

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 :

Contribution à l'inventaire des macro-invertébrées de la région de Guelma

Présenté par : BEDOUD Djaber

Devant le jury :

Présidente : SLIMANI. A	M.A.A	Université de Guelma
Promoteur : ATHAMNIA. M	M.C.	Université de Guelma
Examinatrice : SAMRAOUI. F	Professeur	Université de Guelma
Co-encadreur : TOUATI. L	M.C. A	Université de Constantine

Juin 2018

REMERCIEMENTS

AVANT TOUT REMERCIONS DIEU TOUT PUISSANT DE NOUS AVOIR DONNÉ LE COURAGE, LA VOLONTÉ ET LA PATIENCE POUR TERMINER CE MODESTE TRAVAIL.

MES VIFS REMERCIEMENTS ET MES PROFONDES GRATITUDES S'ADRESSENT À MON ENCADREUR :

Mr ATHAMNIA MOHAMED POUR SON AIDE, SES ORIENTATIONS, SA PATIENCE ET SA DISPONIBILITÉ.

AUX MEMBRES DE JURY, QUI ONT ACCEPTÉ D'EXAMINÉ ET JUGÉ CE TRAVAIL :

➤ **Mme. SAMRAOUI.F**

➤ **Mme. SLIMANI.A**

MES VIFS REMERCIEMENTS S'ADRESSENT ÉGALEMENT LES DEUX TECHNICIENNES DE LABORATOIRE QU'ELLES ONT FAIT PREUVE D'UNE GRANDE PATIENCE ET QUI ONT ÉTÉ D'UNE GRANDE AIDE À LA RÉALISATION DE CE MODESTE TRAVAIL.

➤ **Mme. Himer.R**

➤ **Mme. Boughazi.**

A TOUTES PERSONNES QUI M'A AIDÉ POUR LA RÉALISATION DE TRAVAIL.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

La mémoire de mon **PAPA KAMEL**

Qu'il repose en paix, et que dieu tout puissant l'accueille dans son vaste paradis

MAMAN,

Ma douce et tendre mère, qui a tant sacrifié pour notre réussite, qu'elle puisse trouver dans mon travail, le fruit de son labeur

Tout particulièrement, à toi **MONDER**

Mon chère et unique frère, soit fier de moi aujourd'hui

Mes Grandes Sœurs,

- La gentille **KHOULOU**
- La très sage **SEMSEM**
- La généreuse **AMIRA**

Mes neveux

- **WASSIM** et **KAMEL**

Mes nièces

- **KOUNOUZ** ,**MERIE**M, **INESSE** ,**ANISSA**

Je vous remercie toute de m'avoir encouragé à continuer mes études et soutenu dans les moments les plus délicats.

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	La structure générale d'un annélide	5
2	Morphologie de la coquille des Mollusques	5
3	Morphologie typique d'un crustacé amphipode	7
4	Morphologie générale des larves d'Odonates	7
5	Larve d'Ephéméroptères a : vue latérale, b : vue dorsale, c : tête	8
6	Larve de Plécoptères, en vue dorsale	8
7	Vus dorsale d'hémiptères adulte	10
8	Coléoptère adulte, vue dorsale	10
9	Métamorphose d'un diptère	10
10	Larve et étui des Trichoptères	11
11	Localisation du bassin-versant de la Seybouse	15
12	Situation des sous-bassins de la Seybouse	16
13	Réseau hydrographique des sous-bassins de la Seybouse	18
14	Image satellite présente les trois stations d'étude	20
15	Diagramme Ombrothrmique de la région de Guelma	23
16	Situation de la région de Guelma dans le climagramme d'Emberger	23
17	Planche présente le matériel utilisé au terrain et au laboratoire.	27
18	Méthode d'échantillonnage de la faune en zone humide : un coup de filet	30
19	Tri des macros-invertébrées sur place.	30
20	Traitement et identification des macro-invertébrées	30
21	Variation mensuelle de la température des trois stations	36
22	Variation mensuelle du PH des trois stations	36
23	Variation mensuelle de la conductivité des trois stations	38

Liste des figures

24	Variation de la vitesse en fonction de la station	38
25	Variation mensuelle de la turbidité des trois stations	39
26	Variation de la salinité en fonction de la station	39
27	Répartition globale des principaux groupes de macroinvertébrés (%).	41
28	Nombre globale des taxa par groupes faunistiques	42
29	Nombre des taxa faunistiques par station	42
30	L'abondance des macros invertébrées en Février.	44
31	L'abondance des macros invertébrées en Mars.	44
32	L'abondance des macros invertébrées en Avril.	45
33	L'abondance des macros invertébrées en Mai.	45
34	La richesse spécifique générale des stations.	47
35	Variation mensuelle de la richesse spécifique par station.	47
36	Variation de l'indice de Shannon entre les stations étudiées	48
37	Variation des indices de <i>Shannon</i> et d'Equitabilité.	48

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1	Répartition des sous-bassins de la Seybouse.	15
2	Caractéristiques d'Oued Seybouse.	17
3	Check –liste des taxons faunistiques.	40
4	Variation de la richesse spécifique par station.	46
5	les indices de diversité des stations explorées	48

Sommaire

Titre		Page
Remerciement Dédicace Listes des figures. Liste de tableaux. Sommaire Introduction		
CHAPITRE I : Généralités et la biologie des macro-invertébrés		
1.1	Les eaux courantes	1
1.1.1	Définition d'un cours d'eau	1
1.1.2	Définition d'un oued	1
1.1.3	Le bassin versant	1
1.1.4	Les courants	1
1.1.5	L'origine des courants	1
1.1.6	La pollution des eaux	2
1.2	Les macro-invertébrés	2
1.2.1	Définition	2
1.2.2	Classification	3
1.2.3	Répartition des macro-invertébrés	3
1.2.3.1	Annélides	3
1.2.3.2	Mollusques	4
1.2.3.3	Les Crustacés	6
1.2.3.4	Les insectes	6
1.2.3.4.1	Les odonates	6
1.2.3.4.2	Les Ephéméroptères ou Mouches de mai	6
1.2.3.4.3	Les Plécoptères (Plecoptera)	8
1.2.3.4.4	Hémiptères	9
1.2.3.4.5	Coléoptères	9
1.2.3.4.6	Diptères	9
1.2.3.4.7	Les Trichoptères	11
1.3	L'impact de la pollution des eaux sur l'environnement	11
1.3.1	Sur le milieu naturel	12
1.3.2	Sur l'Homme	12
1.3.3	Sur la faune et la flore	12
Chapitre II : Description Générale de la zone d'étude		
2.1	Présentation de la zone d'étude	14
2.1.1	Description de la Sybouse	14
2.1.2	Situation géographique et morphologie	14
2.1.3	Caractéristiques de l'Oued Seybouse	17
2.1.4	Le réseau hydrologique	17
2.2	Présentation des stations	19
2.2.1	Station(A)	19

2.2.2	Station(B)	19
2.2.3	Station(C)	20
2.3	Synthèse climatique	21
2.3.1	Diagramme ombrothermique de Bagnoul et Gausсен	21
2.3.2	Climagramme d'Emberger	22
2.4	Exploitation du bassin de la sybouse	22
Chapitre III : Matériel et Méthode de travail		
3.1.1	Matériel de terrain	25
3.1.2	Matériel de laboratoire	25
3.2	Méthodologie de travail	25
3.2.1	Période de l'étude	28
3.2.2	Choix des stations	28
3.2.3	L'échantillonnage	28
3.2.4	Le tri des macro-invertébrés	29
3.2.4.1	Sur place	29
3.2.4.2	Au laboratoire	29
3.3	Mesure les caractéristiques physique-chimiques	31
3.3.1	Mesure de la température	31
3.3.2	Mesure de PH	31
3.3.3	Mesure de l'oxygène	31
3.3.4	Mesure de la salinité	31
3.3.5	La vitesse de l'eau	32
3.4.6	La profondeur et la largeur du lit mouillé	32
3.5	Analyse des données	32
3.4.1	L'organisation d'un peuplement	32
3.4.2	La structure d'un peuplement	33
3.4.2.1	Indice de Shannon	33
3.4.2.2	Equitabilité	33
Chapitre III : Résultat et discussion		
4.1	Analyse physico-chimique de l'eau	35
4.1.1	Variation mensuelle de la température de l'eau	35
4.1.2	Variation mensuelle du PH	35
4.1.3	Variation mensuelle de la conductivité électrique	37
4.1.4	Variation mensuelle de la vitesse de l'eau	37
4.1.5	Variation mensuelle de la turbidité	37
4.1.6	Variation mensuelle de la salinité	38
4.2	Analyse globale de la faune benthique	40
4.2.1	Abondance de la faune benthique	40
4.2.2	L'abondance de macros invertébrées en fonction du temps	43
4.3	La richesse taxonomique des stations et les indices de diversité	46
4.3.1	La richesse taxonomique (S) des stations étudiées	46
4.3.2	L'indice de diversité de Shannon (H)	47
Conclusion		
Références bibliographiques		
Résumé		

Introduction :

L'eau douce est indispensable à toutes les formes de vie. A cet effet, elle doit être présente en grande quantité pour la plupart des activités humaines. Dans les pays en voie de développement déjà confrontés aux problèmes de pénurie d'eau potable et de pollution, les changements climatiques en perturbant de nombreux écosystèmes, contribuent à l'accentuation de ces phénomènes (Morel, 2007). Ils modifient la température, la pluviométrie, l'acidité des océans et la fréquence des événements extrêmes avec entre autres conséquences une érosion progressive de la biodiversité (Oree, 2009).

Le maintien de la qualité des eaux continentales est une préoccupation majeure pour les sociétés qui doivent subvenir à des besoins en eau de plus en plus importants, et ce, tant du point de vue qualitatif que quantitatif (Goaziou, 2004). On comprend dès lors l'urgence de l'étude des écosystèmes aquatiques et la maîtrise de leur fonctionnement pour une gestion durable de la ressource.

L'impact humain sur les cours d'eau peut varier selon l'échelle spatiale. Ainsi, il peut affecter des secteurs localisés jusqu'aux grandes rivières, voir le changement climatique global. L'échelle temporelle des perturbations peut également changer considérablement, s'étendant des jours (par exemple toxines) jusqu'aux siècles (par exemple barrage)

Les influence humaines sur les biocénoses aquatiques sont très diverses. En effet, les modifications de la morphologie des cours d'eau, leurs usages et leurs propriétés physico-chimiques auront des conséquences sur la quantité et la qualité de l'eau. La dégradation des habitats et leur fragmentation peuvent causer des graves problèmes sur les populations aquatiques.

La gestion des écosystèmes répond à deux préoccupations essentielles que sont la protection de l'écosystème et de ses potentialités biologiques en tant qu'élément majeur de notre environnement et la préservation des ressources hydriques.

En Algérie du nord, la complexité des hydrosystèmes et la multiplicité des perturbations anthropiques d'une part, ainsi que les conditions climatiques difficiles (régression de la pluviométrie, élévation de la température) d'autre part, ont conduit à la fragmentation croissante des milieux se traduisant par des modifications profondes et rapides des communautés

d'invertébrés avec une perte de la diversité et/ou des déséquilibres démographiques (Lounaci, 2005).

La présente étude vise d'une part à inventorier les macroinvertébrés benthiques de notre région (La région de seybouse). D'autre part, elle évalue la qualité de ses eaux au moyen de cinq groupes de descripteurs: la richesse taxonomique, la composition taxonomique, les indices de diversité.

Les facteurs stressants peuvent avoir sur le biote aquatique un effet qui ne peut pas être mesuré par la surveillance classique des paramètres physiques et chimiques, comme des changements dans la quantité d'eau, la présence d'espèce envahissantes ou la dégradation d'habitats, C'est ce type d'effet que la composante biologique permet de détecter. La biosurveillance aquatique peut indiquer l'état du cours d'eau au cours des semaines ou des mois précédant le prélèvement des échantillons. Par exemple, une source de pollution épisodique, comme un déversement de substances chimiques, pourrait passer inaperçue dans un régime de prélèvement périodiques d'échantillons d'eau, tandis que les dommages subis par le biote aquatique peuvent être décelés longtemps après la disparition de leur cause.

Notre manuscrit structuré en quatre chapitres interdépendants :

- Le premier et le seconde purement théoriques ressemblent d'une part des généralités sur le site d'études (Oued Seybouse et son bassin versant) et une contribution à l'étude de son cadre biotique et d'autre part une petite définition sur des différentes taxons des macroinvertébrés.
- Le troisième chapitre consacré aux matériel et méthodes employées pour la réalisation de ce travail (l'échantillonnage, dépouillement et l'identification des macroinvertébrés benthiques).
- Le quatrième chapitre, mentionne les différents résultats et discussions obtenus au cours de notre étude pratique.

Enfin nous terminons par une conclusion.

1.1. Les eaux courantes :

1.1.1. 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 & Higy, 2004).

1.1.2. 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 ou wadi c'est-à-dire rivière. Les oueds sont les vestiges des anciens réseaux hydrographiques qui couvraient les régions arides avant le début de la désertification, il y'a 4 à 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).

1.1.3. 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).

1.1.4. Les courants :

Les courants sont les déplacements d'eau dans une certaine direction et y a une certaine vitesse. Les forces d'impulsion sont multiples et la combinaison des différents origines des courants n'est pas la même selon le corps hydraulique considéré; océan, mer, lac ou cours d'eau (Tachet, 2013).

1.1.5. 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, 2013).

1.1.6. 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.

1.2. Les macroinvertébrés :

1.2.1. Définition :

Les macro-invertébrés benthiques sont, par définition, des organismes visibles à l'œil nu, dépourvus de colonne vertébrale et vivant sur (ou dans) le substrat qui constitue, par exemple, le lit des rivières. Ces animaux, principalement des insectes, sont présents dans l'eau sous des formes différentes en fonction de leur cycle biologique (larve, nymphe, adulte). Les autres classes les plus représentées sont les crustacés, les mollusques, les vers.

Ils vivent dans des habitats très variés (sous les pierres, dans le sable, les graviers, dans les racines des arbres de la ripisylve...) et s'installent dans les différentes sections du cours d'eau en fonction de la vitesse du courant.

Les macro-invertébrés de par leur tolérance variable aux polluants sont de bons indicateurs pour évaluer la qualité de l'eau et des habitats. Par ailleurs très sédentaires, ils ne peuvent se soustraire aux contaminants introduits dans le milieu, ce qui renforce leur intérêt pour mettre en évidence une pollution ponctuelle ou continue.

1.2.2. Classification :

Les principaux niveaux de classification sont :

- **Règne** (animal)
- **Embranchement, ou phylum** (arthropodes, mollusques, annélides...)
- **Classe** (insectes, crustacés, arachnides...)
 - **Sous-classe**
- **Ordre** (éphéméroptères, coléoptères, trichoptères...)
 - **Sous-ordre**
 - **Super-famille**(Hydrophiloidea)
- **Famille** (Ephemerellidae, Elmidae, Goeridae...)
 - **Sous-famille**
- **Genre**
- **Espèce**

1.2.3. Répartition des macroinvertébrés :

1.2.3.1. Annélides :

❖ **Hirudines ou sangsues :**

Les sangsues constituent une classe d'Annélides. Les sangsues sont présents aussi bien en milieu marin qu'en eau douce. Toutes les sangsues présentent une ventouse antérieure, où s'ouvrent la bouche, et une ventouse postérieure (Fig. 01). Comme chez tous les Annélides, le corps est segmenté, mais la segmentation superficielle ne correspond pas toujours à la segmentation interne (Tachet, 2013). Certaines peuvent mesurer jusqu'à 20cm et peser jusqu'à 30g (William & Mose, 1999 ; Bouhala, 2009).

Les sangsues sont hermaphrodites, les orifices génitaux sont situés ventralement au niveau du tiers antérieur, l'orifice génital mâle est situé en avant de l'orifice génital femelle (Tachet, 2013). Les Hirudines sont tolérants à la pollution (Moisan, 2010).

❖ **Les Oligochètes :**

La classe des Oligochètes telle qu'elle est définie, correspond à des Annélides caractérisés fondamentalement par la présence de deux paires de faisceaux de soies : une paire latéro-dorsale et une paire latéro-ventrale. Chez les individus sexuellement matures, il y a présence d'un épaissement glandulaire, le clitellum, qui est en relation avec l'appareil génital (Tachet, 2013). Les oligochètes, sont tolérants à la pollution et résistent à de faibles taux d'oxygène

1.2.3.2. Mollusques :

❖ Bivalves :

Les Bivalves constituent une classe de Mollusques caractérisée par la présence de deux coquilles jointes par un ligament, un pied musculaire et deux siphons pouvant apparaître lorsqu'elle s'ouvre. Les Bivalves vivent dans une grande variété d'habitats mais préfèrent les eaux calmes, la majorité d'entre eux préfèrent les substrats stables (gravies, mélange gravies et sable). Les Bivalves d'eau douce appartiennent tous à l'ordre des Eulamellibranches. Ils sont représentés par trois superfamilles : les Unionacea avec deux familles, les Unionidae et les Margaritiferidae ; les Corbiculacea avec les Sphaeriidae et les Corbiculidae ; et les Dreissenacea avec les Dreisseninae (McMahon, 1991), Les Bivalves ont une tolérance moyenne à la pollution (Moisan, 2010).

