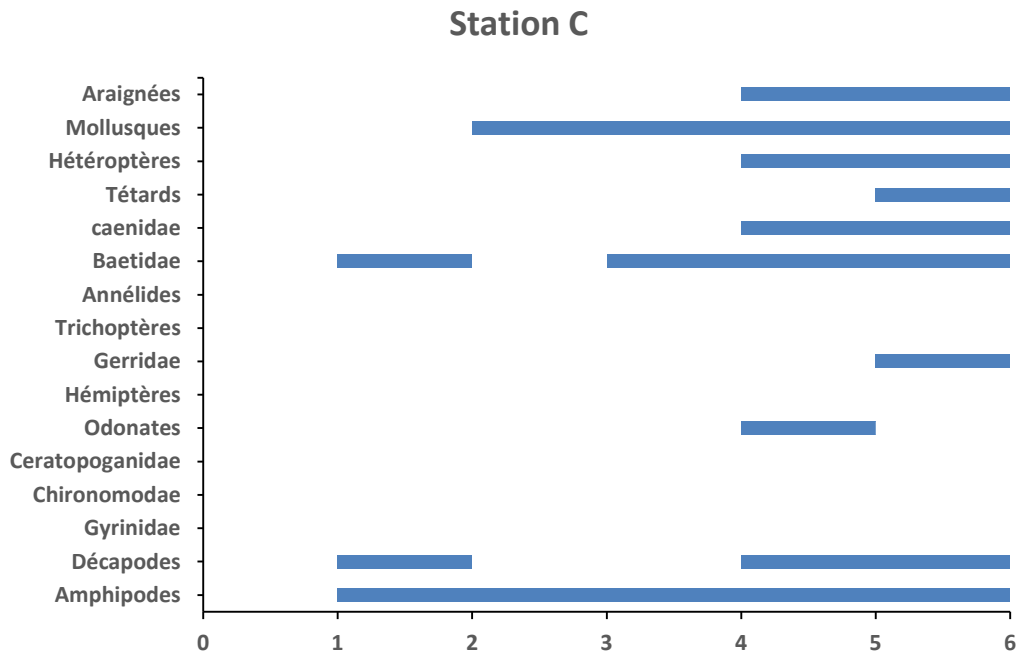


Fig. 47 : La phénologie dans la station C.

Ce tableau représente la phénologie des taxa faunistiques au niveau de site d'étude, d'après ce tableau nous constatons qu'il existe des espèces qui se trouvaient toute au long de la période d'étude comme les Crustacés, les Mollusques et les Ephéméroptères.

1.2.4. Les indices de diversité :

1.2.4.1. Indice de Shannon :

L'indice de Shannon a été calculé par station.

Tableau 07 : Les indices de diversité.

	Richesse (S')	Indice de Shannon- Weaver (H')	Indice d'équitabilité (E)
Station 1	14	0.85	0,22
Station 2	11	0,39	0,11
Station 3	10	0,52	0,16

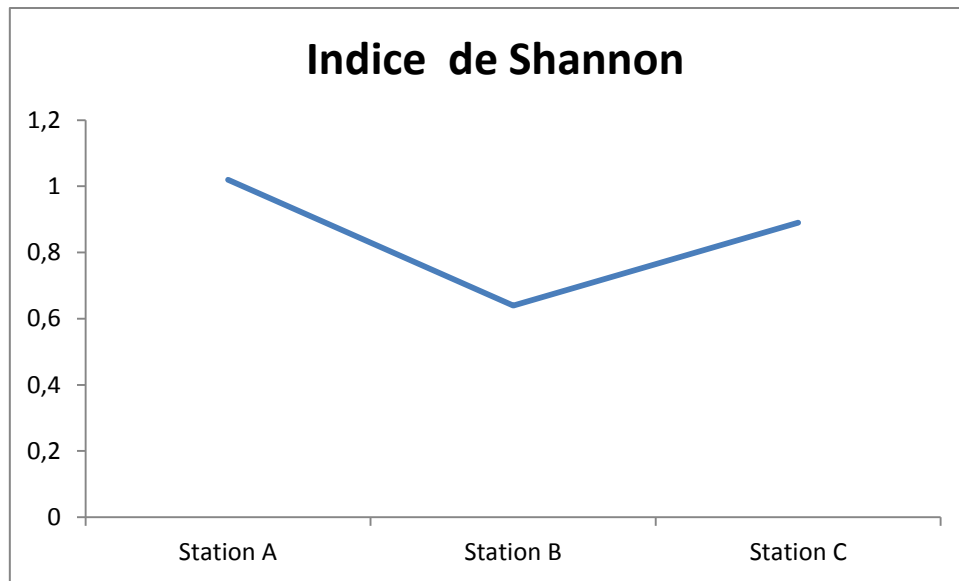


Fig. 48 : Variation spatiale de l'indice de Shannon des macroinvertébrés.

