

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

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

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA
TERRE ET
DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT D'ECOLOGIE ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT



Mémoire de master

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité : Biodiversité et écologie des zones humides

Thème

Contribution de l'étude de Macroinvertébré à la haute Seybouse

Présenté par : Djebnoui Abderrezak et Nouar Mouhamed Amin

Membres du jury:

Président:	Nedjeh Riad	MCA	Université Guelma
Examinatrice:	BaaloudjAfef	MCB	Université Guelma
Encadreur:	SathaYalles Amina	MAA	Université Guelma

Juin 2015

En premier lieu, nous tenons à remercier notre Dieu ALLAH qui nous a donné la force à achever ce projet.

Nous adressons tous nos remerciements et notre sincère reconnaissance à notre encadreur madame YALLES A, qui a bien prodigué ses précieux conseils et de son aide et pour nous avoir soutenue tout au long de cette tâche.

Nous adressent nos sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions et ont accepté à nous rencontrer et répondre à nos questions durant nos recherches.

Nous remercions également Mr Nedjeh Riad enseignant à l'université 8 mai 45 de Guelma de bien vouloir accepter de présider le jury.

Nos vifs remerciements sont adressés : madame Baaloch A; enseignante à l'université 8 mai 45 de Guelma de bien vouloir juger ce travail.

Nous tenons à remercier, tout le corps enseignant du département de Biologie de L'université 08 Mai 1945 Guelma pour la qualité de leur enseignement, et surtout à ceux qui nous enseignés.

DEDICACE

Je dédie ce travail

A mes parents Abdelhak et Nadjia

A mon frère Khalil

A rokaya

A toute la famille Djebnoui

A Mr Samraoui B

*A mes amies ; keroum ; youcef lwiz ;zaki ;brahim ;ribouh ;hafoda ;aliwa ;
lotfi ;kraynef ;ghoulem ;*

A tous les enseignants qui nous ont encadrés pendant notre parcours

A tous ceux qui m'ont soutenu et encouragé durant toute la période de mon travail

abderrezak

DEDICACE

A mes très chers parents,

Que vos nombreux sacrifices trouvent en ce travail, un soulagement sans précédent. Ce travail est le fruit de vos efforts de tous les jours. Puisse-t-il représenter ce que vous attendez de moi. Que Dieu vous procure santé, clémence et longue vie.

A ma chère sœur et mon frère ;

Pour votre indéfectible sens de fraternité et en témoignage de l'amour et de l'affection que je vous porte. Que Dieu, vous protège et vous garantisse santé et bonheur.

Ma bien-aimée,

"Toutes les merveilles de ce monde ne valent pas un bon ami" Voltaire. Les mots ne pourraient pas exprimer pleinement mes sentiments. Espérant que cette compréhension soit éternelle.

A tous mes collègues de master ; à tous mes amis(es) et ceux qui me sont chers(es),

Bien que nulle dédicace ne puisse exprimer les sentiments d'amour, de reconnaissance et de gratitude que j'éprouve à vos égard, je tiens à vous offrir ce modeste travail en souvenir du réconfort moral que vous m'avez toujours apporté, durent des moments difficiles passés ensemble.

A tous mes enseignants.

A tous ceux que j'aime.

A tous ceux qui m'aiment.

Et à tous ceux qui liront ces lignes....

Amine

Table des matières

Remerciements.

Dédicace.

Liste des acronymes.

Liste des figures.

Liste des photos.

Liste des tableaux.

Introduction

Chapitre 1 : Description du site d'étude

1-1	Description du bassin versant de la Seybouse.....	1
1.1.1.	Les grands ensembles lithologiques du bassin versant et leurs caractéristiques hydrogéologiques.....	1
1.1.1.1.	La Haute Seybouse.....	1
❖	Sous-Bassin de Cherf amont.....	2
❖	Sous-Bassin de Cherf aval.....	2
❖	Sous-Bassin de Bouhamdane.....	2
1.1.1.2.	Moyenne Seybouse (Le sous bassin de Guelma)	2
1.1.1.3.	Basse Seybouse.....	3
❖	Sous-Bassin de Mellah.....	3
❖	Sous-Bassin de Seybouse Maritime.....	4
1.2.	Le réseau hydrographique	7
1.2.1.	Les barrages.....	7
1.2.2.	Les retenues collinaires.....	7
1.2.3.	Des cours d'eau et des sous -bassins versants sensibles.....	10
1.3.	Climatologie.....	10
1.3.1.	La température	11
1.3.2.	Les précipitations	12
1.3.3.	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен.....	13
1.3.4.	Climagramme d'Emberger.....	13
1.3.5.	L'humidité relative de l'air	14
1.3.6.	Les vents.....	15
1.4.	La couverture végétale.....	16
1.5.	Les activités économiques.....	17
1.5.1.	L'Industrie.....	17
1.5.2.	L'agriculture.....	17
1.5.3.	L'élevage.....	18
1.6.	La pollution dans le bassin versant de la Seybouse.....	19
1.7.	Description des stations d'étude.....	20

Chapitre 2 : Biologie et écologie des macroinvertébrés benthiques

2.1. Les Ephéméroptères.....	25
2.1.1. Classification.....	25
2.1.2. Morphologie.....	25
➤ La larve.....	26
➤ L'adulte.....	28
2.1.3. Biologie et écologie.....	29
2.1.4. Techniques d'identification.....	30
2.2. Les Plécoptères.....	31
2.2.1. Classification.....	31
2.2.2. Morphologie.....	32
➤ La larve.....	34
➤ L'adulte.....	34
2.2.3. Biologie et écologie.....	34
2.2.4. Techniques d'identification.....	34
2.3. Les trichoptères.....	35
2.3.1. Classification.....	35
2.3.2. Morphologie.....	36
➤ La larve.....	36
➤ L'adulte.....	37
2.3.3. Biologie et écologie.....	38
2.3.4. Techniques d'identification.....	38
2.4. Les Diptères (Généralités).....	39
2.4.1. Classification.....	39
2.4.2. Morphologie.....	40
2.4.3. Biologie et écologie.....	41
➤ Les Chironomidés.....	41
➤ Les Simuliidae.....	42
➤ Les Tipulidae.....	42
➤ Les Tabanidae.....	43
➤ Les Limoniidae.....	43
2.5. Les Coléoptères.....	44
2.5.1. Morphologie.....	44
2.5.2. Biologie et écologie.....	45
2.6. Les Odonates.....	46
2.6.1. Classification.....	47
2.6.2. Morphologie.....	47
2.6.3. Critères d'identification.....	48
2.6.4. Biologie et écologie.....	49
2.7. Les Hémiptères.....	49
2.7.1. Classification.....	50
2.7.2. Morphologie.....	50
2.7.3. Biologie et écologie.....	51
2.8. Les Annélides.....	51
2.8.1. Les Oligochètes.....	52
2.8.2. Les Achètes.....	53
2.9. Les Gastéropodes.....	54
2.9.1. Classification.....	54
2.9.2. Morphologie.....	55
2.9.3. Biologie et écologie.....	55
2.10. Les Bivalves.....	56
2.10.1. Classification.....	56

2.10.2. Morphologie.....	56
2.10.3. Biologie et écologie.....	57
2.10.4. Critères d'identification.....	57
2.11. Les Crustacés.....	58
2.11.1. Classification.....	58
2.11.2. Morphologie.....	58
2.11.3. Biologie et écologie.....	59

CHAPITRE 3 : Méthode de travail

3.1. Matériel d'étude	60
3.1.1. Sur le terrain.....	60
3.1.2. Au laboratoire	62
3.2. Méthode de travail.....	64
3.2.1 Choix des sites.....	64
3.2.2 Plan d'échantillonnage	64
3.2.2.1. Les paramètres physico-chimiques.....	65
➤ Paramètres physiques.....	65
➤ Paramètres abiotiques.....	66
3.2.2.2. Les macroinvertébrés benthiques.....	68
3.2.2.3 Le tri des macro-invertébrés.....	69
3.2.2.4. Calcul de l'indice biologique global normalisé.....	69
3.3. Analyse des données	71
❖ La structure d'un peuplement	71
✓ Indice de Shannon	71
✓ Equitabilité	72
✓ Avantage des indices	72

Chapitre 4

4.1. Analyse physico-chimique de l'eau	73
4.1.1. Variation mensuelle de la température de l'eau.....	73
4.1.2. Variation mensuelle de la teneur en oxygène dissous.....	73
4.1.3. Variation mensuelle du pH	74
4.1.4. Variation mensuelle de la conductivité électrique et de la salinité de l'eau.....	75
4.1.5. Variation mensuelle de la turbidité et des matières en suspension (MES).....	76
4.1.6. Variation mensuelle de la vitesse de l'eau	77
4.2 .Analyse globale de la faune benthique	78
4.2.1. Check-list des taxa faunistiques.....	78
4.2.2. Analyse globale des macroinvertébrés benthiques.....	80
4.2.2.1. Les insectes	80
4.2.2.2. Les Crustacés.....	82
4.2.2.3. Les Mollusques.....	82
4.2.2.4. Les Annélides	83
4.2.2.5. Les Nématodes.....	83
4.2.3. La fréquence des espèces.....	84
4.2.4. Evaluation de la qualité de l'eau selon l'IBGN.....	85
4.2.5. La richesse spécifique des stations étudiés et les indices de diversité.....	91

4.2.5.1. La richesse spécifique des stations étudiées.....	91
4.2.5.2. L'indice de diversité de Shannon	92
4.2.5.3. L'indice d'équitabilité.....	92
4.2.5.4. L'indice de similarité de Jaccard.....	93
Conclusion.....	94
Glossaire.....	95
Références bibliographiques.....	96
Résumés.....	99
Annexes	

Liste des acronymes

- ✚ **ADE:** Algérienne des eaux
- ✚ **CSM:** Constantinois, Seybouse, Mellegue
- ✚ **INECO:** Institutional and economic instrument for sustainable water management in Mediterraneanregion.
- ✚ **SWIM-SM:** Sustainable water integrated Management Support Mechanism
- ✚ **NTU :** (NephelometricTurbidityUnits).
- ✚ **ABH:** Agence des bassins Hydrographiques
- ✚ **AFNOR:** Association française de normalisation
- ✚ **I.Q.B.G:** Indice de Qualité Biologique Globale.
- ✚ **ONA:** Office national d'assainissement
- ✚ **mn:** Minutes
- ✚ **µs/cm:** Microsiemens par centimètre
- ✚ **nm:** Nanomètre
- ✚ **GI:** Groupe indicateur

Liste des figures

Figure 1 : Découpage administratif du bassin de la Seybouse	04
Figure 2 : Agglomérations principales du bassin de la Seybouse	05
Figure 3 : Présentation des sous-bassins	06
Figure 4 : Barrages et retenues collinaires	08
Figure 5 : Profil en long des oueds : Cherf- Bouhamdane - Seybouse.....	09
Figure 6 : Evolution des températures moyennes à Guelma (2002-2013).....	11
Figure 7 : Evolution des précipitations moyennes à Guelma (2002-2013).....	12
Figure 8 : Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la ville de Guelma (2002-2013)	13
Figure 9 : Situation de la région de Guelma dans le climagramme d'Emberger (2002-2013).....	14
Figure 10 : Humidité relative moyenne mensuelle de l'air à la station de Belkhir (2002-2013).....	15
Figure 11 : Couverture forestière de la wilaya de Guelma	16
Figure 12 : Localisation des stations d'étude.....	24
Figure 13 : OEufs. a: <i>Ephemerella</i> ; b: <i>Heptagenia</i>	25
Figure 14 : Larve d'Ephéméroptères	26
Figure 15 : Structure fondamentale d'une patte d'Ephéméroptères : a patte ; b: griffe	27
Figure 16 : Différenciation morphologique au cour du développement larvaire, <i>Baetis</i> A: larves néonate; B: larve mature, <i>Ephemera</i> : C: larve néonate; D: larve mature	28
Figure 17 : Dessin schématique d'une larve (gauche) et d'un adulte de Plécoptères (droite).....	32
Figure 18 : Larve et étui	36
Figure 19 : Ailes d'Hydropsychide.....	37
Figure 20 : Imago de Trichoptère	39
Figure 21 : larve simuliidae.....	42
Figure 22 : larve odonate	48
Figure 23 : schéma de la tête des Hémiptères	50
Figure 24 : Vue ventrale d' <i>Lubricius</i>	52
Figure 25 : Organisation d'un gastéropode prosobranche(branchies vers l'avant).....	55
Figure 26 : Anatomie bivale.....	56
Figure 27 : organisation générale d'un Amphipode.....	59
Figure 28 : Les variations mensuelles de la température de l'eau dans la Seybouse et sesaffluents.....	73
Figure 29a : Les variations mensuelles de l'oxygène dissous dans la Seybouse et sesaffluents.....	73
Figure 29b : Les variations mensuelles de l'oxygène dissous dans la Seybouse et ses affluents.....	74
Figure 30 : Les variations mensuelles du pH dans la Seybouse et ses affluents.....	74
Figure 31 a) Les variations mensuelles de la conductivité électrique dans les eaux de laSeybouse et ses affluents.....	75
Figure 31b) Les variations moyennes de la conductivité durant la période d'étude.....	75
Figure 31c) Les variations mensuelles de la salinité dans la Seybouse et ses affluents.....	77
Figure 32 : Les variations mensuelles de la turbidité dans la Seybouse et ses affluents.....	77

Figure 33 : Répartition globale des principaux groupes de macro-invertébrés.....	80
Figure 34 : Abondance relative des familles d'Ephéméroptères par rapport à l'ordre.....	81
Figure 35 : Abondance relative des familles de Diptères par rapport à l'ordre.....	81
Figure 36 : Abondance relative des Familles de Mollusques par rapport au sous- Ordre.....	82
Figure 37 : Abondance relative de chaque ordre par rapport à l'effectif total.....	83
Figure 38 : Les variations de la richesse spécifique des quatre stations.....	91
Figure 39 : Les variations mensuelles de la richesse spécifique des quatre stations.....	91
Figure 40 : Les variations mensuelles de l'indice de Shannon des quatre stations.....	92
Figure 41 : Les variations mensuelles de l'indice d'équitabilité des stations.....	93

Liste des photos

Photo1 : Anatomie de la grande Ephémère, <i>Ephemeradanica</i>	28
Photo2 : Tête d'Ephéméroptère	29
Photo 3 : Organes et ornements sexuels caractéristiques de deux mâles de <i>Leuctra</i> : a. <i>L. albida</i> , b. <i>L. nigra</i>	33
Photo 4 : larve perlidée (plécoptère)	42
Photo 5 : larve de chironomidé.....	43
Photo 6 : à gauche larve tipulidée ; à droite adulte Tipulidée.....	43
Photo 7 : larve Tabanidée.....	43
Photo 8 : larve Limonidée.....	44
Photo 9 : larve hydroscapha.....	44
Photo 10 : larve Hidophilidae.....	45
Photo 11 : adulte demoiselle.....	48
Photo 12 : Héteroptères adulte	51
Photo 13 : Un GPS	61
Photo 14 : Une époussette	61
Photo 15 : Un chronomètre	61
Photo 16 : Un décimètre	61
Photo 17 : Bouchon en liège.....	61
Photo 18 : Paires de bottes	61
Photo 19 : Un tamis	61
Photo 20 : Appareil numérique.....	61
Photo 21 : Un carnet.....	61
Photo 22 : Une cuve	63

Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition des sous-bassins de la Seybouse	01
Tableau 2 : les barrages du bassin de la Seybouse	07
Tableau 3 : Températures moyennes mensuelles de la station de Guelma (2002-2013).....	11
Tableau 4 : Précipitations moyennes mensuelles à la station de Guelma (2002-2013)	12
Tableau 5 : Moyenne mensuelle et moyenne annuelle de la vitesse des vents à la station de Guelma (1994-2008).....	15
Tableau 6 : Super-Famille et familles des Plécoptères	32
Tableau 7 : Les différentes Super-familles et familles des Nématocères.....	37
Tableau 8 : Les différentes Super-familles et familles des Brachycères	37
Tableau 9 :Les différents sous-ordres et familles des Odonates	47
Tableau 10 : Infra-ordres et familles des Hémiptères.....	50
Tableau 11 : Les différentes familles des Oligochètes et des Achètes	52
Tableau 12 :Sous -Ordre et familles des Achètes	53
Tableau 13 : Les sous-classes et familles des Gastéropodes	54
Tableau 14 : Super-Famille et Familles des Bivalves.....	56
Tableau 15 : Sous-Classes, Ordres, Sous-ordres et Familles des Crustacés.....	58
Tableau 16 : normes de vitesse de l'eau selon l'échelle de Berge.....	66
Tableau 17 : Classe proposées pour les pourcentages de saturation en oxygène.....	67
Tableau 18 : Classes proposées pour la turbidité	68
Tableau 19 : Valeur de l'IBGN selon la nature et la variété taxonomique de la macrofaune	70
Tableau 20 : Les valeurs de l'indice biologique global normalisé et son interprétation écologique	71
Tableau 21 : Valeur de référence pour la turbidité	77
Tableau 22 : Variations mensuelles de la vitesse de l'eau des stations étudiées	77
Tableau 23 : Définition des classes de vitesses selon l'échelle de Berg	78
Tableau 24 : Fréquence des espèces par station.....	83
Tableau 25 : fréquences des Espèces.....	85
Tableau 26 : Relevé des macroinvertébrés benthique et classe de qualité des eaux de Bordj Sabath selon l'IBGN.....	86
Tableau 27 : Relevé des macroinvertébrés benthique et classe de qualité des eaux de Oued Zenati selon l'IBGN.....	87
Tableau 28 : Relevé des macroinvertébrés benthique et classe de qualité des eaux de HamamDebagh selon l'IBG.....	88
Tableau 29 : Relevé des macroinvertébrés benthique et classe de qualité des eaux de Medjez Amar selon l'IBGN.....	89
Tableau 30 : Synthèse des résultats des quatre stations.....	90
Tableau 31 : Similarités entre les peuplements benthiques des stations d'étude	93

Introduction

INTRODUCTION

L'Algérie est riche en zones humides qui jouent un rôle important dans les processus vitaux, entretenant des cycles hydrologiques et accueillant poissons et oiseaux migrateurs. Pourtant, de nombreuses menaces pèsent sur elles. Tout comme les forêts tropicales, les zones humides sont détruites à un rythme sans précédent. Privées parfois de leur eau par des pompages excessifs ou par la construction irréfléchie de barrages, elles sont même complètement drainées au profit de l'agriculture [10]

Les études faunistiques (invertébrés benthiques), écologiques (répartition spatiale, structure des communautés) revêtent une importance primordiale dans la compréhension du fonctionnement et de la gestion des systèmes naturels et d'autre part, dans l'évaluation de l'état de santé écologique des hydrosystèmes. (HAOUCHINE, 2011)

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

L'évaluation de la qualité biologique des eaux de surface est réalisée grâce à des méthodes de diagnostic basées sur la faune macroinvertébrée des cours d'eau, simple à échantillonner et à identifier, représente le complément indispensable des analyses physico-chimiques.

Les macroinvertébrés sont de bons bioindicateurs en raison de leur sédentarité, leur grande diversité et leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de l'habitat [15]. De plus, ils reflètent l'état écologique du cours d'eau en réagissant très vite aux changements survenant dans leur environnement.

Dans ce travail nous allons tenter d'évaluer l'intégrité écologique des eaux de la Seybouse par l'application de deux approches physico-chimique et biologique. Chacune de ces deux évaluations s'appuie à son tour sur un ensemble de paramètres, censés appréhender, de la manière la plus complète possible, les pressions anthropiques qui s'exercent sur nos eaux de surface.

Pour cela nous avons choisi quatre stations de la Haute Seybouse sur les principaux affluents: Sabath ; Oued Zenati ;Chedakha et Bouhamdane à Medjez amar.

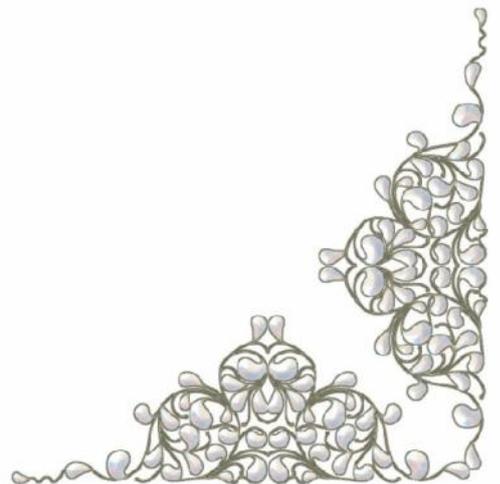
Notre travail avait pour but de

- ✓ Mesurer les principaux paramètres abiotiques au niveau des stations,
- ✓ Analyser les peuplements de macroinvertébrés
- ✓ Déterminer les classes de qualité des stations par l'application de l'indice biologique global normalisé.