❖ Gastéropodes :

Les Gastéropodes constituent une classe des Mollusques fondamentalement asymétriques par suite d'une torsion qui affecte l'ensemble de l'anatomie, y compris la coquille qui est généralement spiralée (Fig.2); cependant, chez les Ancyliidae notamment, la coquille présente une symétrie bilatérale acquise secondairement (Tachet, 2013).

Les Gastéropodes d'eau douce appartiennent à deux sous-classes : celles des Prosobranches et celles des Pulmonés. Les premiers sont d'origine marine avec souvent des représentants en eaux saumâtres, les seconds sont d'origine terrestre, l'adaptation à la vie en eau douce étant secondaire. Les Prosobranches appartiennent à deux ordres : les Neritoidea avec uniquement le genre *Theodoxus* et les Mesogastropoda comprenant tous les autres Prosobranches d'eau douce. Les Pulmonés représentés uniquement par les *Basommatophores* (Tachet, 2013).

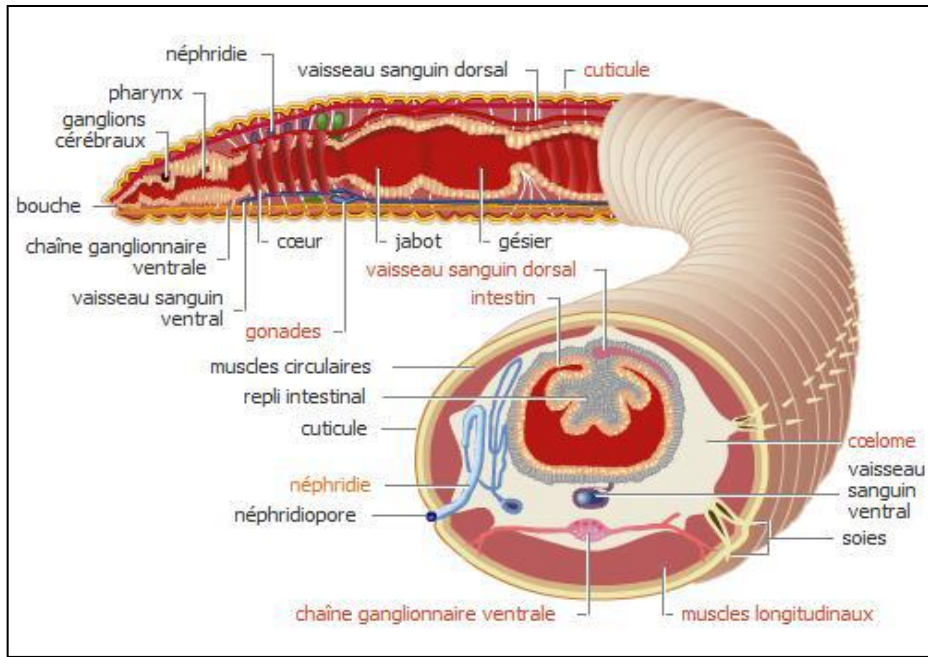


Figure 01 : La structure générale d'un annélide [1].

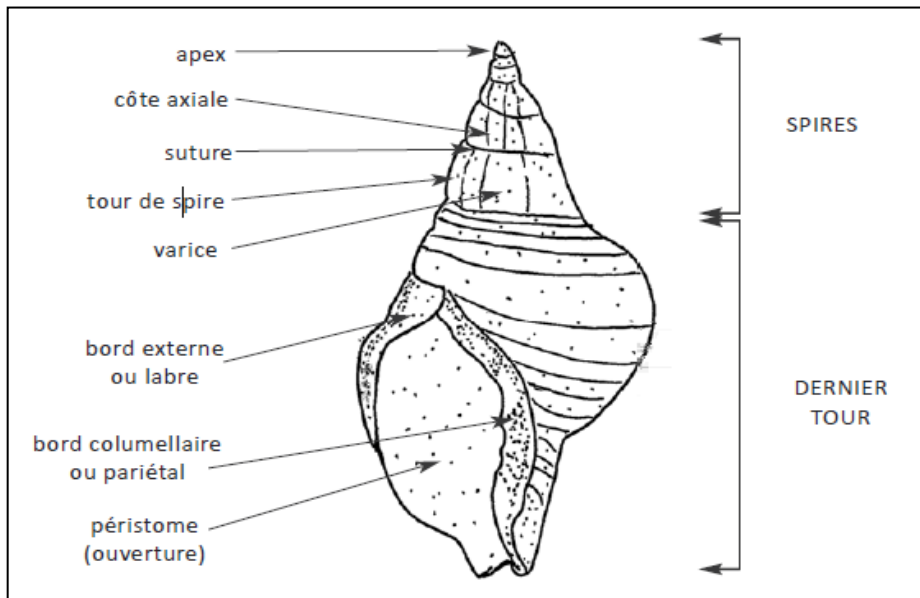


Figure 02 : Morphologie de la coquille des Mollusques (Mary, 2017).

1.2.3.3. Crustacés :

La classe des Crustacés comprend un très grand nombre d'espèces en milieu marin. En eau douce, trois sous-classes correspondent à des macro-invertébrés : Branchioures, Branchiopodes et les Malacostracés (Fig.3).

Le corps est divisé en trois parties : le céphalon, le thorax et l'abdomen. Le dernier segment est le telson qui porte l'anus, mais jamais d'appendices ; le telson peut se prolonger par une furca. Le céphalon porte dorsalement les yeux, deux paires d'antennes, autour de la bouche, trois paires d'appendices : les mandibules, les maxilles 1 et 2 (Tachet, 2013). Dans ces trois sous-classes de Crustacés, les sexes sont séparés. Le développement est de type direct chez les Malacostracés et les branchioures, et de type indirect chez les Branchiopodes chez lesquels, de l'œuf sort une larve nauplius. La respiration est de type branchial (Forest, 1994). Les Crustacés sont tolérants à la pollution.

1.2.3.4. Les insectes :

1.2.3.4.1. Les Odonates :

Les Odonates constituent un ordre d'insectes hémimétaboles à larves exclusivement aquatiques. Ils sont connus depuis le carbonifère, notamment par les gigantesques Méganisoptères. C'est au permien qu'apparaissent les véritables Odonates.

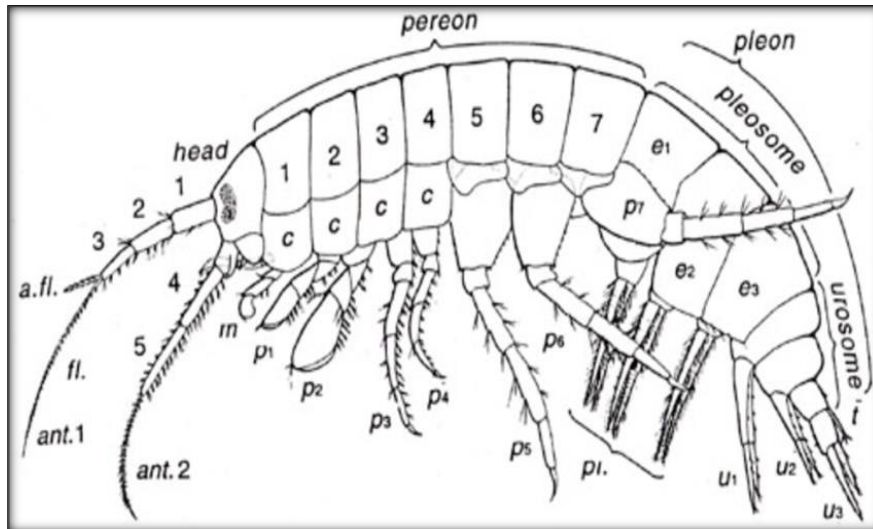
Les seuls sous ordres dominants aujourd'hui sont les Zygoptères et les Anisoptères. D'un point de vue phylogénétique, les Zygoptères sont plus primitifs que les Anisoptères (Fig. 4) (Tachet, 2013).

La principale caractéristique des Odonates est la lèvre inférieure, qui est transformée en masque rétractable servant à capturer les proies. Ils possèdent également de gros yeux. Ils préfèrent les eaux calmes et sont souvent associés à la végétation. Leur tolérance à la pollution est moyenne (Moison, 2010).

1.2.3.4.2. Les Ephéméroptères ou Mouches de mai :

Les Ephéméroptères sont hémimétaboles dont les larves sont exclusivement aquatiques. Celles-ci se caractérisent typiquement par la présence des yeux composés, de trois plus rarement deux cerques multiarticulés, des pattes portant une seule griffe au tarse et de branchies abdominales ou moins chez les larves âgées en position latérale ou latéro-dorsale (Fig. 05) (Tachet, 2013).

La plupart des espèces sont très sensibles à la pollution, les Ephémères jouent un rôle important dans la chaîne alimentaire des écosystèmes aquatiques et représentent une grande proportion de l'alimentation de plusieurs espèces de poissons.



Ant. : antennes, a.fl : flagelle accessoire, c. coxa, f. : flagelle, m. : maxillipède, p 1 – p 7 : péréiopodes (ou pattes thoraciques) 1 à 7 (les péréiopodes 1 et 2 sont respectivement les premier et second gnathopodes), e 1 – e 3 : épimères, pl : pléopodes, u 1 – u 3 : uropodes, t : telson

Figure 03 : Morphologie typique d'un crustacé amphipode (d'après Barnard & Karaman, 1991, modifié)

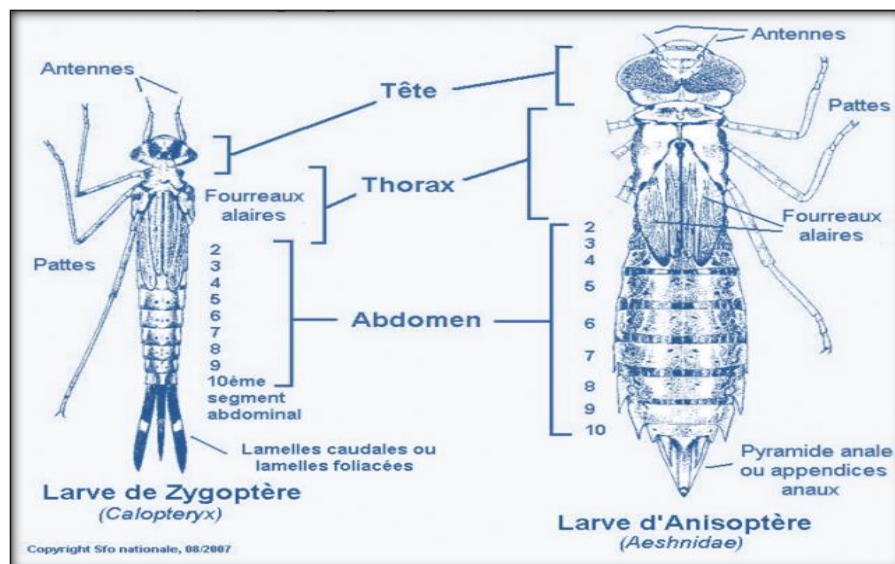


Figure 04 : Morphologie générale des larves d'Odonates (Société générale d'otonatologie, 2007 in Bouchelaghem, 2008).

1.2.3.4.3. Plécoptères (Plecoptera) :

L'ordre des Plécoptères, connu depuis le permien, regroupe des insectes hémimétaboles ressemblant beaucoup aux Éphéméroptères. Se sont caractérisés par des pattes à trois articles, avec deux griffes chacune, et l'abdomen portent seulement deux cerques, appendices filiformes articulés (Moisan, 2006) (Fig. 6).

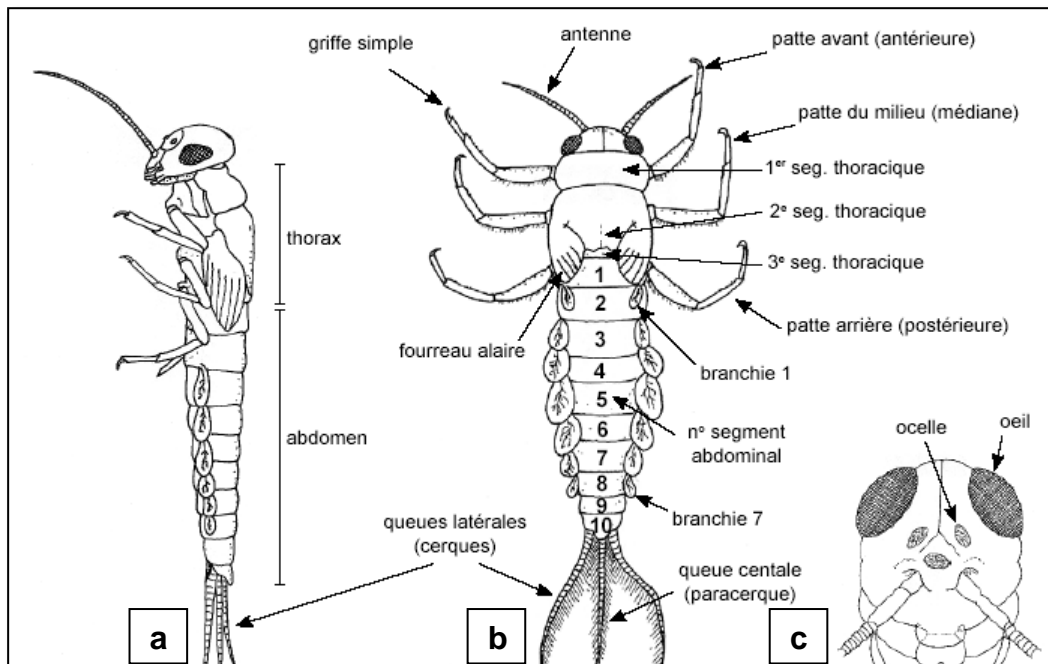


Figure 05: Larve d'Ephéméroptères **a** : vue latérale, **b** : vue dorsale, **c** : tête (Moisan, 2006).

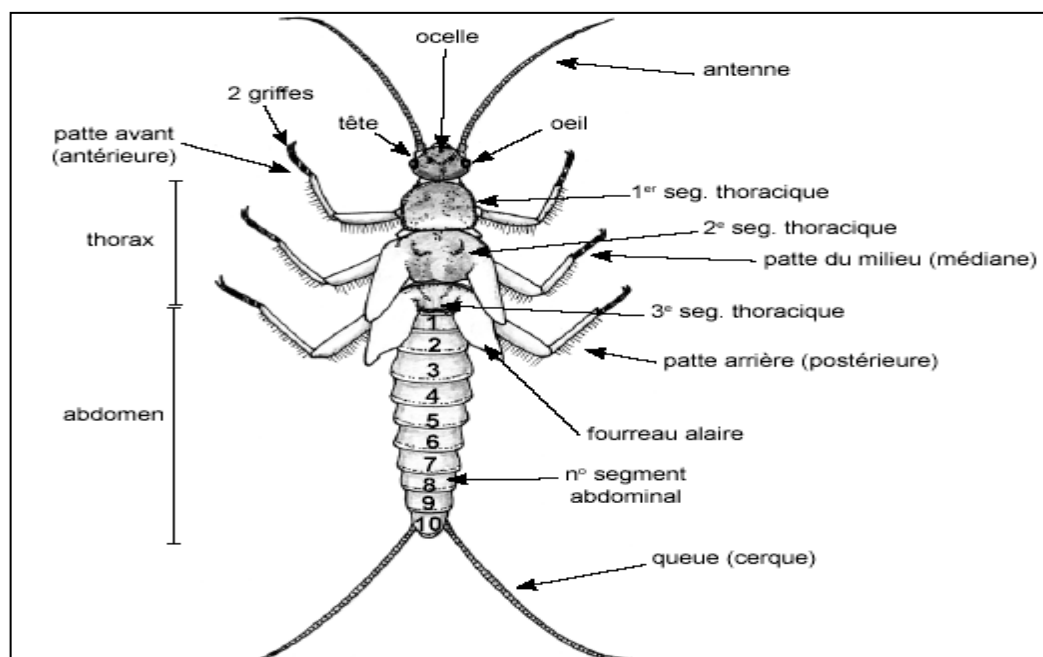


Figure 06 : Larve de Plécoptères, en vue dorsale (Moisan, 2006).

1.2.3.4.4. Hémiptères :

Dans les habitats aquatiques ou semi-aquatiques, les Hémiptères peuvent se retrouver sous forme adulte ou larvaire. Les larves et les adultes sont presque identiques si ce n'est que les adultes sont habituellement ailés. Les ailes, lorsqu'elles sont présentes, sont cornées à la base (vers l'avant) et membraneuses au bout. La forme de leur corps varie de ovale à allongée. Leur principale caractéristique est la modification de leur appareil buccal (Moisan, 2010) (Fig.7). Leur tolérance à la pollution est moyenne.

1.2.3.4.5. Coléoptères :

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. Environ 15% des espèces de coléoptères peuvent être définies comme aquatiques (Tachet, 2013) (Fig.8). Leur tolérance à la pollution est moyenne.

1.2.3.4.6. Diptères :

Les Diptères sont le deuxième ordre d'insectes le plus important après les Coléoptères. La plupart des Diptères sont terrestres. Seules quelques familles sont adaptées à la vie aquatique aux stades larvaire et nymphal. Les larves de Diptères sont caractérisées par l'absence de pattes articulées. Elles portent souvent des fausses pattes thoraciques et/ou abdominales. Des protubérances, appelées bourrelets locomoteurs, peuvent également être présentes. La fin de l'abdomen peut porter des soies et /ou des appendices. La tête est soit distincte ou indistincte (Fig.9).

