

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 Mai 1945 de GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DES VIE ET DES
SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : sciences de la Nature et de la vie

Filière : Biologie

Spécialité/Option : Biodiversité et Ecologie des Zones Humides

THÈME

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DES MACROS INVERTÉBRÉS DE L'OUED BRADAA

Présenté par :

Amiri Mouhamed El Hadi

Chékakta Djamel Eddine

Membres de jury :

Président : DR. ROUIBI A (MCB) Université de Guelma

Examineur : DR. GUETTAFF M (MAA) Université de Guelma

Encadrante : DR. BALOUDJ A (MCB) Université de Guelma

Juin 2015

Remerciements

*Au terme de notre travail, nous tenons à exprimer toutes nos
gratitudes a dieu tout puissant, de nous avoir donné, la santé, le
courage et la patience pour réaliser notre travail dans les meilleurs
conditions.*

*Nous ne serons pas comment remercier nos parents qui nous ont aidés
et qui étaient toujours patients et compréhensifs envers nous. Ils ont
sus nous mettre sur rails et nous encourager d'avantage. Encore une
fois mille mercis.*

*Nous adressons nos vifs remerciements à notre respectueux promoteur,
Dr. Baaloudje affaf d'avoir accepté d'encadrer notre travail.*

A Mr Rouibi A.H, de nous avoir fait l'honneur de présider le jury.

*Nous remercions Mr GUETAFF Mohamed d'avoir accepté d'examiner
notre travail.*

*Enfin, nous exprimons notre gratitude à tous ceux qui ont contribué
de près ou de loin à la réalisation de ce document.*

MERCJ A TOUS

The page features decorative green brushstrokes that form a frame around the central text. The strokes are fluid and expressive, with varying shades of green and some darker, more saturated areas. They are positioned in the corners and along the top and bottom edges, creating a sense of movement and organic form.

liste des figures

Liste des figures :

Figure 1 : Les coléoptères (Adulte et larve) (1).....	7
Figure 2: Différentes formes de larves de diptères (Moisan et al. 2008).....	8
Figure 3 : Adulte, vue dorsale d'hémiptère (Moisan et al. 2008).....	8
Figure 4: Larves d'Odonates (2).....	9
Figure 5 : Larve de Trichoptère (Moisan et al, 2008).....	10
Figure 6: Larve (vue latérale) d'une Lépidoptère (Moisan et al, 2008).....	11
Figure 7 : Larve d'Ephéméroptère (Moisan et al, 2008).....	12
Figure 8: Présentation des sous-bassins (A. B. H, 1999).....	14
Figure 9 : Bassin versant de la Seybouse (Algérie).....	15
Figure 10 : Courbe d'évaluation des températures de la région d'étude (2002-2014)....	17
Figure 11 : Variation mensuelle des précipitations en 2002-2014.....	18
Figure 12 : Variation mensuelles de l'humidité dans la région d'étude (2002-2014).....	19
Figure 13 : Diagramme Ombrothermique de la région de Guelma (2002-2014).....	20
Figure 14 : Situation de la région de Guelma dans le climagramme d'Emberger (2002-2014).....	21
Figure 15 : Oued Bradaa.....	22
Figure 16 : Station A	23
Figure 17 : Station B.....	23
Figure 18 : StationC.....	23
Figure 19 : Photo satellitale présente les trois stations d'Oued Bradaa.	24
Figures (20,21, 22,23,24,25, 26, 27, 28, 29) Représentation photographique du matériel utilisé.....	26.27

Liste des figures

Figures(30, 31, 32, 33,34): Représentation photographique de la méthode du travail sur terrain et au laboratoire.....	28.29.30
Figure 35: Le multi paramètre.....	31
Figure 36 : L'abondance des macros invertébrées en pourcentage (%).....	36
Figure (37, 38, 39, 40,41,42, 43,44) : L'abondance des macros invertébrées en fonction du temps.....	38.39.40
Figure 45 : La variation de La conductivité (μ/s) des stations échantillonnées en fonction du temps.....	41
Figure46 : La variation de température ($^{\circ}C$) de chaque station échantillonnée en fonction du temps.....	42
Figure 47 : La variation de profondeur (cm) de chaque station échantillonnée en fonction du temps.....	42
Figure 48 : La variation de PH de chaque station échantillonnée en fonction du temps .	43
Figure 49 : Variation de la vitesse (m/s) de chaque station échantillonnée en fonction du temps.....	43
Figure 50:La variation de largeur(cm) de chaque station échantillonnée en fonction du temps.....	44
Figure 51: La variation d'Oxygène dissous (mg/l) de chaque station échantillonnée en fonction du temp.....	45
Figure 52 : La variation de turbidité(NTU) de chaque station échantillonnée en fonction du temps.....	46
Figure 53: Variation des indices de Shannon et d'Equitabilité.....	47



liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableaux 01 : Répartition des sous-bassins de la sybousse (A.B.H 1999).....	13
Tableau 02 : Température moyenne mensuelle de la station de Guelma (2002/2014).....	17
Tableau 03 : Précipitations annuelles moyennes des sous- bassins.....	18
Tableaux 04 : Humidité annuelles moyennes des sous- bassins.....	19
Tableau 05 : Coordonnées GPS de Bradaa	22
Tableau 06 .Check –liste des taxa faunistique du oued Seybouse selon les stations.....	34
Tableau 07 : Check –liste des taxa faunistique du oued Seybouse selon les dates.....	35
Tableau 08 : La phénologie temporelle des macros invertébrées d’oued bradaa.....	37
Tableau 09 : les indices de diversité des stations explorées.....	47



sommaire

Sommaire

Sommaire

Introduction	1
Chapitre I : L'écologie des cours d'eau et la biologie des macros-invertébrés	
I.1 Les eaux courantes	3
I.1.1 Définition d'un cours d'eau	3
I.1.2. Définition d'un oued	3
I.1.3. Le bassin versant.....	3
I.1.4. Les courants.....	3
I.1.5. L'origine des courants.....	4
I.1.6. La pollution des eaux	4
I.1.7. Importance des eaux courantes.....	4
I.1.8. Eutrophisation des eaux courantes.....	5
I.2. Les macros invertébrés.....	5
I.2.1. Définition des macros invertébrés.....	5
I.2.2. Morphologie.....	6
I.2.3. Répartition et alimentation.....	6
I.2.3.1 Les Coléoptères.....	7
I.2.3.2. Les Diptères.....	8
I.2.3.3. Les Hémiptères.....	8
I.2.3.4. Les odonates (ou libellules)	9
I.2.3.5. Trichoptères (ou phryganes)	9
I.2.3.6. Lépidoptères	11
I.2.3.7. Les éphéméroptères ou "mouches de mai"	11

Sommaire

Chapitre II: Description du site d'étude

II.1 Description générale de Oued Sybousse.....	13
II.2 Le réseau hydrographique	16
II.3.1 Climatologie.....	16
II.3.2 Température.....	16
II.3.3 Les précipitations	18
II.3.4 Humidité.....	19
II.4. Synthèse climatique.....	19
II.4.1. Diagramme Ombrothrmique.....	19
II.4.2. Climagramme d'Emberger.....	20
II.4.3.Exploitation du bassin de la Seybouse.....	21
II.4.4. Industrie.....	22
II.5 Description du site d'étude.....	22

Chapitre III: Matérielles et méthodes

III.1 Matériel expérimental.....	25
III.1.1 Sur le terrain.....	25
III.1.2 Au laboratoire.....	25
III.2. Méthode de terrain.....	28
III.2.1. Choix des stations.....	28
III.2.2. Echantillonnage des peuplements.....	28
III.2.3. Collecte sous les pierres.....	29
III .2.4 Le tri des macro-invertébrés.....	29
III .2.4.1 Sur place.....	29
III.2.4.2 Au laboratoire.....	30
III.3 Les variables mesurées.....	31
III.3.1 La conductivité.....	31
III.3.2. La température.....	31
III.3.3L'oxygène.....	32
III.3.4. La vitesse de l'eau.....	32
III.3.5. La profondeur et la largeur du lit mouillé.....	32

Sommaire

III.4. La structure d'un peuplement.....	32
III.4.1. Indice de Shannon.....	33
III.4.2. Equitabilité	33

Chapitre IV: Résultats et discussions

IV. 1. Résultats et discussions.....	34
IV.1.1. Check –liste des taxa faunistique du Oued Bradaa.....	34
IV.2 La phénologie des macros invertébrées.....	37
VI.2.1 L'abondance des macros invertébrées en fonction du temps.....	38
IV.3. Influence des variables abiotiques sur les écosystèmes.....	41
IV.3.1. Influence de la conductivité sur le Site d'étude.....	41
IV.3.2. Influence de la température sur le Site d'étude.....	41
IV.3.3. Influence de la Profondeur sur le Site d'étude.....	42
IV. 3.4. Influence du PH sur le Site d'étude.....	43
VI. 3.5. Influence de la vitesse sur le Site d'étude.....	43
IV.3.6. Influence de la Largeur sur le Site d'étude.....	44
IV.3.7. Influence de l'oxygène dissous.....	45
VI. 3.8. Influence de la turbidité sur le Site d'étude.....	46
IV.4. Etude des indices de diversité	47
Conclusion.....	48

The image features a decorative border of green brushstrokes. The strokes are thick and expressive, with varying shades of green. They form a frame around the central text, with the top and bottom strokes curving inwards towards the center. The left and right strokes are more vertical, also curving slightly towards the center. The overall effect is a soft, artistic frame.

RESUME

Résumé

Notre travail est une étude écologique et systématique des macros invertébrées de la moyenne d'Oued Seybouse (Oued Bradaa) dans le Nord-Est Algérien.

Ce travail a porté autant sur des paramètres physico-chimiques que des paramètres biologiques (macros invertébrées), dans ce dernier cas, les prélèvements ont été effectués en 03 stations déferente (Station A, Station B, Station C).

L'objectif visé par cette étude est la mise en évidence de la relation de la variabilité spatio-temporelle avec l'estimation de l'évolution, la répartition et l'abondance des communautés de macros invertébrées, à l'aide d'indices écologiques.

Notre travail a mis en évidence un recensement d'un peuplement faunistique constitué de 1179 individus, distribué irrégulièrement entre les sites étudiés sous l'influence de paramètres abiotiques et physicochimiques.

Abstract:

Our work is a study ecological and systematic macro invertebrate of the Oued Seybouse (Wadi Bradaa) in the Northeast Algerian average.

This work has focused as much on physico-chemical parameters as biological parameters (macro invertebrate), in the latter case, the samples were taken in 03 deferential (Station A, Station B,) Station C stations.

The objective of this study is the highlight of the relationship of the spatio-temporal variability with the estimation of the development, distribution and abundance of invertebrate communities in macros, using ecological indices.

Our work has highlighted a census of a stand faunistic 1179 individuals, distributed unevenly between the sites studied under the influence of abiotic and physicochemical parameters.

المخلص :

عملنا دراسة إيكولوجية ومنهجية عن اللافقاريات الكبيرة في متوسط وادي سيبوس (وادي برادع) في الشمال الشرقي الجزائري.

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة على مستوى 3 محطات مختلفة (المحطة أ والمحطة ب والمحطة ج) هو معرفة العلاقة بين التقلبات الزمانية والمكانية مع تقدير التطور والتوزع وكثافة اللافقاريات الكبيرة باستعمال كل من المؤشرات البيئية وقد أبرز عملنا تعداد عشائر حيوانية تتكون من 1179 فرد موزعة بين المواقع المدروسة تحت تأثير المعالم الحيوية والفيزيائية.



INTRODUCTION

Introduction

Introduction

L'eau est indéniablement un élément vital et indispensable pour une vie normale, elle couvre 70% de la planète, c'est une molécule simple aux propriétés complexes qui existe dans la nature sous les trois formes « gaz, liquide et solide » et joue un rôle important dans tous les cycles biogéochimiques des éléments. Son importance pour l'économie ne cesse de croître, sa demande et son approvisionnement deviennent de plus en plus difficile à acquérir. (1)

L'Algérie dispose d'un ensemble de zones humides répartis de manière hétérogène, on désigne sous le terme général de zones humides, les étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eaux marines dont la profondeur à marées basse n'excède pas six mètres (Ramsar, 1971 in Dajoz 2006).

A l'instar des pays bordant la mer méditerranée, l'Algérie essaye de préserver ses ressources hydriques en optant pour la construction de barrages, ces ouvrages sont très importants pour mener à bien la politique de l'eau que les responsables du secteur essayent de mettre en place. En fait, (les apports par les précipitations sont assez faibles l'ordre de 16 milliards de m³. Ces ressources (12,4 milliards de m³ pour les eaux de surface et 2,8 milliards de m³ d'eaux souterraines) sont destinées à l'agriculture, à l'industrie et à la consommation humaine).

Parmi les communautés biologiques, les communautés des macros invertébrés.

On désigne par le terme « macro-invertébrés » tous les animaux visibles à l'œil nu (c'est à dire de taille supérieure à 0.5 mm) qui ne possèdent pas de squelette d'os ou de cartilage.

Parmi ces animaux, les macro-invertébrés « benthiques » sont ceux vivant au fond des milieux humides. Ils vivent ainsi dans des habitats très diversifiés : sous les pierres, dans le sable, les graviers, dans la litière, les racines des arbres de la ripisylve, etc.

Ils constituent un maillon important de la chaîne alimentaire aquatique car ils font partie du régime alimentaire de nombreux poissons, oiseaux et amphibiens.

Introduction

Ils sont reconnus pour être de bons indicateurs de la santé des écosystèmes aquatiques en raison de leur sédentarité, de leur cycle de vie varié, de leur grande diversité et de leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de l'habitat. Ils intègrent les effets cumulatifs et synergiques à court terme (allant jusqu'à quelques années) des multiples perturbations physiques (modifications de l'habitat), biologiques et chimiques dans les cours d'eau. Ils sont abondants dans la plupart des rivières et faciles à récolter. De plus, leur prélèvement a peu d'effets nuisibles sur le biote résident (Barbour et al., 1999). Le suivi des macro invertébrés benthiques est utile pour :

- * Evaluer 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.
- * Evaluer et vérifier l'effet d'une source de pollution connue sur l'intégrité de l'écosystème.
- * Evaluer 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 macros invertébrées benthiques dans les cours d'eau. (Daphné Touzin, 2008).

Notre travail se présente en quatre parties :

En premier chapitre nous présentons l'écologie des cours d'eau et la biologie des macros invertébrées suivies d'un deuxième chapitre qui abordera la description de site d'étude. Dans le troisième chapitre nous exposons les méthodes de travail et le matériel utilisé.

Et en fin nous présentons les résultats de ce travail ainsi que leur discussion.



CHAPITRE I.

L'écologie des cours d'eau et la biologie des macros-invertébrés

I.1 Les eaux courantes :

I.1.1 Définition d'un cours d'eau :

Les cours d'eau, de 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 & High, 2004).

I.1.2. Définition d'un oued :

Un oued est un cours d'eau des régions arides d'Afrique du nord dont l'écoulement est temporaire, le nom vient de l'arabe wad, wadi c'es-à-dire rivières. Les oueds peuvent se transformer rapidement en torrent lorsque surviennent les pluies rares mais violentes dans ces régions dont le ruissellement n'est freiné ni par les arbres ni par les herbes, généralement absentes de ce type d'écosystèmes. Les oueds sont les vestiges des anciens réseaux hydrographiques qui couvraient les régions arides avant le début de la désertification, il y'a 4 a 5 millions d'années. Certains oueds atteignent la mer, cependant la plupart aboutissent dans des dépressions fermées ou disparaissent progressivement tant leur écoulement est temporaire (Encarta 2008 in Narsis, 2008).

I.1.3. Le bassin versant :

Le bassin versant est une unité géographique définie à partir d'une section droite d'un cours d'eau et qui comprend toute la surface en amont de cette section de telle sorte que toute l'eau qui arrive sur cette surface transite, du moins en théorie, par cette section droite. Cette dernière est appelée émissaire ou exutoire du bassin versant, le bassin versant est ainsi caractérisé par son exutoire, à partir duquel nous traçons le point de départ et d'arrivée de la ligne de partage des eaux qui le délimite. Cette définition n'est toutefois pas suffisante des lors que l'on s'intéresse au bassin versant réelle de partage des eaux n'est pas nécessairement identique à la ligne de partage des eaux de surface du bassin versant (Musy & Higy, 2004).

I.1.4. Les courants :

Les courants sont les déplacements d'eau dans une certaine direction et à une certaine vitesse. Les forces d'impulsion sont multiples et la combinaison des différentes origines des courants n'est pas la même selon le corps hydraulique considéré, océan, mer, lac ou cours d'eau (Tachet, 2003).

I.1.5. L'origine des courants :

Dans les cours d'eau, l'origine du courant principal est la gravité. Sa vitesse s'accroît donc avec l'augmentation de la pente et de l'épaisseur de la tranche d'eau et avec l'abaissement de la rugosité des berges et du fond (Tachet, 2003).

I.1.6. La pollution des eaux :

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'Homme et ses activités. Elle perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune aquatiques; elle compromet les utilisations de l'eau et l'équilibre du milieu aquatique.