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

Chapitre 1

Description du site d'étude



1-Description du site d'étude

1-1 Description du bassin versant de la Seybouse

Le bassin de la Seybouse est l'un des plus grands bassins hydrographiques d'Algérie, il occupe la troisième place après oued El Kebir du Rhumel et Medjerdah-Mellegue (Satha, 2008). Il s'étend sur une superficie de 6471 km² avec un réseau hydrographique de plus de 3000km. Quand à la population, elle a été estimée à un million trois cents mille (1.300.000) habitants, répartis en soixante huit (68) communes, et sept (07) wilayas: Annaba, Tarf, Skikda, Constantine, Oum El Bouaghi, Guelma et Souk Ahras(Fig.1&2) (Trente communes sont entièrement incluses dans le bassin et trente huit partiellement (A.B.H- C.S.M, 1999).

Le bassin de la Seybouse est formé de six sous-bassins (Tab.1), (Fig.3).

Tableau 1 : Répartition des sous-bassins de la Seybouse (A.B.H, 1999)

Sous-bassin (Code)	Superficie (km ²)	Nom
14.01	1739	Oued Cheref amont
14.02	1166	Oued Cheref aval
14.03	1136	Oued Bouhamdane
14.04	818	Oued Seybouse(moyenne)
14.05	555	Oued Mellah
14.06	1057	Oued Seybouse (maritime)
Total	6471	

Formée près de Guelma par la jonction des oueds Cherf et Bouhamdane, l'oued Seybouse a une longueur de 134,74 Km dont 57,15Km sont traversés au niveau du bassin de Guelma et 77,59Km dans la basse Seybouse où il débouche dans la Méditerranée à Annaba.

1.1.1. Les grands ensembles lithologiques du bassin versant et leurs caractéristiques hydrogéologiques

La présentation des caractères lithologiques et hydrogéologiques du bassin de la Seybouse a permis dans un premier temps de dégager certains aspects des conditions de l'écoulement dans différents sous-bassins (DJABRI, 1996 in Meziane, 2009).

1.1.1.1. Haute Seybouse

Il est peu perméable dans le secteur amont malgré un sol protégé par une végétation dense et une pluviométrie élevée (Djabri, 1996 in Meziane 2009). Les couches lithologiques dominantes du secteur d'OuedZenati sont composées de grès, d'argiles et de marnes ne

permettant pas l'infiltration d'une grande quantité d'eau. Du côté de l'oued Sabath ce sont des Marno-calcaires (Satha, 2008). Cette partie du bassin est divisée en trois sous-bassins:

- ❖ **Sous-Bassin de Cherf amont:** Ce sous-bassin est traversé par l'oued Cherf dont la longueur est de 24,13 Km, et qui est alimenté par de nombreux affluents :
 - OuedSettara : 14,14 Km,
 - OuedTrouch: 20,84 Km,
 - OuedAin Snob: 21, 04 Km,
 - OuedLahamimine: 19, 44 Km,
 - OuedTiffech : 16, 76 Km,
 - OuedKrab : 10, 13 Km (A.B.H, 2002).

- ❖ **Sous-Bassin de Cherf aval :** Ce sous-bassin est traversé par l'oued Cherf dont la longueur est de 32 Km, ce dernier est alimenté par les affluents suivants :
 - OuedM'Guisba : 15,74 Km,
 - OuedMedjez El Bgar : 12,33 Km,
 - OuedBou El Frais : 10,97 Km,
 - Oued El Aar: 18,73 Km,
 - OuedCheniour : 13,53 Km,
 - OuedNil : 12,74 Km (A.B.H, 2002).

- ❖ **Sous-Bassin de Bouhamdane :** Ce sous-bassin est traversé par l'oued Bouhamdane dont la longueur est de 37,49 Km, Il est alimenté par plusieurs affluents dont les principaux sont :
 - OuedAria : 10,79 Km
 - OuedSabath : 10, 86 Km,
 - OuedDardar : 10, 53 Km,
 - OuedZenati: 52,40 Km, (A.B.H. 2002).

Les deux oueds Zenati et Sabath forment par leur jonction l'oued Bouhamdane qui rencontre l'oued Cherf à Medjaz Amar pour former la Seybouse (Satha, 2008).

1.1.1.2. Moyenne Seybouse (Le sous bassin de Guelma)

La région de Guelma est constituée de terrains sédimentaires, le fond du bassin occupé par une plaine alluviale correspond à un synclinal comblé par des argiles des conglomérats marno-calcaire, des grés numidiens et des calcaires lacustres (DJABRI, 1996 in Meziane, 2009).

A partir de Medjaz Amar, la Seybouse accrue par l'union du Bouhamdane et Cherf débouche dans le bassin de Guelma. Plusieurs cours d'eau viennent y affluer :

OuedBoumia : 12,70 Km,

OuedBouSorra : 16,32 Km,

Oued El Maiz : 10, 16 Km,

OuedHelia: 18, 41 Km,

OuedBradaa: 12 Km, (in Meziane 2009)

L'oued est orienté de l'Ouest à l'Est et traverse Nador pour déboucher dans la dépression de Bouchegouf où converge un nouveau système hydrographique qui vient se jeter dans la Seybouse au Sud-Ouest de Bouchegouf (Satha, 2008 ;in Meziane).

1.1.1.3. Basse Seybouse : est divisée en deux sous bassins

- ❖ **Sous-Bassin de Mellah:** Il est dominé par des bancs de calcaire qui sont suffisamment important pour assurer une régularisation des niveaux aquifères en dépit de leur forte fissuration, le secteur amont du Mellah peut être considéré comme le "château d'eau" de la région. Au centre le Trias domine, il est constitué d'argiles et de gypses broyé. Il joue un rôle fondamental de par son extension et sa forte teneur en sel. En effet, la fréquence de cet élément dont l'incidence sur la qualité des eaux de ruissellement et d'infiltration est très néfaste ne permet pas l'utilisation de l'eau de l'oued Seybouse en saison sèche. Les alluvions des terrasses de Bouchegouf semblent plus angulaires que celles de Guelma. Ils sont moyennement perméables (Djabri, 1996 in Meziane, 2009).

Ce sous-bassin est alimenté par de nombreux affluents parmi lesquels :

OuedZouara: 10, 11 Km,

OuedRanem: 15, 94 Km (A.B.H, 2002).

Son cours principal est formé par la réunion de l'oued Sfa, Cheham et oued Ranem. Ce dernier, qui plus haut porte le nom de oued R'biba, Sekaka avant de recevoir les eaux de l'oued Rhirane formé à son tour par la réunion oued Hammam et oued R'biba. Au Nord-Est, les oueds Bou Redine et Maaza forment oued El Mellah en aval (Satha, 2008).

❖ **Sous-Bassin de Seybouse Maritime** : Sa partie sud est constituée en majeure partie d'argiles rouges numidiennes, sur lesquelles reposent des grès peu perméables. Au sud ouest, ce sont les marno-calcaires et les flyschs d'Ain Berda qui dominent. La tectonique de ces formations est très complexe. Enfin, la zone Nord-Ouest est occupée par le massif de l'Edough, qui correspond à des roches cristallines (gneiss, schistes, micaschistes...) (DJABRI, 1996). À ce niveau, la Seybouse est alimentée par :

Oued Frarah: 12, 76 Km,

Oued Derdara: 25, 56 Km Oued Ressoul: 17, 56 Km Oued Boudjemaa Oued khranga : 29 Km,

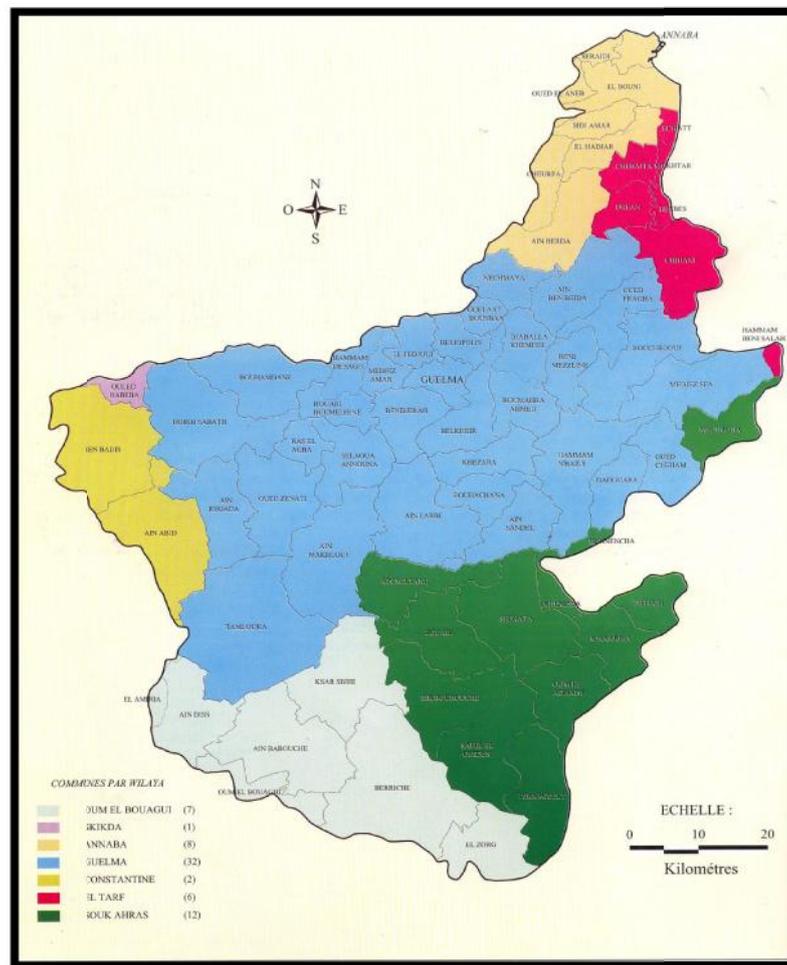


Figure 1 : Découpage administratif du bassin de la Seybouse

(A. B. H, 1999).

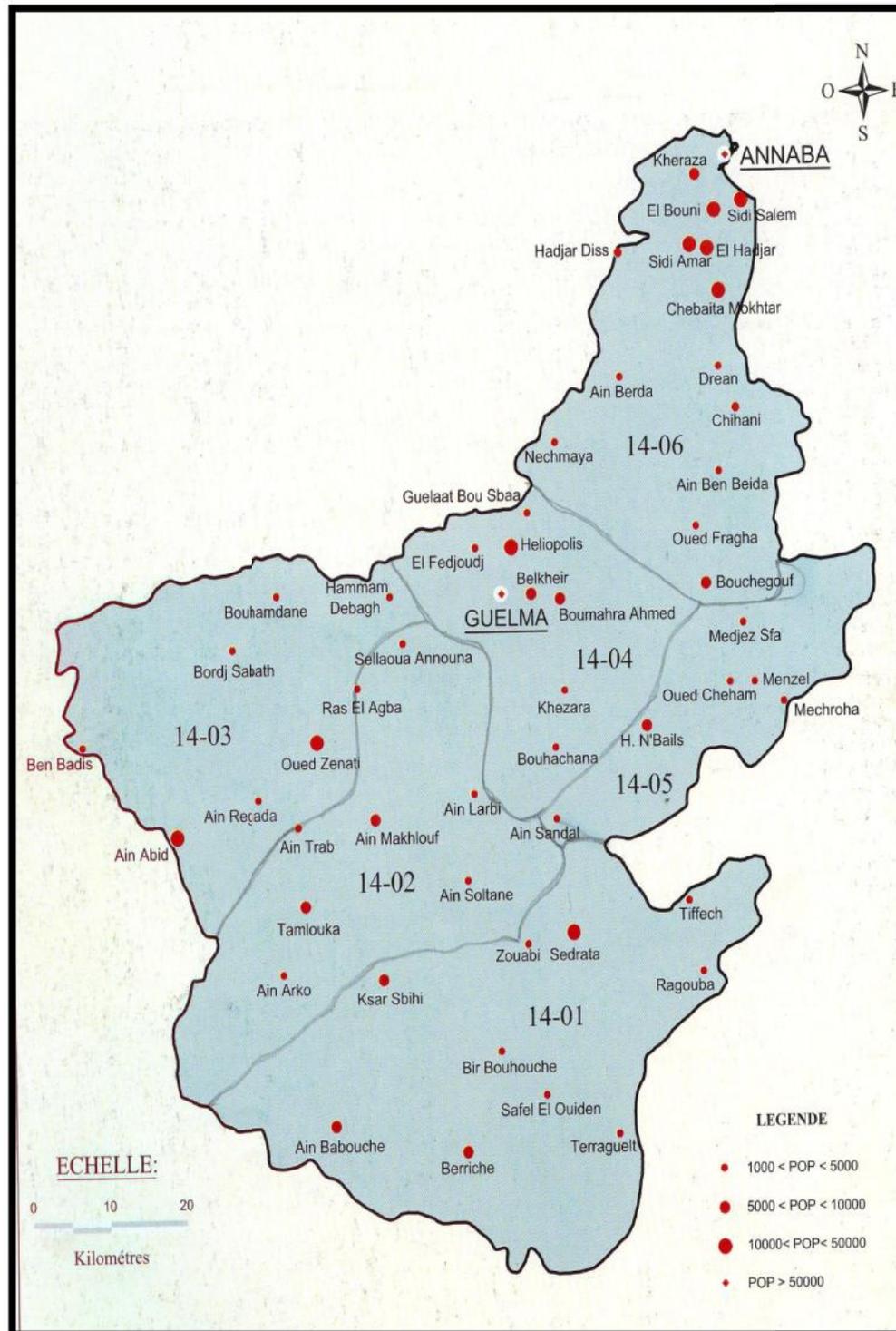


Figure 2 : Agglomérations principales du bassin de la Seybouse (A. B. H, 1999).

1.2. Le réseau hydrographique

La Seybouse draine un ensemble de régions très hétérogènes. Aux hautes plaines, aux reliefs assez simples et aux écoulements lents et parfois même nuls, succède l'atlas Tellien fortement accidenté de structure très complexe. Les oueds sont à débits irréguliers. Le profil en long, irrégulier et tendu (Fig. 5), assure l'évacuation rapide des eaux. Cependant l'existence de dépressions et bassins renfermant des nappes alluviales traversées et reliées par la Seybouse, permet de régulariser l'écoulement saisonnier de cet oued, vu la part importante des précipitations d'hiver reçues par cette chaîne montagneuse. A la sortie de cette dernière, la Seybouse pénètre dans la plaine d'Annaba en perdant sa torrentialité et en abandonnant une grande partie de sa charge solide. Les faibles pentes, le cordon dunaire et les champs d'inondations très vastes favorisent largement la stagnation des eaux et rendent l'écoulement fluvial difficile (Djabri, 1996 in Meziane, 2009).

1.2.1. Les barrages

Le bassin de la Seybouse compte quatre barrages d'une capacité totale de 360,86 HM^3 , et qui peuvent régulariser 115,90 HM^3 (Tab. 2, Fig. 4) (A.B.H, 1999).

Tableau 2 : les barrages du bassin de la Seybouse (ABH, 1999)

Sous bassin (Code)	Wilaya	Commune	Dénomination	Capacité (Hm^3)
14.01	41	Zouabi	Foum El Khanga	157
14.01	41	Tiffech	Tiffech	5.8
14.03	24	Bouhamdane	Hammam Debagh	195
14.03	24	Ain Makhoulouf	Medjez El Bgar	2.86

1.2.2. Les retenues collinaires

Le bassin versant de la Seybouse compte soixante dix retenues collinaires essentiellement destinées à satisfaire les besoins en eau d'irrigation. Ces ouvrages ont une capacité totale de 7.5 hm^3 (A.B.H, 1999).



Figure 4 : Barrages et retenues collinaires (A. B. H, 1999)

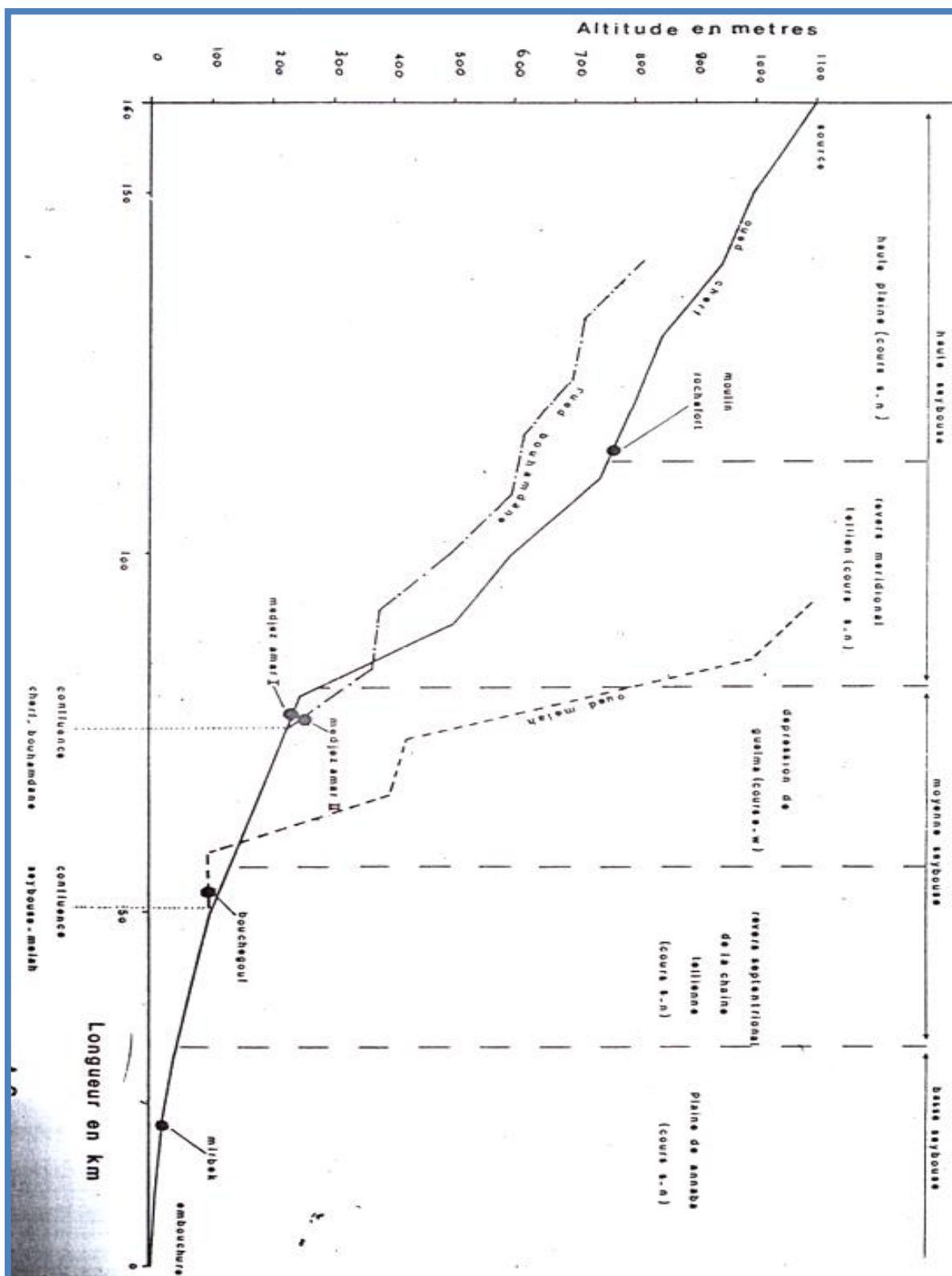


Figure 5: Profil en long des oueds : Cherf- Bouhamdane - Seybouse.

1.2.3. Des cours d'eau et des sous -bassins versants sensibles

La majorité des cours d'eau de la Seybouse sont petits voire très petits, ce qui les rend sensibles à toute perturbation qu'elle soit d'origine naturelle ou humaine.