Des nymphes sont également présentes dans les cours d'eau. 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 (Moisan, 2010).

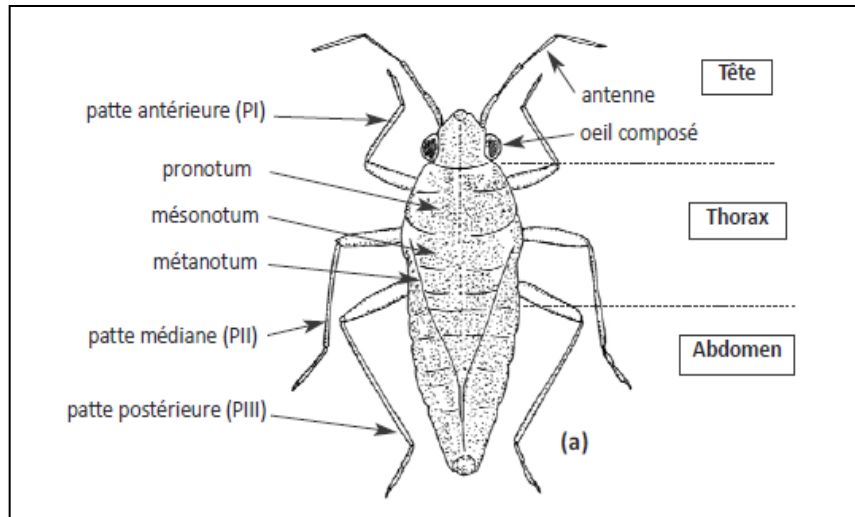


Figure 07 : Vus dorsale d'hémiptères adulte (Mary, 2017).

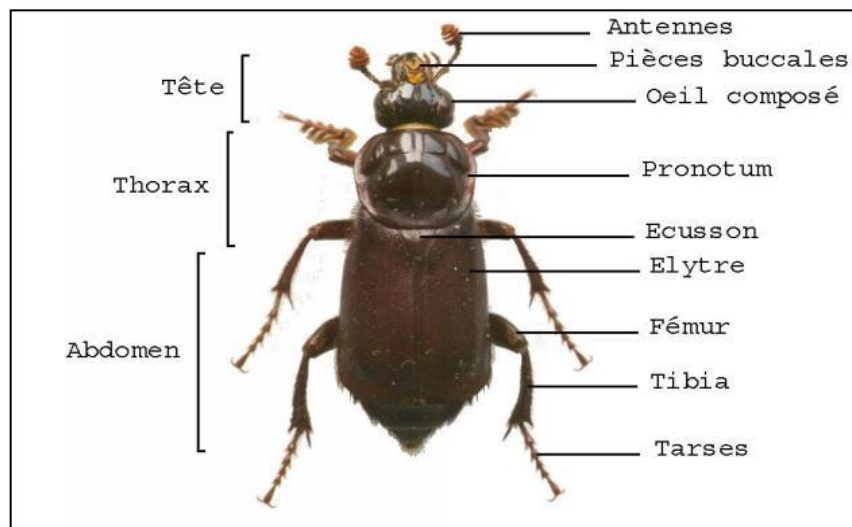


Figure 08 : Coléoptère adulte, vue dorsale [2].

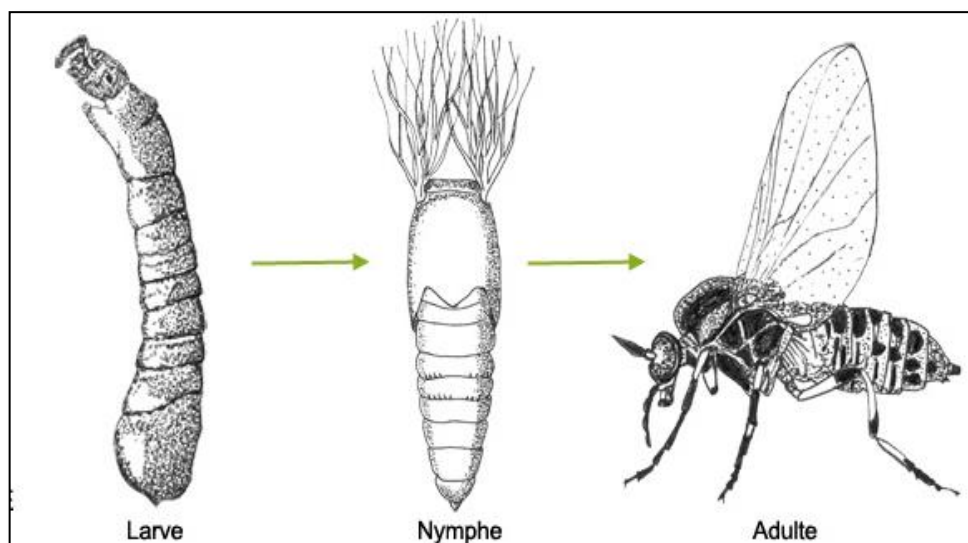


Figure 09 : Métamorphose d'un diptère [3].

1.2.3.4.7. Les Trichoptères :

Les Trichoptères sont des insectes holométaboles généralement aquatiques, (Tachet, 2010). La principale caractéristique des larves est la présence de deux crochets anaux (Fig.10). Ceux-ci sont situés au bout de l'abdomen de chaque côté ou sur des fausses pattes. La tête ainsi qu'au moins un segment thoracique sont sclérifiés.

L'abdomen est mou comme celui d'une chenille. Plusieurs larves de trichoptères se construisent un étui. Les matériaux utilisés, qui sont d'origine végétale ou minérale, sont souvent typiques au genre. Il est donc très important de ne pas sortir les larves de leur étui avant l'identification. Les nymphes, elles, sont toujours dans un étui.

De façon générale, les trichoptères sont sensibles à la pollution. La famille des Hydropsychidae a cependant une tolérance moyenne à la pollution (Moisan, 2010).

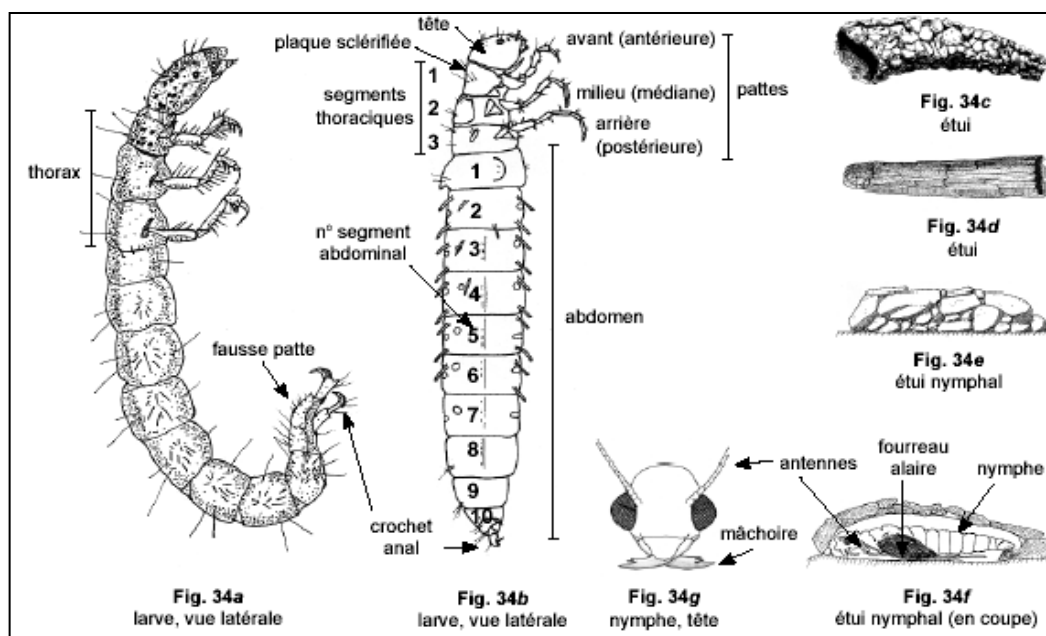


Figure 10: Larve et étui des Trichoptères (Moisan, 2006).

1.3. L'impact de la pollution des eaux sur l'environnement :

La pollution des eaux a un grand nombre d'effets. En outre elle produit des changements complexes dans les eaux réceptrices et affecte les usages ultérieurs de l'eau de différentes manières plus ou moins apparentes (Kenesse, 1967).

On peut distinguer trois types de désutilités de gravité croissante : les polluants peuvent d'abord nuire à l'agrément de la vie, ils peuvent ensuite porter atteinte à la santé de l'homme, ils peuvent enfin menacer la survie même de l'espèce (Brud'homme, 1980).

1.3.1. Sur le milieu naturel :

- Une eau usée urbaine ou industrielle peut avoir suivant la nature et concentration de ses constituants, un certain nombre d'effets sur le milieu récepteur, même après avoir subi une épuration (Thomas, 1995).
- Les matières en suspensions résiduelles, même en concentration faible sont susceptibles de réduire la transparence du milieu.
- La présence de nitrate et de phosphates et l'effet précité des matières organiques peuvent accélérer le processus naturel d'eutrophisation des milieux récepteurs fermés.
- Enfin un rôle moins perceptible de la matière organique est la modification des équilibres physico-chimiques du milieu et notamment son interaction avec les formes métalliques par des mécanismes de réduction, de précipitation... susceptibles d'accroître les effets propres de ces métaux sur l'environnement (Thomas, 1995).

1.3.2 Sur l'Homme:

Les causes des maladies à transmission hydrique sont multiples, et c'est essentiellement la pollution des eaux superficielles par les rejets des eaux usées aggravés par une pluviométrie insuffisante et irrégulière. L'Homme peut être affecté par une pathologie cutanée ou par d'autres maladies telles que : la typhoïde, le choléra grâce à une consommation par voie digestive d'eau contaminée par des matières fécales, ou par des mains sales. La conjonctivite aussi est une maladie à transmission hydrique qui est liée à la pratique des bains, et aux séjours sur le sable des plages polluées (Vilgines, 2000).

1.3.3. Sur la faune et la flore :

Ces substances nocives concentrées dans les eaux usées peuvent détruire les êtres vivants et les végétaux dans les rivières et les lacs, ainsi que les micro-organismes qui interviennent dans l'épuration biologique des eaux usées (Souiki *et al.*, 2008).

L'altération que l'on peut constater dans la végétation de certains étangs ou les cours d'eau sont souvent le témoin d'une pollution directe par des produits toxiques, ainsi, l'apport trop important d'éléments nutritifs peut induire une prolifération intense d'algues aboutissant au phénomène de l'eutrophisation qui limite les possibilités de la vie aquatique. L'équilibre des espèces des poissons peut de ce fait être perturbé par la diminution du taux d'oxygène dissous (Dajoz, 2006).

2.1. Présentation de la zone d'étude :

2.1.1. Description de la Seybouse :

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 rencontrent 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) (Fig.11). Sa superficie est de l'ordre de 6471 Km² (Debeiche, 2002 ; Satha, 2008) (Tab.1)

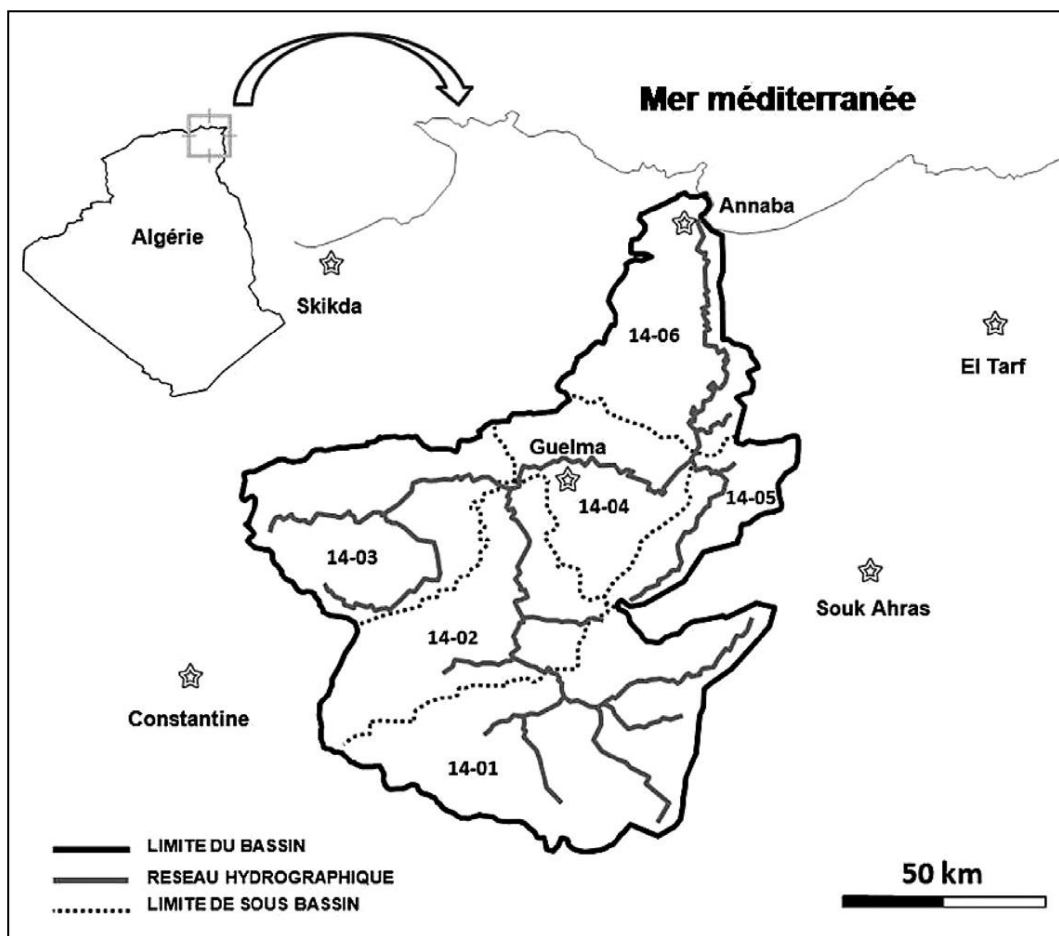
2.1.2. Situation géographique et morphologie :

Le bassin de la 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 (Blayac 1912 *in* bouchelaghem, 2008).

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 le 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 s'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 Cherf et de la Medjerda à Ras el Alia, où naissent les cours supérieurs de l'oued Krab et Tiffech, qui tous les deux sont des affluents du Cherf. (bouchelaghem, 2008) (Fig.12).

Tableau 01: Répartition des sous-bassins de la Seybouse (A.B.H, 1999 *in* satha, 2008).

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

**Figure 11:** Localisation du bassin-versant de la Seybouse (Khelifa *et al.*, 2011)

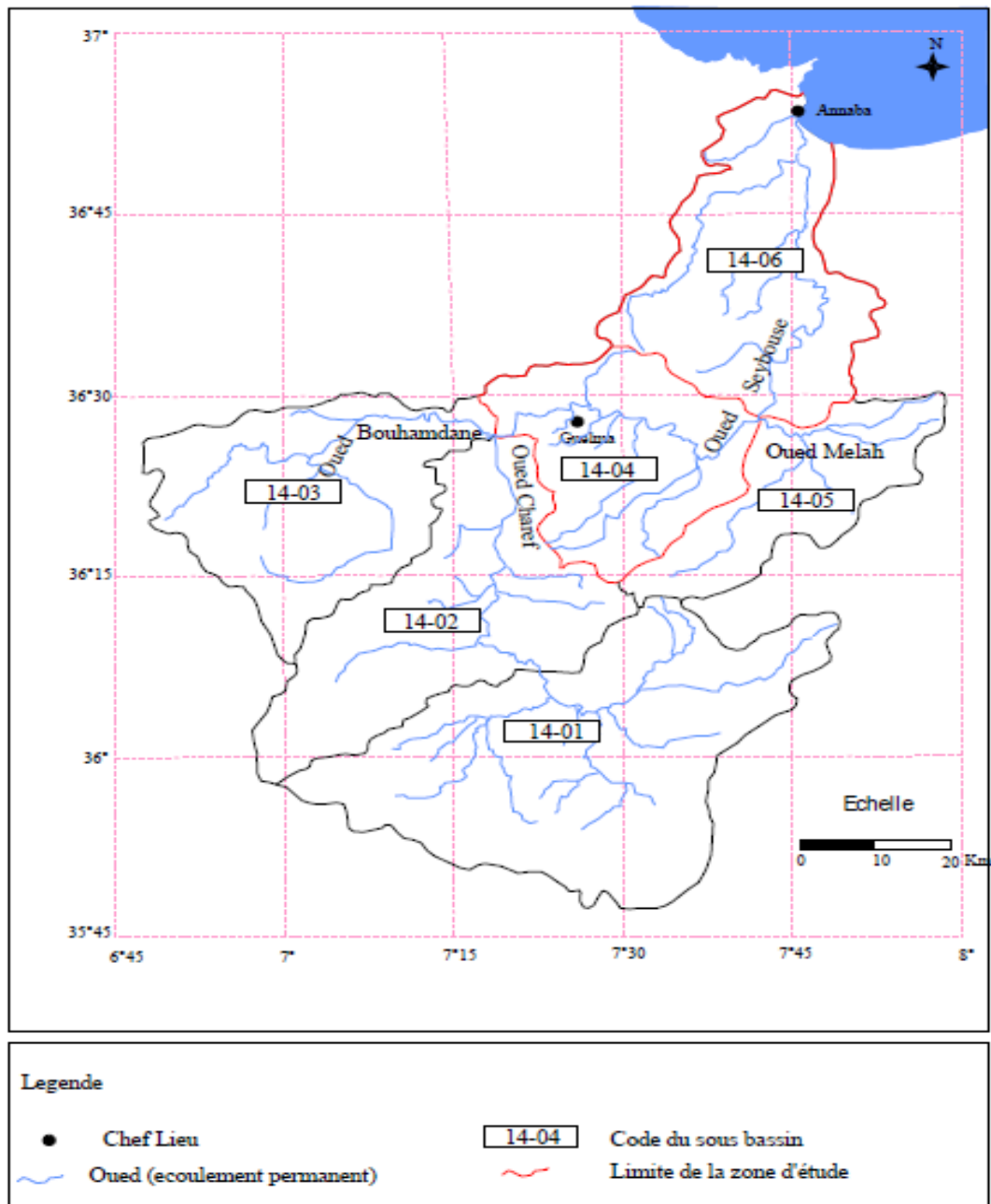


Figure 12: Situation des sous-bassins de la Seybouse (Bechiri, 2011).