Les valeurs de l'indices montre une chute pour la station B par rapport au deux autres stations.

1.2.4.2. Indice d'équitabilité :

L'équitabilité par définition varié de 0 à 1 (Dajoz, 1985). Elle est calculée par stations (Tableau 07).

Les résultats confirment les résultats de l'indice de diversité de Shannon.

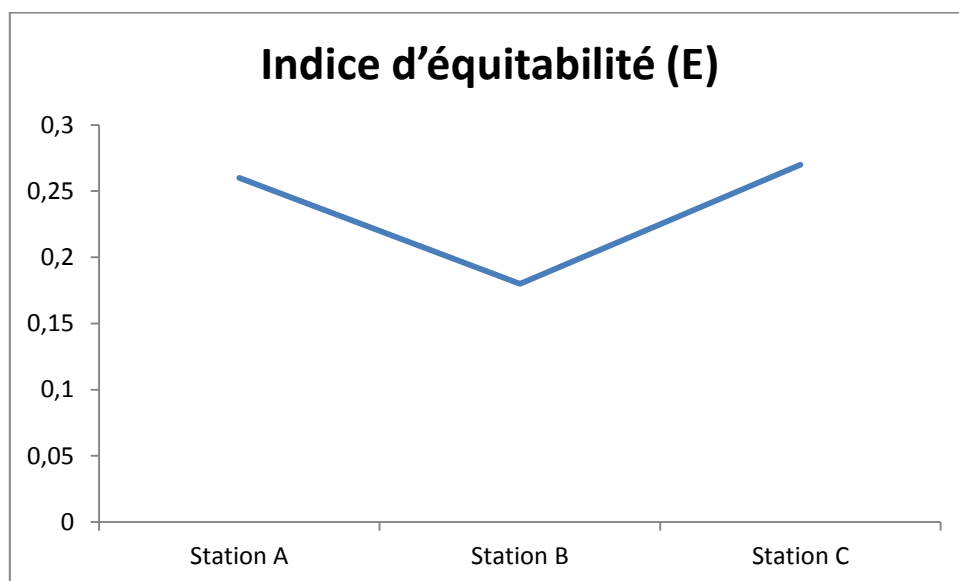


Fig. 49 : Variation spatiale de l'indice d'équitabilité.

CONCLUSION

Conclusion :

Notre étude durant la période de Décembre 2017- Mai 2018 au niveau d'oued Bouhamdane, a pour but d'évaluer la diversité des macroinvertébrés aquatiques, focalisée également les facteurs importants qui réagissent la structure et le fonctionnement des différents stations.

Nous avons recensé un peuplement de la faune aquatique de **6816** individus qui comprend 16 taxa composé essentiellement d'invertébrés :

- Dont la majorité sont des Arthropodes avec un total de **6515** individus (**96.43%**) comprise deux grandes classes : les Crustacés qui représente la plus grande partie de cet embranchement avec **5986** individus (**91.88%**) et les insectes avec **529** individus (**8.12 %**).
- Le reste de la faune aquatique est partagé entre : Mollusques avec **230** individus (**3.40%**) et Annélides avec 11 individus (**0.16%**).
- Par contre les vertébrés sont composés de **100%** des Amphibiens avec **57** individus.

L'étude de la phénologie des taxa est riche, également précisé l'échantillonnage.

Les résultats de cette étude montrent que ce biotope héberge une faune très diversifiée et qui s'adapte avec les facteurs physico-chimiques de ce milieu.

La richesse spécifique prouve l'existence de 16 taxa distribuer selon la profondeur des stations.

Il est possible que cette richesse soit importante si l'échantillonnage avait été plus abondant et plus étalé dans le temps.

**RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

Références bibliographiques :