Les cours d'eau naturels, ainsi que les lacs et les étangs offrent de bien plus grandes facilités de régénération. Normalement, la plus grande partie des substances organiques se trouve oxydées par des micro-organismes ou par les plantes qui garnissent le cours et les rives (Larousse, 1973).

La pollution aquatique a pour origines principales :

- l'activité humaine : pollution domestique.
- les industries : pollution industrielle.
- l'agriculture : pollution agricole.

I.1.7. Importance des eaux courantes :

Elles sont importantes par leur :

- Hydroélectricité.
- Eau potable.
- Dilution des eaux usées.
- Navigation.
- Reproduction d'espèces d'importance commerciale.
- Tourisme.

I.1.8. Eutrophisation des eaux courantes :

Le cas le plus grave de pollution est dû à une action indirecte. L'enrichissement en matière nutritive organiques tel que les possibilités de développement des organismes se trouvent temporairement multipliées. Mais la fourniture d'oxygène n'est pas modifiée. Le développement de la vie entraîne une diminution de la teneur en oxygène dissous. Si bien qu'au bout de très peu de temps seules des bactéries anaérobies sont capables de se développer : elles provoquent une transformation de la matière organique en excédent. Les eaux se troublent, deviennent nauséabondes. La plupart des espèces meurent. Les cours d'eau n'ont plus de vie propre. Ils ne sont plus que des égouts. C'est l'eutrophisation. La purification par le système naturel est possible sans perturbation grave (Larousse, 1973).

I.2. Les macros invertébrés :

I.2.1. Définition des macros invertébrés :

On désigne par le terme « macro-invertébrés » tous les animaux visibles à l'œil nu (c'est à dire de taille supérieure à 0.5 mm) qui ne possèdent pas de squelette d'os ou de cartilage. Parmi ces animaux, les macro-invertébrés « benthiques » sont ceux vivant au fond des milieux humides.

Ils vivent ainsi dans des habitats très diversifiés : sous les pierres, dans le sable, les graviers, dans la litière, les racines des arbres de la ripisylve, etc.

Les macro-invertébrés benthiques sont principalement constitués d'insectes aquatiques. Ils sont présents dans l'eau sous différentes formes en fonction de leur cycle biologique : larve, nymphe, adulte. Les autres classes les plus représentées sont les mollusques, les vers et les crustacés. (Les macro-invertébrés benthique 2014)

❖ Pourquoi les étudier ?

- Les macros invertébrés benthiques forment une partie importante des écosystèmes d'eau douce.
- Ils servent de nourriture à nombre de poissons, d'amphibiens et d'oiseaux.
- C'est un groupe très diversifié, et les organismes le composant possèdent des sensibilités variables à différents stress telles : la pollution ou la modification de l'habitat.
- Les macros invertébrés sont les organismes les plus souvent utilisés pour évaluer l'état de santé des écosystèmes d'eau douce (Leraut , 2003).

I.2.2. Morphologie :

Les insectes sont des invertébrés à squelette externe articulés, autrement dit des Arthropodes, dont l'organisation de base comporte une division du corps en 3 parties nettement distinctes : la tête, le thorax et l'abdomen. Ce caractère les différencie notamment des Arachnides (araignées, scorpions...) dont le corps est apparemment composé de 2 parties. La locomotion des insectes, au moins à l'état adulte, est assurée par 6 pattes, alors que les araignées en possèdent 8. Pour la majorité d'entre eux, les insectes sont pourvus d'ailes. Cette adaptation au vol constitue l'un des traits les plus remarquables du groupe, unique chez les Invertébrés.

I.2.3. Répartition et alimentation :

Les macro-invertébrés présentent un très large éventail d'adaptations morphologiques, physiologiques et comportementales qui leur permettent d'habiter pratiquement tous les types de milieux aquatiques. On trouve des insectes dans les mares, étangs, ruisseaux et rivières. Les modes de vie des insectes aquatiques sont extrêmement variés. Certains passent toute leur vie au contact de l'eau, comme les gerris, la plupart étant aquatiques à l'état larvaire mais terrestre et capable de voler à l'état adulte, comme les libellules ou les moustiques.(Mébarki et oumedoure , 2013).

Les habitudes alimentaires des macros invertébrées sont des plus diverses. Certains consomment les bactéries et les petites particules en suspension dans l'eau, comme les larves de moustiques (Détritivores), d'autres mangent les végétaux aquatiques (Herbivores), comme les Coléoptères, d'autres, enfin, sont carnassiers, se nourrissant de proies vivantes (Prédateurs), comme les larves de Libellules ou les Dytiques. Les macros invertébrées ont de nombreux ennemis et ils sont consommés par divers poissons carnassiers, tels les truites, qui peuvent se nourrir aux dépens des insectes entraînés par le courant dans les rivières. Ils sont également consommés par les oiseaux, comme le héron, le canard...Enfin, il arrive que l'homme fasse usage des insectes dans certaines activités. La pêche à la mouche avec des appâts vivants emploie des phryganes adultes.(Mébarki et oumedoure, 2013).

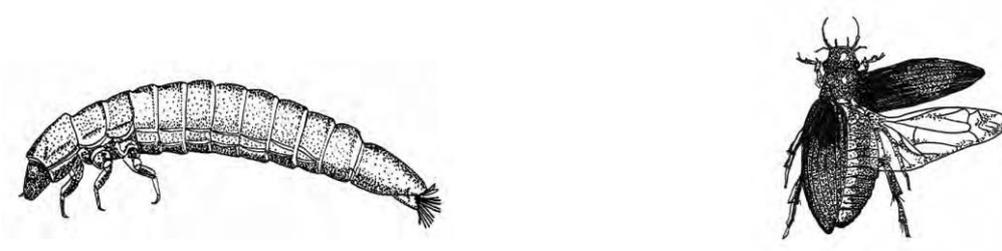
Les principaux insectes aquatiques sont représentés par 12 ordres, eux-mêmes constitués de nombreuses familles.

I.2.3.1 Les Coléoptères :

Les Coléoptères constituent l'un des ordres les plus riches en espèces de la classe insectes (Ouchtati, 1993). Ils sont holométaboles, c'est -à-dire qu'ils ont des métamorphoses complètes et passent au moins par 4 états : œuf, larve, nymphe et imago (Auber, 1999).

Les Coléoptères sont des insectes à deux paires d'ailes (Fig.1) (Mathieu, 1995). Les ailes antérieures sont repliées sous les ailes postérieures transformées en étuis protecteurs ou élytres. Appareil buccal de type broyeur (Blot, 1993).

Les Coléoptères ont colonisé tous les habitats d'eaux continentales possibles. Ils se rencontrent en milieu superficiel et phréatique en zone eutrophe comme en zone oligotrophe, en eau douce comme en milieu saumâtre (Tachet et al, 2000).



Larve, vue latéral

Adulte, vue dorsale

Figure 1 : les coléoptères (Adulte et larve) (Moisan et al, 2008)

I.2.3.2. Les Diptères :

Cet ordre très diversifié compte quelques quatre mille espèces en Europe. Les larves, d'aspects très différents, sont vermiformes et dépourvues de pattes ou parfois équipées de fausses pattes (Fig.2). Les adultes volent bien et sont pourvus de 2 ailes et de 2 balanciers. Certains sucent le sang (hématophages) comme les moustiques, taons, simulies...

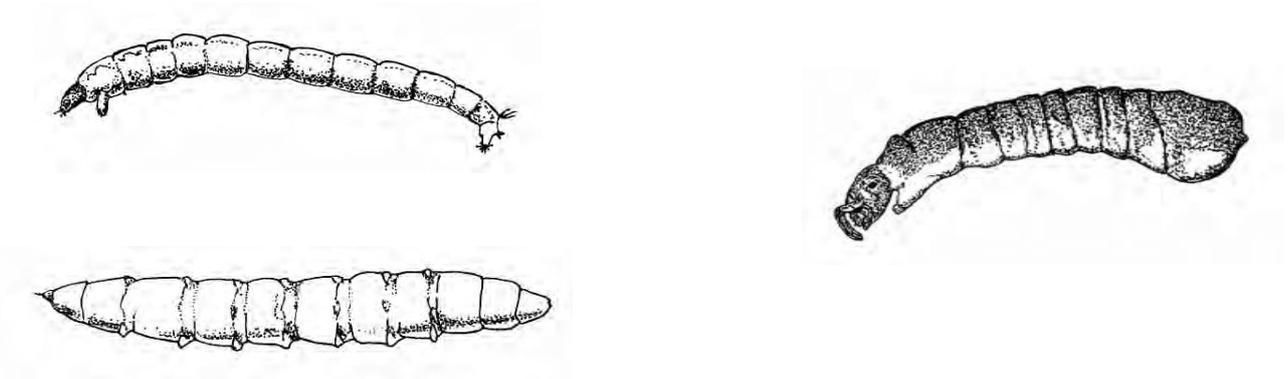


Figure 2: Différentes formes de larves de diptères (Moisan et al., 2008)

I.2.3.3. Les Hémiptères:

Les Hémiptères se caractérisent par la transformation de l'appareil buccal en rostre. Celui-ci constitué par le labium forme un tube, segmenté ou non (Fig3). A l'intérieur duquel coulisent maxilles et mandibules transformées en styles ; cette adaptation correspond à un régime alimentaire liquide. Ce groupe partage en deux sous -ordres : les Hétéroptères et Homoptères (Tachet et al, 2000).

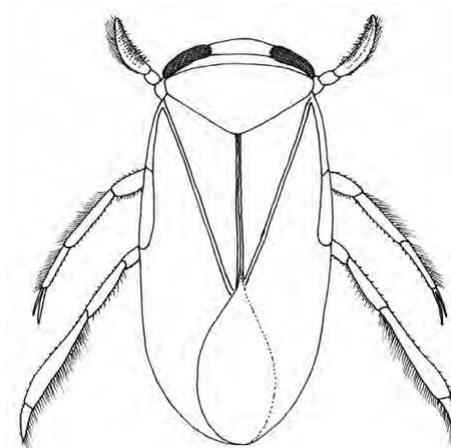


Figure 3 : Adulte, vue dorsale d'hémiptère (Moisan et al, 2008)

I.2.3.4. Les odonates (ou Libellules) :

Les Odonates ont une longue histoire dont témoignent de nombreux fossiles ; actuellement cet ordre n'est plus présenté que par trois sous ordres : Zygoptères, Anisozygoptères et Anisoptères. Seul les Zygoptère et les Anisoptère ont des représentants africains.

Ce sont des insectes prédateurs, à larves aquatiques ; leur développement comprend principalement trois états : l'**œuf**, la **larve** et l'**adulte** ; il s'agit d'insectes hémimétaboles (milieu de vie des larves et des adultes différent). (Fig.4) (2)

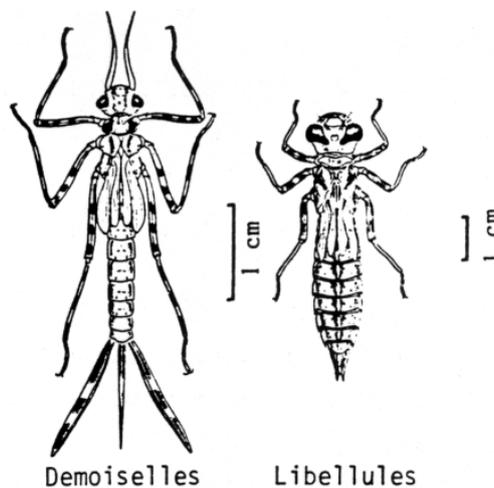


Figure 4: Larves d'Odonates (2)

I.2.3.5. Trichoptères (ou Phryganes) :

Les larves et les nymphes de trichoptères sont toutes aquatiques (sauf 1 espèce) et abondent dans les eaux vives ou dormantes. Elles ne présentent pas d'ébauches d'ailes ni de fausses pattes abdominales et elles portent 2 crochets à leur extrémité abdominale.

On reconnaît deux types de larves :

- les larves libres ou vivant dans des filets tissés dirigés face au courant et servant de pièges aux animaux, végétaux et détritiques dérivants, les crochets anaux de l'extrémité de l'abdomen sont portés par de petites expansions digitiformes ou pygopodes (6 familles, 45 espèces).

- Les larves à fourreau (cassets ou porte-bois) construit en matériaux divers (soie, graviers, sable, détritux végétaux). (Fig.5), ces larves, plongées dans un liquide fixateur (formaldéhyde) quittent leur fourreau; certains caractères permettent de les différencier des larves libres: les crochets anaux sont disposés latéralement à l'extrémité abdominale et non plus portés par des pygopodes et le premier segment abdominal porte souvent, latéralement ou dorsalement, de petits mamelons qui peuvent se dilater pour maintenir la larve en place dans le fourreau ou se contracter pour lui permettre d'en sortir lorsqu'il devient trop petit (12 familles, 104 espèces).(Leclercq et Maquet, 2001).

Les larves se nourrissent soit de petits débris végétaux, de morceaux de feuilles ou d'écorce, soit d'autres organismes benthiques.

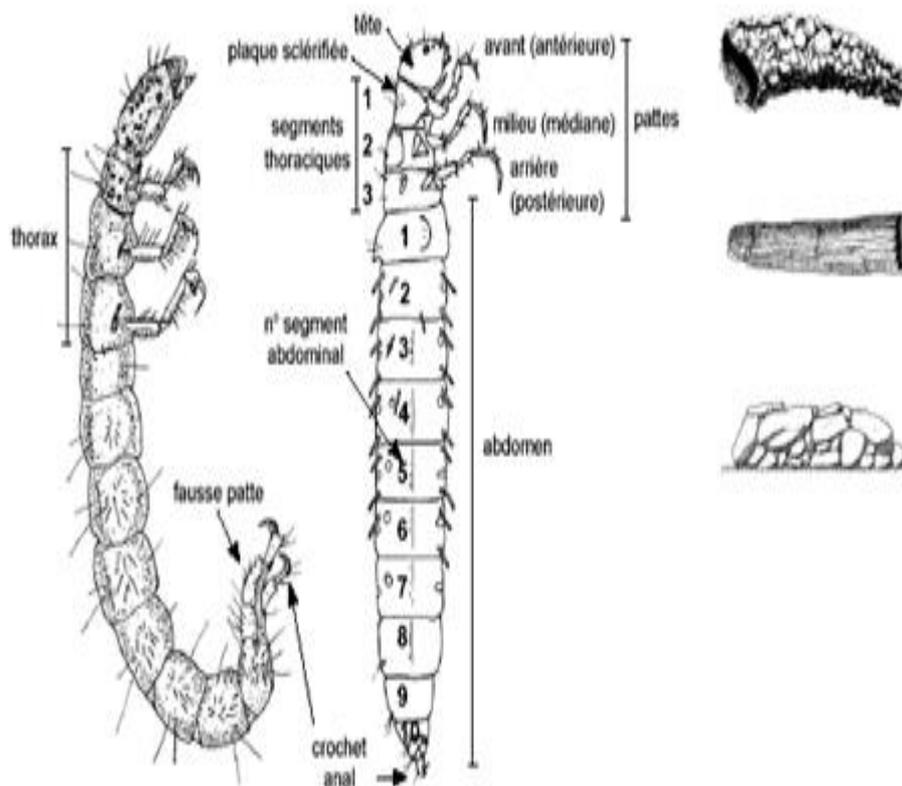


Figure 5 : Larve de Trichoptère (Moisan et al, 2008).

I.2.3.6.Lépidoptères :

Les lépidoptères (papillons) appartiennent à un ordre d'insectes majoritairement terrestres à tous les stades de leur développement. Il existe cependant quelques genres dont les larves et les nymphes sont aquatiques. Certaines d'entre elles, à l'instar des trichoptères, se construisent un étui (Fig.6). On ne retrouve les lépidoptères qu'occasionnellement dans les prélèvements benthiques. Leur tolérance à la pollution est moyenne.

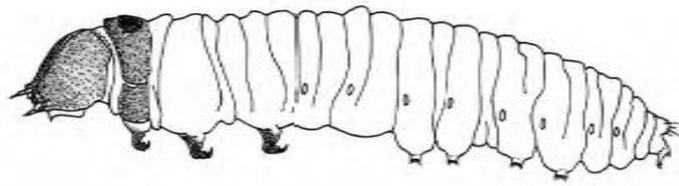


Figure 6: Larve (vue latérale) d'une Lépidoptère (Moisan et al, 2008).

I.2.3.7. Les éphéméroptères ou "Mouches de mai" :

Quelques espèces seulement vivent en eau stagnante, la grande majorité préférant les eaux courantes.

- Les éphémères ont les stades larvaires et nymphaux aquatiques. Les larves portent des ébauches d'ailes et 3 fins filaments ou cerques à l'extrémité de l'abdomen.

Leur corps, de forme variable, est adapté au milieu de vie.(Fig.7)

Dans les eaux courantes, les larves rhéophiles vivent très souvent sous les pierres et leurs corps, y compris la tête, présente un aplatissement dorsaux-ventral marqué; leurs yeux sont reportés sur le dos: les lames respiratoires (branchies) sont disposées latéralement par rapport à l'abdomen et peuvent même être transformées en ventouses (Ecdyonuridés, 14 espèces).

- Dans les eaux calmes, les larves fouisseuses de sédiments ont des pattes antérieures aplaties en forme de pelle et leurs branchies plumeuses sont reportées dorsalement sur l'abdomen (Ephemeridés, 3 espèces).