2.1.3. Caractéristiques de l'Oued Seybouse :

Les principales caractéristiques de l'Oued Seybouse sont représentées dans le tableau suivant (Tab. 02).

Tableau 02: Caractéristiques d'Oued Seybouse (Louamri, 2013)

Affluents	Oued Bouhamdane et Oued Charef
superficie	6570km ²
Débit moyen	11,5 m ³ /s
Bassin	6,471 km ² (2 498 m ²) km ²
Source	confluence de l'Oued Charef et l'Oued Zenati
Longueur	150 km
Débit annuel	500 millions de m ³
Acidité	ph-8,21
Saturation en oxygène	36,61 %

2.1.4. Le réseau hydrographique :

Le bassin de la Seybouse présente un chevelu hydrographique de plus de 3000Km (Fig. 13). Quarante-deux oueds a une longueur supérieure à 10 Km dont les principaux sont :

- **Oued Seybouse** : Il prend sa source à Medjez Amar (point de rencontre entre Oued Charef et Oued Bouhamdane). Il traverse la plaine Guelma - Bouchegouf sur plus de 45 Km du Sud au Nord. Son apport total est estimé à 408 millions m³/an à la station de Boudroua (commune d'Ain Ben Beida).
- **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 Amar II.
- **Oued Mellah** : Provenant du Sud-Est, ce court d'eau enregistre un apport total de 151 millions m³/an à la station de Bouchegouf.

- **Oued Charef** : Prend sa source au Sud de la Wilaya (88,61Km) et son apport est estimé à 107 millions m³/an à la station de MedjezAmar (Bouchlaguem, 2008)

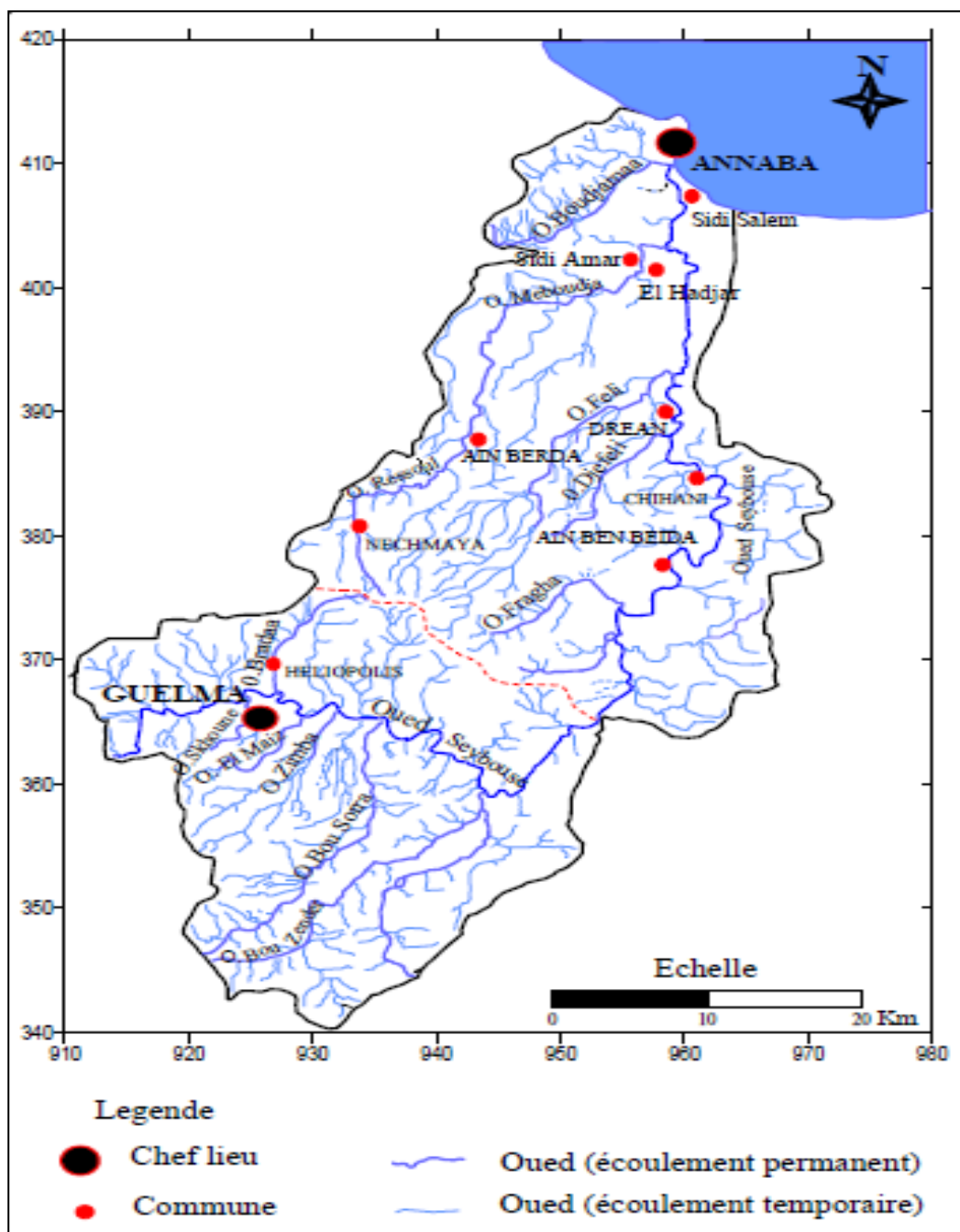


Figure 13: Réseau hydrographique des sous-bassins de la Seybouse (Bechiri, 2011).

2.2. Présentation des stations :

2.2.1. Station (A): Oued Charef (36°26'19.8"N, 7°18'45.7"E)

- Altitude : 273. 66 m.
- Commune : Medjez Amar.
- Daïra : Ain Hssainia.
- Wilaya de Guelma.

Limitée au nord par El Fedjouje, à l'est par Guelma, au sud par Houari Boumediene et Bendjerrah, à l'ouest par Hammam Debagh. La station se trouve sous un pont avant le point de



confluence avec oued Bouhamdan. Le substrat est constitué par de sable, galets et blocs. Le lit est large, le niveau et la vitesse d'eau parfois augmentent à cause des lâchers du barrage de Foug EL Khanga ce qui bloque le flux des eaux d'Oued Bouhamdan. La végétation comprend surtout : *Typha sp*, *Phragmites australis*, *Tamarix sp*.

2.2.2. Station (C): Oued Bouhamdane (36°26'35.8"N, 7°18'37.1"E)

- Altitude : 243.1 m.
- Commune : Medjaz Amar.
- Daïra : Ain Hssaïnia.
- Wilaya de Guelma.

Limitée au Nord par El Fedjouje, à l'est par Guelma, au sud par Houari Boumediene et Bendjerrah, à l'ouest par Hammam Debagh.



Medjaz Amar est situé à 12 kms vers l'ouest de la ville sur la RN 20, la station se trouve sous un pont avant le point de confluence avec oued El Charef. L'endroit est très ensoleillé ses rives sont garnies de plantes telles que *Epilobium augustifolium* (Laurier rose) et des plantes graminiformes (*juncus*) ainsi que le *Tamarix*. Les sols sont occupés d'un côté par des orangers et de l'autre par des oliviers caractéristiques de la région. Le fond du lit est formé de dalles et de cailloutis désagrégés, en certains endroits le substrat est remplacé par du sable grossier de rivière.

2.2.3. Station (B): Oued Seybouse (36°26'35.4"N, 7°18'44.1"E)

- Altitude : 273.66 m.
- Commune : Medjez Amar.
- Daïra : Ain Hssainia.
- Wilaya de Guelma.

Limitée au nord par El Fedjouje, à l'est par Guelma, au sud par Houari Boumediene et Bendjerrah, à l'ouest par Hammam Debagh.

La station se trouve juste après un pont presque dans le même endroit de la station de Medjez Amar Cherf mais après le point de confluence d'oued bouhamdane avec oued Cheref. L'endroit est très ensoleillé ses rives sont garnies de plantes telles que Laurier rose et des plantes graminiformes (*Juncus*) ainsi que le *Tamarix*.



Figure 14 : Image satellite présente les trois stations d'étude (2018) [4].

2.3. Synthèse climatique :

Les variations journalières de la température, de la pluviosité et de la force du vent sont aléatoires, non périodiques et non prévisibles. Cette variation aléatoire interdit toute adaptation rigoureuse des organismes et intervient dans la modification des cycles de développement, l'estivation ou l'hibernation, la migration, et les modifications morphologiques, provisoires et non héréditaires traduisant la plasticité phénotypique des espèces apparaissent lorsque les facteurs climatiques changent (Dajoz, 2003).

Les différents facteurs climatiques n'agissent pas indépendamment les uns des autres. Pour en tenir compte divers indices ont été proposés, principalement dans le but d'expliquer la répartition des êtres vivants. Les indices les plus employés font intervenir la température et la pluviosité qui sont les facteurs les plus importants et les mieux connus (Dajoz, 2003).

2.3.1. Diagramme Ombrothermique de *Bagnoul et Gaussen* :

Ce diagramme permet de comparer mois par mois la température et la pluviosité. Les ordonnées sont choisies de telle sorte que 10 °C correspondent à 20 mm de pluie (Fig.15) (Dajoz, 2003).

D'après ce diagramme établi à partir des données de température et de précipitation 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'à septembre.

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

2.3.2. 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).

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

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.

Notre région (Guelma) présente un Q₂ = 65.10 ce qui la classe dans l'étage bioclimatique à végétation semi-aride à hiver frais (Fig. 16).

2.4. 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 482 ha, fourragère (orange) 29 ha ,céréales (blé dur, tendre) 40 ha (DSA , 2012).

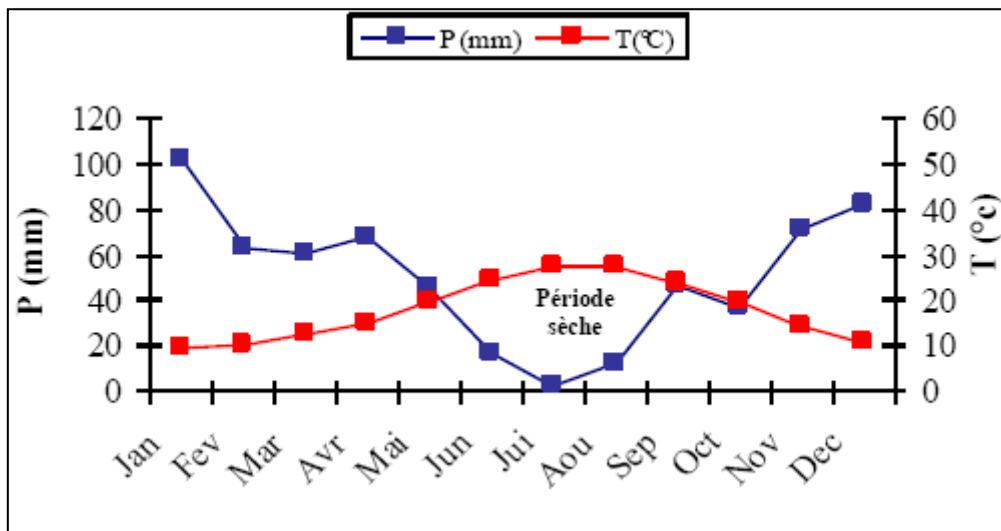


Figure 15: Diagramme Ombrothermique de la région de Guelma (2002-2015).

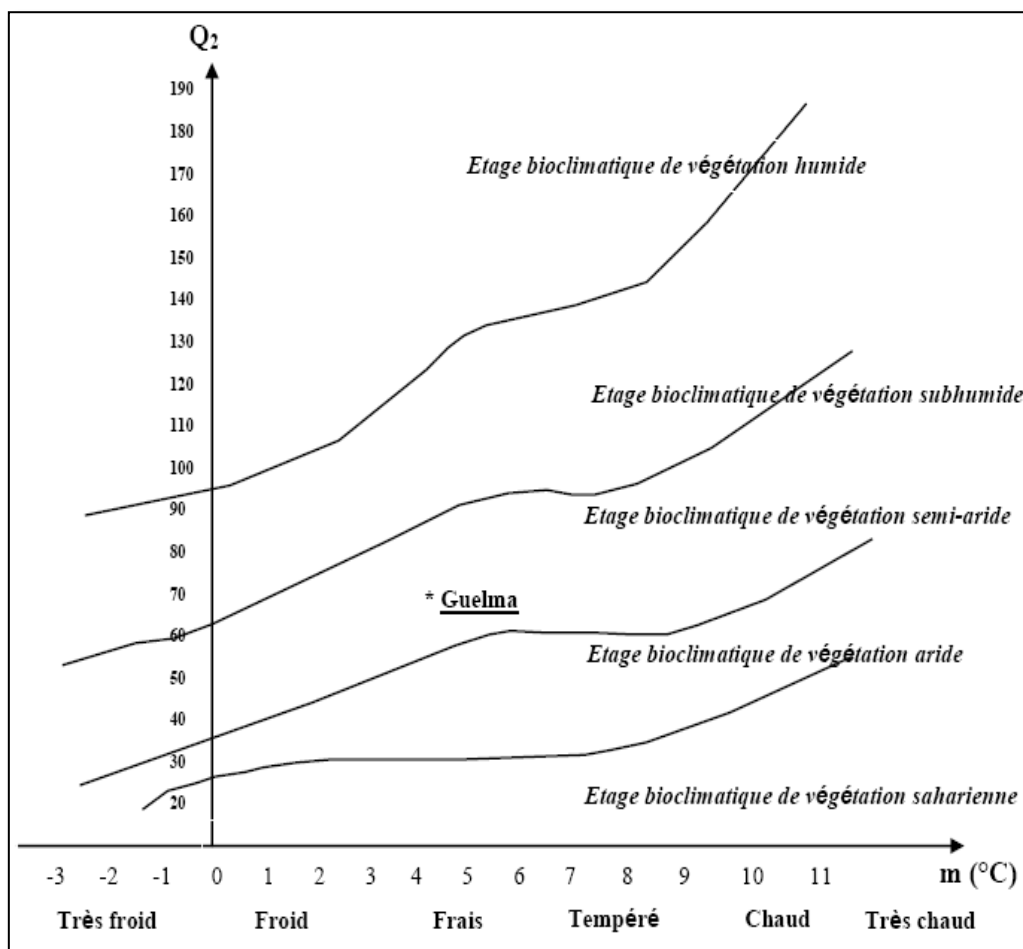


Figure 16: Situation de la région de Guelma dans le climagramme d'Emberger (2002-2015)

3.1. Matériel :

3.1.1. Matériel de terrain :

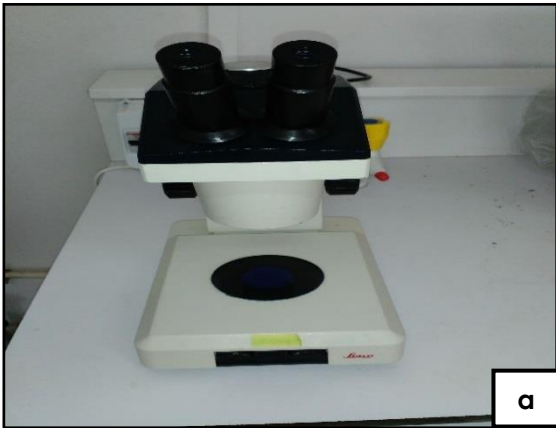
- GPS (Global Positioning System).
- Appareil multi-paramètres.
- Une épuisette pour la collecte des taxons faunistique (maille de 1 mm).
- Des fiches techniques.
- Carnet de notes et des étiquettes.
- Cuvettes.
- Bouteilles en plastiques ou en verre.
- Formole (5%) pour la conservation des échantillons.
- Eau distillé et eau potable.
- Un chronomètre et bouchons en liège.
- Un appareil photo numérique.
- Des bottes.

3.1.2. Matériel de laboratoire:

- Loupe binoculaire.
- Un PH-mètre.
- Flacon en verre.
- Boites de pétri.
- Guides pour l'identification des spécimens.
- Des pinceaux et des pinces.
- Carnet de notes.
- Etiquettes.
- Formol 5% (pour la conservation du matériel biologique).