D'une manière générale, la qualité des cours d'eau de la Seybouse est globalement influencée par celle de l'eau provenant de l'amont des sous-bassins versants. En effet, comme 50 % au moins des sous-bassins versants [14-01; 14-02 et 14-03] sont situés en tête du réseau (c'est ce qu'on appelle des sous-bassins versants d'ordre 1) et que, la plupart du temps, les parties amont de ceux-ci, dévalent des pentes raides, sont moins arrosées que les parties aval, et le sous-sol est surtout constitué de roches imperméables favorisant le ruissellement au détriment de l'infiltration. Or, les sous-bassins versants des parties aval sont en moyenne peu étendus, et les cours d'eau s'écoulent paresseusement laissant le temps à l'eau de se réchauffer. En conséquence, le temps de séjour de l'eau dans le réseau hydrographique est court ce qui limite la capacité auto-épuratrice du réseau. Ainsi, le débit moyen annuel des cours d'eau est globalement plus élevé à la moyenne et à la basse Seybouse plutôt qu'à la haute Seybouse. Parce que cette zone bénéficie d'un climat plus arrosé et d'un sous-sol granitique très fracturé dont la capacité de stockage en eau est plus grande. Ainsi en été, si les débits d'étiage restent soutenus au nord, le sud de la région peut connaître des débits d'étiage presque nuls (Bouchelaghem, 2008).

De plus, les activités humaines occupent une part prépondérante de ce bassin versant ; elles laissent un espace restreint et très fragmenté aux zones naturelles telles que les zones humides de fonds de vallée qui peuvent participer à l'épuration de certains polluants. Ces deux facteurs concourent à rendre les cours d'eau de la Seybouse plus sensibles aux pollutions qu'elles soient ponctuelles ou diffuses (Bouchelaghem, 2008).

1.3. Climatologie

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, 2006).

La région d'étude est soumise à un climat méditerranéen caractérisé par deux saisons distinctes: L'une humide marquée par une forte pluviosité et par de faibles températures; L'autre, sèche et chaude, avec de fortes températures atteignant le maximum au mois d'août(Satha, 2014).

1.3.1. La température

La température est l'élément du climat le plus important étant donné que tous les processus métaboliques en dépendent (photosynthèse, respiration, digestion) (Dajoz, 2006). Ce facteur, agit directement sur le phénomène d'évapotranspiration (DEBIECHE, 2002 in Satha, 2014)

Tableau 3 : Températures moyennes mensuelles de la station de Guelma (2002-2013)
(Satha, 2014)

mois	sep	oct	Nov	dec	Jan	fev	mar	avril	mai	juin	jui	Aut
T (°C)	23,47	19,81	14,72	11,03	9,76	9,64	12,5	15,46	19,05	23,48	27,54	27,35

On remarque que les moyennes les plus élevées s'étendent du mois de juin à septembre variant entre 23,47°C et 27,54°C. Les températures moyennes les plus basses quant à elles, sont enregistrées en hiver durant les mois de janvier (9,76°C) et février (9,64°C). La courbe en figure 6 montre l'évolution des températures avec un maximum durant l'été et un minimum en hiver.

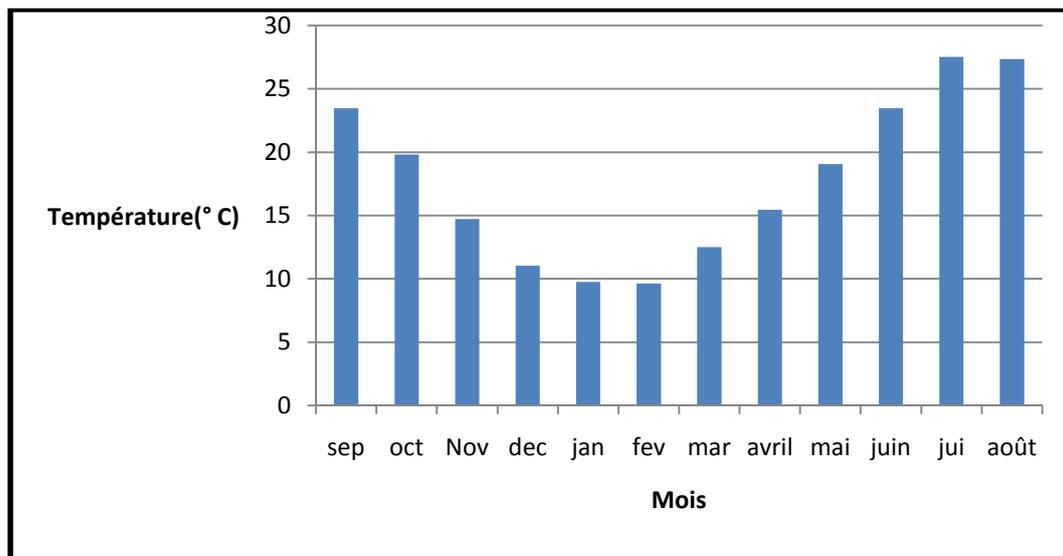


Figure 6 : Evolution des températures moyennes à Guelma (2002-2013)

1.3.2. Les précipitations

Les précipitations constituent une composante essentielle du cycle de l'eau. Elles conditionnent l'écoulement saisonnier et influence le régime des cours d'eaux (in Meziane, 2009).

Tableau 4 : Précipitations moyennes mensuelles à la station de Guelma (2002-2013)

(Satha, 2014)

Mois	Jan	Fév.	Mar	avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
P(mm)	90.29	78.18	76.02	69.62	40.44	18.08	3.72	17.81	46.59	51.55	72.65	87.08

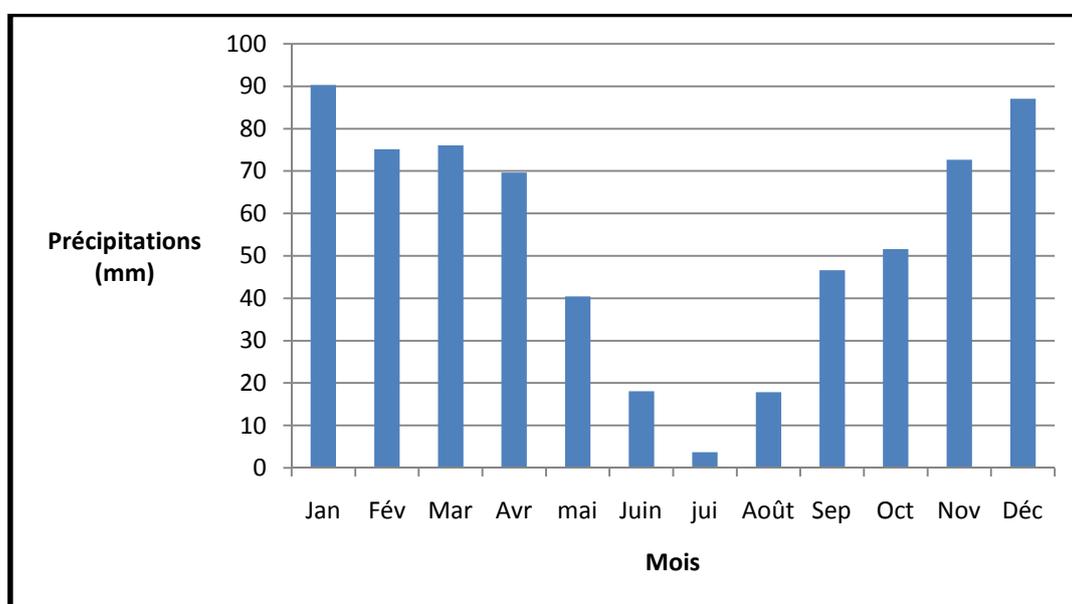


Figure 7: Evolution des précipitations moyennes à Guelma (2002-2013)

(Satha, 2014)

On note que les précipitations sont abondantes en hiver avec un maximum au mois de Janvier (90,29 mm) et un minimum en été au mois de juillet avec 3,72 mm.

1.3.3. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

Le diagramme ombrothermique de **Gausсен et Bagnouls** est une méthode graphique qui permet de définir les périodes sèches et humides de l'année, où sont portés en abscisses les mois, et en ordonnées les précipitations (**P**) et les températures (**T**), avec $P=2T$.

La figure porte le Diagramme Ombrothermique de la région de Guelma établi à partir des Données pluviométriques et thermiques moyennes mensuelles calculées sur une période de douze (12) ans.

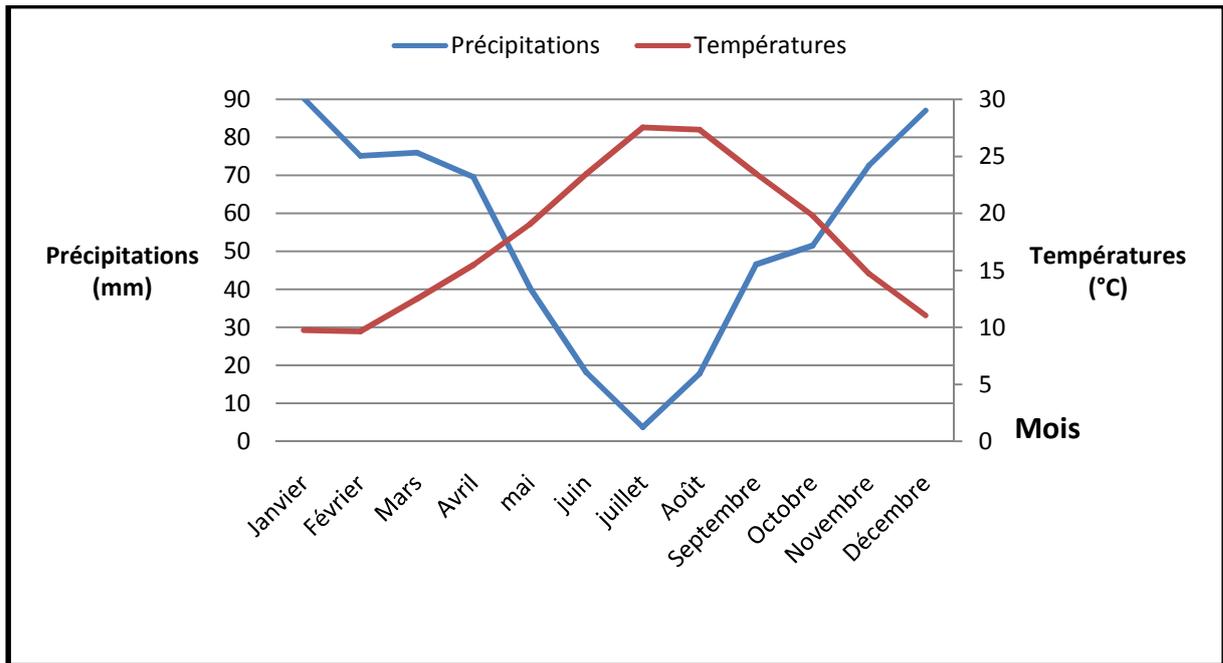


Figure 8 : Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la ville de Guelma (2002-2013) (Satha, 2014)

D'après ce diagramme, on peut distinguer deux périodes :

- La première froide et humide qui s'étale sur 07 mois, d'octobre à la fin du mois d'avril
- La deuxième chaude et sèche qui s'établit sur 05 mois de mai à septembre.

1.3.4. Climagramme d'Emberger

Selon Emberger (1963), la région méditerranéenne est subdivisée en cinq étages bioclimatiques (In Meziane, 2010).

Ce climagramme permet, grâce au quotient pluviométrique d'Emberger (Q) spécifique au climat méditerranéen, de situer une zone d'étude dans un étage bioclimatique (In Benseghir, 2006 in Satha, 2014). Ce quotient tient compte des précipitations et des températures, il est déterminé comme suit

$Q = 3,43 \cdot p / M - m$

- Q : le quotient pluviométrique d'Emberger ;
- P : Pluviométrie annuelle moyenne en mm = à 649,02 mm
- M : Moyenne maximale du mois le plus chaud = à 36,65° C
- m : Moyenne minimale du mois le plus froid = à 4,52° C

Après application de la formule, nous obtenons la valeur de Q égale à 69,28, ce dernier situe la région de Guelma dans l'étage bioclimatique de végétation semi-aride à hiver frais.

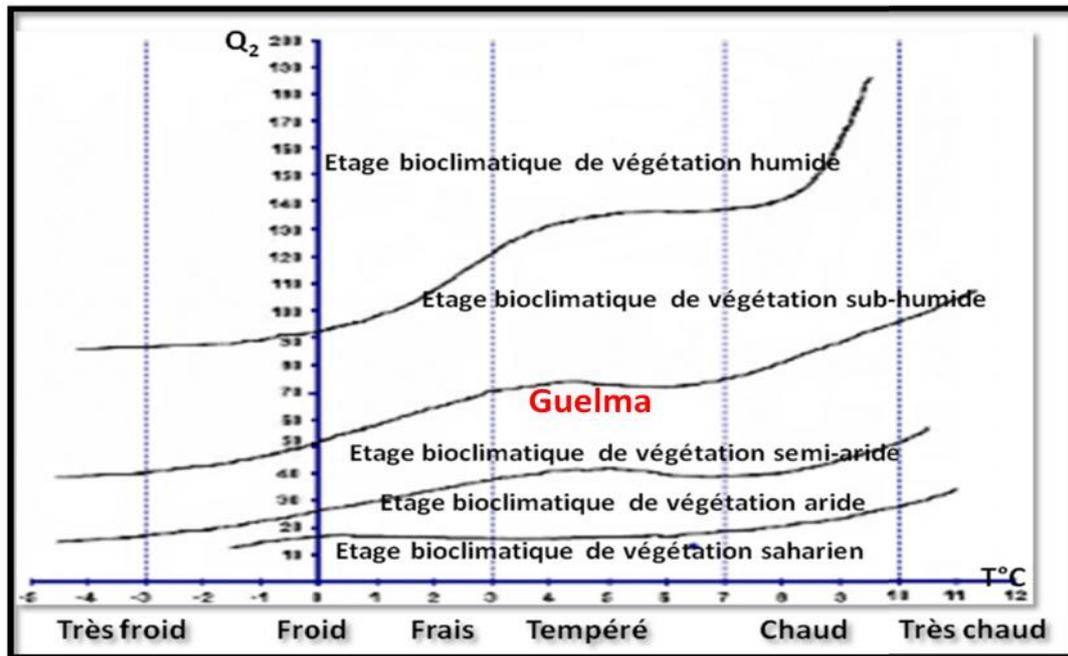


Figure 9 : Situation de la région de Guelma dans le climagramme d'Emberger (2002-2013)

1.3.5. L'humidité relative de l'air

L'humidité de l'air par ses écarts est l'un des facteurs climatiques importants des massifs montagneux dans la méditerranée. (QUEZEL, 1957). L'humidité relative contribue à la diminution des risques d'incendie, elle croît à partir du sol pour atteindre 100 % au niveau des couches nuageuses. (HALIMI, 1980). Elle connaît de grandes fluctuations au cours des années et des mois de la même année.

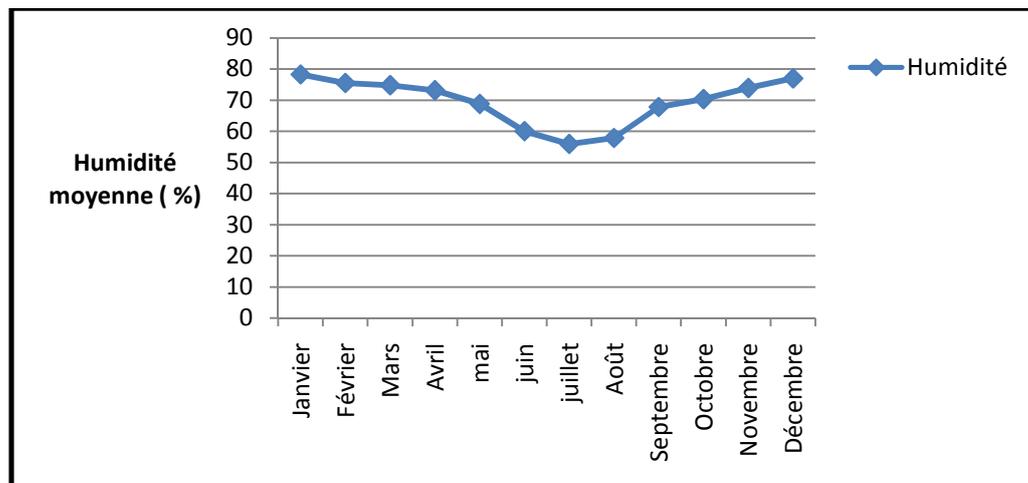


Figure 10 : Humidité relative moyenne mensuelle de l'air à la station de Belkhir (2002-2013) (Satha, 2014)

D'après la figure 10, l'humidité est invariable au cours de l'année. Les valeurs minimales sont observées pendant les mois de juillet et août. Les valeurs maximales sont observées pendant le mois de janvier et le mois de décembre.

1.3.6. Les vents

Le vent agit indirectement en modifiant l'humidité et la température (Meziane, 2009 in ; OZENDA, 1982), il a un pouvoir desséchant car il augmente l'évaporation et un pouvoir de refroidissement considérable mais ces pouvoirs peuvent être réduits par des rideaux d'arbres (DAJOZ, 2003).

Les données récoltées sur 15 ans (1994-2008) sont récapitulées dans le Tableau 5 qui montre que la vitesse des vents est invariable au cours de l'année, avec quelques épisodes de Sirocco en été augmentant la température.

Tableau 5: Moyenne mensuelle et moyenne annuelle de la vitesse des vents à la station de Guelma (1994- 2008)(In Meziane, 2009)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	août	Vitesse moyenne annuelle (m/s)
Vitesse moyenne mensuelle m/s	1,71	1,4	1,73	1,88	1,81	1,89	1,79	1,94	1,77	1,93	1,89	3,10	1,90

1.4. La couverture végétale

Les forêts jouent un rôle primordial du point de vue écologique, culturel et économique.

On compte une grande variété d'écosystèmes forestiers et la superficie de toutes ces terres forestières couvre plus de **1/3** de la wilaya de Guelma. Elle représente de **116864.95 Ha** (dont **804.55 Ha** forêts privées), avec un taux de couverture **31,70%** de la superficie totale de la wilaya et qui se répartissent selon les domaines suivants :

- Les maquis représentent une superficie de **70384.4 Ha** soit **60%** de la couverture forestière totale;
- Les forêts représentent une superficie de **32588.55 Ha** soit **28%** de la couverture forestière totale ;
- Les terrains nus disposent une superficie de **13982 Ha** soit **12%** de la superficie forestière.