- La vie larvaire peut durer quelques mois ou plusieurs années, selon les espèces. La vie imaginaire est toujours brève (quelques jours) d'où leur nom. (Leclercq et Maquet , 2001).

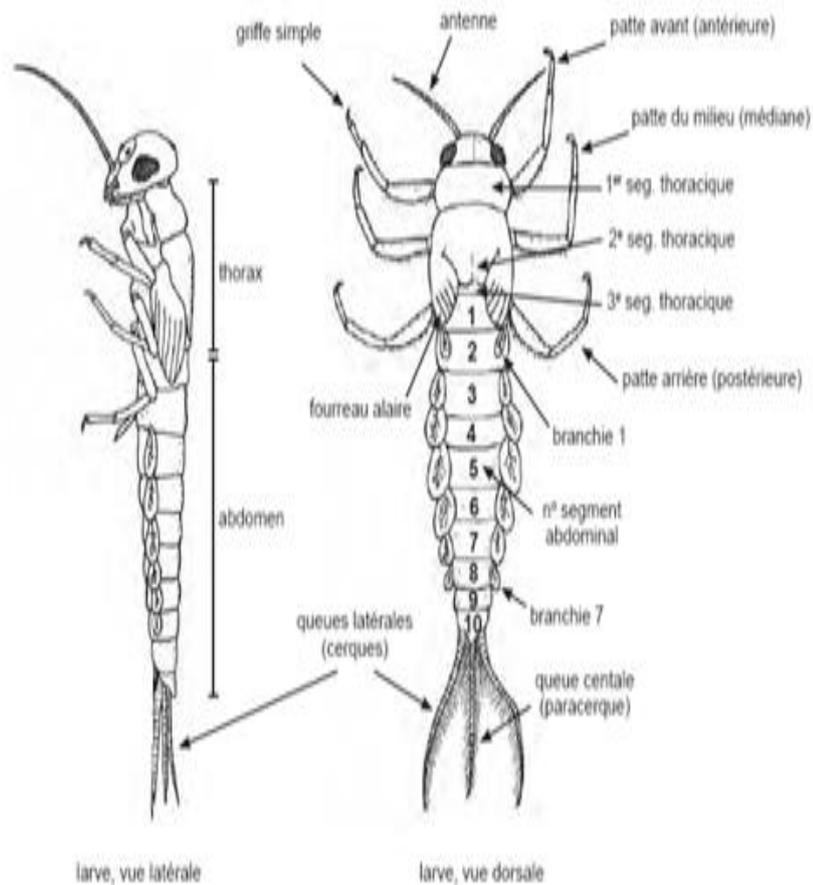


Figure 7 : Larve d'Ephéméroptère (Moisan et al, 2008).

The page features a decorative border of green brushstrokes. The strokes are fluid and expressive, forming a frame around the central text. The top-left stroke curves downwards, the top-right stroke curves upwards, the bottom-left stroke curves upwards, and the bottom-right stroke curves downwards. The central text is in a blue, serif font with a slight drop shadow.

CHAPITRE II :Description du site d'étude

II.1 Description générale d'Oued Sybousse :

La Seybouse est une rivière du Nord-Est De l'Algérie qui prend naissance à l'ouest de la ville de Guelma précisément à Medjez Amar où se rencontre ses deux principaux affluents : oued Cherf et oued Bouhamdane et se termine au nord dans la mer Méditerranée après un parcours de 150 Km. Le bassin de L'oued Seybouse est l'un des plus grands bassins hydrographiques en Algérie (troisième oued d'Algérie après oued El Kebir du Rhumel et Medjerdah-Mellegue), Sa superficie est de l'ordre de 6471 Km² (Debiche, 2002 ; Satha, 2008).

Le bassin de Guelma est localisé dans la zone tellienne de la chaîne alpine de l'Algérie du nord- orientale. Il a une forme allongée d'Est en Ouest sur 20km de longueur et de 3 à 10km de largeur. Cette zone est constituée d'un ensemble de terrasses emboîtées les unes aux autres correspondant à une dépression de 50 km² de surface, traversée d'Ouest en Est par la Seybouse qui constitue le principale cours d'eau superficiel de la région et ou viennent se jeter des petits oueds du bassin versant secondaire.

- Localité : Guelma.
- Longitude : 07° 28' E.
- Latitude : 36° 28' N.
- Altitude : 227m (Mouassa , 2006).

Oued Seybouse est divisé en six sous-bassins principaux. (Tab 01)

Tableau 1 : 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
14, 05	552	Oued Mellah	36
14, 06	1066	Oued Seybouse (Seybouse Maritime)	65
Total	6475	/	240

Chapitre 02 : Description du site d'étude

Un million trois cents mille (1.300.000) habitants, répartis en soixante huit (68) communes, et sept (07) wilayas. Trente trois (33) communes sont entièrement incluses dans le bassin et trente cinq (35) partiellement, (Fig 8).

Quatre vingt quatorze (94) agglomérations de plus de 1000 habitants ont été répertoriées sur l'ensemble du bassin de la Seybouse. La population de ces agglomérations est de 949 046 habitants selon le recensement de l'année 1998.

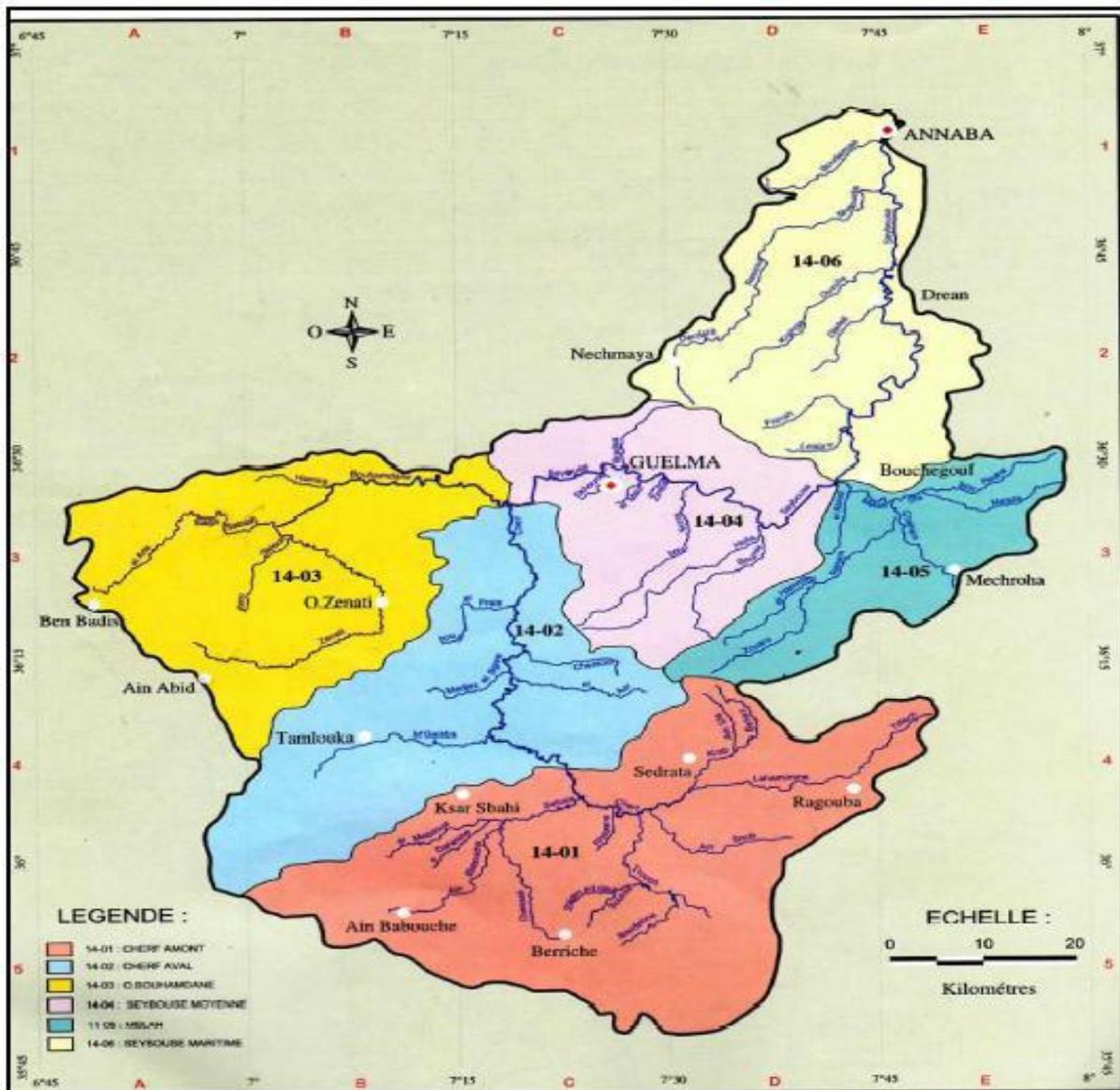


Figure 8: Présentation des sous-bassins (A. B. H, 1999).

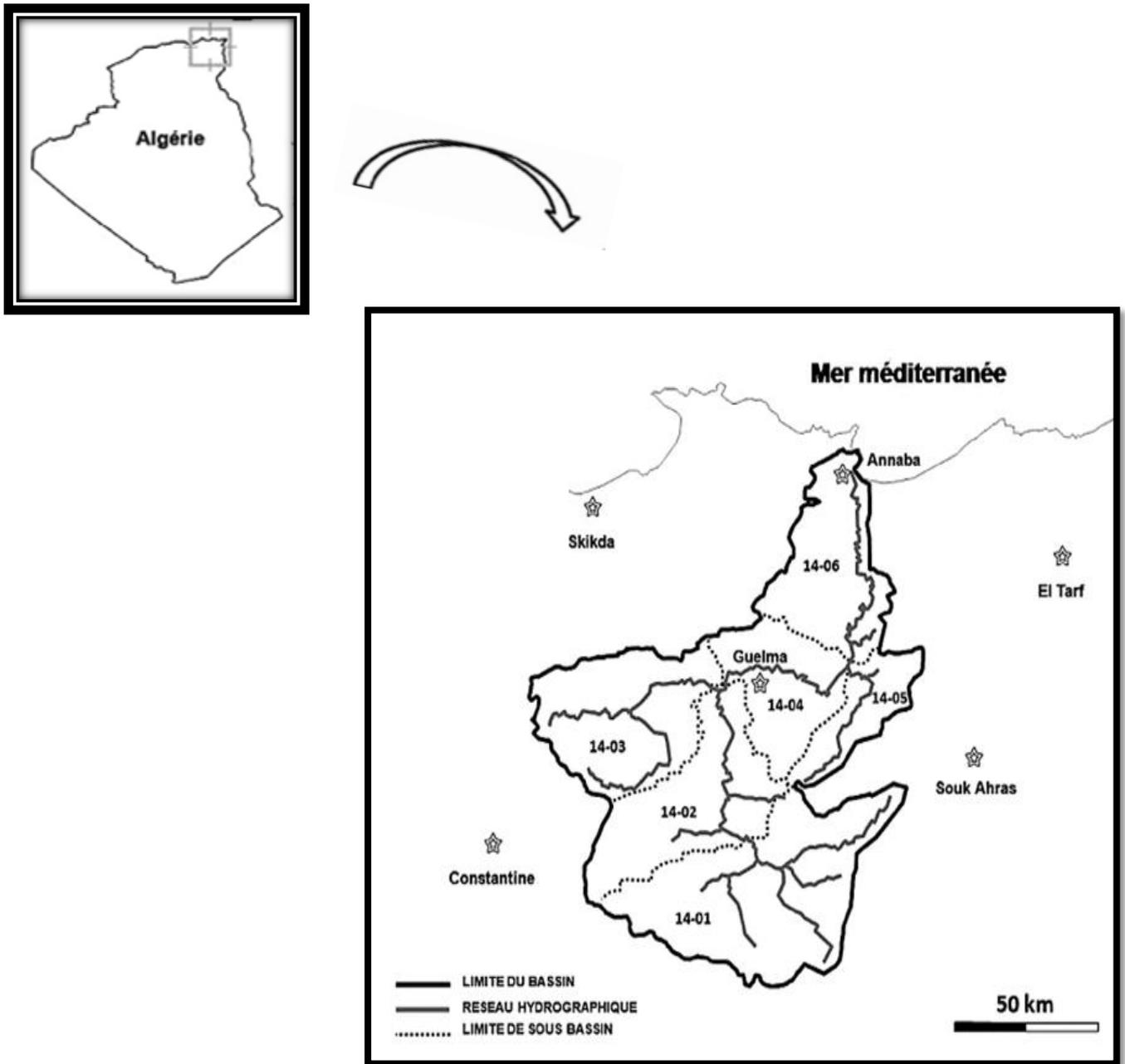


Figure 9 : Bassin versant de la Seybouse (Algérie)

II.2 Le réseau hydrographique :

Le réseau hydrographique du bassin de la Seybouse possède un régime hydrologique de type pluvial, fortement dominé par les précipitations sur l'ensemble de l'année avec un chevelu hydrologique de plus de (3.000Km). Quarante-deux oueds ont une longueur supérieure à 10Km, dont deux : le Cherf (88.61Km), et le Bouhamdane (37.49Km), se réunissent à Medjez Amar pour donner naissance à l'oued Seybouse (160km), qui serpente vers le Nord en parcourant la basse plaine de Annaba, souvent inondée au moment des crues, avant de se jeter dans la baie d' Annaba par l'estuaire de Sidi Salem (Bouchlaghem, 2008).

II.3.1 Climatologie :

De part sa latitude, le bassin de la Seybouse se trouve dans la zone subtropicale et soumis aux influences des climats sahariens, méditerranéens et aux descentes polaires.

- **Sahariens** : car elles se manifestent par les hautes pressions tropicales (Anticyclone saharien), par le Sirocco (Chehili) qui souffle en été, c'est un vent chaud et sec qui est redouté par les agriculteurs, il est synonyme de sécheresse.
- **Méditerranéens** : pour le régime des pluies en hiver et la sécheresse estivale.
- **Polaires** : des masses d'air froides en provenance de Sibérie ou du pôle viennent lécher la partie Nord du Maghreb en hiver. En revanche, le climat est de type tempéré et ensoleillé. Les hivers sont froids avec des épisodes neigeux parfois importants sur les régions Sud. Les étés sont très chauds et secs, (Bouchlaghem, 2008).

II.3.2 Température :

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

Ce paramètre est fonction de l'altitude, de la distance de la mer. Elle varie en fonction des saisons (Ozonda, 1982 in Toubal-Boumaza, 1986).

• **Températures moyennes mensuelles :**

Tableau 02: Température moyenne mensuelle de la station de Guelma (2002/2014)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Jui	Out	Sép	Oct	Nov	Déc
T °C mini	4,7	4,5	6,2	8,8	11,4	15,5	18,6	19,1	17,1	13,9	9,5	6,1
T °Cmaxi	15,9	16,4	19,5	22,9	27,3	32,9	36,6	36,5	31,5	28,0	21,2	16,8
T °C moy	9,6	10,0	12,4	15,5	19,0	24,1	27,4	27,2	23,6	20,2	14,7	10,9

Les données des températures disponibles sont des valeurs moyennes mensuelles mesurées au niveau de la station de Guelma, sur une période de 15 ans. Ces valeurs sont consignées dans le (Tab 2).

Les valeurs moyennes enregistrées à la station de Belkheir-Guelma (Fig 10), donnent pour chaque mois de l'année les températures suivantes :

- T (max) : moyenne de tous les maxima du mois.
- t (mini) : moyenne de tous les minima du mois.
- M : moyenne annuelles des températures.

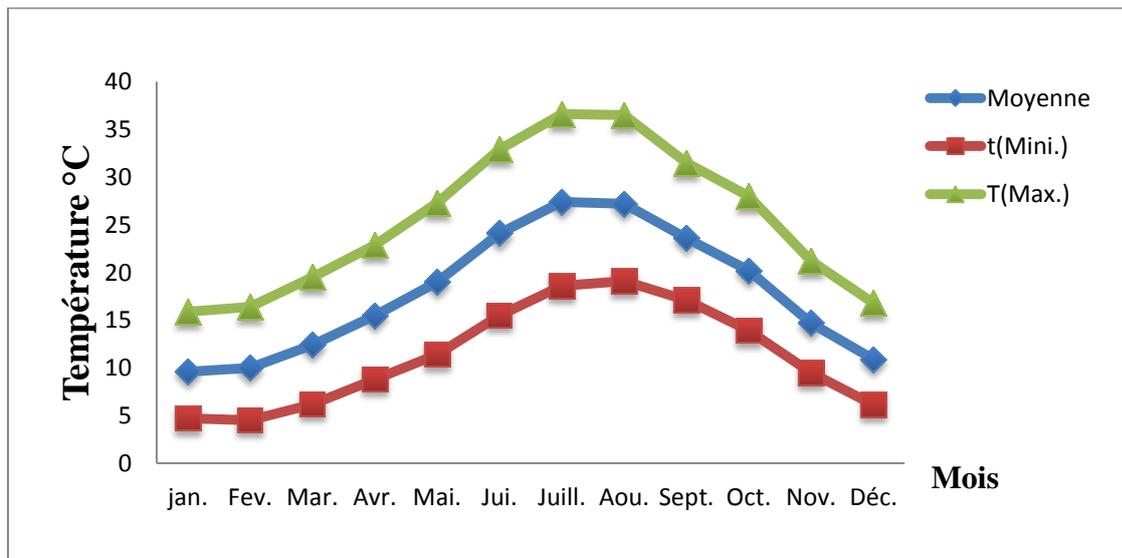


Figure 10 : Courbe d'évaluation des températures de la région d'étude (2002-2014).