3.2. Méthodologie de travail

Il est nécessaire de mettre en place une méthodologie bien structurée qui s'adapte à chaque cas d'étude et de procéder à un choix judicieux des points de prélèvement et d'utiliser le matériel convenable. Les résultats de l'analyse ne seront exploitables que si le prélèvement a un caractère représentatif.



a



b



c



d

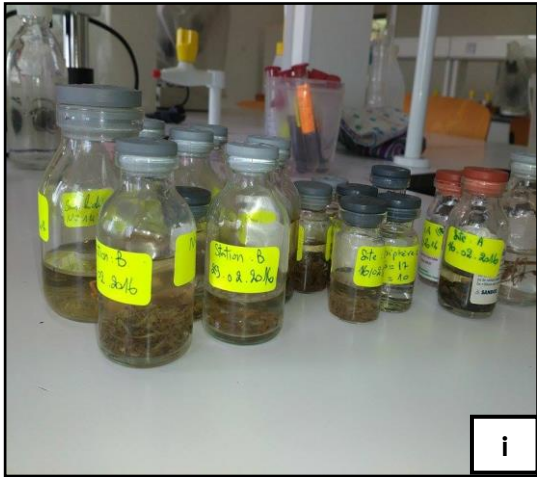
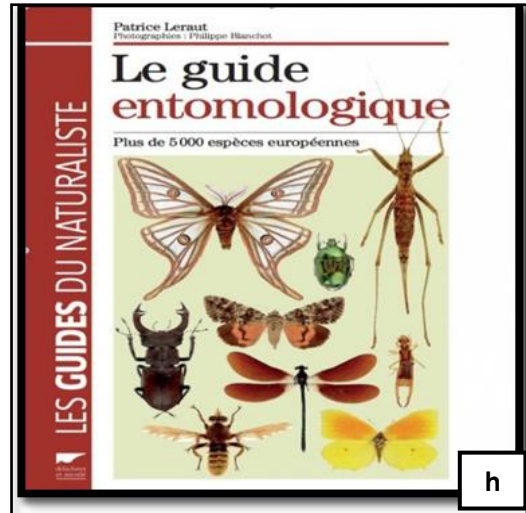


e



f

a	Loupe binoculaire
b	Des pinceaux
c	Multi-paramètre
d	GPS
e	PH-mètre
f	Des pincés



g	Une épauvette
h	Guide entomologique
i	Flacons étiquetées
j	Boites de pétri

Figure 17 : Planche présente le matériel utilisé au terrain et au laboratoire.

3.2.1. Période de l'étude :

Ce travail est une étude transversale de l'embranchement d'oued Seybouse (par oued Charaf et oued Bouhamdene), dans le but d'une contribution à la connaissance de son état de qualité physicochimique et biologique. Il est réalisé sur une période allant du mois de Mars au mois d'Avril 2018.

- Premiers prélèvements le 17/02/2018.
- Deuxièmes prélèvements le 09/03/2018
- Troisièmes prélèvements le 13/04/2018
- Quatrièmes prélèvements le 11/05/201

3.2.2. Choix des stations :

Une fois que la conception de l'étude et que l'objectif a été établi, il faut choisir des sites qui permettront d'atteindre cet objectif, nous avons entamé par le choix des stations d'échantillonnage qui nécessite le suivi.

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. Elles 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 la température.
4. Accessibilité des stations (proximité de la route, végétation peu dense) permettant une visite régulière.

3.2.3. L'échantillonnage :

L'échantillonnage mensuel étant effectué au niveau de trois stations : Oued Charef, Oued Bouhemdane, Oued Seybousse amont durant la période des quatre mois (Février, Mars, Avril et Mai).

L'objectif de l'échantillonnage consiste en la collecte d'une diversité la plus représentative des macroinvertébrés 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 (Fig.18)

- **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 collecter 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 (élimination 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.

3.2.4. Le tri des macro-invertébrés :

3.2.4.1. 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'autres 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 où les organismes sont triés sous binoculaire afin d'être dépouillés et identifiés.

3.2.4.2. 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 à 5%, sauf pour les mollusques, les échantillons sont conservés dans l'éthanol 96%.

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).

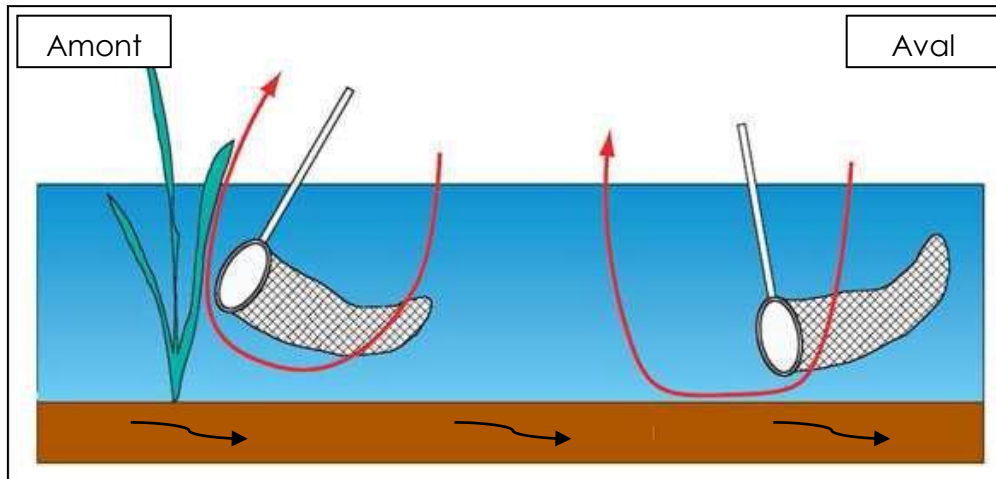


Figure 18: Méthode d'échantillonnage de la faune en zone humide : un coup de filet (Modifier Moisan et al., 2010)



Figure 19 : Tri des macros-invertébrées sur place. (Beddoud, 2018)

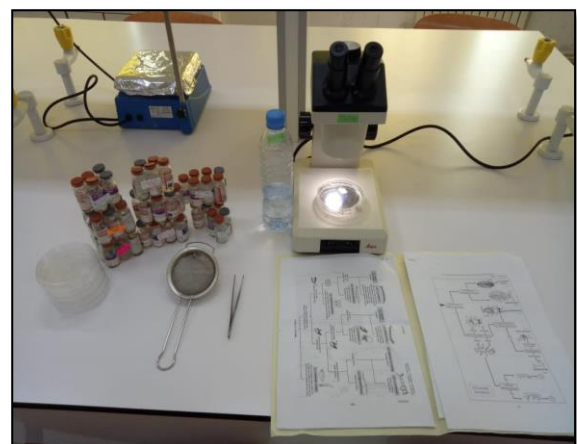


Figure 20 : Traitement et identification des macro-invertébrées (Beddoud, 2018)

3.3. Mesure les caractéristiques physico-chimiques :

Les facteurs écologiques essentiels qui agissent sur le peuplement sont la température, la vitesse du courant, l'oxygénation, le PH et la conductivité électrique (Dajoz, 1985).

3.3.1. Mesure de 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.

3.3.2. Mesure du PH :

Le pH ou potentiel d'hydrogène mesure la concentration en ions H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, sachant que la valeur de 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.

3.3.3. Mesure de 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' O_2 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 CO_2 de l'eau en utilisent l'énergie solaire et des molécules d'eau, elles libèrent de l'oxygène dans le milieu (Huguette, 2006).

3.3.4. Mesure de la salinité :

La salinité mesure la concentration d'une eau en sels dissous (chlorure de sodium, chlorure de magnésium, sulfate de magnésium etc.) au travers de la conductivité électrique de cette eau. Cette salinité est sans unité.

A titre de comparaison, l'eau douce a une salinité de 0 à 0,5 et l'eau de mer à une

salinité moyenne de 35.

3.3.5. 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 10 m, le temps est mesuré par un chronomètre.

3.4.7. 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 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).

3.4. Analyse des données :

Nous avons utilisé le logiciel Excel pour les statistiques élémentaires; calcul de moyenne et de la somme. Pour la représentation graphique (les courbes, les histogrammes et les camemberts).

3.4.1. 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, 1984 in Meziane 2009).

- **L'abondance** : correspond au nombre d'individus échantillonnés.
- **Fréquence** : elle peut s'exprimer par le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée durant toute la période de l'échantillonnage.

NB/ Elle peut être également exprimé par le pourcentage.

$$C = (p * 100) / p$$

P* : Nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

P : nombre total de relevés effectués.

3.4.2. La structure d'un peuplement :

Elle exprime le mode de distribution des individus parmi les espèces qui composent le peuplement, c'est-à-dire l'organisation du tableau espèces relevés. L'étude de ce mode de répartition peut être faite (Touati, 2008):

- 1- L'analyse des distributions d'abondance (modèles de Preston, Motomura, Macarthur).
- 2- au moyen d'indice synthétique de diversité (Mekki, 1998 *in* Meziane 2009).
- 3- La diversité d'un peuplement s'exprime aussi par le nombre d'espèces présentes (richesse spécifique). Parmi les indices de diversité permettant la comparaison des peuplements dans l'espace et le temps, nous avons :

3.4.2.1. 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.
- ✓ **Pi**: $p(i) = ni/N$
- Où **ni** 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.

3.4.2.2.Équitabilité :

Cet indice sert à comparer les diversités de deux peuplements 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}=logS**).
- ✓ **S** : richesse spécifique.
- Une valeur de **E** proche de **1** traduit un peuplement plus équilibré.

4.1. Analyse physico-chimique de l'eau :

4.1.1. Variation mensuelle de la température de l'eau

La mesure de la température est nécessaire parce qu'elle détermine la majorité des paramètres physico-chimiques (PH, conductivité, etc.). En effet, la température influe sur certain nombre de réactions chimiques (Zaouaidia, 2003) et elle joue un rôle important sur le cycle biologique de la majorité des insectes aquatiques. Toutefois, elle peut agir également sur la localisation des espèces et la densité des populations (Samraouiet *al.*, 1993).

Dans cette partie, les mesures de la température mensuelle du mois de février au mois de mai 2018 ont été présentées et analysées. A partir de la figure 21 nous pouvons constater que la température la plus élevée a été enregistrée à la station d'oued Bouhamdane en mois de mai (25°C). En outre, la valeur minimale de la température est de 14 °C est enregistrée à la station d'oued el Cherf en mois de février. De plus, nous remarquons une variation de température d'ordre croissant pour toutes les stations. En effet, nous pouvons conclure que la station d'oued Bouhamdane présente les températures les plus élevées par rapport aux autres stations.

4.1.2. Variation mensuelle du PH

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

La figure 22 représente la variation mensuelle du PH des trois stations, cités auparavant, du mois de février au mois de mai 2018. On observe une égalité de la valeur du PH pour les deux stations d'oued elcherf et oued bouhamdane à la valeur 9,8 pour le mois de février et une légère variation (0.2) pour la station d'oued Seybousse. Le PH est relativement variable du mois de mars au mois de mai avec une valeur maximale de 13 en mai enregistré à la station d'oued Seybousse. Tandis que la valeur minimale est 8 en mois de mars enregistré à la station d'oued el Cherf.

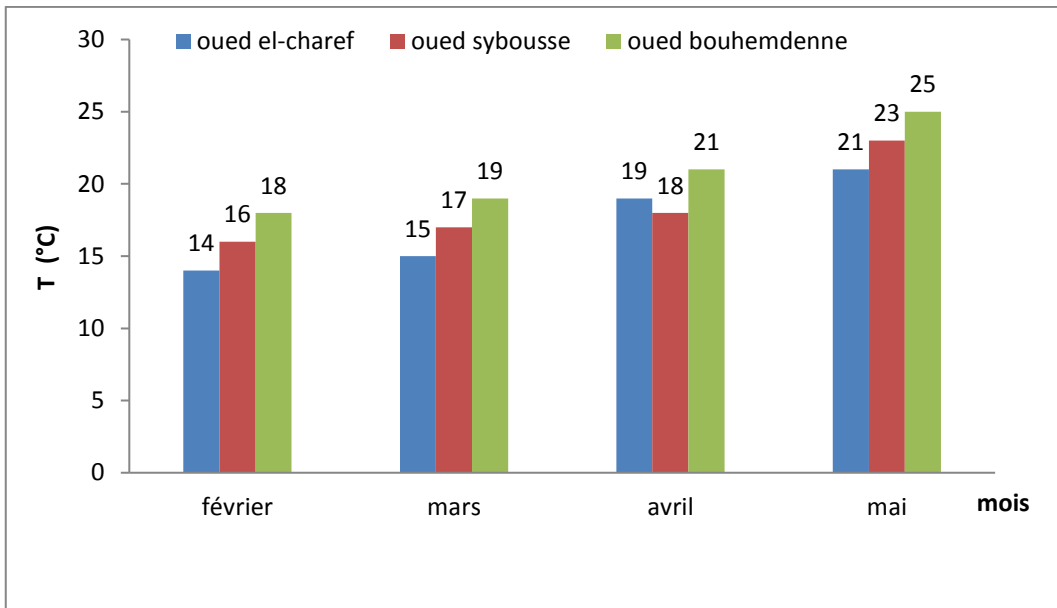


Figure 21 : Variation mensuelle de la température des trois stations

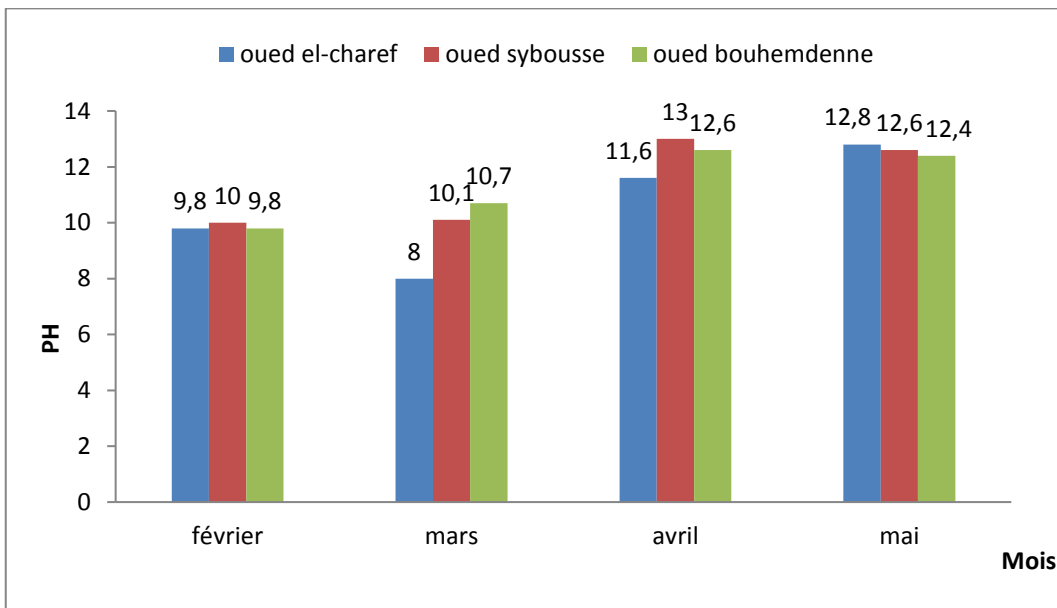


Figure 22 : Variation mensuelle du PH des trois stations

4.1.3. Variation mensuelle de la conductivité électrique.

La conductivité électrique de l'eau est un paramètre important qui influe sur la dynamique des populations. Elle est proportionnelle à la quantité des sels ionisables dissous. De plus, elle constitue une bonne indication de degré de minéralisation des eaux (Bounacer, 1997 in Zouaidia, 2003).

La figure 23 illustre la variation mensuelle de la conductivité électrique des trois stations, du mois de février au mois de mai 2018. Lors de la période d'étude, la conductivité oscille entre 1530 μs et 1000 μs enregistré, respectivement en mois de février et mai à la station d'oued el Cherf. En effet, pour la station d'oued el Cherf la conductivité électrique varie de façon décroissante en s'approchant des mois chaud. Tandis que pour la station d'oued Seybousse, la valeur la plus élevée de 1500 μs est notée au mois de février. Alors que, la valeur la plus faible de 1280 μs est notée au mois de mars. Par ailleurs, 1390 μs et 1520 μs sont respectivement, les valeurs minimale et maximale de la conductivité électrique de la station d'oued Bouhamdane.

4.1.4. Variation mensuelle de la Vitesse de l'eau.

Dans les cours d'eaux, 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 Figure 24 montre la valeur maximale de la vitesse de l'eau est au niveau d'oued Seybousse avec une moyenne de 0,76 m/s, et une valeur presque nulle au niveau de Bouhamdane. Il convient de considérer que les vitesses du courant d'eau enregistrées sur le site d'études traduisent une diminution de celles-ci avec le gradient amont aval.

4.1.5. Variation mensuelle de la turbidité.

A partir de la variation mensuelle de la turbidité des trois stations donnée par la figure 25, nous avons observés une variation croissante de la turbidité du mois de février au mois de mai. En effet, ses valeurs maximales sont de 467 et 491 NTU enregistrées en mois de mai, respectivement aux stations oued Seybousse et oued el Cherf. Tandis que les valeurs minimales sont de 11.2, 12.4 et 17.3 NTU enregistrées en mois de février, respectivement, à oued Bouhamdane, oued Seybousse et oued el Cherf. La valeur la plus faible de la turbidité est de 8.65 enregistrée en mois d'avril à la station d'oued Bouhamdane. Cela explique que durant les mois chauds, la turbidité est plus élevée.