Les principaux maquis sont localisés au niveau des communes :

- Roknia avec une superficie de **7237,9 Ha**;
- Bouchegouf avec une superficie de **6956 Ha**;

En ce qui concerne les forêts, la superficie la plus importante se trouve dans la commune de Bouchegouf avec surface de **6104 Ha**.(Urbaco,2012)

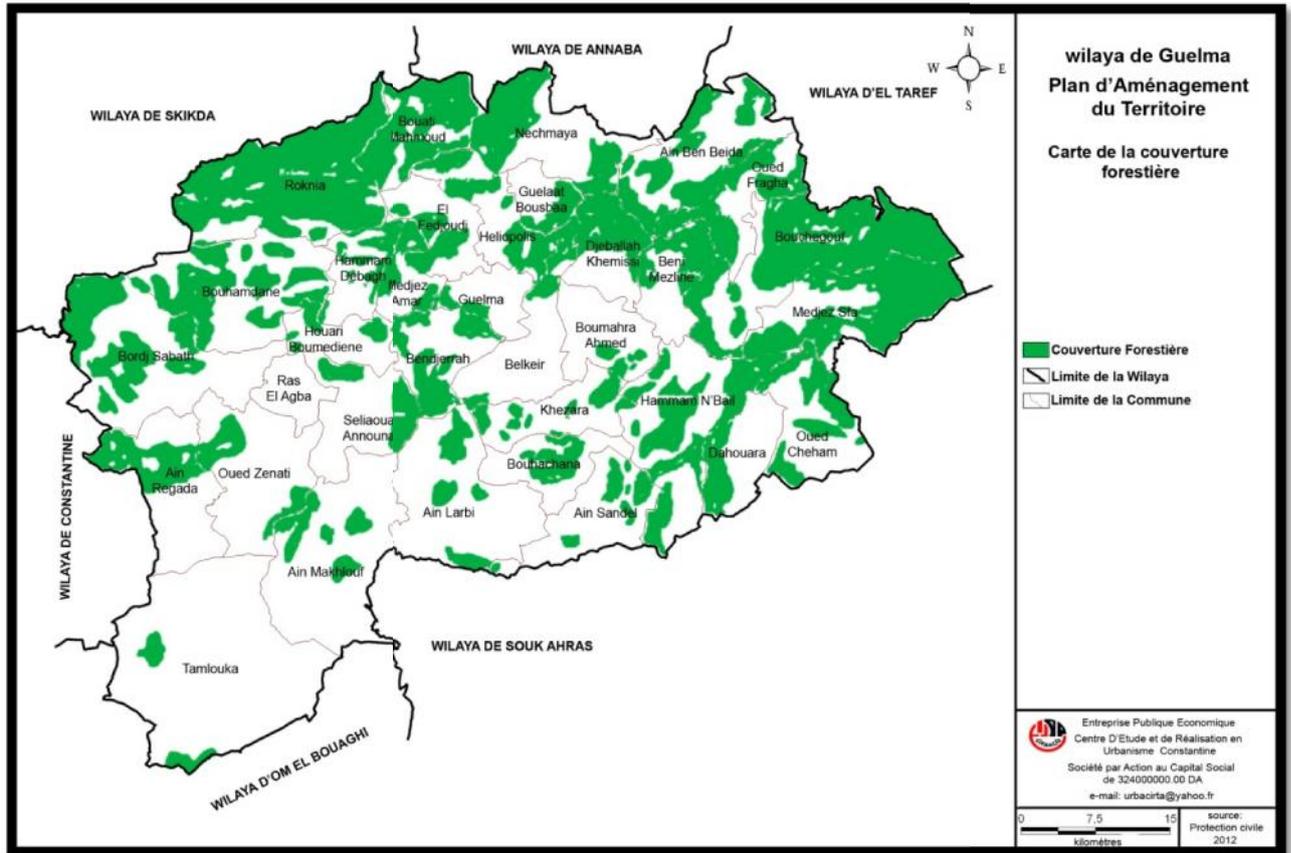


Figure 11: Couverture forestière de la wilaya de Guelma (URBACO 2012 in Satha, 2014)

1.5. Les activités économiques: Les principaux secteurs d'activités économiques du bassin sont:

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

- ✓ SNS El Hadjar
- ✓ Engrais phosphatés à Annaba
- ✓ Levurerie Boucheghouf avec des rejets d'eau noire dans l'oued El Mellah
- ✓ Carrelage à Guelma (Rejets d'eaux minéralisées)
- ✓ Sucrerie Guelma (eaux riches en matières en suspension)
- ✓ Onalait à Oued Meboudja (INECO-ABHCSM, 2008).

1.5.2. L'agriculture: Localisée à Annaba, Guelma, Oum El Bouaghi, El Tarf, ce secteur contribue à la production de denrées alimentaires du pays (céréales, fruits, tomates, vignes, olives, agrumes, poiriers, pêchers, grenadiers, néfliers, sorgho, melons, pastèques, et autres cultures maraîchères) (INECO-ABHCSM, 2008).

1.5.3. L'élevage

➤ Les effectifs du gros élevage

Le cheptel compte une diversité de races constituées dans la campagne 2010 -2011 par ordre d'importance 444500 ovins, 86700 bovins, 59400 caprins, et 3760 équins.

- ✓ **Ovin** : La wilaya se caractérise par la prédominance des effectifs d'ovin qui constitue 74.79%

de l'effectif cheptel, dont 37300 têtes se localisent dans la commune de Tamlouka.

- ✓ **Bovin** : L'effectif des bovins détient une faible intensification avec un taux de 14.59% de

L'effectif cheptel, dont 8370 se concentrent dans la commune de Bordj Sabath.

- ✓ **Caprin** : Concernant ce type d'élevage, il présente une faible intensification avec un taux de

10.01% de l'effectif cheptel, dont 6600 têtes concentrées dans la commune d'Ain Larbi.

Equin : L'effectif des équins est presque absent (0.63%) dans la wilaya de Guelma.

➤ Les effectifs du petit élevage

✓ **Poulet de chair** : La wilaya de Guelma se caractérise par un effectif de poulet de chair relativement important qui représente 2405300 sujets soit 86.34% du total petit élevage, elle se concentre dans la commune de Tamlouka avec un nombre de 475700 sujets.

- ✓ **Poule pondeuse** : Concernant la poule pondeuse, la wilaya enregistre un effectif de 328100 sujets soit 11.78% durant la campagne 2010-2011, dont 78000 sujets se localisent dans la commune d'El Fedjoudj.

- ✓ **Dinde** : Aux cours de la campagne 2010-2011, on a enregistré un nombre total de la dinde de 9700 sujets soit 0.35% du nombre total petit élevage, il se concentre dans quelques communes telles que : Nechmaya avec un nombre de 3000 sujets, El Fedjoudj avec 2200 sujets, Heliopolis 1200 sujets, Guelma 1000 sujets, Beni Mezline avec un nombre de 800 sujets, Khezaras 800 sujets et Guelaat Bou Sbaa avec 700 sujets.

- ✓ **Ruche** : Le nombre des cellules d'abeilles dans la wilaya a été estimé à 42780 unités pour la campagne 2010-2011, dont :

4700 unités se localisent dans la commune de Hammam N'bails ;

4135 unités se localisent dans la commune d'Oued Cheham ;

3920 unités se localisent dans la commune de Dahouara ;

3210 unités se concentrent dans la commune de Bouchegouf (URBACO, 2012)

1.6. La pollution dans le bassin versant de la Seybouse: La pollution est liée

❖ **Aux rejets industriels** non traités et notamment les rejets des zones industrielles de Bouchegouf et d'El Hadjar dont les volumes ne sont pas connus avec précision. Une étude a estimé que les rejets industriels en mer sont de 4,5 millions de m³/an.

Une caractérisation de la pollution des eaux résiduaires de la zone d'El Hadjar, a montré une forte concentration des matières en suspension variant de 30 à 598 mg/l (Normes 30 mg/l) et une forte charge en DBO₅ et DCO de 390 mg/l dépassant largement les normes algériennes de rejet (SWIM-SM, 2013).

❖ **Les rejets urbains:** Les eaux des rejets prélevées et analysées (1999) montrent des concentrations assez élevées particulièrement en chlorures (1600 mg/l), nitrates (80 mg/l), nitrites (20 mg/l) et ammonium (70 mg/l). Cette pollution par les nutriments est à l'origine de l'eutrophisation observée. Ce constat peut être étendu à la majorité des oueds algériens (SWIM-SM, 2013).

❖ **L'agriculture:** Par l'utilisation intensive des engrais (azotés et phosphorés) et des pesticides.

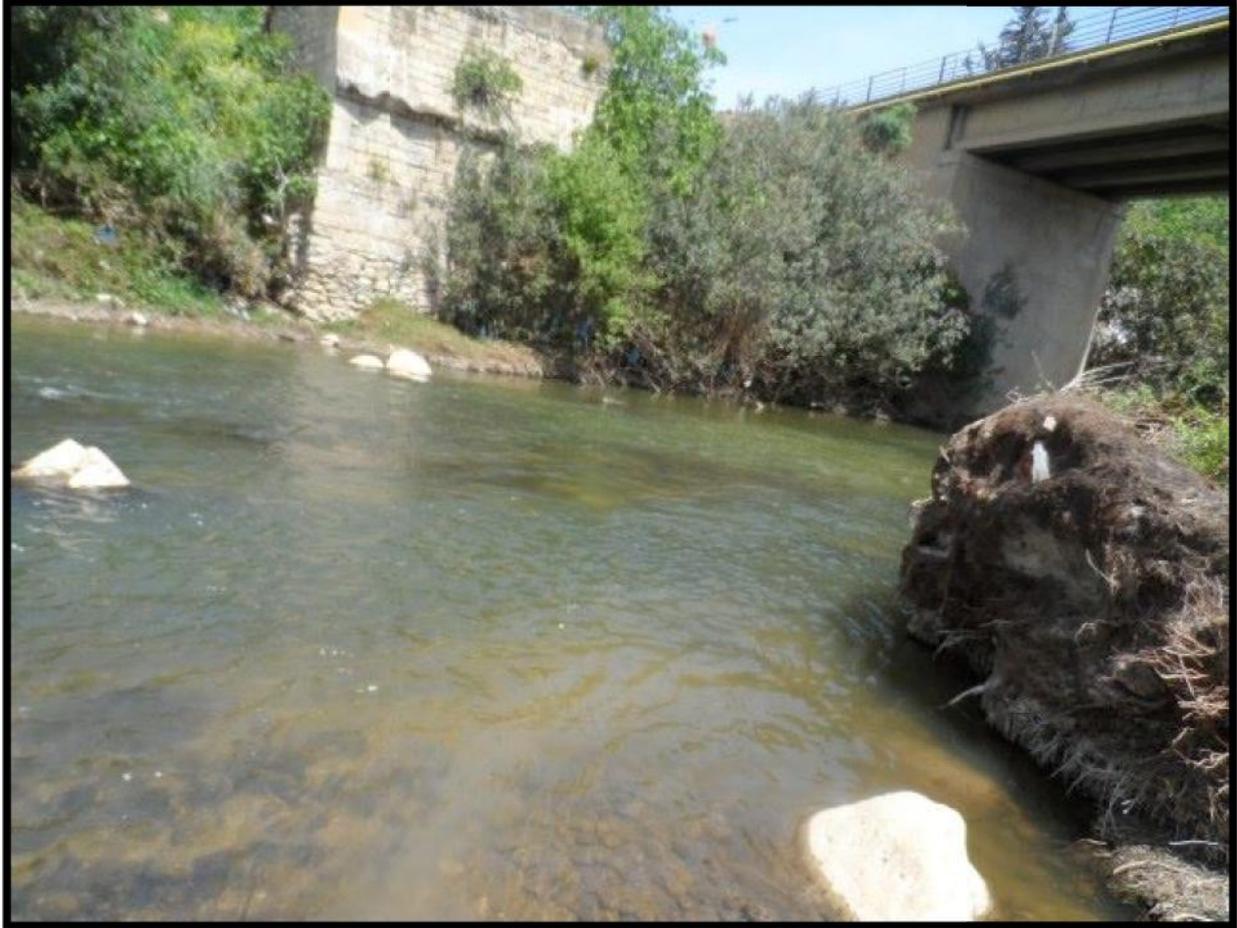
Le réseau de surveillance de la qualité de l'eau: Actuellement le réseau de surveillance de la qualité des eaux de surface dans le bassin de la Seybouse, comprend quatre stations de mesures suivies par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (Direction Régionale de Constantine) .

Les mesures sont théoriquement réalisées douze fois par an.

Les paramètres mesurés: Température, pH, conductivité électrique, oxygène dissous, turbidité, matières en suspension.

1.7. Description des stations

Medjez Amar (36°26.592' N, 7°18.615' 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 du sable, des galets et des blocs. Le lit est large, le niveau et la vitesse d'eau parfois augmentent à cause des lâchers du barrage de Bouhamdane. La végétation comprend surtout : *Typha sp*, *Phragmites australis*, *Tamarix sp*.

HamмамDebagh (36°28. 012' N, 7°15. 673' E)

Altitude: 305 m.

Commune:HammamDebagh.

Daïra:HammamDebagh.

Wilaya de Guelma.

Limité au nord par El Fedjoudj et El Roknia, à l'est par Medjez Amar, au sud par Houari Boumediene, à l'ouest par Bouhamdane.

La station est très ensoleillée, ses rives sont garnies de plantes telles que Laurier rose, Roseaux, *Juncus*. Les sols sont occupés par des oliviers. Le lit est large, la vitesse d'écoulement est moyenne avec un substrat constitué par des pierres et des blocs couverts de bryophytes.

BordjSabath(36°41.1487 'N,7°04.1053'E)

Altitude : 968m

Commune : bordj sabath

Dayra:ouedzenati

Wilaya de Guelma

Limité au nord par la commune de Bouhamdan , au sud , la commune de Ain Regada et oued zenati ,à l'Est par Ras el Agba ,à l'ouest par la wilaya de Skikda et Constantine .

Le lit de la station est large, le substrat est constitué du sable, galets et blocs. La berge reçoit des déchets de la région urbaine à proximité.

OuedZenati(36°30.3922'N7°16.4569'E)

Altitude 640m

Commune:OuedZenati

Dayra:OuedZenati

Wilaya de Guelma

Limitée au Nord par les communes de Bordj sabath et Ras El Agba, à l'Est par les communes de SellawaAnnouna et de Ain Makhoulouf, à l'Ouest par la commune de AinRegada et au sud par la commune de Tamlouka .

Le cours d'eau Oued Zenati, représente le plus important réseau hydrographique de la commune qui porte d'ailleurs son nom, il comprend également plusieurs chaabats de moindre importance et qui présente comme des affluents de la commune ; il vient de l'ouest, et traverse de la commune sur une distance de plus de deux kilomètres ces cours prennent naissance à l'ouest de AinRegada après de la région de Ain Abid (In Bouchaala, 2010)

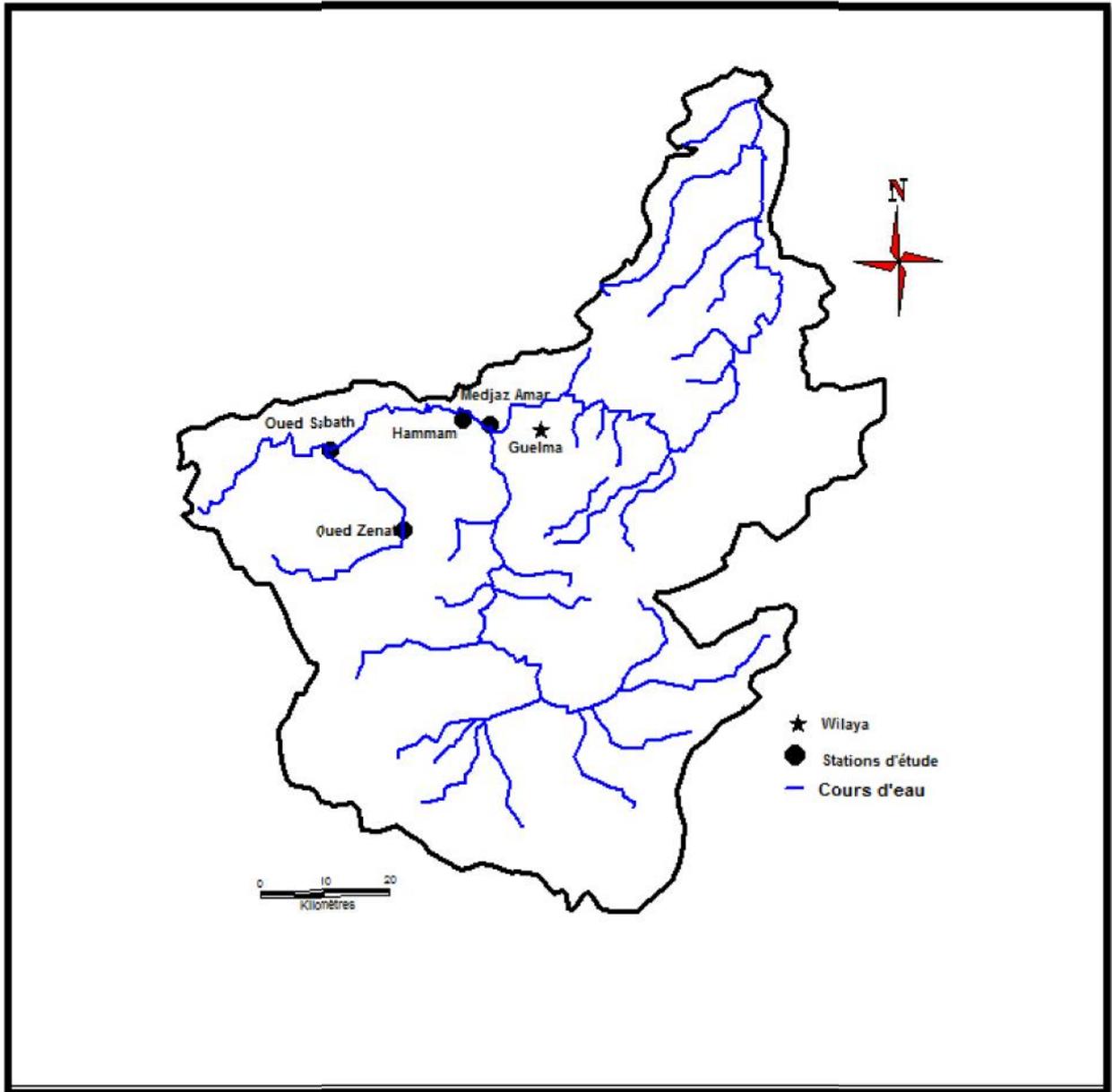
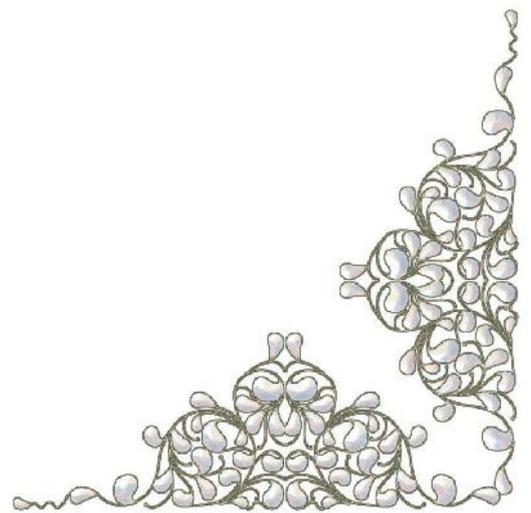


Figure12 : Localisation des station d'étude

Chapitre 2

Biologie et écologie des macroinvertébrés benthiques



2.1. Les Ephéméroptères

Les Ephéméroptères sont considérés comme l'ordre d'insectes ailés le plus archaïque. Ils forment avec les Odonates (libellules) le groupe des Paléoptères. Ce groupe se distingue de tous les autres insectes ailés par leur incapacité à replier leurs ailes sur leur abdomen au repos. Leur origine date de la fin de l'ère primaire ; ils sont probablement apparus au cours du Carbonifère et ils ont atteint leur maximum de diversité durant l'ère secondaire (Jurassique et Crétacé) (in Meziane 2009 in, Gattoliatt, 2002).

2.1.1. Classification

Règne : animale.
Embranchement : Arthropoda
Sous-Embranchement : Hexapoda (Mandibulates)
Classe : Insecta
Sous-Classe : Ptérigota
Ordre : Ephemeroptera Hyatt et arms, 1891

2.1.2. Morphologie : Les éphémères ont le corps mince et allongé, mesurant habituellement moins de 3 cm de long et se terminant par 2 ou 3 longs filaments (cerques). Ils ont 2 paires d'ailes membraneuses, très nervurées. Les ailes antérieures sont larges et triangulaires alors que les ailes postérieures sont plus petites et plus arrondies (et parfois absentes). Au repos, les ailes sont tenues à la verticale. Les éphémères ont les pattes avant plus longues que les autres, souvent en position allongées au-devant de leur corps [1].

- **L'œuf** : Les œufs d'éphémères ont une forme ronde ou ovale; leur taille est très réduite (en moyenne 0.2 mm x 0.1 mm, mais certaines espèces peuvent avoir des œufs qui excèdent 0.4 mm) (figure 11) (in Meziane 2009).

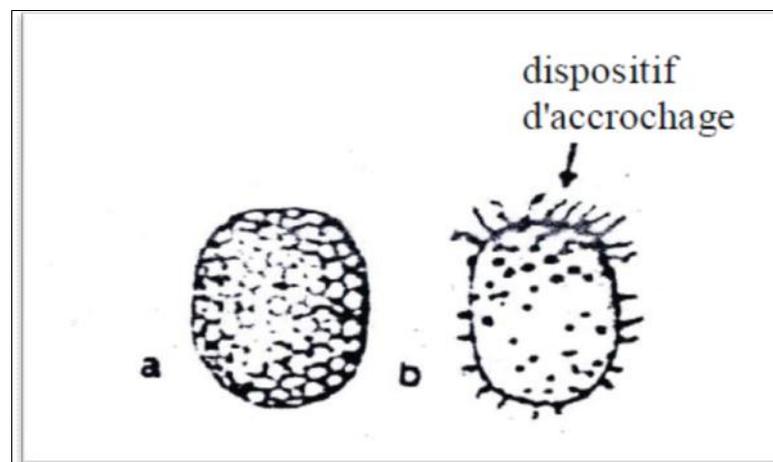


Figure 13 : Oeufs. a: *Ephemerella*; b: *Heptagenia* (Tachet et al, 2000)

La larve : Les larves d'éphémères sont formées de trois parties distinctes: la tête, le thorax et l'abdomen et sont reconnaissables parmi les autres larves d'insectes aquatiques par la présence sur l'abdomen de branchies, de deux cerques et d'un paracerque (ce dernier pouvant manquer). La forme générale de la larve peut être cylindrique ou aplatie.