Les mois les plus chauds de l'année sont ceux de Mai, Juin, Juillet, Aout, Septembre et Octobre ou, toutes les localités connaissent des températures mensuelles supérieures à 27°C. Avec une moyenne maximale de 36,6 °C en Aout.

La région d'étude enregistre ses températures les plus basses en Décembre, Janvier et en Février, celles-ci descendent souvent autour de 10°C. Avec une valeur moyenne de 4,5°C en Février.

II.3.3 Les précipitations :

Tableau 03 : Précipitations annuelles moyennes des sous- bassins.

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Pré mm	90	90	56	57	47	20	07	13	115	63	75	99

Les mois de très faible pluviométrie (hauteur moyenne inférieure à 20 mm), les mois de Juin, Juillet, et Aout sont les mois les moins arrosés dans la région d'étude.

Les mois à pluviométrie intermédiaire, reçoivent des précipitations comprises entre 40 et 50 mm par mois. Les mois de Septembre et Octobre.

Les mois de forte pluviométrie (hauteur moyenne mensuelle entre 60 et 100 mm). Sont Novembre, Décembre, Janvier, Février, Mars, Avril, sont les plus pluvieux de l'année en région d'étude (Fig11).

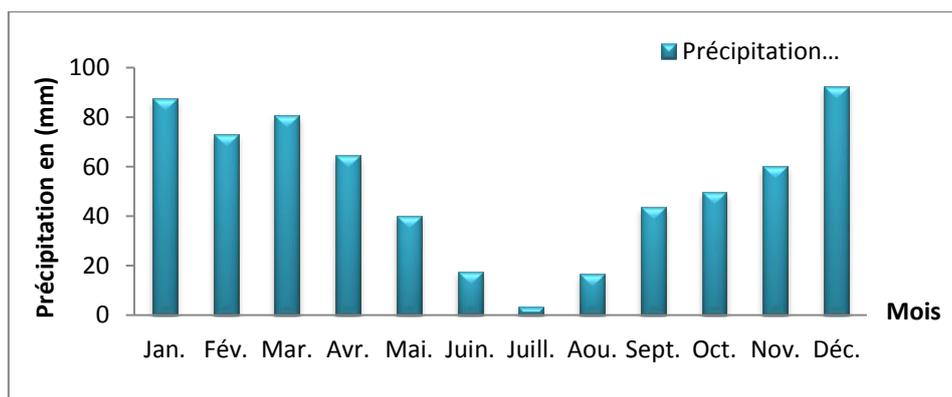


Figure 11 : Variation mensuelle des précipitations en 2002-2014.

II.3.4 Humidité :

Tableaux 04 : Humidité annuelles moyennes des sous- bassins.

Moi	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUI	OUT	SEP	OCT	NOUV	DEC
MOY	77.8	75.4	75.1	73.0	68.8	60.2	56.0	57.9	62.5	69.9	73.0	77.0

Au niveau mensuel (Fig 12), le maximum est atteint au cours des mois de Novembre, Décembre, Janvier, Février et Mars, avec des valeurs dépassant 75%. Ces valeurs diminuent considérablement au cours des mois les plus chauds, Juillet et Aout, elles sont inférieures à 60%.

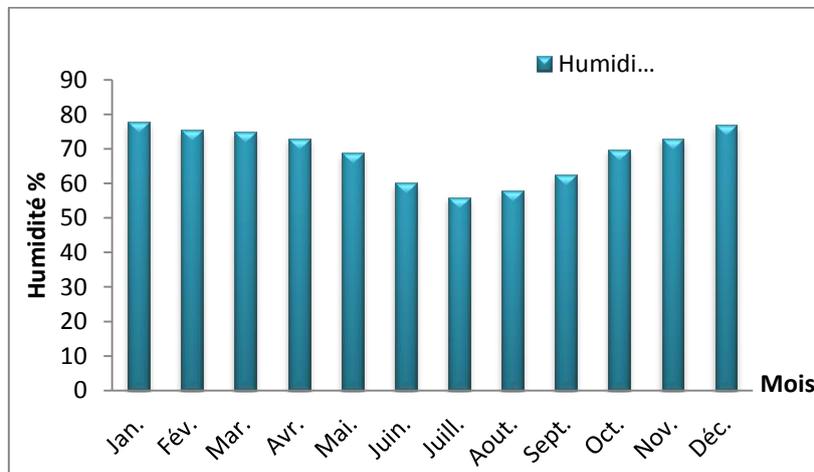


Figure 12 : Variation mensuelles de l'humidité dans la région d'étude (2002-2014).

La région de Guelma présente donc une faible humidité relative, avec une moyenne maximale de 77.8% pour le mois de Janvier et une moyenne minimale de 56% en Juillet.

II.4. Synthèse climatique :

II.4.1. Diagramme Ombrothrmique :

Selon Bagnouls et Gausson, une période sèche est due au croisements des courbes de température et des précipitations. Cette relation permet d'établir un graphe pluviométrique sur lequel les températures sont portées à une échelle double des précipitations, (Fig 13).

D'après ce diagramme établi à partir des données des températures et des précipitations de la station de Guelma, on peut distinguer deux périodes :

- ✓ La première froide et humide qui s'étale sur 8 mois, du mois d'octobre jusqu'au mois de mai.
- ✓ La seconde chaude et sèche qui s'étale sur 4 mois, du mois de juin jusqu'au mois de septembre.

La détermination de cette période est d'une grande importance pour la connaissance de la période déficitaire en eau.

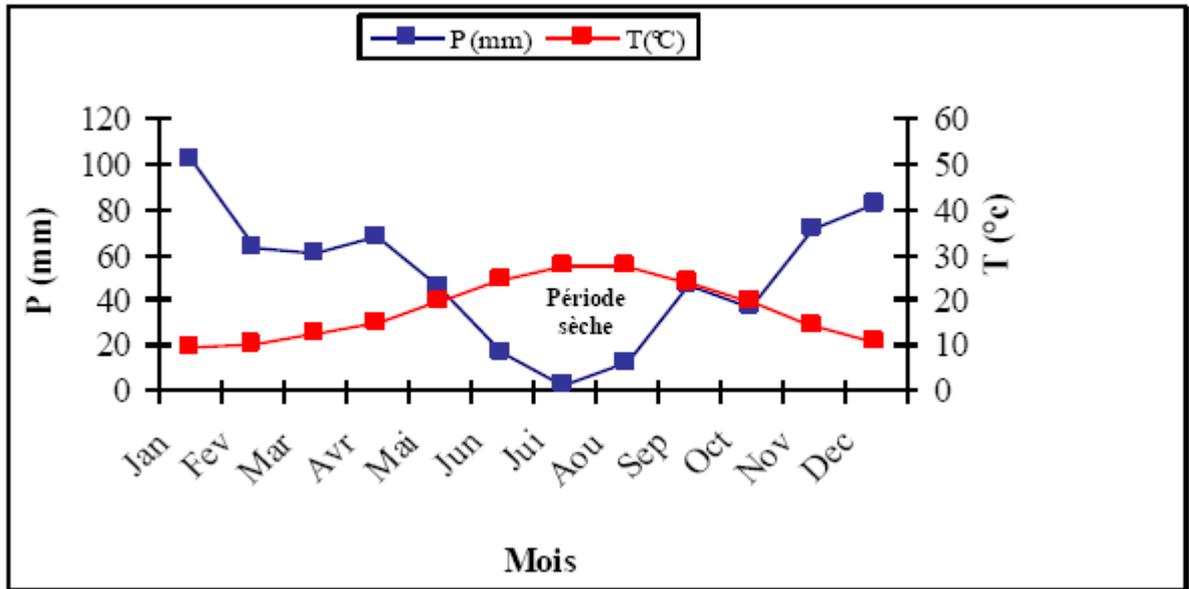


Figure 13 : Diagramme Ombrothermique de la région de Guelma (2002-2014)

II.4.2. Climagramme d'Emberger :

Selon Emberger (1963), la région méditerranéenne est subdivisée en cinq étages bioclimatiques. Pour déterminer l'étage bioclimatique de la zone d'étude (Guelma), il faut procéder au calcul du quotient pluviométrique d'Emberger (Q2) (Dajoz, 2000).

$$Q_2 = 1000 \cdot P \quad / \quad \frac{(M+m) \cdot (M-m)}{2}$$

D'où :

M : Température maximale du mois le plus chaud (M = 36,34°C = 309,34 K).

m : Température minimale du mois le plus froid (m = 4,62°C = 277,62 K).

P : Précipitation moyenne annuelle P = 606,1 mm. (Fig 11)

Notre région (Guelma) présente un Q2 = 65.10 ce qui la classe dans l'étage bioclimatique à végétation semi-aride à hiver frais.

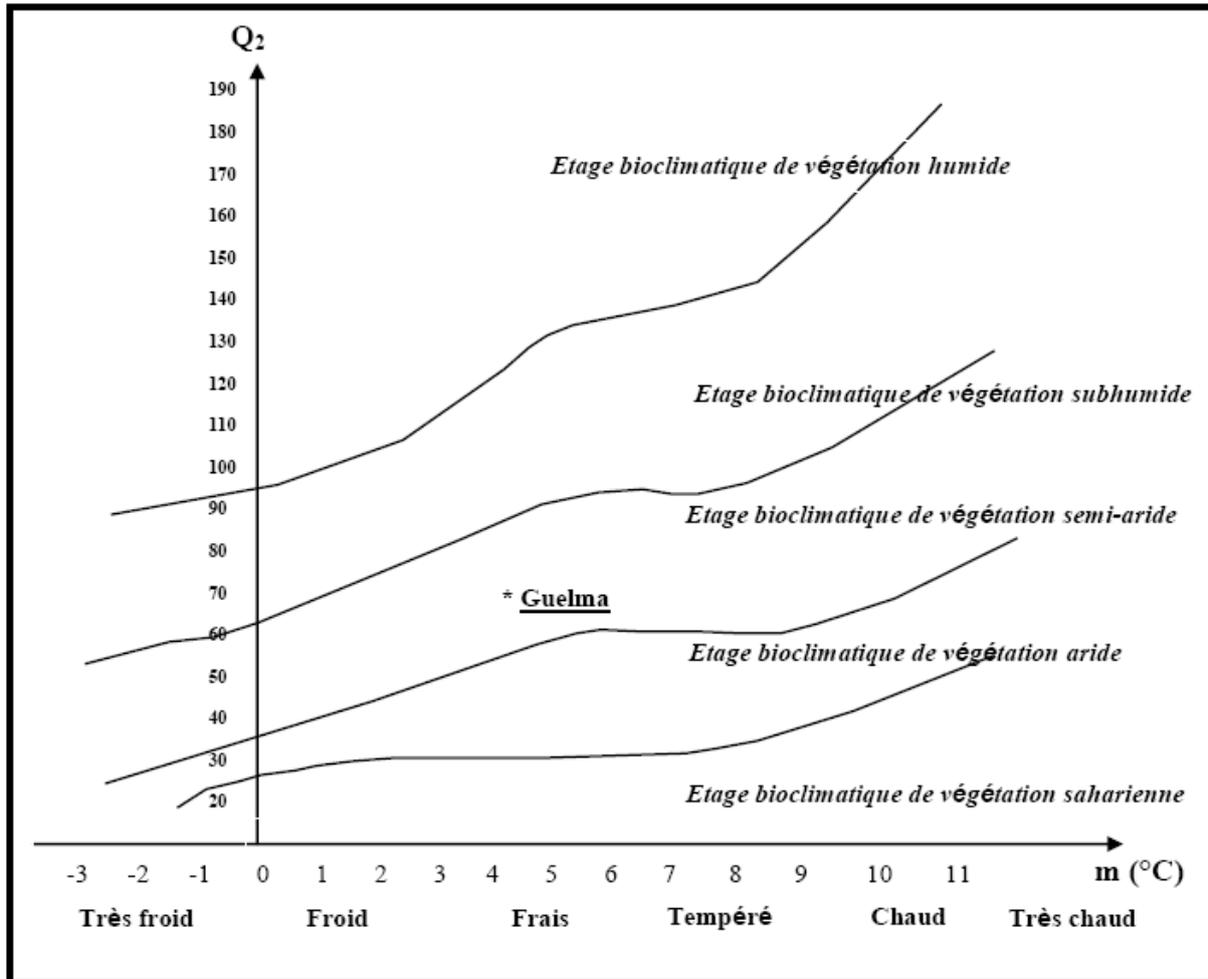


Figure 14 : Situation de la région de Guelma dans le climagramme d'Emberger (2002-2014)

II.4.3. Exploitation du bassin de la Seybouse :

Oued Seybouse alimente les terres agricoles à partir d'un périmètre aménagé constitué par cinq secteurs d'une superficie globale de 9600 hectares, et sert à alimenter les différentes nappes phréatique des communes : Medjez Amar, Guelma, Boumahra, Belkheir, Bouchegouf, pour la compagnie d'irrigation effectuée en 2012 à irriguer 4900 hectares pour différentes spéculations (intérêt commercial) d'où la répartition par groupe de culture est comme suit : culture maraichère 1900 ha, industrielle 2449ha (tomates industrielles), arboriculture 482ha, fourragère (orange) 29 ha ,céréales (blé dur, tendre) 40ha (DSA , 2012).

II.4.4. Industrie :

Concentré autour d'Annaba, notamment pour la valorisation des produits miniers (sidérurgie d'EL Hadjar, engrais chimiques d'ASMIDAL), des activités annexes, le sucre et la fabrication de motocycle (ABH-CSM, 2002). Parmi les installations industrielles situées au niveau de la wilaya de Guelma, il y a la raffinerie de sucre et la fabrication de marbre et / ou de carrelage, la laiterie « la Guelmoise », conservation de tomate et le moulin, toutes ces industries utilisent d'une part l'eau de l'oued Seybouse dans ses fabrications, et d'une autre part comme un milieu récepteur pour leurs rejets.

II.5. Description du site d'étude :

Oued Bradaa. (Moyenne Seybouse) :

Commune : Heliopolis

Daïra: Heliopolis.

Wilaya: Guelma.

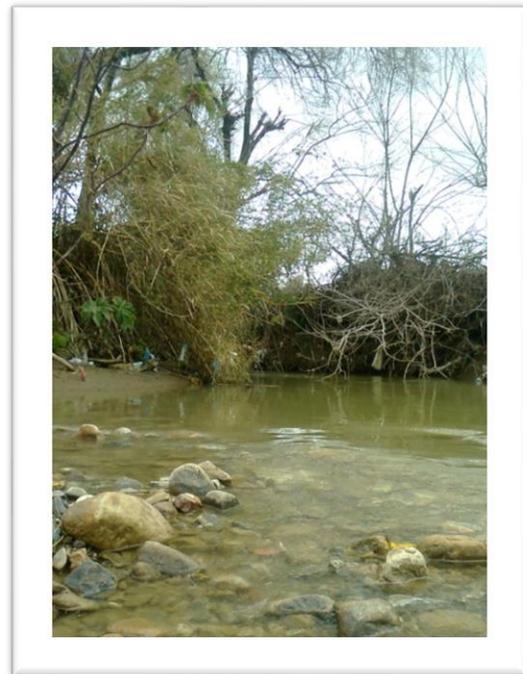


Figure 15: station C Oued Bradaa

Tableau 05 : Coordonnées GPS des stations échantillonnées d'Oued Bradaa.

Station	Latitude	Longitude
S.01	N 36 30 770	E 007 27 050
S.02	N 36 31 287	E 007 27 157
S.03	N 36 31 48018	E 7 27 37 4796

Remarque: La distance entre chaque site d'étude est 1150m.



Figure 16 : Station A



Figure 17 : Station B



Figure 18 : Station C

Oued Bradaa est limitée au nord par Bouaati Mehmoud et Nechmeya, à l'est par Guelaat Bou Sbaa et Belkhir, au sud par Guelma, à l'ouest par EL Fedjoudj.

Située à 5 km de Guelma sur la RN 21, notre site est ombragé, la rive est naturelle, garnie d'une végétation dense, enchevêtrée formée de frênes, de sapins et d'arbrisseaux, les sols avoisinants sont occupés par des jardins d'arbres fruitiers (orangers, des poiriers ...).

Le cours d'eau est caractérisé par un courant moyen de température estivale atteignant 24°C et 11°C en hiver, l'eau y est claire, il y a peu de galets, le substrat est constitué de cailloux, de graviers désagrégés ne dépassant pas 2 mm de diamètre par endroit le fond du lit est formé uniquement de sable. (Satha Amina 2008).

Ce site est moyennement riche en macro invertébrés (larves d'éphémères, Diptères, Nématodes, Plécoptères, Coléoptères et parfois des poissons).



Figure 19 : photo satellitale présente les trois stations d'Oued Bradaa.