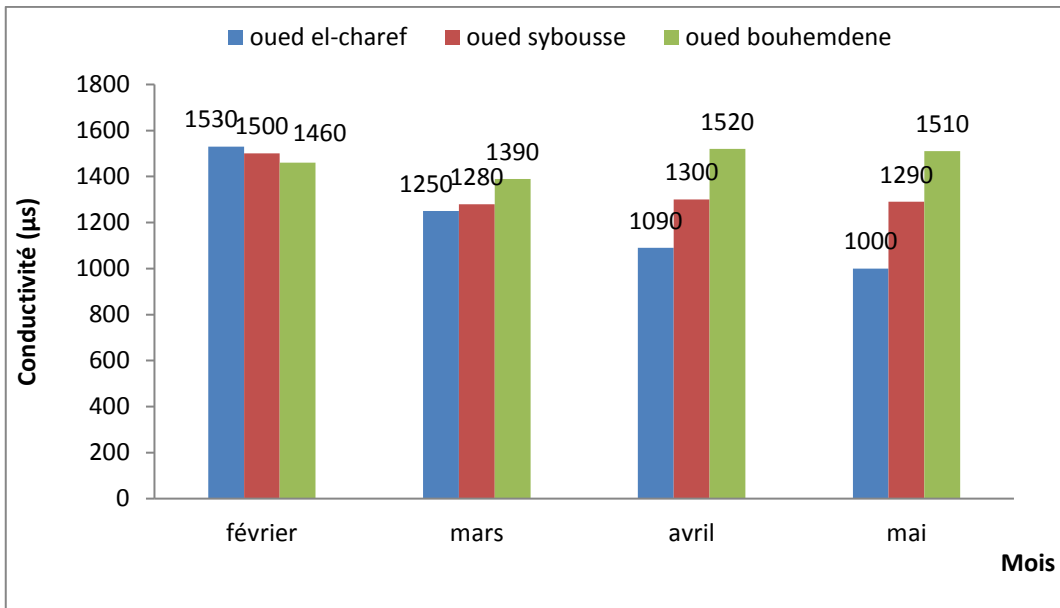


Figure 23 : Variation mensuelle de la conductivité des trois stations

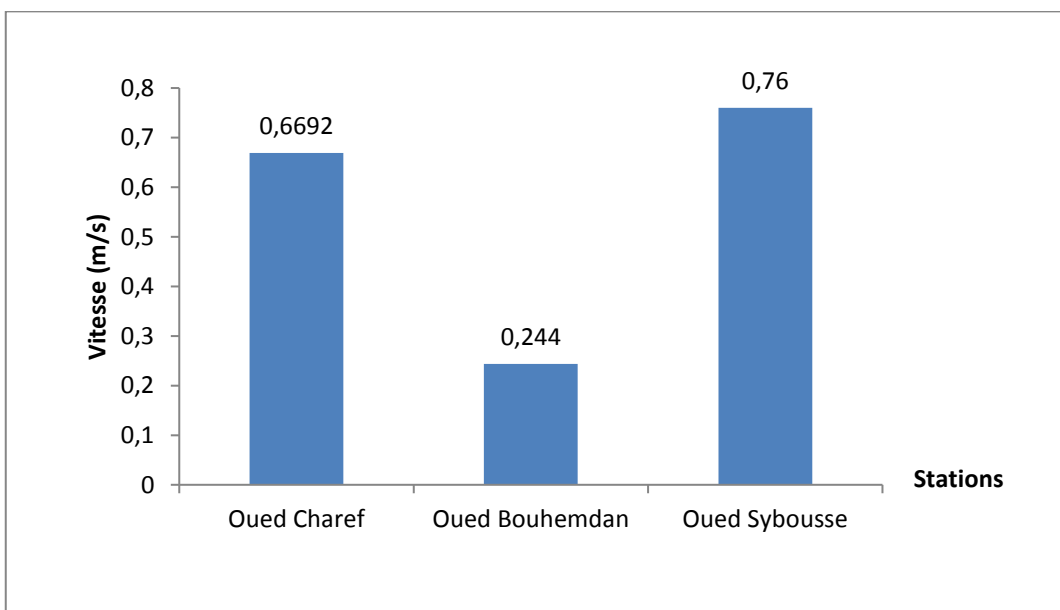


Figure 24 : Variation de la vitesse en fonction de la station

4.1.6. Variation mensuelle de la salinité.

La salinité désigne la quantité de sels dissous dans un liquide, notamment l'eau qui est un puissant solvant pour de nombreux minéraux. La figure 26 montre que la salinité de Bouhamdane est la plus élevée avec une moyenne de 0,7 par rapport aux autres stations.

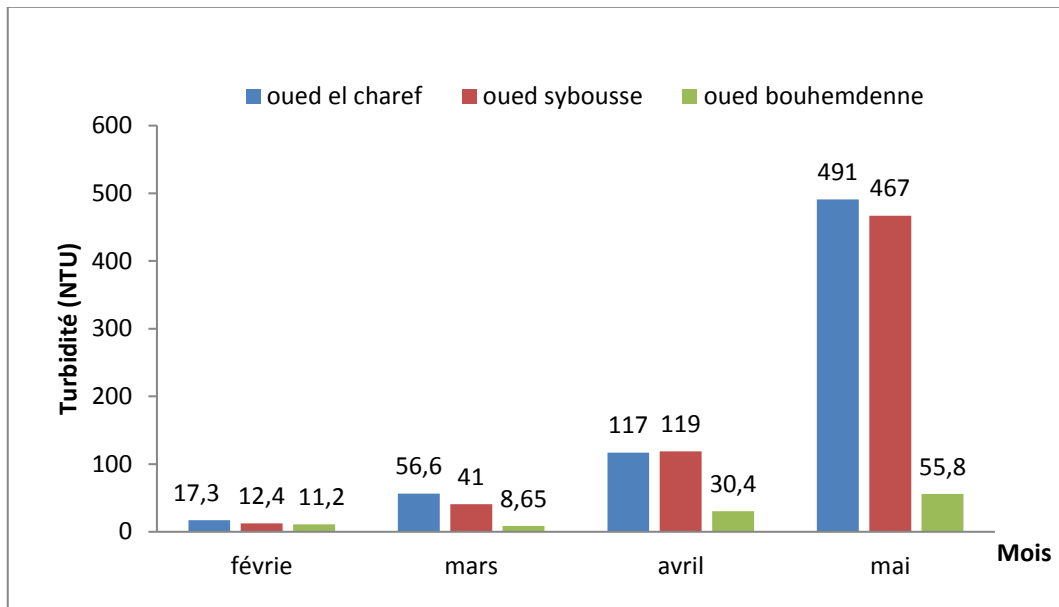


Figure 25 : Variation mensuelle de la turbidité des trois stations

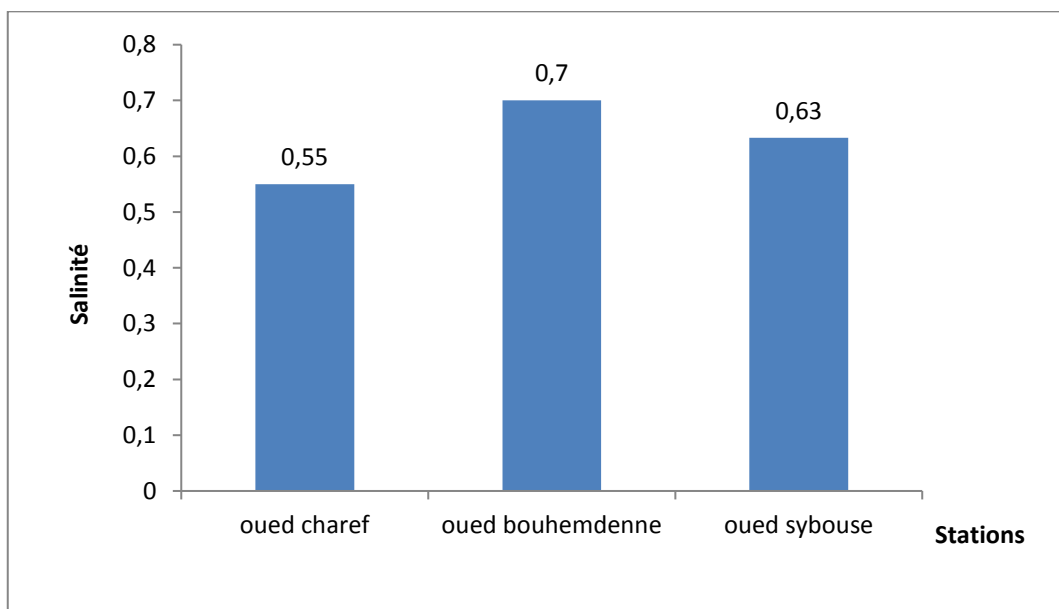


Figure 26: Variation de la salinité en fonction de la station

4.2. Analyse globale de la faune benthique :

Les cours d'eau sont constitués des macros invertébrées vivant dans le fond, ces dernières se répartissent d'une façon hétérogène en fonction de la nature du substrat, leur distribution dépend des conditions environnementales. Ainsi, tout changement des conditions environnementales entraîne des changements dans les communautés, notamment au niveau de la composition faunistique. (Cereghino, 1992).

Ce chapitre comporte principalement l'étude de l'abondance et la fréquence et la richesse spécifique des macro-invertébrées, et les facteurs physicochimiques des stations de prélèvements.

4.2.1. Abondance de la faune benthique:

Notre travail a été effectué principalement sur 03 stations différentes (station A, station B, station C), et selon le temps, la totalité des macro-invertébrés capturés, triés, identifier et considérés dans nos analyses est de (11) taxa faunistique avec un nombre de 913 individus aquatiques (Tab. 3).

Tableau 3 : Check –liste des taxa faunistiques.

Taxons				Stations			Total
Embranchement	Classe	Ordre	Famille	A	B	C	
Arthropodes	<i>Crustacés</i>	Amphipodes	<i>Gammaridae</i>	7	2	0	9
	<i>Insectes</i>	Ephéméroptères	/	55	31	32	118
		Plécoptères	<i>Leuctridae</i>	145	130	17	292
		Diptères	<i>Chironimidae</i>	44	88	42	174
		Trichoptères	/	1	8	0	9
		Odonates :s/cAnisoptères		1	1	1	3
		Odonates : s/c Zygoptères		3	2	0	5
		Hémiptères	/	0	8	143	151
Mollusques	<i>Gastéropodes</i>			6	2	2	10
	<i>bivalves</i>			1	0	1	2
Nématodes				50	84	5	139
Total				313	356	243	913

Selon le tableau (Check –liste) on observe que la station B est très riche par les macro-invertébrés, avec une abondance importante de 356 individus, alors que la station C est suivie par le nombre le plus réduit des taxons faunistiques avec un nombre de 243 individus.

On observe aussi dans les stations A, B et C une abondance très importante des Epheméroptères, plécoptères, diptères (*chironomidae*). Et abondance extraordinaire des hémiptères dans la station C par rapport aux autres stations.

Ce résultat est dû à la morphologie du biotope qui est caractérisé par une végétation réduite et une faible profondeur.

Au cours de notre étude, **11** taxons ont été récoltés dans l'ensemble des stations explorées (Tab.3). Les peuplements de ces stations sont composés essentiellement des Insectes avec un pourcentage de **83%**, les Nématodes occupent la 2^{ème} position avec **15%**, puis les Crustacés et les Mollusques avec **1%** pour chaque taxon, (Fig. 27).

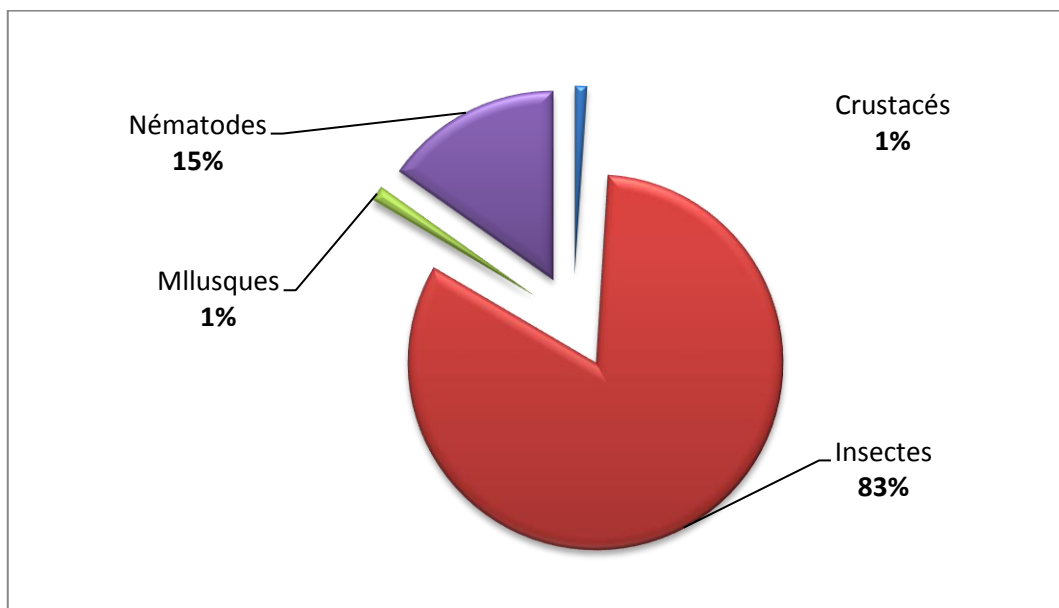


Figure 27: Répartition globale des principaux groupes de macroinvertébrés (%).

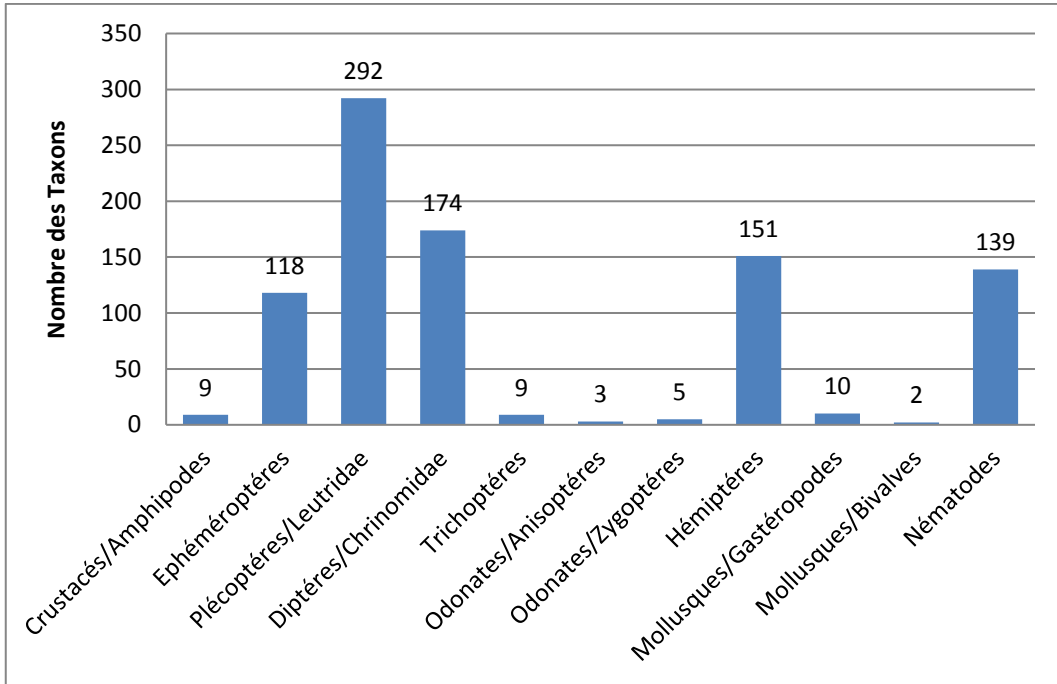


Figure 28 : Nombre globale des taxa par groupes faunistiques

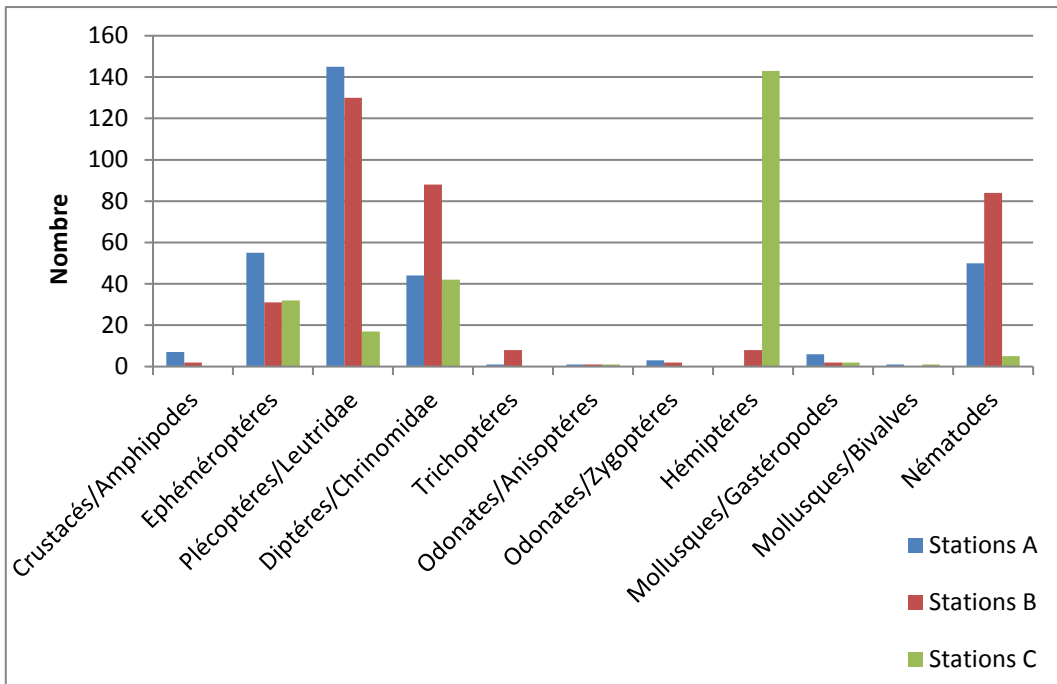


Figure 29 : Nombre des taxa faunistiques par station.