1. **Agence des Bassins Hydrographique- Constantinois- Seybouse- Mellegue., (1999).** Cahiers de l'agence (ministère de l'équipement et de l'aménagement du territoire).
2. **Alhou, B., Issiaka, Y., Awaiss, A., et Micha, J. C., (2014).** Premier inventaire des macro-invertébrés du fleuve Niger à Niamey comme bioindicateurs de la pollution urbaine et industrielle. *Hydroécologie Appliquée*, 18, 139-163. And fish, second edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency : office ofwater; Washington D.C.
3. **Barbour, M.T., Gerritson, B.D. Snyder, & J.B. Stribling., (1999).** Rapid bioassessment protocols for use in wadeable streams and rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates.
4. **Beak, W. T., Griffing, C. T. & A. G. Appleby., (1973)** Use of artificial substrate samplers to assess water pollution. *Biological Methods for the assessment of water quality*, ATSM STP 528, American Society for testing and materials, pp. 227-241.
5. **Berrahou, A., Cellot, B., et Richoux, P., (2001).** Distribution longitudinale des macroinvertébrés benthiques de la Moulouya et de ses principaux affluents (Maroc). In *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* (Vol. 37, No. 3, pp. 223-235). EDP Sciences.
6. **Boissonneault, Y., (2006).** Le suivi écologique des rivières au Québec : comparaison des bioindicateurs basés sur les invertébrés et les diatomées benthiques (Doctoral dissertation, Université du Québec à Trois-Rivières).
7. **Bouchlaghem, E., (2008).** Caractérisation du peuplement odonatologique du bassin versant des oueds : Cherf- Seybouse- Mém. Magister. Univ Guelma.144p.
8. **Boudour, A., & Habiles, R., (2017).** La qualité de l'eau en relation avec les macroinvertébrés (cas oued seybouse). Mém. Master, Univ Guelma. 65p.
9. **Boukli H, S., (2012).** Bioécologie des Coléoptères (Arthropodes-Insectes) du marais salé de l'embouchure de la Tafna (Tlemcen) (Doctoral dissertation).
10. **Boulinier, T., Nichols, J.D., Sauer, J.R., Hines, J.E. & Pollock, K.H., (1998).** Estimating species richness: the importance of heterogeneity in species detectability. *Ecology* 73 (3) the Ecological Society of America: 1018.

11. **Bournaud, M., Keck, G., & 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.
12. **Cairns, J., & J., R Pratt., (1993).** A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. Dans: Rosenberg, D.M. et V.H.Resh., (1993) *Freshwater Biomonitoring and benthic Macroinvertebrates*. Kluwer Academic Publishers.
13. **Cayrou, J., Compin, A., Giani, N., & Céréghino, R., (2000).** Associations spécifiques chez les macroinvertébrés benthiques et leur utilisation pour la typologie des cours d'eau. Cas du réseau hydrographique Adour-Garonne (France). In *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* (Vol. 36, No. 3, pp. 189-202). EDP Sciences.
14. **Chaib, N., (2002).** Contribution à l'étude écologique et hydrochimique de quelques hydrosystèmes de la Numidie (Région d'El Kala et de Guerbés - Sanhadja). Mém. de Magister. Univ. Annaba. 173p
15. **Chirouf, M.A., & Moumene, M., (2015).** L'étude écologique des macroinvertébrés d'oued Hellia. Mém. Master, Univ. Guelma. 64p.
16. **Cosandey, C., Bifot, S. Dacharry, M. Gille, E., Laganier, R., & Salvador, P., (2004).** France: 2^{ème} Edition.
17. **Dajoz, R., (1985).** Répartition géographique et abondance des espèces du genre *Triplax* Herbst (Coléoptères, Erotylidae). *L'Entomologiste*, 41(3), 133-145.
18. **Dajoz, R., (2006).** Précis d'écologie. Dunod, Paris, 615p.
19. **Douakha, N., & Stiti, A., (2015).** Etude comparative des communautés des macroinvertébrés de deux systèmes aquatique dans la wilaya de Guelma (oued et barrage Bouhamdane). Mém. Master, Univ. Guelma. 66p.
20. **Ferguani, H. & Arab, A., (2013).** Utilisation des macroinvertébrés benthiques comme bioindicateurs de pollution d'Oued El Harrach. 4^{ème} Congrès International des Populations et des Communautés Animales Taghit, Algérie. Communications internationales : 205-212.
21. **Gagnon, E., & Pedneau, J., (2006).** *Survol Benthos, guide du volontaire, programme de surveillance volontaire des petits cours d'eau*. CVBR, Québec. Canada.