➤ **La tête :** Elle possède deux grands yeux composés en position dorsale ou latérale. La taille des yeux permet en général de distinguer le sexe des larves: les mâles ont des yeux nettement plus grands que ceux des femelles. Entre les yeux se trouvent les trois ocelles: un central et deux latéraux. Les antennes sont de longueur très variable d'une famille à l'autre. Elles sont formées par le scape, le pédicelle et le flagelle. Les pièces buccales sont constituées de 7 pièces principales. Le labre, ou lèvre supérieure, occupe une position frontale, sa forme est grossièrement rectangulaire avec la marge distale qui présente une émargination plus ou moins marquée. Sous le labre se trouvent les mandibules. Elles sont asymétriques, portant les incisives sur la partie apicale externe et la mola sur la partie apicale interne. Les maxilles sont également paires et symétriques. Elles sont constituées par une couronne qui supporte des structures de formes variables (peignes, brosses ou dents), plusieurs rangées de soies et d'un palpe de deux ou trois segments plus ou moins régressé. L'hypopharynx est situé au milieu de la bouche; il est formé par un lobe médian appelé lingua et de deux lobes latéraux appelés superlingua. Il s'agit de la pièce buccale la moins sclérifiée. Le labium ou lèvre inférieure, est constitué d'un mentum qui porte les glosses et les paraglosses. Ces quatre pièces peuvent être plus ou moins fusionnées ou réduites. Deux palpes labiaux viennent se fixer à la base du mentum.

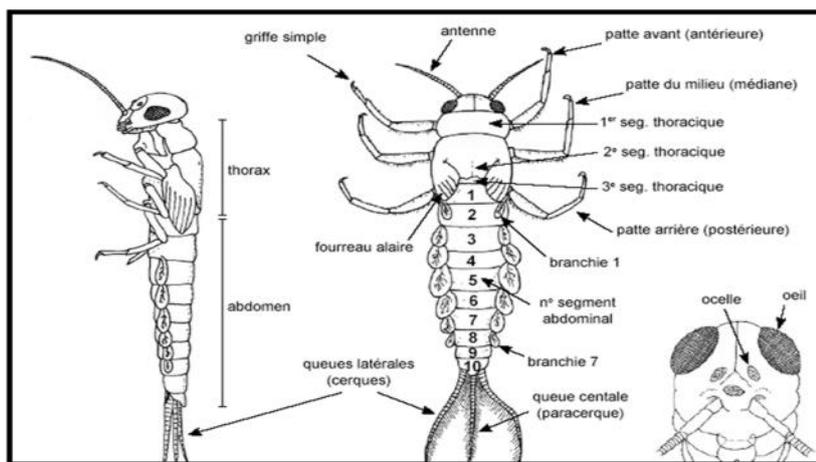


Figure 14 : Larve d'Ephéméroptères (Tachet et al, 2012).

- **Le thorax** : Le thorax se divise en trois parties distinctes: le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Le prothorax ne porte qu'une paire de pattes, alors que le méso- et le métathorax ont chacun une paire de pattes et une paire de fourreaux alaires. Chez certaines espèces, la seconde paire d'ailes peut être vestigiale ou complètement régressée. Les pattes sont formées de cinq articles: la coxa, le trochanter, le fémur, le tibia et le tarse. Les tarses sont totalement fusionnés et munis d'une seule griffe (figure 14)

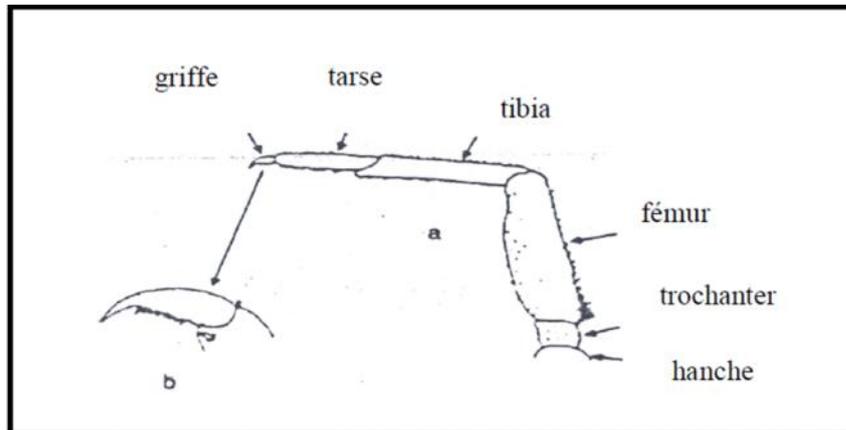


Figure 15: Structure fondamentale d'une patte d'Ephéméroptères : a patte ; b: griffe (TACHET *et al*, 2000).

- **L'abdomen** : L'abdomen est formé de dix segments. Chaque segment est composé d'une plaque dorsale appelée tergite et d'une plaque ventrale appelée sternite. Le dixième sternite est réduit à deux petites plaques rectangulaires appelées paraproctes. Le dixième tergite porte deux longs cerques et un paracerque qui peut être secondairement réduit à un seul segment. Originellement, les trachéobranches sont présentes sur les segments 1 à 7; mais dans de nombreuses lignées, on peut observer une réduction de leur nombre. Leur position est généralement latérale; chez certains taxa, elles sont rabattues sur les tergites ou prennent une position ventrale. La forme des trachéobranches est extrêmement variable: une ou deux lamelles superposées, plus ou moins découpées, ramifiées, frangées. Le type le plus archaïque correspond probablement à une lamelle simple indivise. La forme des trachéobranches a un rôle taxonomique très important.

Même si la forme générale des larves varie de manière importante d'une famille à l'autre, il existe quelques caractères bien visibles qui permettent de reconnaître de manière certaine un éphémère: la présence de trois filaments caudaux (le paracerque peut parfois être réduit à un segment), de trachéobranches sur l'abdomen, de griffes tarsales simples et un mésothorax nettement plus développé que le métathorax.

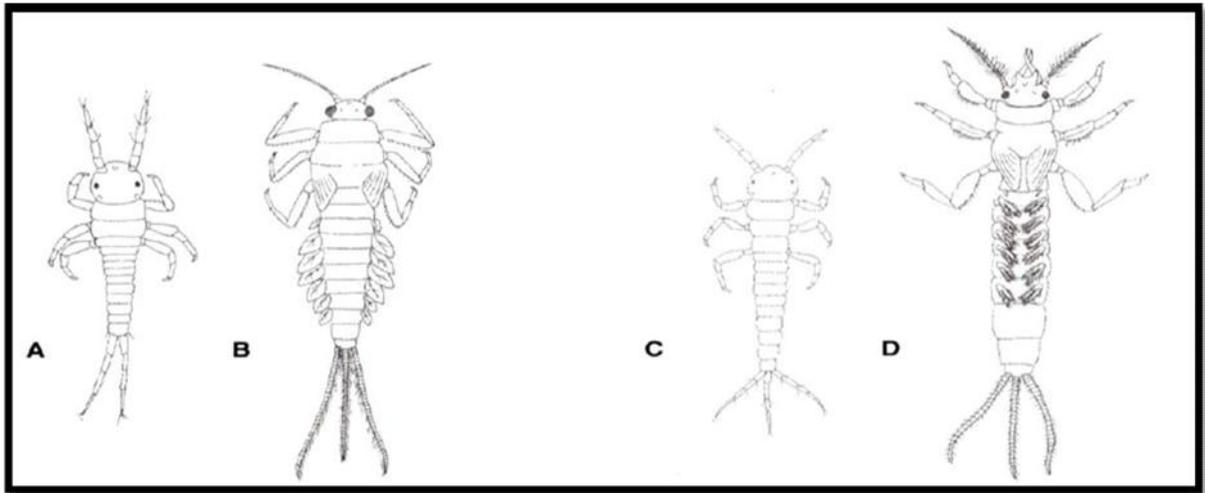


Figure 16: Différenciation morphologique au cours du développement larvaire, *Baetis*
A: larves néonate; B: larve mature, *Ephemera*: C: larve néonate; D: larve mature
(Tachet *et al*, 2000).

- L'adulte : **la subimago et l'imago** Chez tous les Insectes hétérométaboles ou hémimétaboles, l'adulte émerge en tant qu'imago de la larve. Chez les Ephémères, il existe un stade supplémentaire situé entre la nymphe et l'imago, appelé la subimago. Elle est globalement identique à l'imago. Comme pour la larve, le corps de l'adulte est divisé en trois parties: la tête, le thorax et l'abdomen (Photo 1)

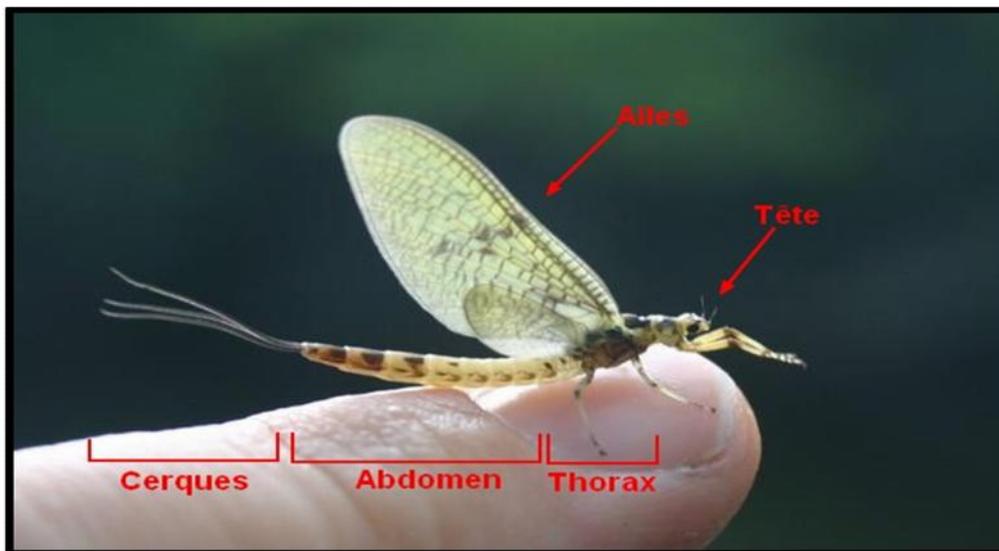


Photo1 : Anatomie de la grande Ephémère, *Ephemera danica*[1]

- ✓ La tête : Elle est petite et rectangulaire. Elle porte deux yeux composés de chaque côté de la tête (Figure 33). Chez la plupart des espèces, les yeux des mâles sont nettement plus grands et plus colorés que chez les femelles, c'est en particulier le cas chez les Baetidae, les Leptophlebiidae et les Ephemerellidae. Les pièces buccales sont vestigiales et non fonctionnelles ; les adultes ne se nourrissant pas.

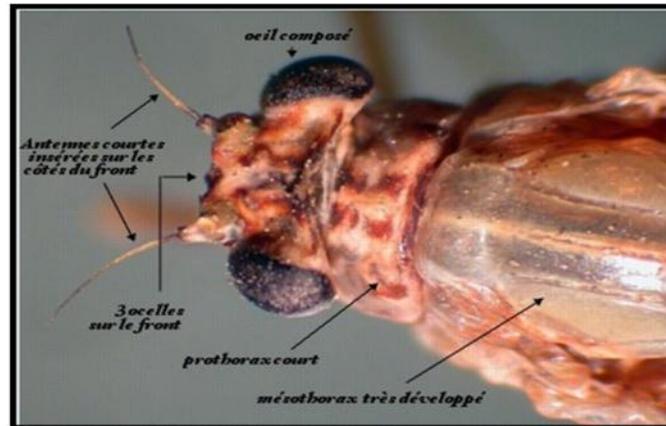


Photo2 : Tête d'Ephéméroptère (H.Robert) [2]

2.1. 3. Biologie et écologie

❖ Biologie

Une femelle pond en moyenne entre 700 et 2000 œufs. Certaines femelles peuvent avoir plus de 6000 œufs (*Ephemera* sp.) voire plus de 12 000 (*Palingenia* sp.) alors que certaines espèces d'*Heptageniidae* ne pondent guère plus d'une centaine d'œufs. Comparativement à celles des autres insectes et exception faite des insectes sociaux, la fécondité des femelles d'éphémères est très élevée.

L'éclosion des œufs donne naissance à des larvules ne dépassant pas un millimètre de long; elles ne possèdent pas encore de branchies. Les œufs de certaines espèces de *Cloeon* éclosent dès qu'ils rentrent en contact avec l'eau. Chez d'autres d'espèces, l'éclosion n'aura lieu qu'après une diapause hivernale. La taille des larves va augmenter lors de chaque mue; leur croissance n'est donc pas continue. Les éphémères sont les insectes qui possèdent le plus grand nombre de stades larvaires. Le nombre de mues nymphales est compris entre 10 et 50. Ce nombre n'est pas constant au sein d'une même espèce, même lorsque les conditions environnementales sont identiques. La seule méthode pour déterminer de manière fiable le stade de développement d'une larve consiste à monter entre lame et lamelle une coupe fine de l'organe de Palmen.

❖ Ecologie

- a) **Ecologie des œufs :** Les œufs sont généralement déposés à la surface de l'eau, à l'unité ou en petit nombre, parfois en paquets. Certains Baetidae s'immergent exceptionnellement pour pondre leurs œufs dont la majorité sont munis de systèmes d'ancrage mécaniques ou chimiques (mucilages), pour, une fois immergés, s'accrocher aux différents substrats (feuilles, rochers, galets, bois morts), afin de ne pas dériver sur de trop longues distances par le courant.
- b) **Ecologie des larves :** Les larves d'éphémères peuvent être classées suivant leur morphologie. Cinq types différents peuvent être mis en évidence: nageur, agrippeur, rampant, grimpeur et fousseur.
- ✓ Larves nageuses: elles se trouvent principalement dans la végétation aquatique et sur le fond, dans les eaux stagnantes ou à faible courant. Le corps est allongé, fusiforme. Elles se déplacent rapidement par des mouvements d'ondulation de l'abdomen. Il s'agit notamment de la plupart des genres de Baetidae.
 - ✓ Larves agrippeuses: elles colonisent les zones des rivières où le courant est important. Comme les larves nageuses, les larves agrippeuses sont capables de nager assez rapidement, elles préfèrent toutefois rester en contact avec le substrat auquel elles s'accrochent fermement. De nombreuses espèces présentent un aplatissement dorso-ventral caractéristique (Heptageniidae notamment), alors que d'autres ont développé un hydrodynamisme très poussé (Afroptiloides ou Rheoptilum chez les Baetidae).
 - ✓ **Larves grimpeuses:** ce sont de mauvaises nageuses qui vivent principalement dans la végétation des eaux calmes. Les Ephemerellidae sont les représentants type de cette catégorie.
 - ✓ **Larves rampantes:** Ce sont également de mauvaises nageuses, mais contrairement aux larves grimpeuses, elles restent principalement posées sur le substrat. Leur corps est soit allongé avec des longues branchies souples (Leptophlebiidae) ou trapu et de petite dimension avec la deuxième paire de branchies transformées en bouclier pour protéger les autres branchies (Caenidae).
 - ✓ **Larves fouisseuses:** Ces larves creusent le lit meuble de la rivière. Elles possèdent des pattes puissantes et souvent des mandibules avec de forts prolongements. Il s'agit en particulier des Ephemeridae. [2]

2 .1.4. Techniques d'identification

Pour les adultes, l'identification se base sur la nervation des ailes et l'examen des pièces génitales. Pour les larves, la détermination se fait avec du matériel fixé (la fixation doit être

suffisante et rapide pour conserver les spécimens) les pattes des éphéméroptères se terminent par un tarse portant un seul article et une seule griffe et l'existence de deux ou trois cerques.(in Satha, in d'Henri Tachet "Invertébrés d'eau douce")

2.2. Les Plécoptères : L'ordre des Plécoptères, connu depuis le Permien, regroupe 2 000 espèces d'insectes hémi-métaboles ressemblant beaucoup aux Éphéméroptères (et regroupés jadis avec eux) mais classés actuellement dans le vaste super-ordre des Polynéoptères (= Orthoptéroïdes)*. Les imagos ont les ailes repliées sur le dos au repos (d'où le nom scientifique du groupe). Leur tête globuleuse leur a valu leur nom français de Perles. Deux longues antennes multi-articulées, 3 ocelles, des pièces buccales très réduites, un corps allongé assez mou et une paire de cerques caractérisent les imagos. Leur taille va de 3,5 à 30 mm. Les Perles volent mal**, ne s'éloignent pas de l'eau, se sauvent plutôt en courant et sont vus souvent posés sur une pierre – d'où leur autre nom de “mouche de pierre” (Steinfliege en allemand, Stonefly en anglais). L'accouplement, au sol, est précédé par une séance de tambourinage offerte par le mâle qui frappe son abdomen sur le support. La femelle pond dans l'eau, l'abdomen immergé, en plongée ou en vol. [3]

*selon une autre classification ils constituent, avec les Embioptères, les Plécoptéroïdes.

** Leur vol “en hélicoptère” les rend assez faciles à capturer au filet contrairement aux Éphémères et aux Trichoptères.

2.2.1. Classification

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-Embranchement : Hexapoda (Mandibulates)

Classe : Insecta

Sous-Classe : Ptérigota

Infra-Classe : Neoptera

Super-ordre : Orthopteroidea

Ordre : Plecoptera Burmeister, 1839.

Ce groupe comporte deux (2) super-familles composées chacune de plusieurs familles (voir tableau ci-dessous) (in Satha ; in d'Henri Tachet "Invertébrés d'eau douce")

Tableau 6: Super-Famille et familles des Plécoptères (Tachet et al, 2012)

Super-Famille	NEMOUROIDEA	PERLOIDEA
Famille	Taeniopterygidae	Chloroperlidae
	Nemouridae	Perlodidae
	Leuctridae	Perlidae
	Capniidae	

2.2.2. Morphologie

Comme chez la plupart des insectes, le corps est composé de trois parties ou tagmes (tête, thorax et abdomen) (figure 1) qui ici sont sub-cylindriques, mous car peu chitineux et généralement de couleur terne. La taille du corps des plecopteres varie selon les espèces de quelques millimètres (photographie 4) à près de 5 cm pour les plus gros. (Alexandre Ruffoni (Texte et photographies))

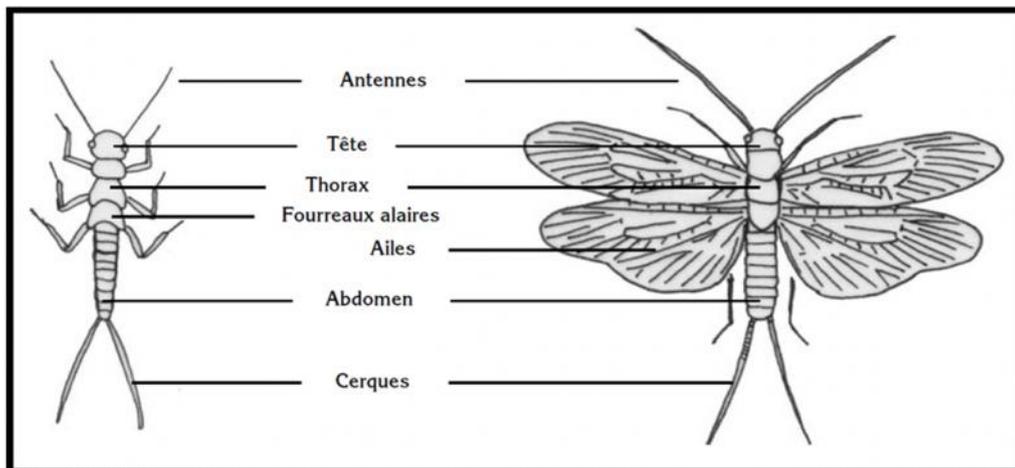


Figure 17 : Schéma d'une larve (gauche) et d'un adulte de Plécoptères (droite).