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

- **Mois de Février:**

Pour la première sortie, nous pouvons remarquer que les hémiptères sont les plus abondants dans la station d'oued Bouhamdane avec un nombre de 98 individus (Fig. 30). Tandis que pour la station d'oued Seybousse, les éphéméroptères, les dipères/chironomidae et les nématodes sont les plus abondants avec un nombre respectivement de 85, 75 et 40 individus. Par ailleurs, les nématodes sont les plus présents dans la station d'oued el Cherf avec un nombre de 42 individus. En effet, la station d'oued el Cherf présente une richesse taxonomique par rapport aux autres stations.

- **Mois de Mars :**

D'après le graphe de la figure 31, on remarque que les plécoptères, les éphéméroptères sont les plus abondant dans la station d'oued Cherf avec un nombre, respectivement de 99, 49 individus. Tandis que pour la station de Oued Seybousse les nématodes et les plécoptères sont les plus abondant avec un nombre, respectivement, de 35, 19 individus. Et pour la station de Bouhamdane on remarque la supériorité des hémiptères avec un nombre de 20 individus.

- **Mois d'Avril :**

Pour la troisième sortie (Fig. 32), on aperçoit que les plécoptères et les éphéméroptères sont les plus abondant dans la station d'oued Seybousse avec un nombre respectivement 26, 21 individus. En outre pour la station d'oued bouhamdane les *Chironomidae* sont les plus abondants avec une valeur de 20 individus

- **Mois de Mai:**

Nous pouvons remarquer (Fig. 33) que hémiptères est le plus abondant dans la station de oued Bouhamdane avec un nombre de 20 individus.

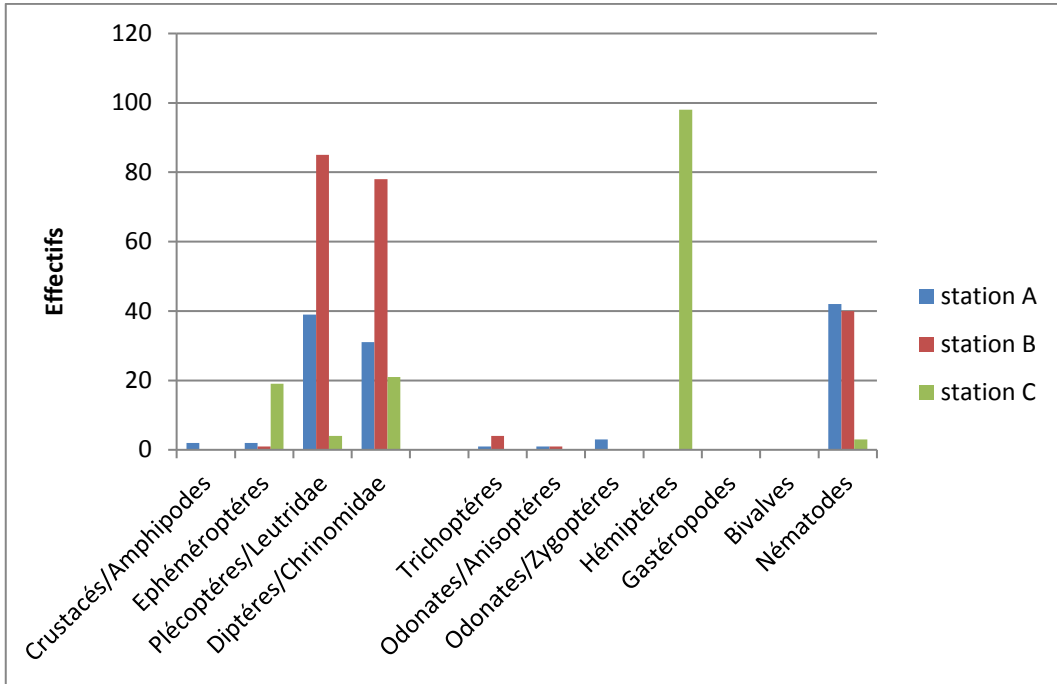


Figure 30: L'abondance des macros invertébrées en Février.

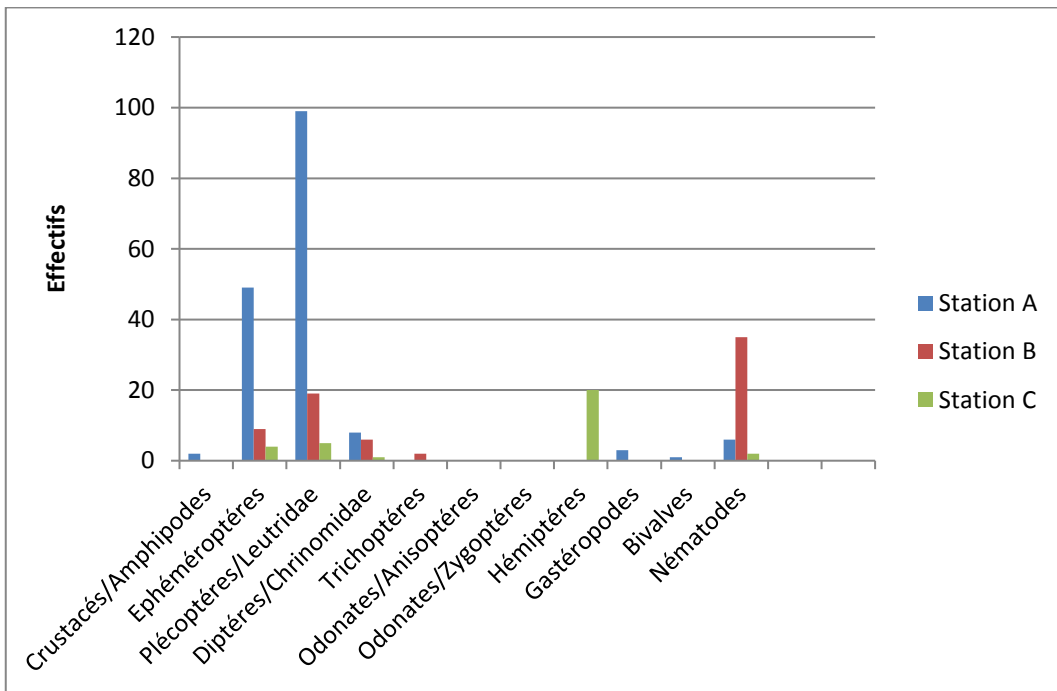


Figure 31: L'abondance des macros invertébrées en Mars.

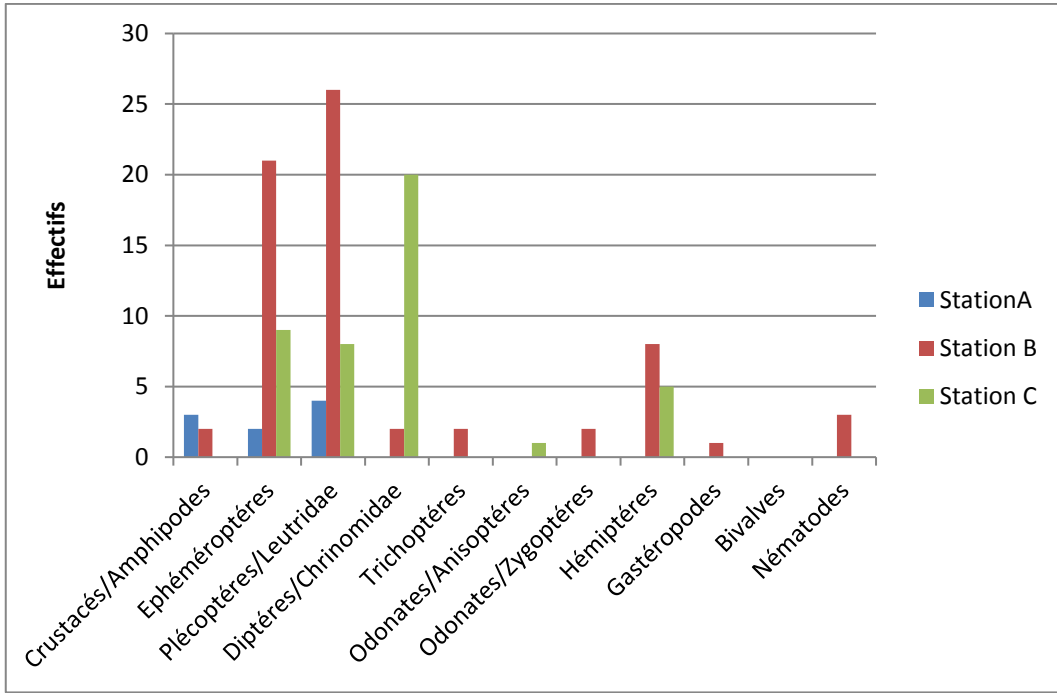


Figure 32 : L'abondance des macros invertébrées en Avril.

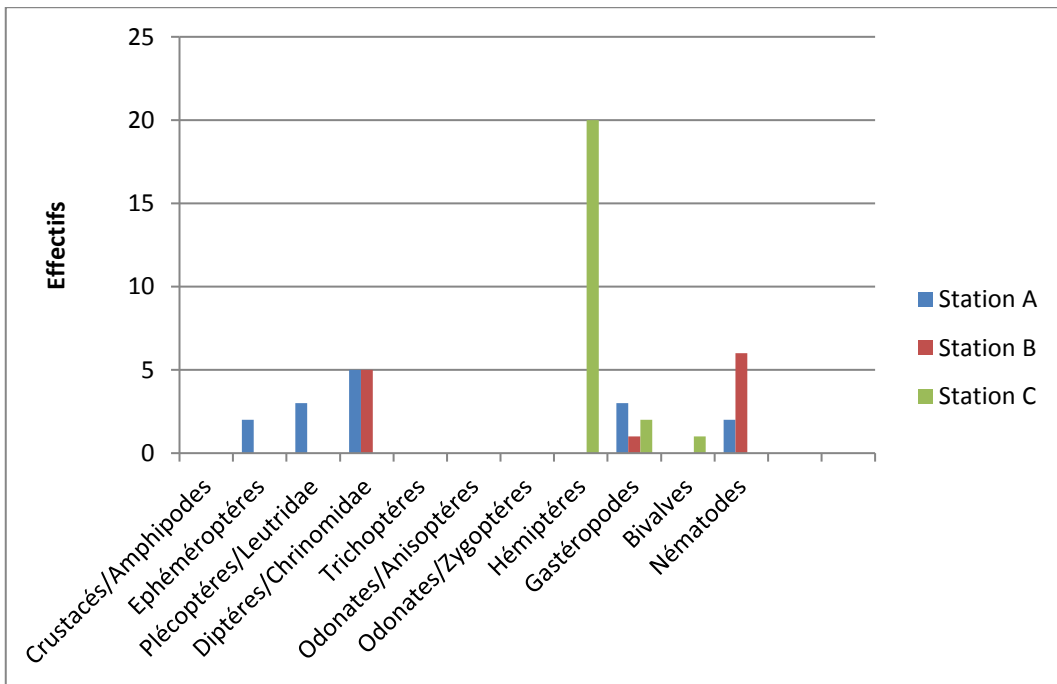


Figure 33 : L'abondance des macros invertébrées en Mai.

4.3. La richesse spécifique des stations et les indices de diversité.

Pour quantifier simultanément la richesse taxonomique d'une communauté ont utilisé fréquemment des indices dont l'indice de *Shannon* (H) est le plus utilisés. D'où un indice d'équitabilité (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).

4.3.1. La richesse spécifique (S) des stations étudiées.

La diversité calculée à partir d'un échantillon est toujours plus faible que la diversité de la communauté réelle ; car dans tous les cas, des espèces rares peuvent facilement échapper à l'échantillonnage. Il se peut alors que les espèces en moins ne seraient pas les mêmes dans les échantillons réalisés au même endroit, ainsi en les cumulant, on obtient un échantillon de plus grande taille contenant un plus grand nombre d'espèces.

Au cours de notre étude, 11 taxons ont été récoltés dans l'ensemble des stations explorées (Tab.4). La richesse spécifique la plus élevée c'est à oued Chref et à l'amont de Seybouse, la richesse est moindre à la station de Bouhemdenne (Fig. 34).

L'évolution mensuelle et saisonnière de la richesse taxonomique (Fig. 35) montre une petite variabilité. Cette variabilité pourrait être liée, d'une part à la température qui constitue un facteur limitant de développement d'un certains nombre taxonomique et d'autre part par l'impact anthropique (pâturage, bétail, pompage, pêche etc.) plus ou moins marquée dans ces stations.

Tableau 4 : Variation de la richesse spécifique par station.

	Février	Mars	Avril	Mai
Station A (Charef)	8	7	3	5
Station B (Seybouse)	6	5	9	3
Station C (Bouhemdenne)	5	5	5	3

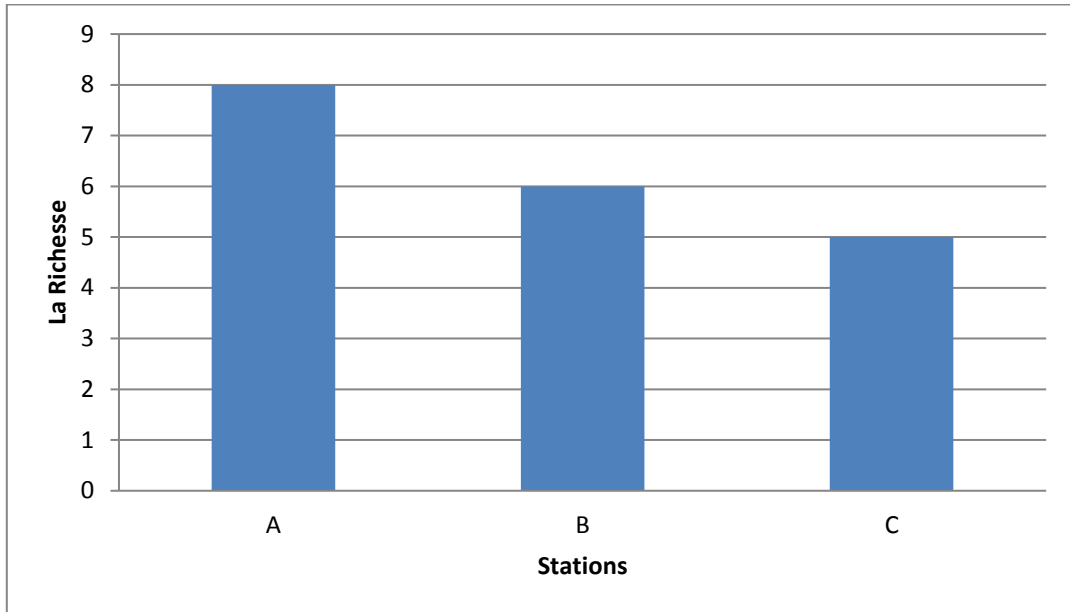


Figure 34 : La richesse spécifique générale des stations.

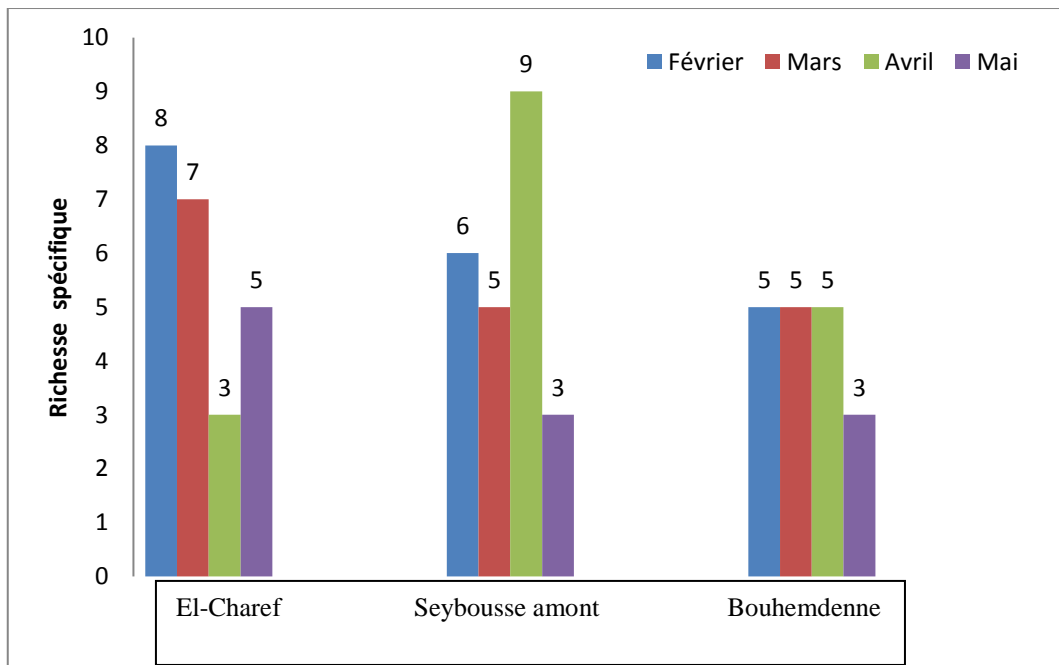


Figure35 : Variation mensuelle de la richesse spécifique par station.