CHAPITRE III :

Matériel et méthodes

III.1 Matériel expérimental :

III.1.1 Sur le terrain :

- Une épuisette pour la collecte des taxons faunistique, avec un diamètre de maile de 1mm.
- des bouteilles en plastique.
- du formol (5%) pour la conservation des échantillons.
- Un GPS de type Garmin72H.
- Des fiches techniques.
- Un chronomètre et bouchons en liège.
- Un appareil photo numérique.

III.1.2 Au laboratoire :

Le matériel technique de laboratoire nous a été indispensable pour la réalisation de la partie pratique de notre étude .ce matériel consiste en :

- Une loupe binoculaire de type leica Zoom2000.
- Un PH mètre.
- Un turbidimètre.
- Des boites de pétri.
- Des bols en plastique.
- Un ou deux guides pour identifier le matériel biologique.
- Flacons en verre.
- Flacons étiquetées contenus du formol 5% pour conserver les espèces.
- Formol dilué à 5%.
- Un pinceau.
- Un pince.



Figure 20 : Des boites de pétri



Figure 21 : GPS Garmin72H



Figure 22 : Flacons étiquetés



Figure 23 : Loupe binoculaire



Figure 24 : PH-mètre



Figure 25 : deux pinces et une pince



Figure 26 : Formol 5%



Figure 27 : Une épuisette

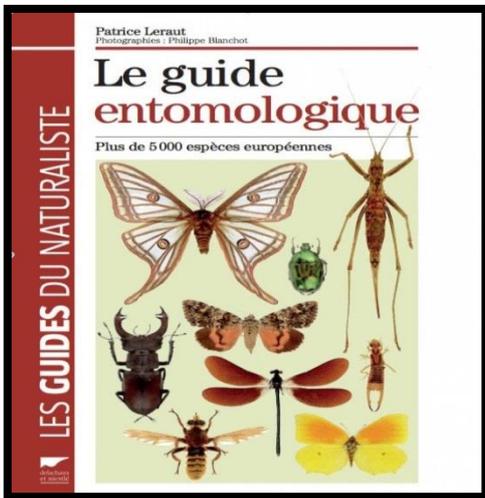


Figure 28 : Guide



Figure29 : Un turbidimètre

Figures (20,21, 22,23,24,25, 26, 27, 28, 29) : Représentation photographique du matériel utilisé.

III.2. Méthode de terrain :

III.2.1. Choix des stations :

Le choix de trois stations est basé sur les critères suivants :

1. Les trois stations appartiennent à la même région (Nord-est de l'Algérie).
2. Ils partagent ainsi des conditions climatiques semblables.
3. Les stations sélectionnées ne partagent pas le même substrat et les mêmes paramètres régionaux et locaux, en particulier l'altitude.
4. Accessibilité des stations (proximité de la route, sécurité, végétation peu dense) permettant une visite régulière.

III.2.2. Echantillonnage des peuplements :

L'échantillonnage mensuel étant effectué au niveau de trois stations de Oued Bradaa , durant la période des cinq mois (décembre, janvier, février, mars, avril). L'objectif de l'échantillonnage consiste à la collecte d'une diversité la plus représentative des macro-invertébrés au niveau de chaque station visitée. La technique de récolte consiste à utiliser une épuisette de 1 mm de vide de maille. Les coups (dix coups) de filet étant effectués au milieu et en bordure des berges dans les parties à forte végétation aquatique ainsi qu'au fond dans les parties boueuses et sableuses.

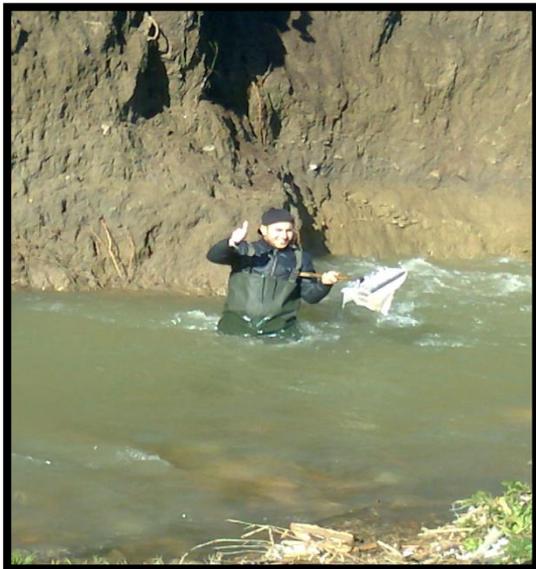


Figure 30 : échantillonnage



Figure 31 : mesure de largeur

III.2.3. Collecte sous les pierres :

Il est facile de ramasser deux ou trois pierres à la fois, de les placer dans un baquet de plastique blanc et les retourner à la rive. On peut détacher les organismes des pierres avec des pinces et les conserver avec le contenu du filet dans des flacons en plastique sur les quels noms et dates des prélèvements sont inscrits. Les échantillons sont pré-triés sur place (éliminations des plus grands éléments minéraux et végétaux) et fixés dans du formaldéhyde à 5%. Sachant bien que chaque relevé est précédé par la mesure de la conductivité, la température, la profondeur, la largeur du lit, et la vitesse de l'eau...etc.

III .2.4 Le tri des macro-invertébrés :

III .2.4.1 Sur place :

Le contenu du filet est vers dans un récipient blanc, afin d'en faciliter le tri, puis on recueille une fraction de la collecte (faune, débris de la flore ainsi que d'autre déchets) la plus représentatif qu'on la met dans des flacons en plastique sur les quels noms, dates et heure de prélèvement sont inscrit.

La fixation de la macrofaune est effectuée sur place par l'ajout du formol (5%).

Les échantillons obtenus pour les différents milieux, ont été transportés au laboratoire ou les organismes sont triés sous binoculaire afin d'être dépouillés et identifiés.



Figure 32 : Le tri des macro-invertébrés sur place.

III.2.4.2 Au laboratoire :

Nous avons procédé au dépouillement et au dénombrement des individus de chaque taxon d'insecte récolté, ce qui nous a permis de constituer une liste d'espèces des trois stations. Ensuite les spécimens sont conservés dans du formaldéhyde a 5%.

Les espèces animales sont identifiées selon la détermination des différents groupes et à l'aide d'une loupe binoculaire et d'un ouvrage de détermination (Tachet et al 2000).



Figure 33 : Le dépouillement

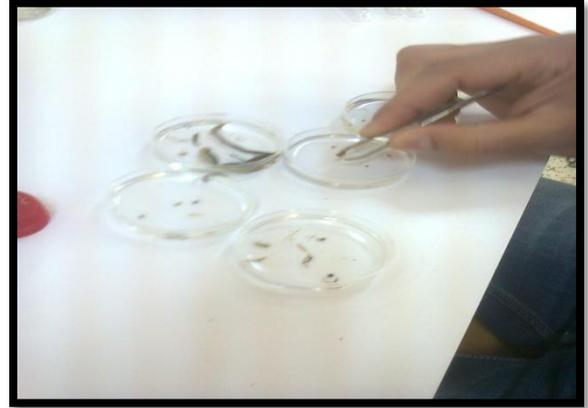


Figure 34 : Le dépouillement

Figures (30, 31, 32, 33,34) : Représentation photographique de la méthode du travail sur terrain et au laboratoire.

III.3 Les variables mesurées :

Les facteurs écologiques essentiels qui agissent sur le peuplement sont la température, la vitesse du courant, la nature du fond, l'oxygénation et la composition chimique des eaux (Dajoz, 1985).

Remarque : Nous mesurons ces valeurs par le multi paramètre.



Figure 35 : Le multi paramètre

III.3.1 La conductivité :

La conductivité est étroitement liée à la concentration des substances dissoutes et à leur nature. La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau. La conductivité électrique et la température sont déterminées à l'aide d'un conductimètre (Elafri, 2009).

III.3.2. La température :

Il est important de connaître la température de l'eau avec une précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz ; dans la dissociation des sels dissous, donc sur la conductivité électrique, et dans la détermination du pH. Une augmentation de celle-ci provoque l'échappement de l'oxygène dissous dans l'eau (Robier, 1996). Ce ci est important car la température influe sur la faune aquatique (Dajoz, 2006). La température et la conductivité sont mesurées sur site à l'aide d'un conductimètre.

III.3.3 L'oxygène :

L'oxygène est l'un des paramètres les plus importants de la vie aquatique. L'oxygène dissous est essentiel au métabolisme de la plupart des organismes présents. L'oxygène de l'écosystème dulcicole provient de plusieurs sources. La plus importante est l'atmosphère, l'O₂ étant absorbé par l'eau, par l'action du vent, des vagues. C'est une oxygénation mécanique, plus importante que la simple diffusion. La seconde source est la photosynthèse. Le phytoplancton contenant des algues unicellulaires, des cyanobactéries et autres plantes aquatiques, fixent le CO₂ de l'eau en utilisant l'énergie solaire et des molécules d'eau, elles libèrent de l'oxygène dans le milieu (Huguette, 2006), l'Oxygène dissous est mesuré par un Multi-paramètre.

III.3.4. La vitesse de l'eau :

Est un facteur écologique essentiel qui conditionne les possibilités d'existence des organismes en fonction de leurs limites de tolérance. C'est un facteur limitant. En général, la faune des eaux courantes, et en particulier, celle des eaux rapides, diffèrent de celle des eaux stagnantes et présente des caractères d'adaptation qui permettent aux animaux de se protéger ou de lutter contre le courant (Angelier, 2003). En raison des difficultés de sa mesure, la vitesse du courant est estimée par sa valeur moyenne dans chaque station. Les mesures sont effectuées à l'aide d'un bouchon en liège lâché en surface du cours d'eau sur une distance de 5m, le temps est mesuré par un chronomètre.

III.3.5. La profondeur et la largeur du lit mouillé :

Ces deux paramètres fournissent une idée de la taille du cours d'eau dans une station donnée. La profondeur de l'eau influence le réchauffement des eaux et donc l'installation et la prolifération de la faune et de la flore thermophile. La profondeur de l'eau agit sur la teneur en O₂. La largeur du lit dépend de la précipitation et de la température, elle varie d'un cours d'eau à l'autre, et du même cours d'eau pendant l'année (Touati, 2008), Fig36.

III.4. La structure d'un peuplement :

L'étude de la diversité peut être réalisée selon approches qui sont fondées sur l'usage d'indices de diversité. Ces derniers permettent de comparer entre eux des peuplements et de voir comment ceux-ci évoluent dans l'espace et dans le temps.

III.4.1. Indice de Shannon :

Cet indice à l'avantage de faire intervenir l'abondance des espèces, il se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

H' : indice de biodiversité de Shannon.

i : une espèce du milieu d'étude.

P_i : Proportion d'une espèce *i* par rapport au nombre total d'espèces (S) dans le milieu d'étude (ou richesse spécifique du milieu), qui se calcule de la façon suivante :

$$p(i) = n_i / N$$

Où *n_i* est le nombre d'individus pour l'espèce *i* et N est l'effectif total (Les individus de toutes les espèces).

Cet indice s'exprime en bit (unité d'information) et mesure le niveau de complexité d'un peuplement. Un indice de diversité correspond à un peuplement diversifié et équilibré.

III.4.2. Equitabilité :

Cet indice sert à comparer les diversités de deux peuplement ayant des richesses spécifiques différentes. On définit l'équitabilité ou « la régularité » comme étant le rapport :

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

H_{max} : la diversité maximale (**H_{max} = log S**).

S : richesse spécifique.

Une valeur de E proche de 1 traduit un peuplement plus équilibré.



CHAPITR IV :

Resultats et déscussions

IV. 1.Résultats et discussions :

Ce chapitre comporte principalement l'étude de l'abondance et la fréquence et la richesse spécifique des macros invertébrés, et les facteurs physicochimiques du moyen sybousse (Oued Bradaa).

IV.1.1. Check –liste des taxa faunistique du Oued Bradaa :

Notre travail a été effectué principalement au niveau d'Oued Bradaa sur 03 stations différentes (station A, station B, station C), et selon le temps, la liste montre l'existence de (22) taxa faunistique avec un nombre de 1179 individus aquatiques (Tab 06).

Tableau 06 .Check –liste des taxa faunistique du oued Seybousse selon les stations.

Taxon	Station A	Station B	Station C
<i>Plécoptères</i>	50	30	48
<i>Trichoptères</i>	2	0	0
<i>Anisoptères</i>	0	0	5
<i>Achètes</i>	1	4	5
<i>Oligochètes</i>	5	2	4
<i>Nématodes</i>	96	157	77
<i>Diptères</i>	28	58	61
<i>Coléoptères</i>	1	39	5
<i>Ephéméroptères</i>	42	53	45
<i>Chironomidae</i>	32	78	47
<i>Simuliidae</i>	13	21	34
<i>Mollusques</i>	22	15	10
<i>Nepidae</i>	3	25	0
<i>Sangsues</i>	1	5	11
<i>Hétéroptères</i>	0	6	0
<i>Annélides</i>	14	6	5
<i>Psychodidae</i>	0	3	3
<i>Amphipodes</i>	0	1	0
<i>Tipulidea</i>	0	0	1
<i>Tabanidea</i>	0	1	0
<i>Rubra linné</i>	0	1	0
<i>Nématocères</i>	0	3	0
Total	310	508	361

Selon le tableau (06) on observe que la station B est très riche par les macros invertébrés avec un maximum de 508 individus, alors la station A accueille le nombre le plus réduit des taxons faunistique avec un nombre de 310 individus. Ce résultat est dû à la morphologie du biotope qui est caractérisé par une végétation réduite et une faible profondeur.

Tableau 07 : Check –liste des taxa faunistique du Oued Bradaa selon les dates.

Taxon	30/12/2014	15/01/2015	31/01/2015	15/02/2015	28/02/2015	15/03/2015	31/03/2015	15/04/2015
<i>Plécoptères</i>	0	22	24	0	24	9	19	30
<i>Trichoptères</i>	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Anisoptères</i>	0	0	0	0	0	0	2	3
<i>Achètes</i>	0	0	0	1	6	3	0	0
<i>Oligochètes</i>	0	0	4	0	2	1	3	1
<i>Nématodes</i>	69	37	28	4	43	71	17	61
<i>Diptères</i>	20	0	29	0	10	17	30	41
<i>Coléoptères</i>	3	8	1	2	2	6	8	15
<i>Ephéméroptères</i>	4	37	19	6	17	23	10	24
<i>Chironomidae</i>	29	29	13	4	32	5	21	24
<i>Simuliidae</i>	10	0	5	2	8	6	17	20
<i>Mollusques</i>	8	9	9	1	9	4	2	5
<i>Nepidae</i>	0	0	0	0	0	0	8	20
<i>Sangsues</i>	0	0	0	0	1	0	3	13
<i>Hétéroptères</i>	0	0	0	0	6	0	0	0
<i>Annélides</i>	0	0	16	0	1	8	0	0
<i>Psychodidae</i>	1	0	1	1	3	0	0	0
<i>Amplipodes</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Tipulidea</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Tabanidea</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Rubra linné</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Nématocères</i>	0	0	0	0	3	0	0	0
Total	144	142	151	21	169	155	140	257

Nous avons constaté que les macros invertébrées sont plus abondantes au début du mois d'avril.

Chapitre IV : Résultats et discussions

Au cours de notre étude, 22 taxons ont été récoltés dans l'ensemble des stations explorées (tab 07). Les peuplements de ces stations sont composés essentiellement des nématodes avec un pourcentage de 31%, les plécoptères occupent la 2^{ème} position avec 16%, puis les Ephemeroptères 14%, les chironomidae avec 10%, les diptères avec 9% ,les Hémiptères, les sangsues ,les népidea , les oligochètes et les coléoptères sont moins présents, Il ya aussi des mollusques ,des annélides , simuliidea avec un pourcentage moins important, (Fig 41).