- ✓ **La tête** globuleuse plus ou moins aplatie porte deux grandes antennes, deux gros yeux, trois ocelles repartis en triangle sur le haut de la tête, et des palpes faisant partie de certaines des diverses pièces masticatrices.
- ✓ **Le thorax** est formé de trois métamères non réarrangés, comme ils le sont, par exemple chez les odonates. Les pattes reliées au thorax sont croissantes en taille de l'avant vers

l'arrière. Les points d'accroche sont éloignés les uns des autres, chaque paire étant portée par un métamère distinct. Ces pattes terminées par trois articles du tarse portent deux griffes.

L'adulte arbore deux paires d'ailes disposés chacune au niveau du deuxième et troisième élément du thorax appelés respectivement mésothorax et métathorax. Très complexe, la nervation alaire entre en grande partie dans la détermination générique des adultes. La paire d'ailes antérieures est généralement plus longue que la deuxième qui, elle, est plus large. Cette surface alaire étonnamment disposée rapproche la physionomie de vol des Plecoptères de celle d'un hélicoptère. Mais, certaines espèces ou certains ecotypes présentent des ailes raccourcies (brachyptère) ou sont aptères. L'absence d'aile permet sans doute des déplacements au sol plus faciles (photographie 5). Bien souvent, seul un sexe est touché, le male, la femelle ailée assurant la dispersion. La larve peut montrer – selon son stade larvaire – des ébauches d'ailes appelées fourreaux alaires (Ruffoni, 2009).

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



Photo 3. Organes et ornements sexuels caractéristiques de deux mâles de Leuctra : a. *L. albida*, b. *L. nigra*. (Ruffoni,2009)

➤ **La larve :** La tête porte des antennes multiarticulés plus longues que la tête, les yeux composés sont latéro-dorsaux avec la présence de trois ocelles. Le labium présente extérieurement deux palpes labiaux de trois articles et du côté interne des glosses et des paraglosses. La forme et la taille des glosses et paraglosses permet un découpage majeur au sein des Plécoptères. Le développement des trois notums thoraciques est identique. Les pattes comprennent hanche, trochanter, fémur, tibia un tarse de trois articles terminés par deux griffes. L'abdomen comprend dix segments et se termine toujours par deux cerques multiarticulés. Les branchies peuvent être présentes ou absentes tout dépend de la famille ; si elles sont présentes, elles sont posternales (sous le cou), coxales (au niveau des coxa) ou anales (au niveau de l'anus). (In Satha 2014)

➤ **L'adulte :** Les adultes présentent un appareil génital mature et deux paires d'ailes repliées sur le dos au repos et presque similaire. L'adulte peut posséder des pièces buccales régressées ou complètement développées. (In Satha 2014)

2.2.3. Biologie et écologie

Les Perles au sens large, sont présentes dans un grand nombre de milieux aquatiques: ruisseaux, fleuves, torrents, lacs, étangs, tourbières, etc.

L'ordre des plécoptères est composé de taxons très sensibles à la dégradation de leurs milieux de développement. Ce sont de bons bio-indicateurs. La composition spécifique en plécoptères est en effet révélatrice pour partie de «l'état de santé» de la rivière: pollution chimique dissoute dans l'eau, accumulation de toxiques, restructuration du cours d'eau... Avec l'ordre des éphéméroptères et des Trichoptères, ils forment les groupes les plus sensibles utilisés dans l'évaluation de la qualité biologique des cours d'eau comme l'I.B.G.N. (Indice Biotique Général Normalisé).

2.2.4. Techniques d'identification : On reconnaît les plécoptères par les pattes dont le tarse se termine par deux griffes et l'abdomen qui comprend dix segments et se termine toujours par deux cerques multiarticulés (figure 4). (In Satha, 2014)



Photo 4: larve perlidea (plécoptère) [3]

2.3. Les Trichoptères

Les Trichoptères sont des insectes holométaboles dont les larves et les nymphes sont aquatiques, à l'exception du Limnephilidae *Enoicyla* qui s'est secondairement adapté à la vie terrestre. C'est un ordre qui s'est différencié à la fin de l'ère primaire à partir d'un ancêtre commun notamment aux Lépidoptères et Mécoptères. Les premiers Trichoptères (philopotamidae) sont connus depuis le Trias ; le groupe s'est surtout diversifié pendant le Jurassique et le Crétacé ; la plupart des familles actuellement connues, à l'exception de celle des Limnephilidae qui sont apparue au Tertiaire, étaient présentes au Crétacé (in Meziane 2009).

Les Trichoptères occupent une place de choix tant par le nombre d'espèces recensées que par la diversité des milieux colonisés. Présents à différents niveaux de l'édifice trophique et occupant de ce fait un grand nombre de niches écologiques, les Trichoptères jouent un rôle essentiel dans la dynamique des écosystèmes (in Meziane, 2009).

2.3.1. Classification

Règne: Animalia

Embranchement: Arthropoda

Sous-embr.: Hexapoda

Classe: Insecta

Sous-classe: Pterygota

Ordre: Trichoptera

La classification de cet ordre aboutit à la distinction de 3 superfamilles les Hydropsychoidea, les Rhyacophiloidea et les Limnephiloidea (in Meziane, 2009)

2.3.2. Morphologie

➤ La larve

On distingue aisément la tête, le thorax et l'abdomen (Figure 18).

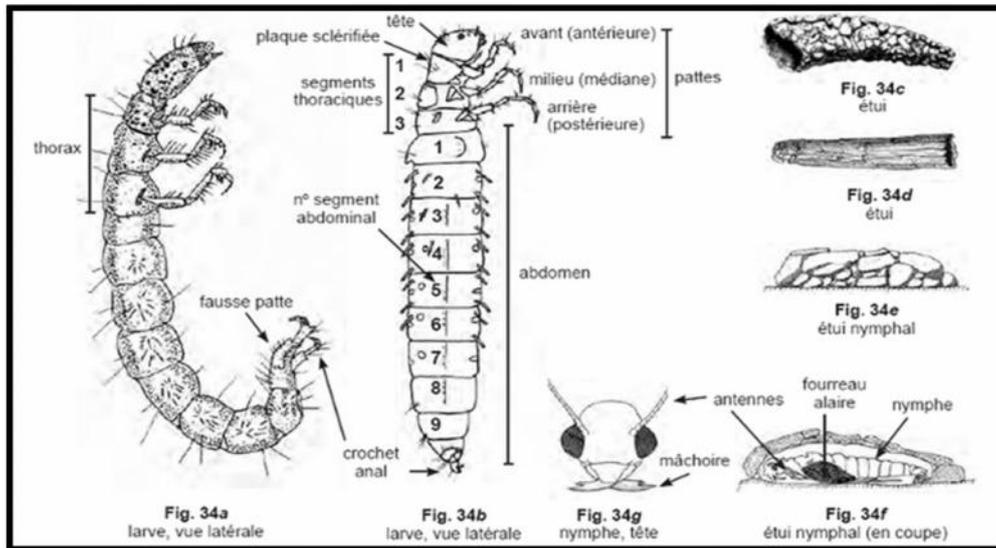


Figure 18 : Larve et étui (Moisan, 2006)

Les larves de trichoptères ont l'habitude de vivre dans un fourreau qu'elles construisent elles-mêmes. Constitués de petites pierres ou de débris végétaux, les fourreaux ont des formes très diverses selon la famille.

➤ **La tête** : La tête est totalement sclérifiée, les yeux sont réduits à de simples taches oculaires ; Les antennes sont très courtes. Les pièces buccales se composent d'un labre, d'une paire de mandibules qui portent souvent des touffes de soies sur la face interne.

➤ **Le thorax** : Le pronotum est toujours totalement sclérifié, ventralement le prothorax peut porter une ou plusieurs pièces sclérifiées : le prosternite. Le mésonotum est soit sclérifié ou membraneux, ventralement, le mésothorax peut être membraneux ou présenter des taches sclérifiées pour le métathorax la disposition est la même que le mésothorax. Les pattes sont longues, formées d'une hanche, trochanter, fémur, tibia et tarse d'un seul article terminé par une seule griffe. Les pattes prothoraciques sont courtes et trapues et sont un auxiliaire à l'appareil buccal et servent également à la construction de l'étui. Les pattes méso et métathoraciques sont plus longues et servent surtout à la locomotion.

➤ **L'abdomen** : Composé de neuf (9) segments, toujours membraneux du segment 1 au segment 8 sur le dernier tergite abdominal, il peut y avoir un sclérite dorsal impair. Les branchies sont présentes ou absentes le plus souvent digitiformes, parfois ramifiées. (in Satha 2014).

➤ **L'adulte**

- ✓ **La tête** : petite et transverse, porte deux yeux latéraux composés ; les ocelles au nombre de trois sont absents chez les représentants de certaines familles. Les antennes sont relativement longues.

L'appareil buccal est de type suceur-lécheur, on y observe une régression des mandibules (l'adulte ne se nourrit pas) et formation d'un complexe maxillo-labial ou haustellum. In Meziane 2009 ; in FAESSEL, 1985).

- ✓ **Le thorax** : est muni de pattes de type marcheur. Les tibias épineux portent toujours des éperons mobiles situés au milieu et vers le tarse. Leur nombre, bien que variable d'une patte à l'autre, mais également suivant les groupes, n'excède pas 4 (Faessel, 1985). Les ailes possèdent de nombreuses nervures dont la disposition est utilisée en systématique (Figure 19) (in Meziane 2009).

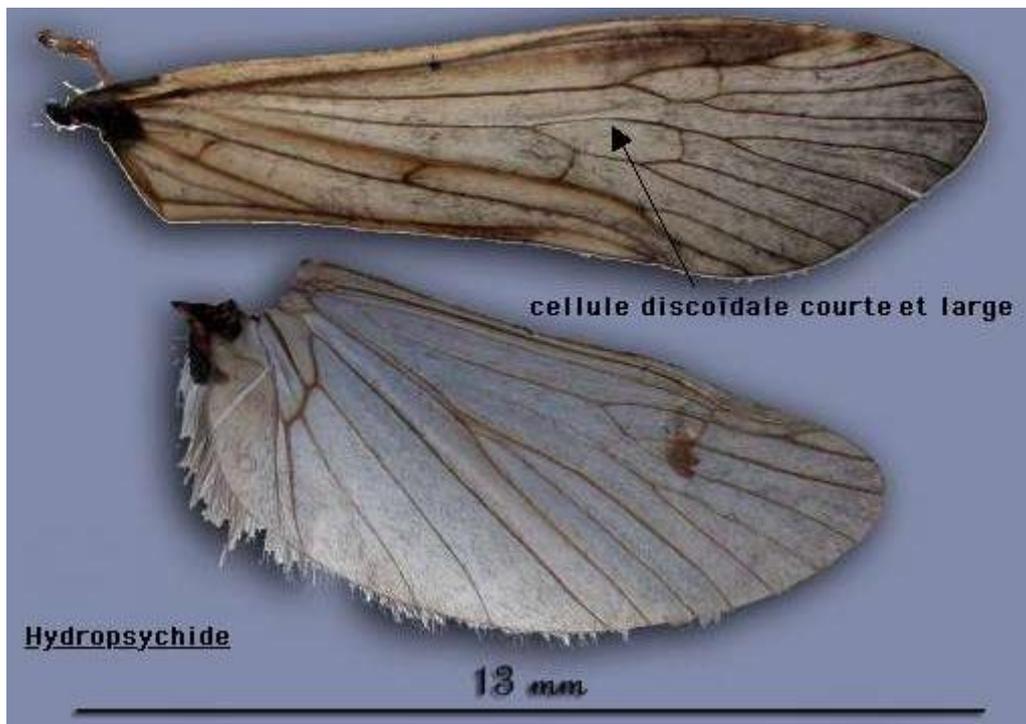


Figure 19: Ailes d'Hydropsychide (in Meziane, 2009).

- ✓ **L'abdomen** : ne compte que dix segments ; le premier est réduit au tergite, les 9 e et 10e participent à la formation des organes copulateurs (FAESSEL, 1985). Les appendices génitaux (genitalia) sont bien visibles ; ceux des males sont de forme plus complexe que ceux des femelles (TACHET et al, 2000). La systématique des adultes au niveau spécifique est basée sur la structure des genitalia des males (GIUDICELLI et DAKKI, 1980).

2.3.3. Biologie et écologie

Certaines familles sont monovoltines d'autres polyvoltines. Il existe également une diapause larvaire, embryonnaire ou imaginale selon les espèces. La ponte peut être aquatique ou terrestre ; les larvules commencent leur développement postembryonnaire. Il y a cinq stades larvaires, sauf chez Sericostomatidae (six ou sept) et le genre Agapetus (Sept). La nymphose est toujours aquatique :

Les larves sans étui construisent un abri (cocon nymphal) à l'intérieur duquel, la larve tisse un deuxième cocon. Les larves avec étui le fixe au substrat, puis elles obturent partiellement les orifices antérieur et postérieur, tissant une structure grillagée faite en soie qui permet à l'eau de circuler. Dans le cocon nymphal ou l'étui, la larve s'immobilise et subit les premières transformations qui la conduiront à la nymphose (prénympe), puis a lieu la mue nymphale et l'exuvie est rejetée dans la partie Postérieure de l'étui ou du cocon. En fin de nymphose, elle perce son abri grâce à ses mandibules et gagne la surface en nageant ou en grim pant sur les éléments environnants. Une fois en surface, elle cherche un support pour s'extraire de l'eau ou reste en surface. La nymphe quitte alors l'exuvie nymphale et l'insecte ailé naît et s'envole rapidement.

L'adulte ne se nourrit pas, il va vivre quelques jours après l'émergence pour se reproduire et pondre. Dans d'autres cas, la reproduction ne se fait que plus tard. Les larves de Trichoptères constituent une source de nourriture pour de nombreux invertébrés ou pour les poissons. La prédation est réduite sur les nymphes puisque l'émergence est nocturne. Quant aux adultes, ils constituent des proies pour les oiseaux et les chauves-souris. (In Satha, 2014).

2.3.4. Techniques d'identification

Les imagos de Trichoptères sont de taille moyenne variant de 5 mm (Hydroptilidae) à 20 mm environ (Phryganeidae et certains Limnephilidae). Ils sont reconnaissables à la disposition des ailes qui, chez l'animal au repos, sont disposées en forme de toit sur l'abdomen (Fig. 40) (in Meziane, 2009).

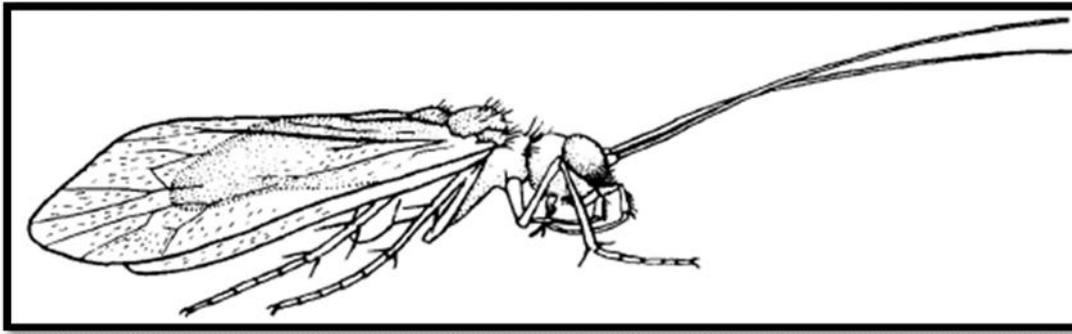


Figure 20: Imago de Trichoptère (in Meziane, 2009)

2.4. Les Diptères

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

- ✓ **Les Nématocères** : Dont les antennes sont formées de plus de trois articles jusqu'à six
- ✓ **Les Brachycères** : Dont les antennes sont courtes est toujours formées par trois articles.

2.4.1. Classification

Tableau 7 : Les différentes Super-familles et familles des Nématocères (in Satha, 2014)

Sous-Ordre	Nématocères				
Super-Famille	PSYCHODOID EA	PTYCHOPTEROID EA	CULICOIDE A	CHIRONOMOID EA	Tipuloidea
Famille	Psychodidae	Ptychopteridae	Blepharicid ae Dixidae Chaoboridae Culicidae	Simuliidae Thaumaleidae Ceratopogonidae Chironomidae	Tipulidea Cilindrotomid ae Limoniidea

Tableau 8 : Les différentes Super-familles et familles des Brachycères (in satha, 2014)

Sous-Ordre	Brachycères					
Super-Famille	EMPIDOIDEA	TABANOIDEA	SYRPHODEA	EPHIDROIDEA	SCIOMYZOIDEA	MUSCOIDEA
Famille	Empididae Dolichopididae	Rhagionidae Athericidae Tabanidae	Syrphidae	Ephidridae	Sciomyzidae	Anthomyidae

2.4.2. Morphologie

✓ Les larves :

- Absence de pattes thoraciques qui peuvent être remplacées par des pseudopodes ou des bourrelets locomoteurs
- La capsule céphalique peut-être individualisée (eucephale), rétractile dans les premiers segments thoraciques ou totalement régressée (larve acéphale). Le corps comprend de onze à quinze segments dont les trois premiers sont thoraciques, les téguments sont membraneux jamais sclérifiés.
- La respiration peut se faire par des téguments (type apneustique : Chironomidae), par des branchies trachéennes (Tipulidae) ou branchies sanguines chez Chironomus. D'autres larves ont des stigmates postérieurs (metapneustiques : Tipulidae), qui peuvent s'ouvrir à l'extrémité d'un siphon qui s'ouvre à la surface et peuvent être pourvus d'une rosette de soies hydrofuges (cas des Ptychopteridae et les Tabanidae) ou des stigmates antérieurs (amphipneustiques).
- Chez certaines familles, la larve possède une filière labiale qui lui permet de tisser un étui mobile comme les Trichoptères (Simuliidae) qu'elles fixent au substrat.

✓ **Nymphes** : Elles sont libres chez les Nématocères mais enfermées dans la dernière exuvie larvaire chez de nombreux Brachycères. Chez les Chaoboridae et les Culicidae, la nymphe est mobile et a des palettes natatoires à l'extrémité de l'abdomen, chez d'autres familles il y a des processus respiratoires plus ou moins ramifiés portés par le thorax (Simuliidae, Chironomidae) ou l'abdomen (Empididae). Elles peuvent être aquatiques et mobiles ou aquatiques et fixes.

✓ **Adultes** : Ils sont caractérisés par une paire d'ailes (ailes antérieures) les ailes postérieures sont transformées en organe d'équilibration: Le balancier. L'appareil buccal est de type lécheur (majorité des diptères) ou lécheur-piqueur (Simuliidae, Tabanidae..) ou piqueur (Culicidae) (in Satha 2014)

2.4.3. Biologie et écologie

La reproduction est de type sexué. il ya des cas de parthénogenèse chez les chirononides. Les adultes ont une capacité de vol importante ce qui permet la dispersion. Le nombre d'oeufs pondus est très variable de quelques centaines à des milliers. La durée du cycle vital est de quelques semaines (Culicidae et Chironomidae) à un ou deux ans (Tabanidae).

Les Diptères sont répartis dans toutes les régions du monde (milieux salés, sources chaudes, flaques de pétrole); les Diptères ont de grandes capacités d'adaptation à vivre dans des conditions extrêmes. Le régime alimentaire est très varié:

- Des formes broyeur-détritivores (Tipulidae)
- Racleuses de substrat (Chironomidae)
- Filtreuses (Culicidae, Syrphidae, Chironomidae et Simuliidae)
- Prédatrices (Chaoboridae, Athericidae, Empididae et les Tabanidae)
- Parasites (phorésie) de certaines larves de Chironomides aux dépens de larves d'Ephéméroptères.

Les larves de Diptères sont une source de nourriture pour de nombreux invertébrés et poissons. Vis à vis des hommes , les Diptères sont une source de nuisance à cause des femelles qui présentent un régime hématophage(Culicidae, Simuliidae, Tabanidae) (in satha 2014).

➤ Les Chironomidae

Les Chironomidae est une famille nombreuse et diversifiée de mouches. Ils sont communément appelés "mouche non piqueurs." Il ya plus de 20.000 espèces connues dans le monde entier, y compris 2.000 dans le néarctique. Mouches adultes sont relativement petits (1-20 mm de long), avec de longues pattes. Ils sont souvent confondus avec les moustiques, mais aucun membre de cette famille n'est sanguin. Les adultes se nourrissent de nectar ou de substances similaires. Larves de Chironomidae sont presque toutes aquatiques, et sont une partie très importante de nombreux écosystèmes d'eau douce. Tant en nombre et en diversité, ils sont souvent le plus grand groupe de consommateurs primaires dans ces systèmes. Ils colonisent une large variété d'habitats: Des estuaires saumâtres, trous d'arbres et dans de faibles teneurs en oxygène des sédiments lacustres à des ruisseaux de montagne à débit rapide [4].