4.3.2. L'indice de diversité de Shannon (H):

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

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

- ✓ Avec : $P_i: p(i) = ni/N$
- ✓ Où : **ni** est le nombre d'individus du taxon *i* et N est l'effectif total (Les individus de toutes les espèces).

L'indice de diversité de Shannon est moyenne dans les trois des stations ce qui correspond à des conditions de milieux favorables permettant l'installation de nombreuses taxons.

L'indice de Shannon a été calculé dans chaque station, Les résultats de la diversité (Fig. 36) montrent que les valeurs maximales sont enregistrées dans les stations suivants :

Station A et station B. Cependant la valeur minimale est également notée dans la station C.

L'équitabilité calculée pour chaque station dans le site d'étude est presque toujours baisse, elle est bien remarquable surtout dans la station C

Tableau5 : les indices de diversité des stations explorées

Stations	Indice de Shannon (H)	Indice d'Equitabilité (E)
Station A	0,65	0,47 ou 47%
Station B	0,67	0,49 ou 49%
Station C	0,54	0,43 ou 43%

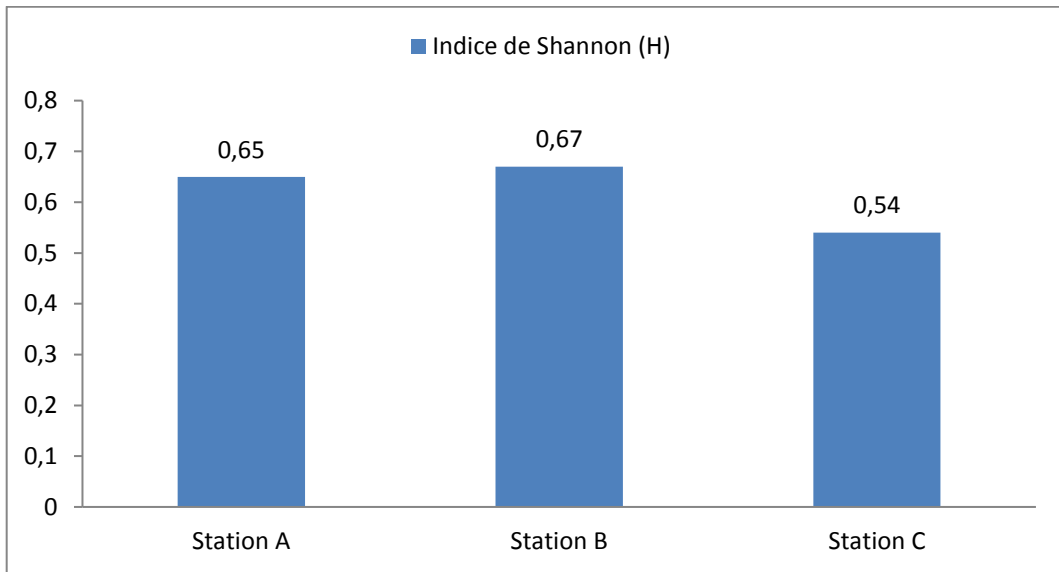


Figure 36 : Variation de l'indice de Shannon entre les stations étudiées

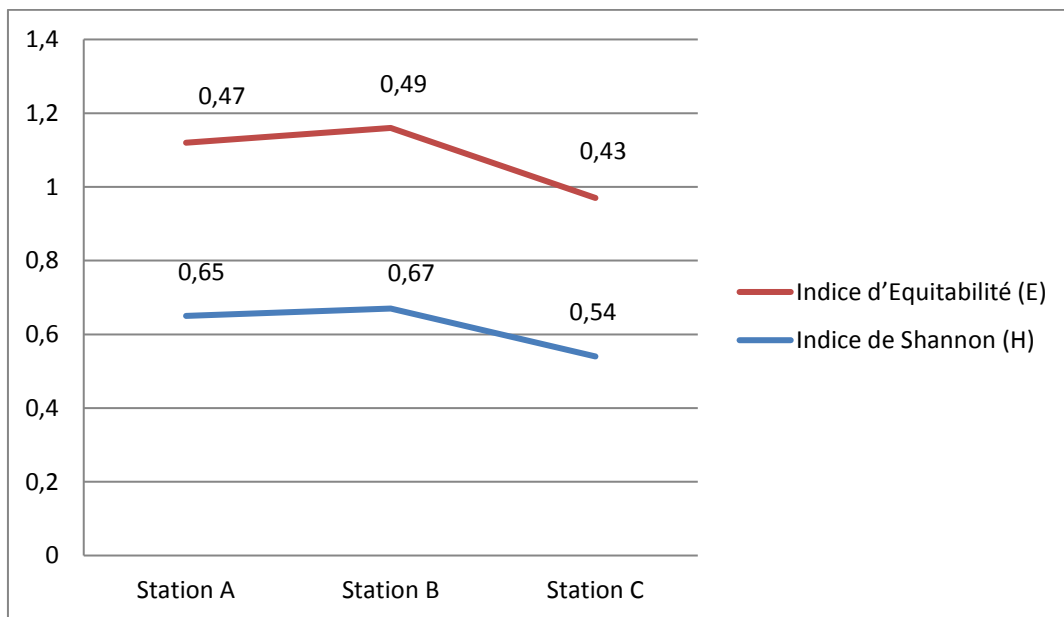


Figure 37 : Variation des indices de *Shannon* et d'Equitabilité.

Conclusion

Dans mon travail qu'a duré 4 mois (Février, Mars, Avril, Mai) j'ai traité les macroinvertébrés benthiques sur Trois station (Oued el Cherf, Oued bouhemdane , Oued Seybouse amont) . L'objectif de cette étude est de réalisé un premier bilan des macroinvertébrés benthiques des ces trois stations. Les communautés de macroinvertébrés de nos trois stations restent largement dominées par les insectes avec plus de 83% de représentativité. Plus de la moitié de cet embranchement de macroinvertébrés est représenté par l'ordre des Plécoptères avec 31,63%. D'une manière globale, l'étude a permis d'identifier 923 individus de macroinvertébrés répartis en 11 ordres au total sur les trois sites.

Ces bioindicateurs, sans nul doute, permettront des investigations futures de calculs d'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) pour les petits plans d'eau; IBGN est un outil diagnostique basé sur l'étude des macroinvertébrés, très pratiqué en France, notamment dans l'évaluation de la qualité des eaux courantes.

La présence des Ephéméroptères, des trichoptères reflètent une meilleure qualité des eaux des stations étudiées. Cependant la présence des *Chironomidae*, des Hémiptères et leurs prédominances dans certaines stations explorées (Oued Seybouse amont, Oued bouhamdane) 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 la station d'oued el Cherf est la plus diversifiée suivie par la station de Seybouse amont. Cependant, la station de Bouhemdane est la moins diversifiée. Le calcul de la richesse spécifique, des indices de diversité de Shannon, l'équitabilité montre que la majorité des stations étudiées regroupent une faune diversifiée et qui s'adapte aussi bien que possible aux variations des milieux.

En fin, j'espère que l'ensemble de ces connaissances doit servir à guider les choix des géostationnaires et des protecteurs de la nature. Ces travaux doivent faire l'objet d'une concertation et des études plus approfondies sur la biologie et l'écologie des espèces liées a ces milieux doivent être poursuivies en vus de leur protection équivalent à préserver les bases de la vie de l'homme autant que de toutes les créatures de la planète. Sans diversité, l'avenir de la terre devient précaire.

Nous avons mené une étude écologique comprenant la réalisation d'un inventaire des macros invertébrés benthiques pendant 04 mois consécutifs dans l'un des plus grands bassins versants d'Afrique du Nord : La Seybouse.

L'inventaire de macros invertébrés benthiques sur les 03 stations (Oued el Cherf, Oued Bouhamdane, Oued Seybousse amont) a permis de constater que la Seybousse est très riche en taxon. La faune recensée dans ce travail se compose de 11 taxons appartenant à quatre groupes qui sont : Mollusques, crustacés, les nématodes et les insectes aquatiques.

Les analyses de la richesse taxonomique et de la diversité ainsi que les indices biologiques de diversité effectués sur les données obtenues montrent que les écosystèmes étudiés, ont une situation moyenne de la qualité des eaux et surtout dans son tronçon aval. Cependant, la station Bouhamdane est perturbée par les rejets urbains.

Abstract:

We conducted an ecological study including an inventory of benthic macros invertebrate for 04 consecutive months in one of the largest watersheds in North Africa: The Seybouse.

The inventory of benthic macros invertebrate at the 03 stations (Oued el Cherf, Oued Bouhamdane, Oued Seybousse upstream) has shown that Seybouse is very rich in taxon. The fauna identified in this work consists of 11 tax belong to four groups that are: mollusks, Crustaceans, Nematodes and aquatic insects.

The analyze of the taxonomic richness and the diversity as well as the biological indices of diversity carried out on the obtained data show that the studied ecosystems, have a average situation of the water quality and especially in its downstream section. However, the Bouhamdane station is disturbed by urban discharges.

المخلص

أجرينا دراسة بيئية متعلقة باللافقارية القاعية لأربعة أشهر متتالية في واحدة من أكبر مستجمعات المياه في شمال أفريقيا: وادي سيبوس.

وقد أظهر جرد وحدات اللافقاريات القاعية في المحطات الثلاث (واد الشارف • واد بوهمدان • واد سيبوس) أن سيبوس غني جداً بالأصناف. تتكون الحيوانات التي تم تحديدها في هذا العمل من 11 نوعاً من الأنواع التي تنتمي إلى أربع مجموعات هي: الرخويات والقشريات والديدان الخيطية والحشرات المائية.

تبين تحليلات الثراء التصنيفي والتنوع وكذلك المؤشرات البيولوجية للتنوع التي أجريت على البيانات التي تم الحصول عليها أن النظم الإيكولوجية المدروسة ، لديها مياه متوسطة الجودة وخاصة في القسم الخاص بها. ومع ذلك ، فإن محطة بوهمدان مهددة من النفايات الحضرية.

Références bibliographiques

- Agence des Bassins hydrographiques –Constantinois- Seybouse – Mellegue. 1999. Cahiers de l'agence (ministère de l'équipement et de l'aménagement du territoire).
- Amri, S. (2008). Dynamique mensuelle du phytoplancton dans le lac Oubeira et le lac Noir « Parc National EL-Kala ». Magister en Diversité Microbienne, Université de Badji Mokhtar, Annaba.
- Angelier E, 2003. Ecologie des eaux courantes. Tec et Doc. Paris.
- Barnard, J. Laurens, and G. S. Karaman, 1991. The families and genera of marine gammaridean Amphipoda (except marine gammaroids). Part 2. Records of the Australian Museum, Supplement 13 (2): 419–866, ISBN 0-7305-5743-6.
- Bechiri, N. (2011). Evolution du chimisme des eaux de surface et Souterraines dans le bassin versant de la Seybouse (Nord-Est Algérien). Mémoire de Magister. universite badji mokhtar-Annaba.
- Blayac J., (1912). Esquisse Géologique du Bassin de la Seybouse et de quelques régions voisines.- Cartes et coupes Géologiques. 491 pages.
- Bouchelaghem, E. (2008). Caractérisation du peuplement Odonatologique du bassin versant des Oueds : Cherf – Seybouse. Mémoire de Magister. Université 08 Mai Guelma.
- Bouhala Z.& Hadjoudj S., (2009) Contribution à l'étude typologique des mares temporaires De la Numidie orientale (Cycle 6 : 2006-2007). Mémoire d'ingénieur. Université 08 Mai 1945 Guelma.
- Brud'homme. R, (1989). Le management de la nature des politiques contre la pollution édition Dunod, Paris, 304 p.
- D.S.A., (2012). Direction des services agricoles wilaya de Guelma
- Dajoz R., (2006). Précis d'écologie. Dunod, Paris. Page 631.
- Dajoz R., 1985. Précis d'Ecologie. Dunod. Paris.
- Dajoz R., 2000. Précis D'Ecologie/ Cours Et Exercices Résolus. 7^{ème} édition. Dunod, Paris.
- Dajoz, R. (2003). Précis d'écologie. Cours et exercices résolus. Dunod. Paris.
- Debeiche, T-H. (2002). Evolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle. Application a la basse plaine de la Seybouse – Nord-est Algérien. Thèse Doctorat. Université de Constantine.

- Forest J., (1994). Crustacés. Traité de zoologie, Vol .VII, fascicule 1, Masson, Paris, 917p.
- 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).
- Kenesse A., (1967). Economie et gestion de la qualité des eaux, édition Dunod, Paris, 198p.
- Khelifa, R., Youcefi, A., Kahlerras, A., ALFARHAN, A. H., Al-Rasheid, K. A., & Samraoui, B. (2011). L'odonatofaune (Insecta: Odonata) du bassin de la Seybouse en Algérie: intérêt pour la biodiversité du Maghreb
- Larousse., (1973). La grande encyclopédie. Volume 07.librairie Larousse. Paris.
- Louamri, A B. (2013). Le bassin-versant de la Seybouse (Algérie orientale): hydrologie et aménagement des eaux. These doctorat .université constaantine 1..
- Macmahon RE F., (1991). Mollusca-Bivaviapp 315-399. In : Ecology and classification of north american fresh water invertebrates. Thorp J.H et Covich A.P.5éds.
- Mary N., 2017. Les macro-invertébrés benthiques des cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie. Guide d'identification. Version révisée 2017. DAVAR Nouvelle-Calédonie, OEIL,CNRT. 182 p.
- Meziane N., 2009.contributions à l'étude des macro-invertébrés d'Oued seybouse : EphéméroptéraTrichoptera, Plecoptéra et Bivalva.Mémoire de Magister. Université 8 Mai 1945 Guelma P88.
- Meziane, N. (2009). Contribution à l'étude des macroinvertébrésde Oued Seybouse Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera et Bivalva. Mémoire de Magister. Univ. Guelma. 162 p
- Moisan, J. (2010). Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, 2010- surveillance volontaire des cours d'eau peu profond.
- Moisan, J. (2006). Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du développement durable, de l'Environnement et des Parcs.
- Moisan, J. (2010). Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, 2010- surveillance volontaire des cours d'eau peu profond.

- Musy, A., & Higy, C. (2004). *Hydrologie : Une science de la nature*. Presses Polytechniques et Universitaires romandes. Italie. 314 p.
- Narsis S., (2008). Contribution à l'étude de la pollution de l'oued Seybouse «suivi physicochimique des eaux de séquence finale». Mémoire d'ingénieur d'état en Ecologie et Environnement. Université Badji Mokhtar-Annaba. 79p.
- 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
- Samraoui, B., Benyacoub, S., Mecibah, S., & Dumont, H. J. (1993). Afrotropical libellulids in the lake district of El Kala, NE Algeria, with a rediscovery of *Urothemis e. edwardsi* (Selys) and *Acisoma panorpoides ascalaphoides* (Rambur) (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, 22(3), 365-372.
- 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.
- Souiki, L., R. Rouabhi H. Berrebbah & M.R. Djebbar. (2008). Survey of physico-chemical Characteristics of Water quality of the wastewaters of Biskra city rejected in Chaabat Roba, Massdour and wadi Z'ommor (Algeria). *African j. Environnement Science and technologie*, 2(8) :231-238
- Sueur, J., Pavoine, S., Hamerlynck, O., & Duvail, S. (2008). Rapid acoustic survey for biodiversity appraisal. *PloS one*, 3(12), e4065.
- Tachet H., (2013). *Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie*, dépôt légal février 2012. 607p.
- Tachet H., Rochoux P., Bournaud M., & Ussegloi P., 2000. *Invertébrés d'eau douce systématique, biologie, écologie*. CNRS, Paris. 588 p.
- Thomas, O. (1995). *Météorologie des eaux résiduaires*, édition Cebebec, 302 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.
- Vilginés, R. (2000). *Introduction à l'hydrologie. Eau, environnement et santé publique*, Edition Médicale internationale, Lavoisier, Tec et Doc. 170p.

- Zouaidia,H. (2003). Contribution à l'étude écologique d'un complexe de mares temporaires', Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar, Annaba.

Web graphie :

[1] http://ressources.unisciel.fr/zoologie/Annelides/Planche_Annelides.htm

Consulté le 05/06/2018.

[2] <http://www.geocities.ws/chantignole401/coleoptere3.html>

Consulté le 09/06/2018

[3]<http://www.g3eewag.ca/programmes/capsules/biologie/faune/macroinvertebres/dipteres.html>. Consulté le 09/06/2018

[4][https://www.google.dz/maps/place/36°26'35.4"N+7°18'44.1"E/@36.443172,7.3100533,733m/data=!3m2!1e3!4b1!4m6!3m5!1s0x0:0x0!7e2!8m2!3d36.4431718!4d7.3122418?hl=fr](https://www.google.dz/maps/place/36°26'35.4)

Consulté le 09/06/2018