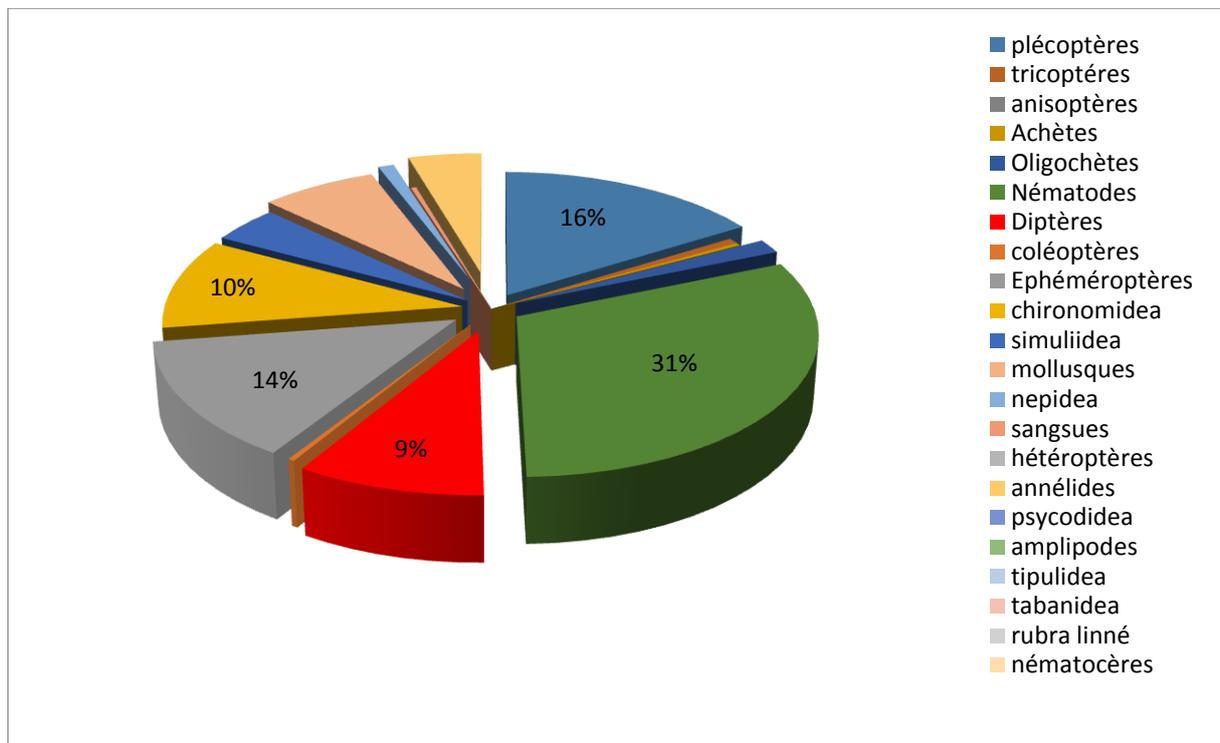


Figure 36 : l'abondance des macros invertébrées en pourcentage (%)

IV.2 La phénologie des macros invertébrées :

D'après le (Tab 08) et selon la phénologie nous avons signalé la présence de 22 taxons faunistiques aquatique, durant la période d'échantillonnage dans les 3 stations étudiées.

Tableau 08 : La phénologie temporelle des macros invertébrées d'Oued Bradaa

Taxon	30/12/2014	15/01/2015	31/01/2015	15/02/2015	28/02/2015	15/03/2015	31/03/2015	15/04/2015
<i>Plécoptères</i>	0	1	1	0	1	1	1	1
<i>Trichoptères</i>	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Anisoptères</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Achète</i>	0	0	0	1	1	1	0	0
<i>Oligochètes</i>	0	0	1	0	1	1	1	1
<i>Nématodes</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Diptères</i>	1	0	1	0	1	1	1	1
<i>Coléoptères</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Ephéméroptères</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Chironomidae</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Simuliidae</i>	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Mollusques</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Nepidae</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Sangsues</i>	0	0	0	0	1	0	1	1
<i>Hétéroptères</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Annélides</i>	0	0	1	0	1	1	0	0
<i>Psychodidae</i>	1	0	1	1	1	0	0	0
<i>Amplipodes</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Tipulidea</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Tabanidea</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Rubra linné</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Nématocères</i>	0	0	0	0	1	0	0	0

1 : indique la présence.

0 : indique l'absence.

A travers le tableau(08) on remarque bien que les nématodes, les coléoptères, les éphéméroptères, les cironomidaes et les mollusques sont présente toujours au niveau de notre échantillonnage.

VI.2.1 L'abondance des macros invertébrées en fonction du temps :

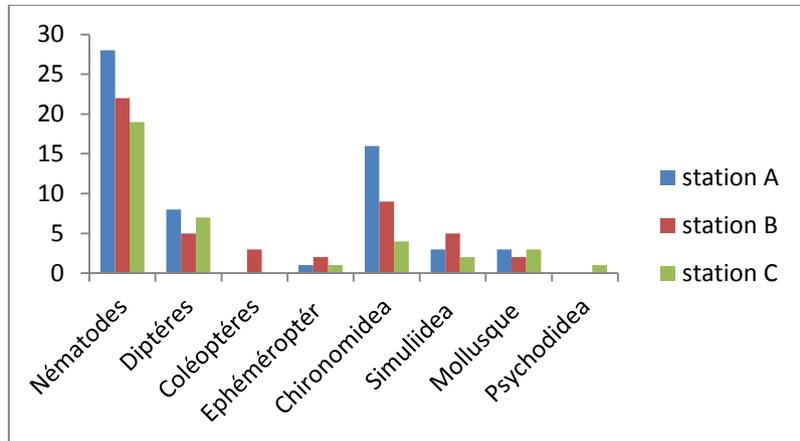


Figure37 :L'abondance des macros invertébrées en Déc 02

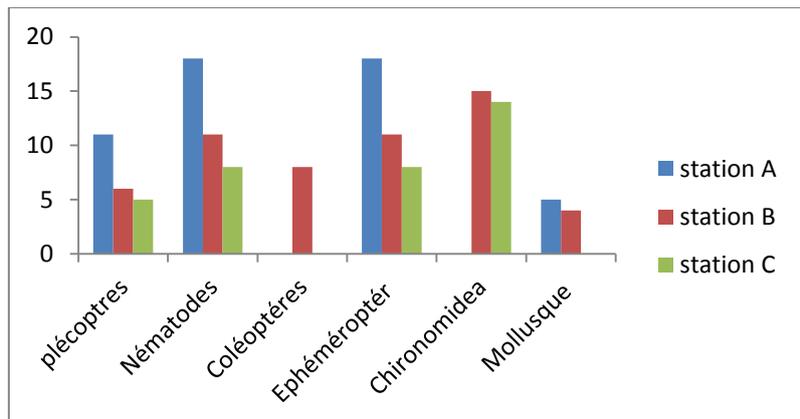


Figure 38 : L'abondance des macros invertébrées en Jan 01

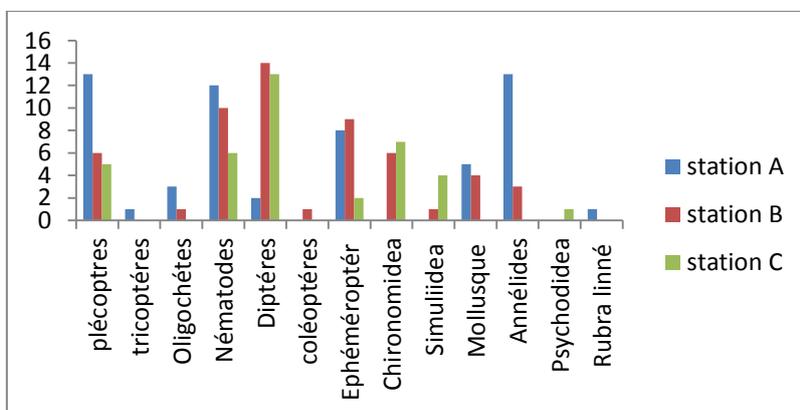


Figure 39 : L'abondance des macros invertébrées en Jan 02

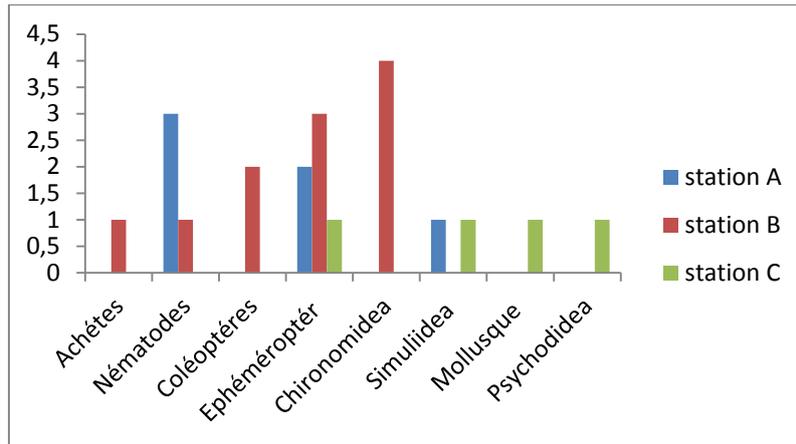


Figure 40 : L'abondance des macros invertébrées en Fev01

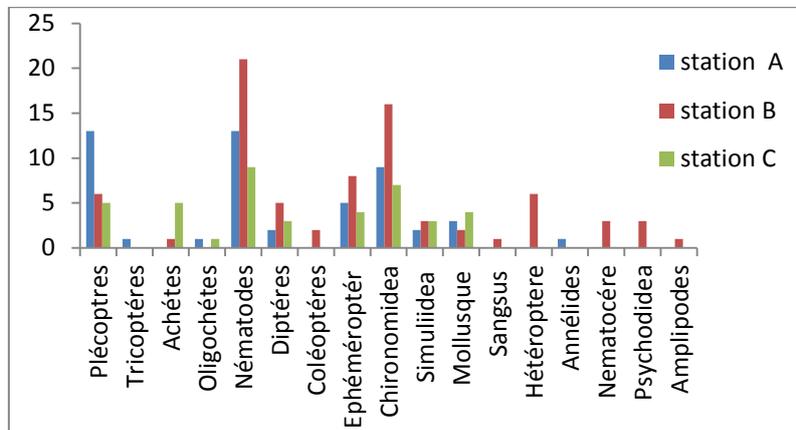


Figure 41 : L'abondance des macros invertébrées en Fev02

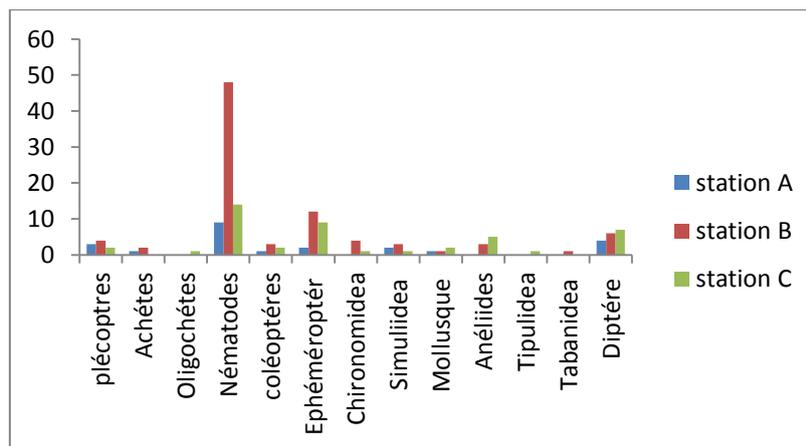


Figure 42 : L'abondance des macros invertébrées en Mars 01

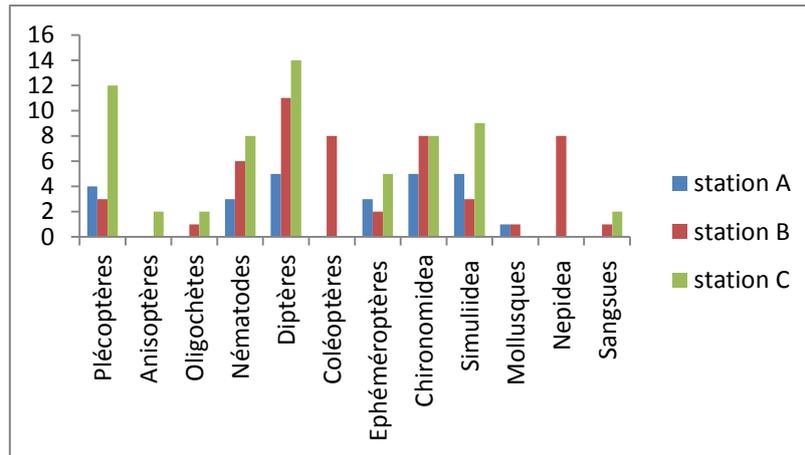


Figure 43 : L'abondance des macros invertébrées en Mars 02

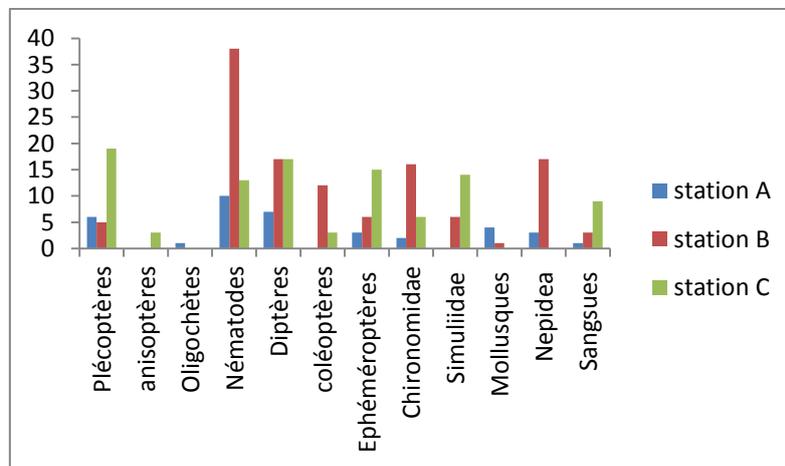


Figure 44 : L'abondance des macros invertébrées en Avr 01

Figures (37, 38, 39, 40,41,42, 43,44) : L'abondance des macros invertébrées en fonction du temps.

Au cours de notre étude nous avons 22 taxons faunistiques sur un ensemble de 3 stations échantillonnées. L'abondance des macros invertébrées en fonction de temps est atteinte un maximale de 17 taxons au mois de février.

IV.3. Influence des variables abiotiques sur les écosystèmes :

Notre étude est basé sur 08 facteurs abiotiques très important « Conductivité ; Température ; Profondeur, PH, Vitesse, Largeur, O₂, turbidité » voire les tableaux dans l'annexe.

IV.3.1. Influence de la conductivité sur le Site d'étude :

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

La courbe de la variation de la conductivité en fonction de temps (Fig.45) au niveau des Stations échantillonnées pour la période d'étude qui s'étende de Décembre 2014 à Avril 2015 montre que la valeur la plus grande de la conductivité dans le mois de décembre est de 829 (MS/cm), et après il y a une diminution surtout aux mois de février avec 571 (MS/cm).

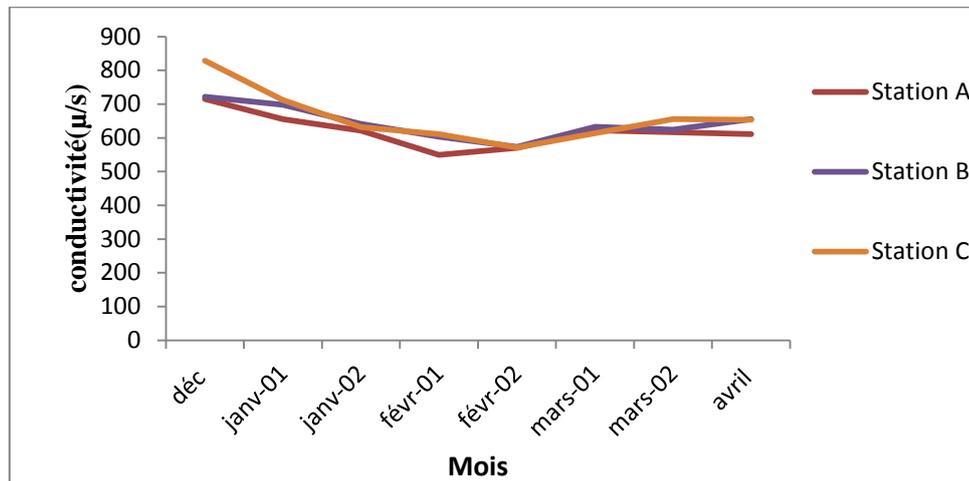


Figure 45 : La variation de La conductivité (μ/s) des stations échantillonnées en fonction du temps.

IV.3.2. Influence de la température sur le Site d'étude :

La température joue un rôle important dans le développement, la croissance et le cycle biologique de la majorité des insectes aquatiques .Elle peuvent agir également sur la distribution des espèces et la densité des populations (Bouhala.Z ,2009).

Les eaux de surface sont sujettes à des variations de température, elle dépend :

- du degré d'exposition au soleil.
- Débit de l'eau.
- Dimension du cours d'eau (profondeur et largeur).

La courbe de la variation de la température de l'eau montre au cours de la période d'étude une stabilité entre la station (A) avec une moyenne de (12,8°C). et la station (B) avec une moyenne de (13°C) par contre la température la plus élevée est signaler dans la station (C) (13,44°C), due au temps tardif d'échantillonnage.

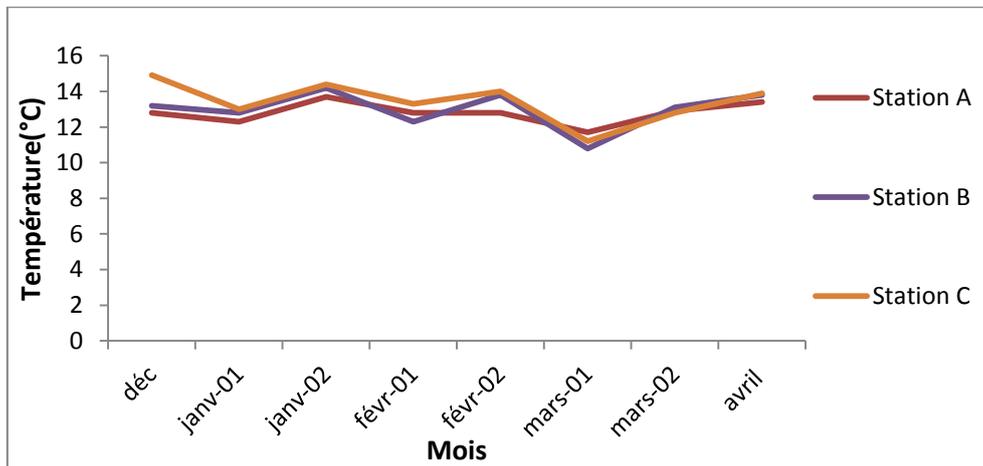


Figure 46 : La variation de température (°C) de chaque station échantillonnée en fonction du temps

IV.3.3. Influence de la profondeur sur le Site d'étude :

La profondeur de l'eau joue un rôle important pour l'installation des différents taxa faunistique aquatiques.