Photo 5 : larve de chironomidé[4]

➤ **Les Simuliidae** : larve eucéphale. Corps renflé dans la partie postérieure, celle-ci terminée par un disque en forme de ventouse entouré d'une couronne de crochets. Un unique pseudopode thoracique. les larves sont fixées au substrat par leur ventouse postérieure. Les nymphes sont dans un cocon tissé par la larve de dernier stade; La nymphe est fixée par sa face ventrale. Les femelles adultes ont des capacités importantes de dispersion et sont hématophages. Elles constituent une véritable nuisance pour l'homme et le bétail (in Satha 2014).

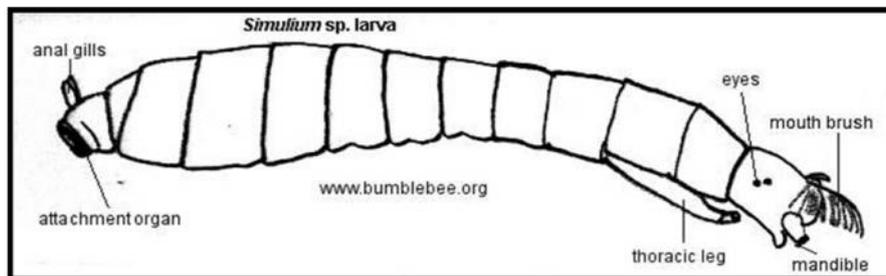


Figure 21 : larve simuliidae

➤ **Les Tipulidae**

Tête partiellement sclérifiée, rétractile dans les premiers segments thoraciques. L'extrémité de l'abdomen terminée par une cupule respiratoire où s'ouvrent les stigmates postérieurs entourée de six, plus rarement huit lobes égaux. Ventralement, on trouve les branchies trachéennes. Larves détritivores se trouvant le plus souvent à proximité des rives dans les débris organiques plus ou moins fortement décomposés. (in Satha , 2014)

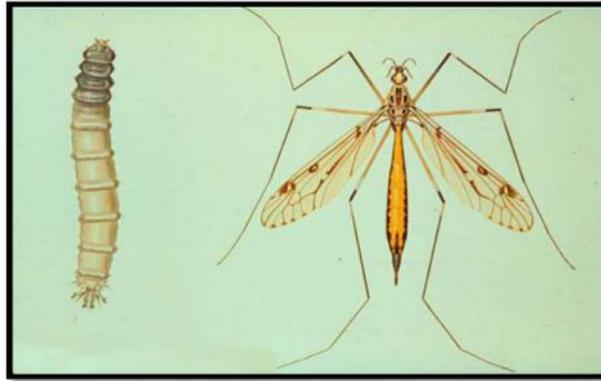


Photo 6 : à gauche larve tipulidea ; à droite adulte Tipulidea[5]

➤ **Les Tabanidae**

- ✓ Insectes au vol rapide et souvent stationnaire. Abdomen avec des triangles de couleur. Dans les pâturages et bords des rivières, souvent près des animaux. Visible de mai à août. Larves dans la boue en bord de rivière. [5]



Photo 7 : larve Tabanidea[6]

➤ **Les Limoniidae**

Les Limoniidae sont proches des Tipulidae, ce sont des insectes au corps allongé, aux longues ailes étroites et aux longues pattes fines. Ils ont également une suture en V sur le thorax, les deux nervures anales qui vont jusqu'au bord de l'aile et les nervures transverses à partir du centre de l'aile. Leurs antennes ont entre 14 et 16 articles. Leurs palpes labiaux sont courts. Les ailes au repos sont généralement placées à plat dans l'axe du corps. [6]

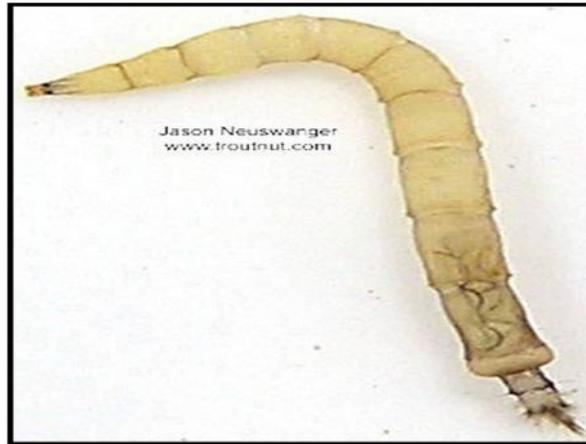


Photo 8 : larve Limonidea[7]

2.5. Les Coléoptères

Les Coléoptères constituent le principal ordre d'insectes, connus depuis le Permien et sont l'ordre le plus ancien des insectes holométabole. Chez tous les Coléoptères, les nymphes exceptées (Chrysomelidae Donaciinae, Noteridae) sont toujours terrestres. Chez les Dyticidae et les Elmidae, larves et adultes sont aquatiques. Tandis que chez (Scirtidae, Psephenidae, Chrysomelidae Donacidae) les larves sont aquatiques; enfin les (Hydraenidae, Hydrochidae et les Helophoridae) seuls les adultes sont aquatiques (Tachet et al, 2012)

2.5.1. Morphologie

➤ **Les larves:** Elles sont très polymorphes, de tailles variées du millimètre pour hydroscapha à 6 centimètres pour Hydrophilus. La tête est entièrement sclérifiée

La tête: Constitue une capsule céphalique entièrement sclérifiée, yeux constitués de stemmates. Les antennes sont à quatre articles; Les mandibules de type broyeur..... (In Satha, 2014)



Photo 9: larve hydroscapha[8]

Le thorax: Le prothorax est plus développé que les deux autres segments. Les tergites peuvent être sclérifiés ou membraneux, les branchies sont dorsales ou ventrales, les pattes thoraciques sont toujours présentes. La morphologie des trois paires de pattes est souvent similaire, elles sont frangées de soies natatoires.

Critère d'identification: Le nombre d'articles constituant les pattes permet de différencier les Adepnaga des deux autres sous-ordres de Coléoptère. Chez les Adepnaga la patte comprend cinq articles: hanche, trochanter, fémur, et tarse, ce dernier portant une ou deux griffes terminales; Chez les Polyphaga et les Myxophaga, la patte ne comprend que quatre articles: Hanche, trochanter, fémur, tibio-tarse portant ou non des griffes.

L'abdomen: Comporte 8 à 10 segments visibles. Soit des branchies latérales et /ou dorsales, des pseudopodes. L'extrémité de l'abdomen peut présenter des variations importantes: porter des appendices articulés pairs tels que les **urogomphes** (Dytiscidae), quatre crochets (Gyrinidae).....ou les derniers segments peuvent former un atrium respiratoire (Hidophilidae) (in satha, 2014)



Photo 10 : larve Hidophilidae[9]

➤ **Les nymphes:** Elles sont terrestres chez la grande majorité des Coléoptères aquatiques. Chez les Donaciinae et les Noteridae, les nymphes sont dans un cocon sous l'eau mais rempli d'air.

2.5.2. Biologie et écologie

✓ **Les larves:** L'appareil buccal est de type broyeur et leur régime alimentaire est varié: Herbivores stricts (Curculionidae), des détritivores, des algivores et des carnivores. La respiration des larves correspond à 4 types:

- 1- Directement à travers les téguments (Larvules et genres de petite taille)
- 2- Stigmates s'ouvrant à l'extrémité de l'abdomen (Dytiscidae)
- 3- Branchies trachéennes (Gyrinidae)
- 4- Crochets stigmatiques que la larve enfonce dans les canaux aérifères d'un hydrophyte (Donaciinae)

✓ **Les adultes**

L'appareil buccal est de type broyeur, certains sont prédateurs, mais la majorité détritivore-algivore. Chez les adultes, la respiration se fait grâce aux stigmates qui s'ouvrent dans la cavité sous-élytrale (Dytiscidae). La durée de vie est de un an à plusieurs années, le nombre d'oeufs est très variable de un oeuf à plusieurs centaines; ils sont isolés ou rassemblés dans une ponte. L'oviposition se fait dans l'eau pour les groupes à larves et adultes aquatiques; ou peut se faire près de l'eau (Scirtidae) et quelques Dyticidae ont des pontes endophytiques. La majorité des Coléoptères ont trois stades larvaires mais les Elmidae ont cinq ou six stades larvaires. La nymphose a lieu à terre dans une logette construite par la larve de dernier stade, mais pour les Noteridae, Donaciinae et Curculionidae, elle se passe dans le milieu aquatique dans un cocon rempli d'air.

Les Coléoptères colonisent tous les habitats d'eaux continentales, les larves peuvent se retrouver dans les milieux interstitiels à plusieurs centimètres des sédiments; Les larves sont marcheuses, les adultes de nombreux genres sont marcheurs, mais certains genres sont nageurs en pleine eau (Dytiscidae et Hydrophilidae) ou en surface (Gyrinidae). La dispersion est assurée par le vol des adultes qui peuvent temporairement quitter le milieu aquatique. (in Satha ,2014)

2.6. Les Odonates

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

2.6.1. Classification

Tableau 9 : Les différents sous-ordres et familles des Odonates
(in Satha ,2014)

Sous-Ordre	Anisoptère	Zygotère	Anisozygotère
Familles	Aeshnidae	Calopterigidae	Epiophlebiae
	Gomphidae	Lestidae	
	Cordulegastridae	Platycnemididae	
	Cordulidae	Epallagidae	
	Libellulidae	Coenagrionidae	

2.6.2. Morphologie

➤ **Les larves:** Elles sont caractérisées par la présence d'un labium transformé en organe préhenseur (le masque)

✓ **La tête:** Peu mobile , porte des antennes multiarticulées dont le nombre des articles ne dépasse pas sept. Les yeux sont composés sont bien développés. Le labre est transversal, les mandibules présentent un lobe incisif avec des dents. Le labium comprend un mentum et un prémentum ce dernier porte des palpes labiaux portant eux-mêmes du côté interne des dents

✓ **Le thorax:** se divise en deux parties le prothorax et le méso-métathorax. Les pattes sont longues et servent à la locomotion. Les fourreaux alaires sont parallèles . Les tarsi sont de trois articles et se terminent par deux griffes.

✓ **L'abdomen:** Formé de dix segments porte des épines sur l'axe médio-dorsal et sur les bords latéraux-postérieurs des derniers segments abdominaux. L'extrémité de l'abdomen permet de différencier les deux sous-ordres: Chez les zygotères l'abdomen se prolonge par des lamelles caudales foliacées; Chez les Anisoptères, l'extrémité est une pyramide anale ou appendices anaux (in satha, 2014)

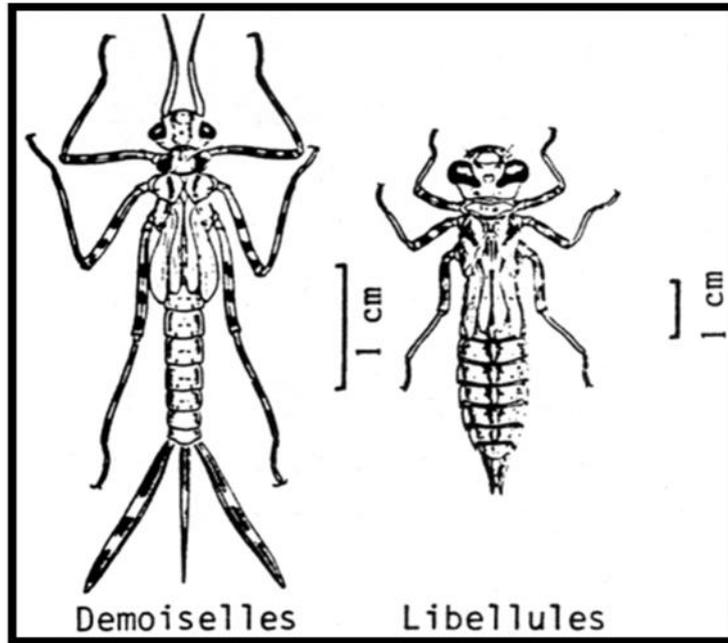


Figure 22 : larve odonate [10]

2.6.3. Critères d'identification

➤ **Les adultes:** La tête est volumineuse, les yeux composés sont très développés, séparés chez les Zygoptères et les Gomphidés et se touchent chez les autres Anisoptères. Les antennes courtes, les ocelles sont présents. Labre, maxilles et mandibules sont de même type que chez les larves cependant le labium est non proctactile. La tête est très mobile par rapport à l'axe du corps. Le prothorax est réduit, le synthorax qui est formé du méso et métathorax porte les ailes et les pattes médianes et postérieures. Les pattes sont allongées et grêles. les ailes possèdent une nervation dense, chez les Anisoptères, les ailes antérieures sont plus étroites que les ailes postérieures. L'abdomen est plus long que chez les larves.(in satha ,2014)



Photo 11 : adulte demoiselle [11]

2.6.4. Biologie et écologie

Les larves sont prédatrices et se nourrissent de proies vivantes qu'elles chassent à l'affût. A la fin de la vie larvaire, les larves gagnent un support et subissent la mue imaginale. L'adulte est également prédateur. La reproduction est originale: Le mâle doit d'abord effectuer un transfert du sperme (il recourbe son abdomen en ramenant l'orifice génital (neuvième segment) au contact de l'appareil copulateur (deuxième segment) ensuite la femelle recourbe son abdomen pour joindre son orifice génital à l'organe copulateur du mâle) il y a alors formation du cœur copulateur. La ponte peut -être endophyte (dans les tissus des plantes), épiphyte (à la surface de la végétation) ou exophyte (dans l'eau); le nombre d'œufs varie de quelques centaines à des milliers, ils peuvent se développer directement ou passer par une diapause. Il y a de 7 à 15 stades larvaires et le développement varie de un à cinq ans. La respiration chez les Zygoptères se fait grâce aux lamelles caudales qui assurent une absorption efficace de l'oxygène que le reste du corps (**Pennack & Mac Call, 1944 in Corbet 1955**). Chez les Anisoptères, la respiration se fait grâce à des branchies situées sur la surface interne du rectum (**Corbet 1954**). L'eau est renouvelée continuellement par des mouvements de pompage assurés par des muscles segmentaux dorso-ventraux (4,5) et des bandes de muscles transverses . Ils sont présents dans les milieux lenticulaires, certaines familles comme les Calopterygidae, les gomphidae, les Cordulegastridae ont une affinité envers les milieux lotiques(**Tachet et al ,2012**)

2.7. Les Hémiptères

Les Hétéroptères constituent un ordre qui, avec celui des Homoptères, forme le superordre des Hémiptéroïdes, caractérisé par des pièces buccales modifiées en un rostre piqueur -suceur. Ce rostre ou bec, comporte deux canaux: l'un conduit la salive, l'autre permet l'absorption des liquides vers le pharynx.

Les Hétéroptères se différencient des Homoptères par la constitution originale de leurs ailes antérieures ou hémélytres. Celles-ci sont composée de 2 parties inégales : une partie sclérotinisée, la corie et une partie membraneuse, la membrane. (Bérenger,2009)

2.7.1: Classification : Ils se divisent en deux sous-ordres: Les Hétéroptères et les Homoptères

Tableau 10 : Infra-ordres et familles des Hémiptères (in Satha 2014)

Infra-Ordre	
Nepomorpha	Gerromorpha
Familles	
Pleidae Naucoridae Aphilecheiridae Nepidae Corixidae	Hydrometridae Mesoveliidae Veliidae Gerridae

2.7.2: Morphologie

➤ **La tête:** Les yeux sont composés chez la larve et l'adulte, les antennes ont de un à cinq articles, le rostre est dirigé antérieurement, un labium dont les palpes labiaux et maxillaires ont disparu. Labre, maxilles et mandibules sont transformés en stylets qui délimitent un canal salivaire ou un canal d'aspiration

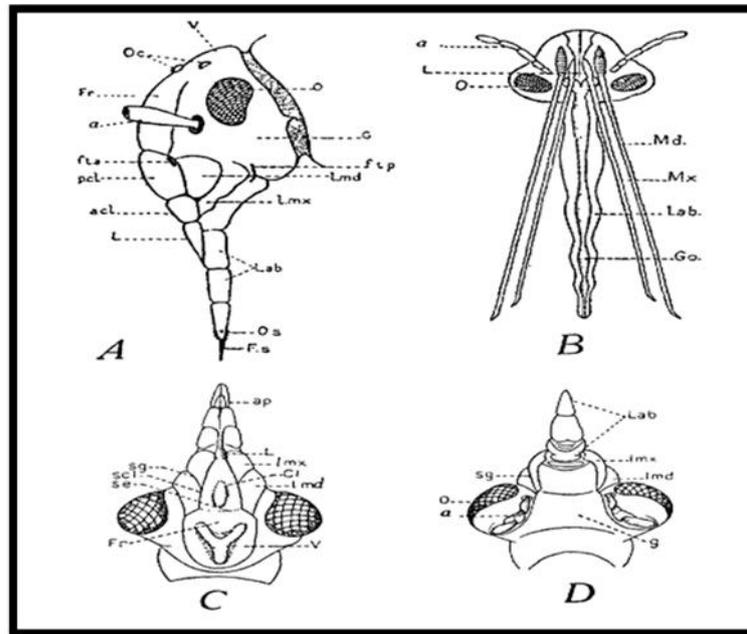


Figure 23 : schéma de la tête des Hémiptères (In WEBER 2007)

➤ **Le thorax:** Au niveau du mésothorax, il existe une pièce triangulaire: Le scutellum (écusson), les pattes sont de formes variées, le tarse a 1 à 3 articles chez l'adulte et 1 seul chez la larve. Il y a 1 ou 2 griffes. Les ailes antérieures sont rabattues à plat sur

l'abdomen et présentent une partie proximale sclérifiée et une partie membraneuse, les ailes postérieures sont membraneuses

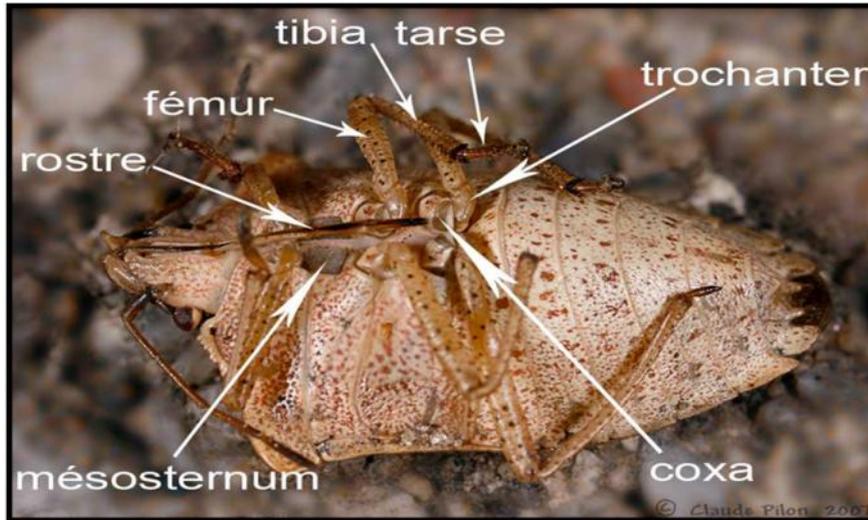


Photo 12 : Héteroptères adulte [12]

- **L'abdomen:** En général, les derniers segments sont modifiés et constituent l'armure génito-anale. Chez l'adulte, on distingue le plus souvent, ventralement, cinq segments abdominaux; on en compte six dorsalement. (Poisson ; 2007).

2.7. 3: Biologie et écologie

Il ya 5 stades larvaires, la respiration aux deux premiers stades se fait à travers les téguments, l'oxygène est stocké dans l'espace compris entre les ailes et l'abdomen. La ponte est endophytique, le cycle est monovoltine rarement bi ou polyvoltine. Les Nepomorpha sont des Héteroptères aquatiques cependant les adultes peuvent quitter temporairement le milieu aquatique. Ils sont prédateurs, cependant, certains corixidae sont détritivores ou consommateurs d'algues. Les Gerridae sont des prédateurs (cadavres d'insectes ou invertébrés tombés dans l'eau.(in Satha , 2014)

2.8. Les Annélides

L'embranchement des Annélides rassemble des vers à sang rouge, à corps très allongé, mou, et dont la peau, qui offre souvent des reflets irisés, est divisée transversalement en un grand nombre d'anneaux. Presque tous les Annélides sont marins et respirent par des branchies extérieures, de forme et de position très variables; beaucoup sont armés de mâchoires cornées et attaquent même les petits poissons [7].