22. **Gaschignard, O., Persat, H., & Chessel, D., (1983).** Répartition transversale des macroinvertébrés benthiques dans un bras du Rhône. *Hydrobiologia*, 106(3), 209-215.
23. **Giudicelli, J., Dakki, M., & Dia, A., (1985).** Caractéristiques abiotiques et hydrobiologiques des eaux courantes méditerranéennes : Avec 1 figure et 1 tableau dans le texte. *Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie : Verhandlungen*, 22(4), 2094-2101.
24. **Grassé P.P., Poisson R.A, Tuzet O., (1970),** Zoologie I, INVERTEBRES, Précis de Sciences Biologiques, ed. Masson et Cies, Paris, 935p.
25. **Hershey, E. A. & G, A. Lamberti., (2001)** Aquatic insect ecology. Dans: *Ecology and classification of North America freshwater invertebrates*, second edition. Academic Press. Thorp, H.I & A.P. Covish, Ed.
26. **Hilsenhoff, W. L., (2017).** An improved biotic index of organic stream pollution. *The Great Lakes Entomologist*, 20(1), 7.
27. **Houmeur, Z & Bendada., M., (2016).** Contribution à l'étude des macroinvertébrés de Bouhamdane. Mém. Master, Univ Guelma. 75p.
28. **Lee, S. J., Park, J. H., & Ro, T. H., (2006).** Ephemeropteran community structure and spatial stability of local populations of the major species group in the Keumho River. *Entomological Research*, 36(2), 98-106.
29. **Leraut, P., (2007).** Ébauche d'une liste des pyrales de France [*Lepidoptera, Pyraloidea*]. *Revue française d'entomologie*, 29(4), 149-166.
30. **Mansouri, Z., (2009).** Les ressources en eau et gestion intégrée du bassin versant de l'oued Bouhamdane (Nord-Est Algerien). Mém. Magistère. Univ Annaba, 134p.
31. **Menbohan, F., SH, Z. T., & Njiné, T., (2011).** Evolution spatiale de la diversité des peuplements de macroinvertébrés benthiques dans un cours d'eau anthropisé en milieu tropical (Cameroun). *European Journal of Scientific Research*, 55(2), 291-300.
32. **Ministère du développement durable, de l'environnement, de la faune et des parcs (mddefp)., (2012).** Indice d'intégrité biotique basé sur les macroinvertébrés

- benthiques et son application en milieu agricole – Cours d'eau peu profonde à substrat grossier, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement.
- 33. Moison, M., Roux, F., Quadrado, M., Duval, R., Ekovich, M., Lê, D. H., ... & Budar, F., (2010).** Cytoplasmic phylogeny and evidence of cyto-nuclear co-adaptation in *Arabidopsis thaliana*. *The Plant Journal*, 63(5), 728-738.
- 34. Musy, A., & Higy, C., (2004).** Hydrologie: Tome 1, Une science de la nature. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR).
- 35. Nahli, Ch., (2016).** Contribution à l'étude des odonates et macroinvertébrés de Bouhamdane. Mém. Master, Univ. Guelma. 82p.
- 36. Nicholas, J.D., Boulinier, T., Hines, J.E., Pollack, K.H. & Sauer, J.R., (1998).** Estimating rates of local species extinction, colonization and turnover in animal communities' Ecological applications. *Ecological Society of America*, 8 (4).
- 37. Ramade, F., Lagadic, L., Caquet, T., (1994).** The role of biomarkers in environmental assessment (5). *Invertebrate populations and communities. Ecotoxicology*, 3(3), 193-208.
- 38. Samraoui, B., & de Belair, G. (1997).** The Guerbes-Senhadja wetlands (NE Algeria) Part I: An Overview. *Ecologie*, 28(3), 233.
- 39. Sanogo, S., Kabre, J. A. T., & Cecchi, P., (2014).** Inventaire et distribution spatio-temporelle des macroinvertébrés bioindicateurs de trois plans d'eau du bassin de la Volta au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(3), 1005-1029.
- 40. Satha, H., (2014).** Evaluation de l'intégrité écologique des eaux de l'oued seybose. Mém. Master, Univ. Guelma. 110p.
- 41. Sellam, N., Viñolas, A., Fatah, Z., & Moulai, R., (2017).** L'utilisation des Coleoptera, Ephemeroptera et Diptera comme bioindicateurs de la qualité des eaux de quelques Oueds en Algérie. *Butlletí de l'Institutió Catalana d'Història Natural*, 47-56.
- 42. Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., & Usseglio-Polatera, P., (2000).** Invertébrés d'eau douce: systématique, biologie, écologie (Vol. 15). Paris : CNRS éditions.
- 43. Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., & Usseglio-Polatera, P., (2010).** Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie (Vol. 15). Paris : CNRS éditions.

44. **Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., & Usseglio-Polatera, P., (2013).** Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie (Vol. 15). Paris : CNRS éditions.
45. **Touati, L., (2008).** Distribution spatio-temporelle de Genre Daphnia dans les mares temporaires de la Numidie. Mém. Magistère. Univ de Guelma.

Webographie :

[1]

http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/EAU/eco_aqua/macroinvertebre/surveillance/benthiques.pdf le 07/02/2018

[2]

<http://www.aquaportail.com/définition-13038-oued.html> le 26/02/2018

ANNEXES

Annexe 01 : les variables abiotiques.