La courbe de la variation de la profondeur de l'eau au cours de la période d'étude signale une valeur entre 0,3m et 0,6m dans les stations (B et C), et la valeur la plus importante c'est dans la station A avec une valeur de (0.75m). (Fig47).

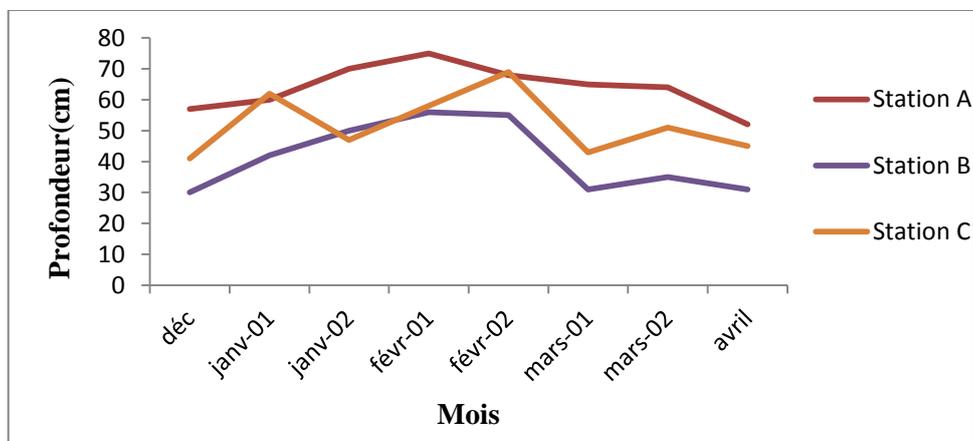


Figure 47 : La variation de profondeur (cm) de chaque station échantillonnée en fonction du temps

IV. 3.4. Influence du PH sur le Site d'étude :

Le taux du pH est un indicateur déterminant pour la qualité de l'eau. Le pH, c'est-à-dire l'acidité de l'eau, varie en fonction de divers éléments et cette variation influe sur la distribution des différents taxa faunistique et floristique d'un milieu aquatique.

La courbe de la variation du PH de l'eau montre au cours de la période d'étude que La station A est le milieu le plus basique avec une moyenne de PH de 8,33 (Fig48).

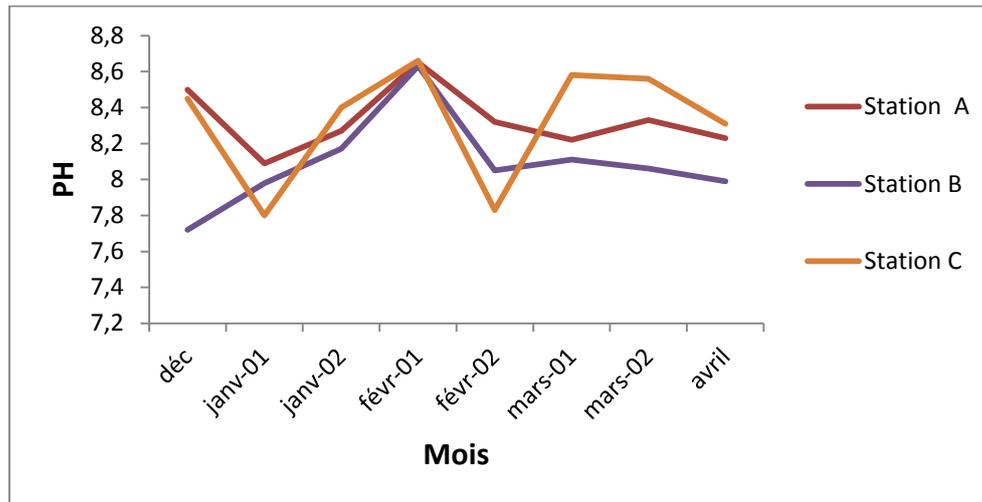


Figure48 : La variation de PH de chaque station échantillonnée en fonction du temps.

VI. 3.5. Influence de la vitesse sur le Site d'étude :

Dans les cours d'eau, la vitesse de courant est un facteur important car elle conditionne le transport des nutriments, le renouvellement de l'oxygène et la dérive des insectes. Certains organismes ont d'ailleurs développé des adaptations morphologiques pour résister au courant. la courbe de la variation de la vitesse de l'eau montre au cours de la période d'étude une vitesse maximal dans la période de janv.02 avec une moyenne de (0,72 m /s), (Fig49).

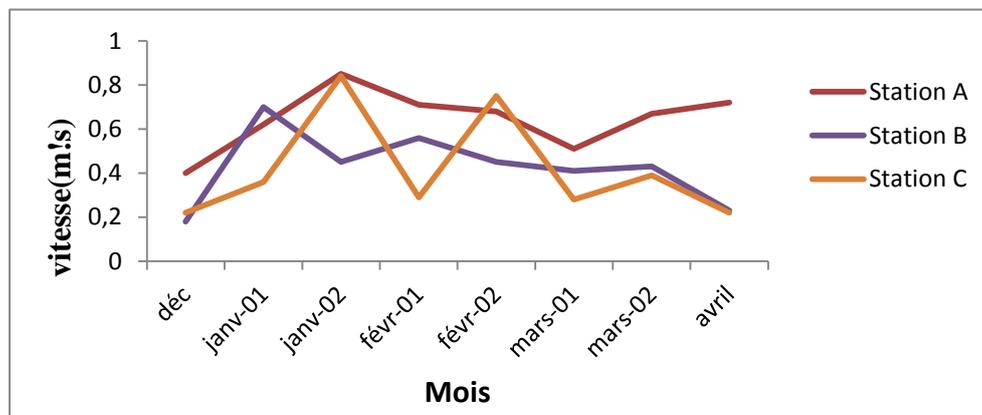


Figure 49 : Variation de la vitesse (m/s) de chaque station échantillonnée en fonction du temps

IV.3.6. Influence de la Largeur sur le Site d'étude :

Le bon fonctionnement d'un cours d'eau dépend totalement de l'hydro morphologie de cet cours d'eau. « La morphologie », la largeur du lit, sa profondeur, sa pente, la nature des berges, leur pente, la forme des méandres.

La courbe de la variation de la largeur d'Oued Bradaa explique au cours de la période d'étude que la largeur de lit de la station (B) est plus importante par rapport à les autres stations, (Fig50).

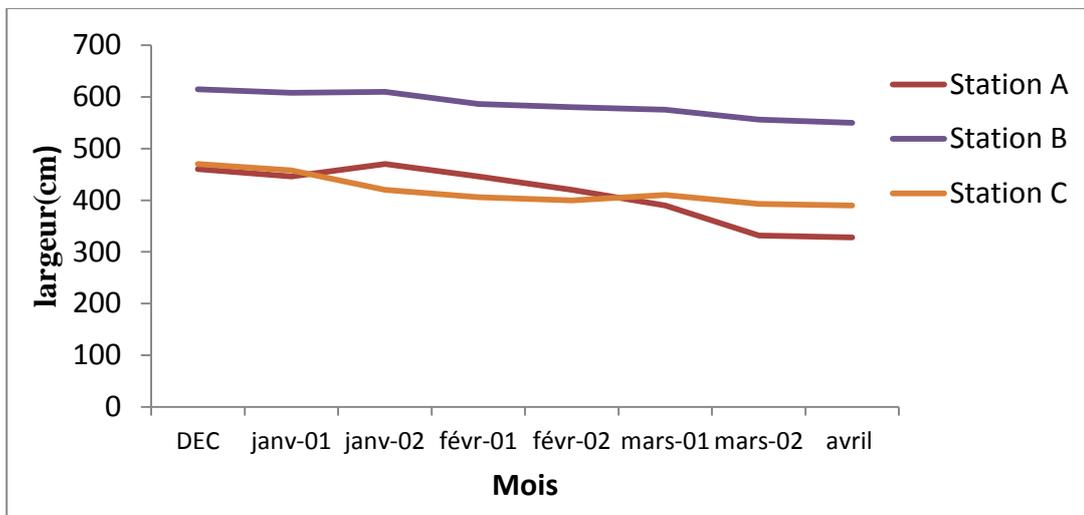


Figure 50 : La variation de largeur (cm) de chaque station échantillonnée en fonction du temps

IV.3.7. Influence de 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 fortes fluctuations (Chaib, 2002).

Le taux d'oxygène dissous (mg/L) des stations échantillonnées au niveau de d'Oued Bradaa est représenté dans la (Fig 51)

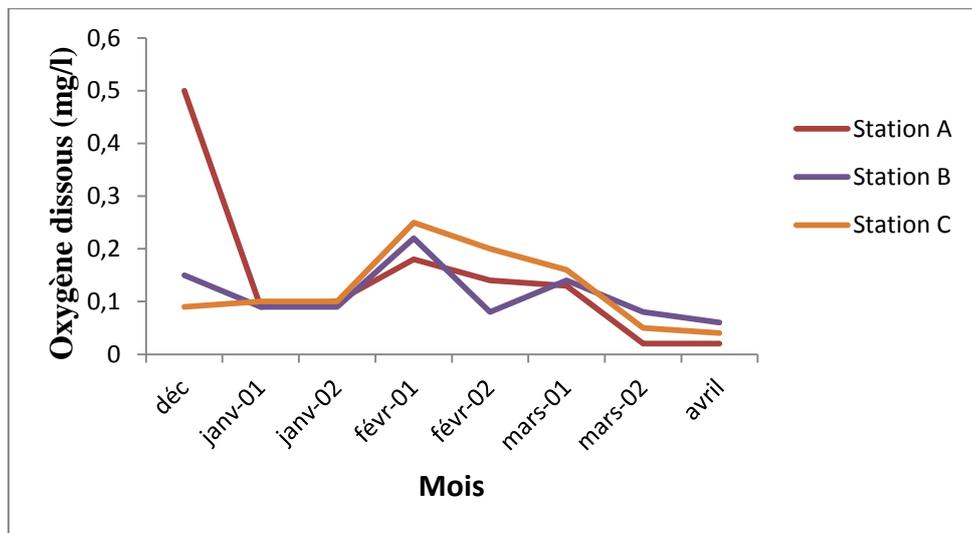


Figure51 : La variation d'oxygène dissous (mg/L) de chaque station échantillonnée en fonction du temps

VI. 3.8. Influence de la turbidité sur le Site d'étude :

La turbidité est une caractéristique optique de l'eau, à savoir sa capacité à diffuser ou absorber la lumière incidente. La turbidité est donc un des facteurs de la couleur de l'eau. La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau, elle traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques). Une turbidité forte peut permettre à des microorganismes de se fixer sur des particules en suspension.

NTU < 5	Eau claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement trouble
NTU > 50	Eau trouble

La courbe de la variation de la turbidité d'Oued Bradaa explique au cours de la période d'étude que la turbidité moyenne enregistrée au niveau des trois stations montre une oscillation des valeurs de 0,75 NTU à 30,6 NTU ce qui nous amène à conclure que nos eaux de surface sont moyennement turbides à turbides, (fig52).

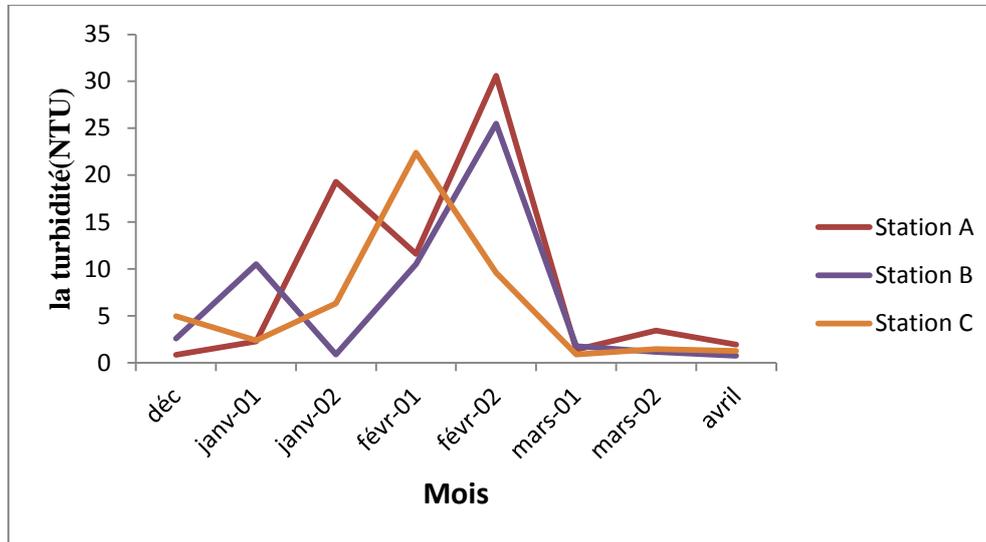


Figure 52 : La variation de turbidité(NTU) de chaque station échantillonnée en fonction du temps.

IV.4. Etude des indices de diversité :

Pour quantifier simultanément la richesse taxonomique d'une communauté ont utilisé fréquemment des indices dont l'indice de Shannon est le plus utilisés (Barbault, 2000). D'où un indice de régularité (E) compris entre 0 et 1. Dans la nature, cet indice est communément de l'ordre de 0,8 ou 0,9. (Sueur et al, 2008) (Tableau 8).

Tableau 8 : les indices de diversité des stations explorées

Station	Indice de Shannon (H)	Indice d'Equitabilité (E)
Station A	2,94	0,77 ou 77 %
Station B	3,15	0,74 ou 74 %
Station C	3,17	0,81 ou 81 %

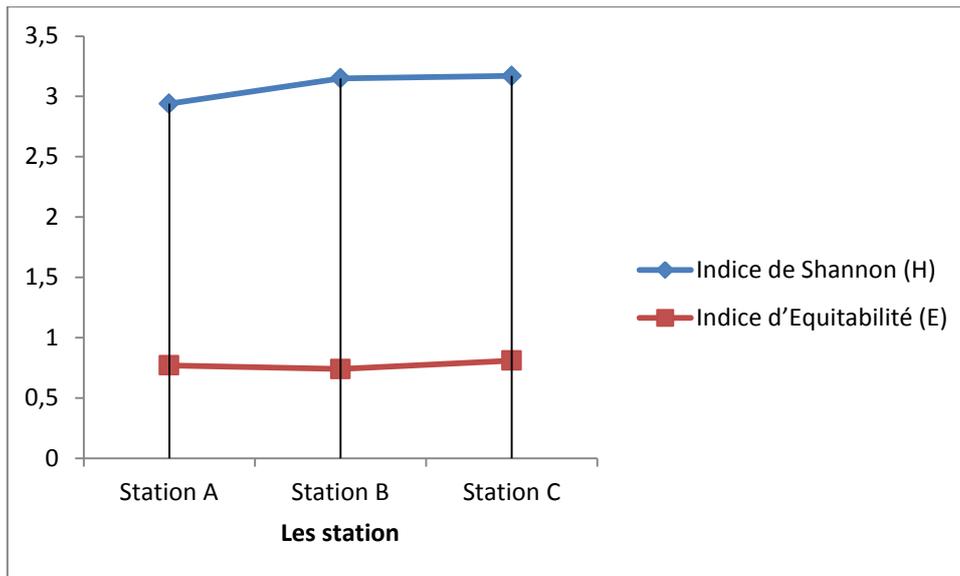


Figure 53 : Variation des indices de Shannon et d'Equitabilité

L'indice de Shannon a été calculé dans chaque station, Les résultats de la diversité (Fig 53) montrent que les valeurs maximales sont enregistrées dans les stations suivantes : station B et station C. Cependant la valeur minimale est également notée dans la station A.

L'équitabilité calculée pour chaque station dans le site d'étude est presque toujours élevée.

The image features a decorative border of green brushstrokes. The strokes are thick and expressive, with varying shades of green. They form a frame around the central text, with the top and bottom strokes being more horizontal and the side strokes being more vertical and curved. The background is plain white.

CONCLUSION

Conclusion

Nous avons fait une étude préliminaire sur la distribution spatio-temporelle des macros invertébrées réalisées à la fin de mois décembre jusqu'à mois d'avril 2015 à l'Oued Bradaa (moyenne sybousse) apporte quelques informations sur l'écologie des taxons faunistiques aquatiques et leurs distribution spatiotemporelle.

Cette étude nous a permis de recenser un peuplement faunistique constitué de 1179 individus répartis en 22 taxons dans 03 stations différentes.

D'après cette étude nous avons obtenu les résultats suivants :

- ❖ Le calcul de l'abondance, la fréquence, la répartition de la faune aquatique montre que Oued Bradaa regroupe une faune très varié.
- ❖ Des données originales sur la répartition des macros invertébrées selon les différentes stations étudiées.
- ❖ Une réalisation du recensement maximal des macro invertébrées présents sur les stations échantillonnées en fonction de l'espace et de temps.
- ❖ La présence des Trichoptères, des Epheméroptères reflètent une meilleure qualité des eaux des stations étudiées. Cependant la présence des Chironomidae et leurs prédominances dans certaines stations explorées est une indication de la dégradation de la qualité des eaux des stations étudiées liées à la présence de matières organiques.