La station A :

Paramètre	sortie1	sortie2	sortie3	sortie4	sortie5	sortie6
Prof. Berge (cm)	42	40	45	49	33	49
Prof. milieu (cm)	55	52	50	55	44	75
Ph	7,97	8,43	9,22	8,2	7,97	7,94
Potentiel (m.v)	-54	-58.3	-62.1	-90	-57	-45
T(C°)	15.5	13.9	19.7	18.5	18.5	24.1
Conductivité (μ s/cm)	1584	984	974	835	849	946
Salinité	0.6	0.3	0.2	0.2	0,2	0,2
O2 (mg/l)	4	4	5,8	6,2	9,5	8

La station B :

Paramètres	sortie1	sortie2	sortie3	sortie4	sortie5	sortie6
Prof. Berge (cm)	/	16	19	17	18	31
Prof. milieu (cm)	/	40	49	46	22	53
Ph	/	8.9	9.21	8.57	8,2	8,1
potentiel (m.v)	/	-60	-71.2	-96	-69	-64
T(C°)	/	14	19.9	19	20,2	22,6
Conductivité (μ s/cm)	/	842	937	789	790	764
Salinité	/	0.4	0.3	0.1	0,1	0,2
O2 (mg/l)	/	4	6,1	7,4	9	7,9

La station C :

Paramètres	sortie 1	sortie 2	sortie 3	sortie 4	sortie 5	sortie 6
Prof. Berge (cm)	/	18	21	20	20	38
Prof. milieu (cm)	/	50	52	51	54	56
Ph	/	8.49	9.30	8.30	8,18	8,14
Potentiel (m.v)	/	-57.3	-63.4	-80	-69	-68
T(C°)	/	14.8	19.91	19.3	22.1	21.1
Conductivité (μ s/cm)	/	851	949.1	698	778	820
Salinité	/	0.3	0.3	0.1	0,2	0,2
O2 (mg/l)	/	5,6	6,5	7,1	8,8	8,4

Annexe 02 : La phénologie des taxons par station.

Taxons	station A	station B	station C
Amphipodes	1	1	1
Décapodes	1	1	1
Gyrinidae	1	0	0
Chironomoda	1	1	0
Ceratopogonidae	1	0	0
Odonates	1	0	1
Hémiptères	1	1	0
Gerridae	1	1	1
Trichoptères	1	0	0
Annélides	1	1	0
Baetidae	1	1	1
Caenidae	1	1	1
Tétards	1	1	1
Hétéroptères	0	1	1
Mollusques	1	1	1
Araignées	0	0	1

Annexe 03 : L'abondance des taxons par station.

Taxons	station A	station B	station C
Amphipodes	1999	2217	1698
Décapodes	1	6	65
Gyrinidae	2	0	0
Chironomoda	21	11	0
Ceratopogonidae	2	0	0
Odonates	1	0	4
Hémiptères	4	2	0
Gerridae	2	2	2
Trichoptères	2	0	0
Annélides	10	1	0
Baetidae	83	178	138
caenidae	21	8	41
Tétards	40	12	5
Hétéroptères	0	2	3
Mollusques	84	63	83
Araignées	0	0	3

Annexe 04 : L'abondance des taxons d'insectes et des Crustacés par station.

classe	Ordre	famille	station A	station B	Station C	totale
<i>crustacés</i>	<i>Amphipodes</i>		1999	2217	1698	5914
	<i>Décapodes</i>		1	6	65	72
<i>insectes</i>	<i>Coléoptères</i>	<i>Gyrinidae</i>	2	0	0	2
	<i>diptères</i>	<i>Chironomidae</i>	21	11	0	32
		<i>Ceratopogonidae</i>	2	0	0	2
	<i>Odonates</i>		1	0	4	5
	<i>hémiptères</i>		4	2	0	6
		<i>gerridae</i>	2	2	2	6
	<i>trichoptères</i>		2	0	0	2
	<i>éphéméroptères</i>	<i>Baetidae</i>	83	178	138	399
		<i>caenidae</i>	21	8	41	70
	<i>hétéroptères</i>		0	2	3	5
Totale						6515

Annexe 05 : L'abondance des taxons non insectes par station.

Embranchement	classe	Ordre	famille	station A	station B	station C	totale
<i>Arthropode</i>	<i>Arachnides</i>	<i>Araignées</i>		0	0	3	3
<i>Annélides</i>				10	1	0	11
<i>Mollusques</i>				84	63	83	230
<i>Amphibiens</i>			<i>Têtards</i>	40	12	5	57
							301