- ❖ L'étude de la richesse taxonomique a révélé que le site B est le plus diversifié suivie du site C. cependant, le site A est le moins diversifié.

Donc il est possible que la richesse spécifique durant notre travail soit plus importante si l'échantillonnage avait été plus dense et plus étalé dans le temps.

Les résultats de notre étude confirment qu'il existe une richesse spécifique aquatique « ressources trophiques » très riche et très diversifiés dans les sites d'étude.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographiques

A

- Agence des Bassins hydrographiques –Constantinois- Seybouse – Mellegue. 1999. Cahiers de l'agence (ministère de l'équipement et de l'aménagement du territoire).
- Agence des Bassins hydrographiques –Constantinois- Seybouse – Mellegue. 2002. Cahiers de l'agence (ministère de l'équipement et de l'aménagement du territoire).
- Angelier E, 2003. Ecologie des eaux courantes. Ecologie. Tec et Doc. Paris.
- Auber L., 1999. Atlas des coléoptères de France. Boubée, Paris.

B

- Barbour et al., 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish - Second Edition Benthic Macros invertebrates in Fresh Waters.
- Blot J., 1993. Le monde animal. l'édition de l'école. Paris.
- Bouchelaghem H., 2008. Caractérisation des peuplements Odonatologique du bassin de l'oued Cherf, Seybouse. Mémoire de Magister. Université 8 Mai 1945 Guelma.

D

- Daphné Touzin, 2008. Utilisation des macros invertébrées benthiques pour évaluer la dégradation de la qualité de l'eau des rivières au Québec.
- Debeiche T-H, (2002). Évolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle. Application à la basse plaine de la Seybouse - Nord-Est Algérien. Thèse de Doctorat. Université de constantine.
- D.S.A, (2012). Direction des services agricoles wilaya de Guelma
- Dajoz R., 2006. Précis d'écologie. Dunod, Paris. Page 631 .

E

- Elafri A., 2009. Contribution à l'étude de la pollution des eaux du bassin de la Seybouse cas des rejets industriels de l'unité du marbre et des carrelages (suivi de la qualité physico-chimique et bactériologique). Mémoire de Magister. Université 8 Mai 1945 Guelma 124 p.

- Encarta 2008 in Narsis, 2008.

H

- Huguette T., 2006. Adoption du ruisseau plein champ par les étudiants de Sciences de la nature. Document du Département de Biologie et révisé par le Réseau des cégeps riverains complices en environnement de l'organisme Union Saint-Laurent Grands Lacs (USGL). Paris.

L

- Larousse., 1973. La grande encyclopédie. Volume 07.librairie Larousse. Paris.4033 p.
- Leraut (Patrice) & Mermet (Gilles), Regard sur les insectes - Collections d'entomologie du Museum national d'histoire naturelle, Imprimerie Nationale, 2003.
- Leclercq L. et Maquet B. 2001. Les bases de l'etude hydrobiologique.

M

- Mathieu R, 1995. Biologie Campbell. PERSON Québec. Canada.
- Mébarki et oumedoure , 2013
- Moisan,J., Gagnon,E . , Laporte ,Y. ,Baillargeon, J .P ., Pelletier, L.Piedboeuf ,.Ed Hendrycks, Johanne ,R . ,cloutier,L. ,Deschamps ,D. , Génier, F & andré, M . 2008. Guide de surveillance biologique basée sur les macro-invertébrés benthiques d'eau douce du Québec - Cours d'eau peu profonds à substrat grossier, 2008. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ISBN : 978-2-550-53591-1 (version imprimée), 86 p.
- Mouassa S, (2006). Impact du périmètre d'irrigation sur la qualité des eaux souterraines de la nappe alluviale de Guelma et sur les sols. Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar, 158p. Annaba. Algérie.
- Musy A., & Higy C, 2004. Hydrologie : une science de la nature. Presses Polytechniques et Universitaires romandes. Italie. 314 p.

O

- Ouchtati, 1993. Inventaires et écologie des Cinindelidae, Carabidae, Branchinidae (ordre : Coleoptera) du Parc National d'EL-KALA. Thèse de magister. Université Badji Mokhtar. Annaba. 145 p.
- Ozonda, 1982. La végétation dans la biosphère

R

- Ramade .F ,1984.Elément d'écologie ; écologie fondamentale, Mac Graw-Hill.Paris.
- Robier J., 1996. L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer, 8ème édition, Dunod, Paris. 363 p.

S

- Satha-Yalles A., 2008. Caractérisation du peuplement Odontologie des bassins versants de Bouhamdène et Seybouse. Mémoire de Magister. Université 8 Mai 1945 Guelma.113 p.

T

- Tachet H., & Rochoux P., Bournaud M., Ussegloi P., 2000. Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie. CNRS, Paris. 588 p.
- Touati L, 2008. Distribution spatio-temporelle des Genres Daphnia et Simocephalus dans les mares temporaires de la Numidie. Mémoire de Magister. Université 08 Mai Guelma.

Webographie

(1)

- <http://www.doctissimo.fr/html/nutrition/dossiers/eau/articles/15153-beaute-hydratation.htm>
(13/03/2015)

(2)

- <http://www.inforef.be/projets/eureau/brochure/partie2/document>.(18/03/2015)

The page features decorative green brushstrokes that form a frame around the central text. The strokes are fluid and expressive, with varying shades of green and some darker accents. They are positioned at the top, bottom, and sides of the page, creating a sense of movement and organic form.

ANNEXES

Annexe

➤ **Annexe 01 : L'abondance des macros invertébrées en fonction des stations et du temps :**

	30/12/2014		
Taxon	site A	site B	site C
Nématodes	28	22	19
Diptères	8	5	7
Coléoptères	0	3	0
Ephéméroptères	1	2	1
Chironomidae	16	9	4
Simuliidae	3	5	2
Mollusques	3	2	3
Psychodidae	0	0	1

	15/01/2015		
Taxon	site A	site B	site C
Plécoptères	11	6	5
Nématodes	18	11	8
Coléoptères	0	8	0
Ephéméroptères	18	11	8
Chironomidae	0	15	14
Mollusques	5	4	0

	31/01/2015		
Taxon	site A	site B	site C
Plécoptères	13	6	5
Trichoptères	1	0	0
Oligochètes	3	1	0
Nématodes	12	10	6
Diptères	2	14	13
Coléoptères	0	1	0
Ephéméroptères	8	9	2
Chironomidae	0	6	7
Simuliidae	0	1	4
Mollusques	5	4	0
Annélides	13	3	0
Psychodidae	0	0	1
Rubra linné	1	0	0

Annexe

➤ **L'abondance des macros invertébrées en fonction des stations et du temps :**

	15/02/2015		
Taxon	site A	site B	site C
Achète	0	1	0
Nématodes	3	1	0
Coléoptères	0	2	0
Ephéméroptères	2	3	1
Chironomidae	0	4	0
Simuliidae	1	0	1
Mollusques	0	0	1
Psychodidae	0	0	1

	28/02/2015		
Taxon	Site A	Site B	Site C
Plécoptères	13	6	5
Trichoptères	1	0	0
Achètes	0	1	5
Oligochètes	1	0	1
Nématodes	13	21	9
Diptères	2	5	3
Coléoptères	0	2	0
Ephéméroptères	5	8	4
Chironomidae	9	16	7
Simuliidae	2	3	3
Mollusques	3	2	4
Sangsues	0	1	0
Hétéroptères	0	6	0
Annélides	1	0	0
Nématocères	0	3	0
Psychodidae	0	3	0
Amplipodes	0	1	0

Annexe

➤ **L'abondance des macros invertébrées en fonction des stations et du temps :**

	15/03/2015			
Taxon	Site A	Site B	Site C	
plécoptères	3	4	2	
Achètes	1	2	0	
Oligochètes	0	0	1	
Nématodes	9	48	14	
Coléoptères	1	3	2	
Ephéméroptères	2	12	9	
Chironomidae	0	4	1	
Simuliidae	2	3	1	
Mollusques	1	1	2	
Anilides	0	3	5	
Tipulidae	0	0	1	
Tabanidae	0	1	0	
Diptères	4	6	7	

	31/03/2015			
Taxon	Site A	Site B	Site C	
Plécoptères	4	3	12	
Anisoptères	0	0	2	
Oligochètes	0	1	2	
Nématodes	3	6	8	
Diptères	5	11	14	
Coléoptères	0	8	0	
Ephéméroptères	3	2	5	
Chironomidae	5	8	8	
Simuliidae	5	3	9	
Mollusques	1	1	0	
Nepidae	0	8	0	
sangsues	0	1	2	

Annexe

➤ **L'abondance des macros invertébrées en fonction des stations et du temps :**

Taxon S 1	15/04/2015		
	Site A	Site B	Site C
Plécoptères	6	5	19
Anisoptères	0	0	3
Oligochètes	1	0	0
Nématodes	10	38	13
Diptères	7	17	17
Coléoptères	0	12	3
Ephéméroptères	3	6	15
Chironomidae	2	16	6
Simuliidae	0	6	14
Mollusques	4	1	0
Nepidae	3	17	0
Sangsues	1	3	9

➤ **Annexe 02 : Influence des variables abiotiques sur les écosystèmes :**

PH	30-déc-14	15-janv-15	31-janv-15	15-févr-15	28-févr-15	15-mars-15	31-mars-15	15-avr-15
Site A	8,5	8,09	8,27	8,65	8,32	8,22	8,33	8,23
Site B	7,72	7,98	8,17	8,63	8,05	8,11	8,06	7,99
Site C	8,45	7,8	8,4	8,66	7,83	8,58	8,56	8,31

O2	30-déc-14	15-janv-15	31-janv-15	15-févr-15	28-févr-15	15-mars-15	31-mars-15	15-avr-15
Site A	0,5	0,09	0,1	0,18	0,14	0,13	0,02	0,02
Site B	0,15	0,09	0,09	0,22	0,08	0,14	0,08	0,06
Site C	0,09	0,1	0,1	0,25	0,2	0,16	0,05	0,04

Annexe

➤ Influence des variables abiotiques sur les écosystèmes :

Con	30-déc-14	15-janv-15	31-janv-15	15-févr-15	28-févr-15	15-mars-15	31-mars-15	15-avr-15
Site A	715	655	621	549	570	622	617	611
Site B	722	698	641	603	573	633	624	655
Site C	829	712	632	611	571	614	655	654

Sal	30-déc-14	15-janv-15	31-janv-15	15-févr-15	28-févr-15	15-mars-15	31-mars-15	15-avr-15
Site A	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
Site B	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,3
Site C	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1

prof	30-déc-14	15-janv-15	31-janv-15	15-févr-15	28-févr-15	15-mars-15	31-mars-15	15-avr-15
Site A	57	60	70	75	68	65	64	52
Site B	30	42	50	56	55	31	35	31
Site C	41	62	47	58	69	43	51	45

vitess	31-déc-14	15-janv-15	31-janv-15	15-févr-15	28-févr-15	15-mars-15	31-mars-15	15-avr-15
Site A	0,4	0,62	0,85	0,71	0,68	0,51	0,67	0,72
Site B	0,18	0,7	0,45	0,56	0,45	0,41	0,43	0,23
Site C	0,22	0,36	0,84	0,29	0,75	0,28	0,39	0,22

Annexe

➤ Influence des variables abiotiques sur les écosystèmes :

larg	30-déc-14	15-janv-15	31-janv-15	15-févr-15	28-févr-15	15-mars-15	31-mars-15	15-avr-15
Site A	460	446	470	446	420	390	332	328
Site B	615	608	610	586	580	575	556	550
Site C	470	458	420	406	400	410	393	390

terb	31-déc-14	15-janv-15	31-janv-15	15-févr-15	28-févr-15	15-mars-15	31-mars-15	15-avr-15
Site A	0,86	2,28	19,3	11,6	30,6	1,38	3,44	1,95
Site B	2,6	10,5	0,88	10,5	25,5	1,77	1,16	0,75
Site C	4,97	2,4	6,34	22,4	9,6	0,88	1,45	1,26

T°C	30-déc-14	15-janv-15	31-janv-15	15-févr-15	28-févr-15	15-mars-15	31-mars-15	15-avr-15
Site A	12,8	12,3	13,7	12,8	12,8	11,7	12,9	13,4
Site B	13,2	12,8	14,2	12,3	13,8	10,8	13,1	13,8
Site C	14,92	13	14,4	13,3	14	11,2	12,8	13,9

Annexe

➤ **Annexe 03 :**

➤ **Le détail du calcul de l'indice de Shannon de la station A:**

Taxon	nombre (ni)	$pi=ni/N$	$log_2(pi)$	$pi*log_2(pi)$
Plécoptères	50	0,16129032	-	-0,42455939
			2,63226822	
Trichoptères	2	0,00645161	-	-0,04694274
			7,27612441	
Achète	1	0,00322581	-	-0,02669718
			8,27612441	
Oligochètes	5	0,01612903	-	-0,09603542
			5,95419631	
Nématodes	96	0,30967742	-1,6911619	-0,52371465
Diptères	28	0,09032258	-	-0,31330821
			3,46876948	
Coléoptères	1	0,00322581	-	-0,02669718
			8,27612441	
Ephéméroptères	42	0,13548387	-	-0,39070933
			2,88380698	
Chironomidae	32	0,10322581	-	-0,33818058
			3,27612441	
Simuliidae	13	0,04193548	-	-0,19188355
			4,57568469	
mollusques	22	0,07096774	-	-0,27086207
			3,81669279	
Nepidae	3	0,00967742	-6,6911619	-0,06475318
sangsues	1	0,00322581	-	-0,02669718
			8,27612441	
Annélides	14	0,04516129	-	-0,2018154
			4,46876948	
	N=310		H'	-2,94285606
			H max	3,807354922
			E	-0,77293978

Annexe

➤ Le détail du calcul de l'indice de Shannon de la station B :

taxon	nombre (ni)	$pi=ni/N$	$\log_2(pi)$	$pi*\log_2(pi)$
Plécoptères	30	0,05905512	-	-0,24105083
			4,08179409	
Achètes	4	0,00787402	-	-0,05502901
			6,98868469	
Oligochètes	2	0,00393701	-	-0,03145151
			7,98868469	
Nématodes	157	0,30905512	-	-0,52355913
			1,69406394	
Diptères	58	0,11417323	-	-0,35744255
			3,13070369	
Coléoptères	39	0,07677165	-	-0,28430712
			3,70328247	
Ephéméroptères	53	0,10433071	-	-0,34019784
			3,26076423	
Chironomidae	78	0,15354331	-	-0,41507093
			2,70328247	
Simuliidae	21	0,04133858	-	-0,19000731
			4,59636726	
mollusques	15	0,02952756	-	-0,15005298
			5,08179409	
Nepidae	25	0,0492126	-4,3448285	-0,2138203
sangsues	5	0,00984252	-	-0,06561768
			6,66675659	
hétéroptères	6	0,01181102	-	-0,07563451
			6,40372219	
Annélides	6	0,01181102	-	-0,07563451
			6,40372219	
Psycodidae	3	0,00590551	-	-0,04372277
			7,40372219	
Amplipodes	1	0,0019685	-	-0,01769426
			8,98868469	
tabanidea	1	0,0019685	-	-0,01769426
			8,98868469	
rubra linné	1	0,0019685	-	-0,01769426
			8,98868469	
nématocères	3	0,00590551	-	-0,04372277
			7,40372219	
	N=508			-3,15940455
			H max	4,24792751
			E	-0,74375199

Annexe

➤ **Le détail du calcul de l'indice de Shannon de la station C :**

Taxon	nombre (ni)	$pi=ni/N$	$\log_2 (pi)$	$pi*\log_2 (pi)$
Plécoptères	48	0,13296399	-	-0,38704388
			2,91089253	
Anisoptères	5	0,01385042	-	-0,08551145
			6,17392693	
Achètes	5	0,01385042	-	-0,08551147
			6,17392646	
Oligochètes	4	0,01108033	-	-0,07197623
			6,49585503	
Nématodes	77	0,2132964	-	-0,47545228
			2,22906849	
Diptères	61	0,16897507	-	-0,08551145
			2,56511769	
Coléoptères	5	0,01385042	-	-0,08551145
			6,17392693	
Ephéméroptères	45	0,12465374	-	-0,37446007
			3,00400193	
Chironomidae	47	0,13019391	-	-0,38293493
			2,94126618	
Simuliidae	34	0,09418283	-	-0,32101201
			3,40839219	
mollusques	10	0,02770083	-	-0,14332208
			5,17392693	
sangsues	11	0,03047091	-	-0,15346443
			5,03642341	
Annélides	5	0,01385042	-	-0,08551145
			6,17392693	
Psychodidae	3	0,00831025	-	-0,05743124
			6,91089253	
Tipulidea	1	0,00277008	-	-0,02353422
			8,49585503	
	N=361		H'	-2,81818866
			H max	3,9068906

➤ **Annexe 04 : la vitesse**

V=Distance parcourue /temps