2.8.1. Les Oligochètes

➤ **Classification:** Voir tableau 11 Ci-dessous

**Tableau 11 : Les différentes familles des Oligochètes et des Achètes
(in Satha , 2014)**

Embranchement	Classes	Familles
Annelides	Oligochètes	Naididae Haplotaxidae Tubificidae Lumbriculidae Enchytraeidae Proppapidae Lumbricidae Sparganophilidae
	Achètes ou Hirudinées	Glossiphoniidae Piscicolidae Hirudidae Herpobdellidae
	Polychètes	

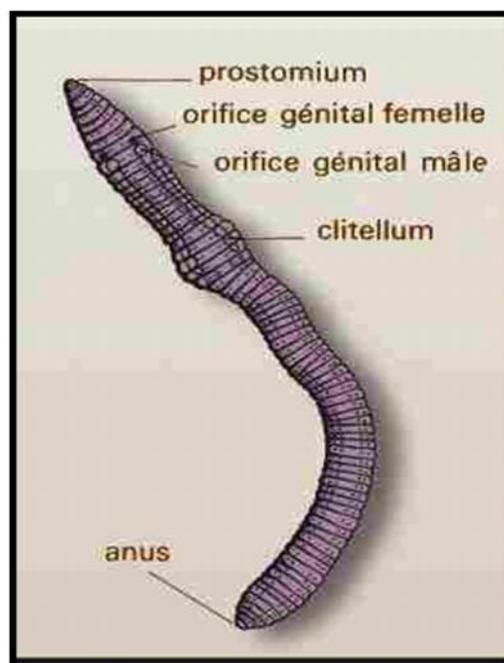


Figure 24 : Vue ventrale du Lubricus [13]

➤ **Morphologie:** Ce sont des Annélides caractérisés par la présence de deux paires de soies: une paire latéro-dorsale et une paire latéro-ventrale. Les individus matures présentent un épaissement glandulaire, le clitellum en relation avec l'appareil génital.

➤ **Biologie et écologie**

Les Oligochètes sont hermaphrodites, la reproduction sexuée aboutit à la formation de cocons, le développement est direct. Il sort du cocon des Oligochètes miniatures. La reproduction peut également être asexuée (scissiparité) avec soit fragmentation en plusieurs individus puis régénération, soit paratomie: constitution de chaînes d'individus, les zoïdes. La durée de vie est de quelques semaines ou quelques mois, voire quelques années pour certains Tubificidae. De nombreuses espèces sont cosmopolites. Les Naididae et les Tubificidae sont exclusivement aquatiques (eaux douces dans de rares cas en milieu saumâtre). De très nombreuses espèces sont fousseuses, détritivores se nourrissant de matières organiques en décomposition mais certaines espèces sont algivores (*Stylaria lacustris*), d'autres carnivores (*Chaetogaster diaphanus*). Ils constituent une source de nourriture pour de nombreux macroinvertébrés et pour les poissons. La dispersion reste limitée et la dissémination peut se faire passivement par le courant.(in satha , 2014)

2.8.2. Les Achètes

Les Hirudinées ou Sangsues ont beaucoup d'affinités avec les Oligochètes. Le qualificatif d'Achètes indique bien le caractère retenu pour singulariser la classe, mais cette absence totale de soies connaît quelques exceptions [8].

➤ **Classification**

**Tableau 12 : Sous -Ordre et familles des Achètes
(In Satha, 2014)**

Sous-Ordres		
Rhynchobdelliformes	Gnathobdelliformes	Pharyngobdelliformes
Familles		
Glissipholiidae Piscicolidae	Hirudidae	Erpobdellidae

➤ **Morphologie:** Tous les Achètes présentent une ventouse antérieure, où s'ouvre la bouche et une ventouse postérieure. L'anus est dorsal et s'ouvre en avant de la ventouse postérieure. Le corps est segmenté.

➤ **Biologie et écologie:** Les Achètes sont Hermaphrodites, la reproduction est exclusivement sexuée et croisée, il y a formation de cocons où les oeufs sont déposés, ce dernier est soit collé au substrat (Piscicolidae, Erpobdellidae) ou à la face ventrale du géniteur qui va le transporter jusqu'à l'éclosion des sangsues. Le développement est direct. La durée de vie est de plusieurs années, pour les espèces hématophage, elle est d'une année. On les trouve dans les milieux stagnants et lotiques. Ils sont résistants à des conditions d'hypoxie: Ce sont les seuls prédateurs des milieux où la pollution organique est élevée. Les sangsues sont soit prédatrices: elles perforent les téguments des proies pour en aspirer l'hémolymphe ou parasites en pompant le sang de l'hôte (vertébré). La dispersion est assurée soit par les jeunes emportés par le courant ou bien par les cocons emportés par l'homme ou d'autres animaux quant aux espèces parasites, c'est l'hôte lui-même qui assure la dissémination. (in satha, 2014)

2.9. Les Gastéropodes : Les Gastéropodes sont des Mollusques devenus asymétriques du fait de la torsion subie par le viscéropallium, mais qui, en de nombreuses circonstances, se trouvent être secondairement symétriques. Extérieurement, c'est l'enroulement en spirale de la masse viscérale enclose dans une coquille typiquement hélicoïdale qui, très souvent, rend cette asymétrie apparente au premier coup d'œil [12].

2.9.1. Classification

Tableau 13 : Les sous-classes et familles des Gastéropodes (In Satha 2014)

Classe	Gastéropodes	
Sous-Classes	Prosobranches	Pulmonés
Familles	Viviparidae Neritidae Valvatidae Bithyniidae Hydrobiidae	Ancyliidae Acroloxidae Ferrissiidae Planorbidae Lymnaeidae Physidae

2.9.2. Morphologie

Prosobranches	Pulmonés
Coquille spiralée, fermée par un opercule calcaire , elle est généralement dextre (à droite), les yeux sont à la base des tentacules	Coquille spiralée conique, soit patelliforme, elle peut - être dextre ou senestre, la cavité palléale est transformée en poumon à orifice unique: le pneumostome

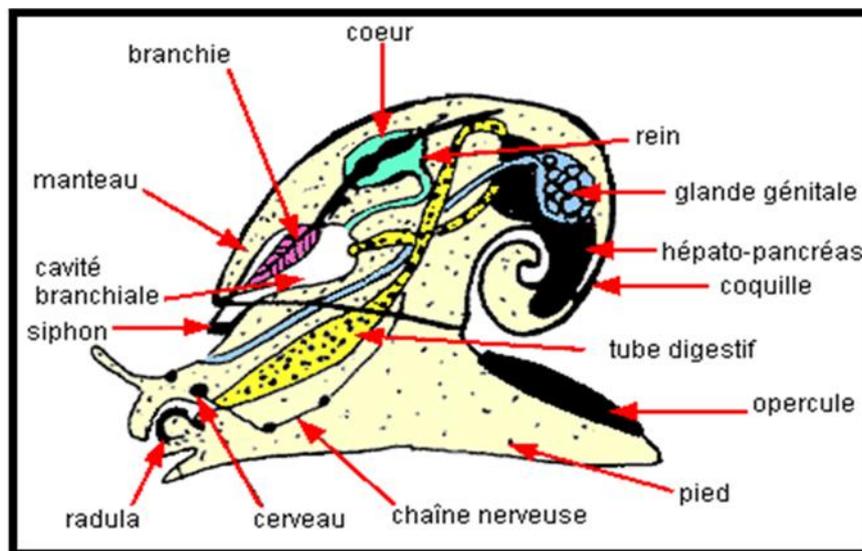


Figure 25 : Organisation d'un gastéropode prosobranch (branchies vers l'avant) [14].

2.9.3. Biologie et écologie

Les pulmonés sont toujours hermaphrodites, les sexes sont séparés chez les Prosobranches. Les femelles des pulmonés collent leurs oeufs au substrat. La reproduction va du printemps à l'été; Le développement est direct, la durée de vie est de 9 à 15 mois. Il ya monovoltinisme ou bivoltinisme (une génération en été et une autre au printemps). Il ya hibernation et estivation les espèces secrètent alors un épiphragme. Les Gastéropodes sont herbivores, détritvovres. La dispersion se fait grâce aux oiseaux et lors des crues. (in Satha 2014)

2.10. Les Bivalves

Proche parent de l'huître perlière, l'avicule est un fragile bivalve qui peut mesurer 10 cm d'envergure. Il n'est pas soudé à la roche, mais simplement fixé au substrat, et bien souvent au coralligène des tombants (gorgones).

2.10.1. Classification

Tableau 14: Super-Famille et Familles des Bivalves

Super-Famille		
UNIONACAE	DREISSENACEA	CORBICULACAE
Famille		
Margaritiferidae	Dreissenacae	Sphaeriidae
Unionidae		Corbiculidae

2.10.2. Morphologie

- 1- Position du crochet (umbo), la présence de muscles adducteurs identiques ou dissymétriques
- 2- Les deux cténidies (branchies)
- 3- La structure du bord postérieur du manteau et la manière dont sont agencées les ouvertures inhalante et exhalante. (In Satha 2014)

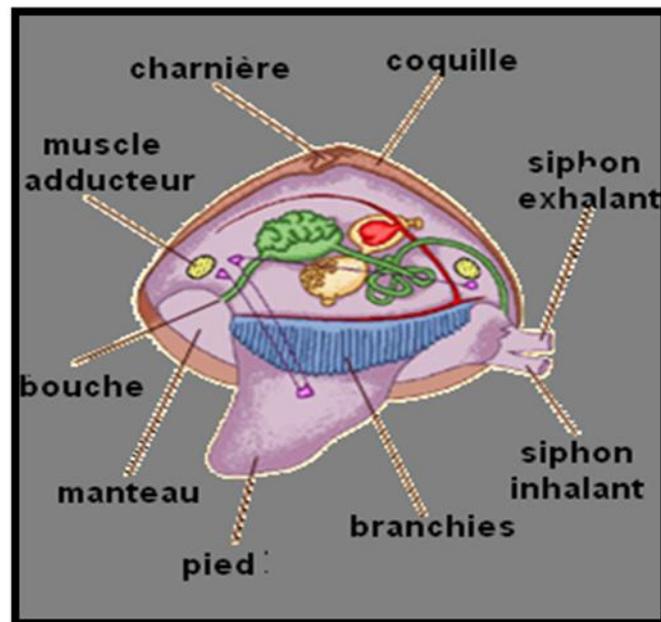


Figure 26 : Anatomie bivalve [15].

2.10.3. Biologie et écologie

Les Sphaeriidae sont hermaphrodites, les Unionacae et les Dreissenacae ont les sexes séparés. La période de reproduction s'étend de la fin de l'hiver jusqu'au début de l'automne. Après la fécondation, le développement se poursuit dans la demi-cténidie externe, puis il ya libération par le siphon exhalant d'une larve particulière glochidium pourvue d'un long filament et porte des crochets au bord des valves. Ces larves se fixent sur les nageoires des poissons où elles se trouvent enkystées par les réactions de l'hôte.

Après quelques semaines, elles crèvent les parois du kyste et tombe sur le fond où elle va poursuivre son développement. La longévité est de 30 ans (Unionidae), 100ans ou plus chez les Margaritiferidae (Mouthon, 1982), de 3 à 4ans chez les Sphaeriidae. Ce sont des filtreurs (phytoplancton, bactéries et fins débris organiques). Ce sont les hôtes de nombreux parasites (Trématodes). La prédation est le fait des Crustacés, poissons et oiseaux; La dispersion est assuré par les poissons, elle est facilitée par le byssus qui leur permet de se fixer sur un support rigide (coque de bateau). (in satha 2014 ; in Henri Tachet)

2.10.4. Critères d'identification

La détermination au niveau spécifique est basée uniquement sur les parties molles; Pour les Unionacae, l'identification des principaux genres repose sur la coquille qui présente une grande variabilité. (in satha 2014 ; in Henri Tachet)

2.11. Les Crustacés:

2.11.1. Classification

**Tableau 15 : Sous-Classes, Ordres, Sous-ordres et Familles des Crustacés
(Tachet et al, 2012)**

Sous-Classes	BRANCHIOURES	BRANCHIOPODES	MALACOSTRACES			
Ordre		Anostracés Conchostracés	Amphipodes	Isopodes	Décapodes	
Sous-Ordre					Macroures	Brachyoures
Familles			Gammaridae Niphargidae Crangonyctidae Corophiidae Talitridae	Asellidae	Atyidae Astacidae Cambaridae	Grapsidae Potamonidae

2.11.2. Morphologie

Les Amphipodes se caractérisent par un aplatissement latéral, les antennes sont presque de même taille excepté chez les Corophiidae où les antennes présentent un fort développement. Chez les premières familles (voir tableau ci-dessus) les péréipodes 4 et 5 sont dirigés vers l'avant et les péréipodes 6,7et 8 sont dirigés vers l'arrière. (In Satha 2014 ; in Henri Tachet)

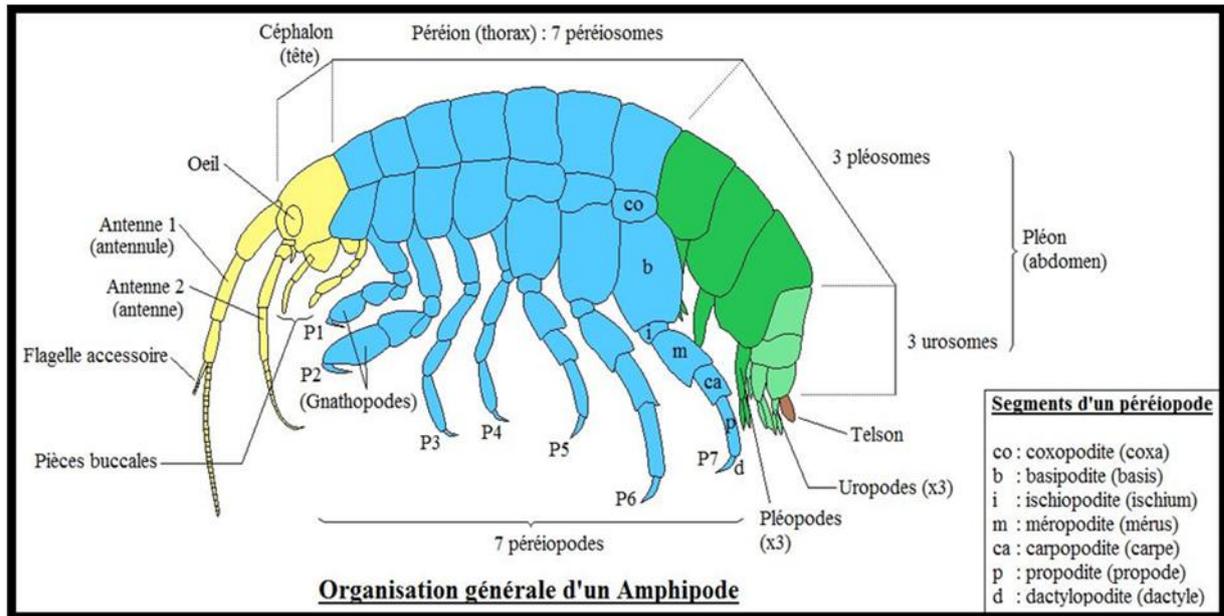
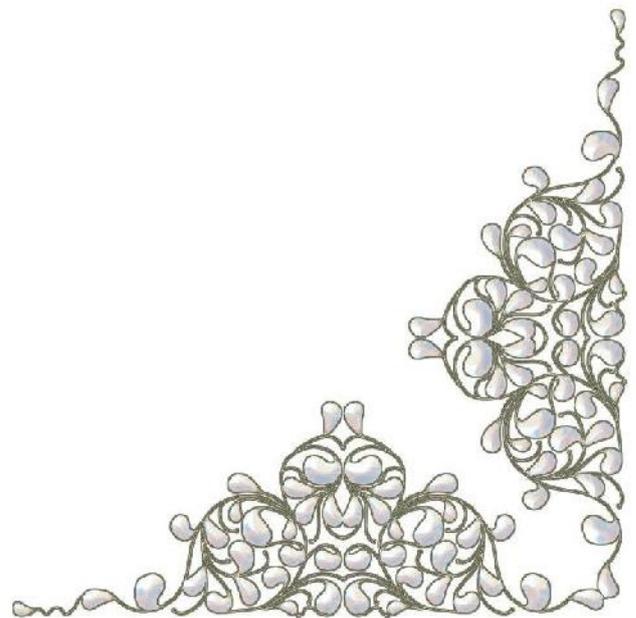


Figure 27 : organisation générale d'un Amphipode [16].

2.11.3. Biologie et écologie: Le nombre d'œufs par femelle varie de 2 à 35, il ya 8portées par femelle et par an. Les amphipodes muent pendant toute leur vie. Les espèces sont détritivores et sont des proies aux poissons, oiseaux et aux sangsues. Les Gammaridae occupent tous les types d'habitats lotiques, lénitiques, des eaux douces aux eaux saumâtres.

Chapitre 3

Matériel et méthodes



Nous avons effectué plusieurs sorties sur le terrain, le traitement des données biologiques et la mesure de quelques paramètres physico-chimiques ont été réalisés au niveau du laboratoire de pédagogie de l'université de Guelma.

3.1. Matériel d'étude

3.1.1. Sur le terrain

- ✓ Une paire de bottes
- ✓ Une épuisette
- ✓ Un décamètre
- ✓ Un multiparamètre
- ✓ Un tamis
- ✓ Un chronomètre
- ✓ Des bouchons en liège
- ✓ Un manche gradué
- ✓ Des bouteilles en plastique
- ✓ Des flacons en verre
- ✓ Des étiquettes
- ✓ Des fiches techniques
- ✓ Un carnet de terrain
- ✓ Un appareil numérique
- ✓ Un (GPS)



Photo 13 :Un GPS-24

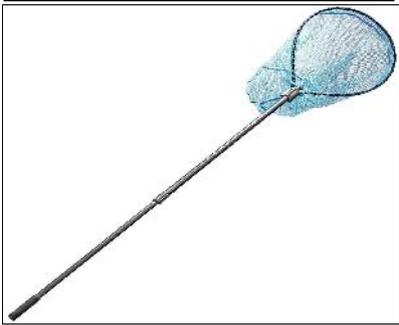


Photo 14 :Une épuisette [16]



Photo 15 :Un chronomètre [18]



Photo 17 :Bouchon en liège[23]



Photo 16 :Un décamètre [17]



Photo 18 :Paires de bottes [15]



Photo 19 :Un tamis [19]



Phot 20 :Appareil numérique [22]



Photo 21 :Un carnet[20]

3.1.2. Au laboratoire

- ✓ Un pH-mètre
- ✓ Un turbidimètre
- ✓ Des flacons en verre
- ✓ Des flacons en plastique
- ✓ Des pinces
- ✓ Des pinceaux
- ✓ Guides d'identification des macro-vertébrés
- ✓ De l'éthanol à 5°
- ✓ Une loupe binoculaire
- ✓ Des boîtes de pétri
- ✓ Des gants
- ✓ Des passoires
- ✓ Une cuve



Flacons en plastique



Flacons en verre



Des passoire



Boîtes de pétri



Des gants



Pinces et pinceaux



Un pH-mètre



Un turbidimètre



Loupe binoculaire



Photo 22 :Une cuve [21]

3.2. Méthode de travail

3.2.1 Choix des sites

Notre travail s'est étalé sur la période de Janvier à Avril 2015, où on a réalisé six sorties. Nous avons choisi des stations à proximité de la route et ceci pour des raisons sécuritaires et pour une meilleure facilité de l'échantillonnage.

Quatre stations ont été choisies sur les principaux affluents de la Seybouse d'amont en aval :

- Station1 sur Oued Sabath
- Station2 sur Oued Zenati
- Station 3 à Hammam Debagh (Chedakha)
- Station 4 sur Bouhamdane à Medjaz Amar

3.2.2 Plan d'échantillonnage

Nous avons autant que possible essayé de respecter le rythme de l'échantillonnage (deux sorties par mois) mais les conditions hivernales de cette année ont été très rudes et plusieurs de nos sorties ont été différées. Pour l'échantillonnage, nous avons essayé au maximum de respecter la durée de temps imparti (45 minutes) dans chaque station.

❖ Sur le terrain

Arrivés au site, nous notons la date de la sortie, l'heure de l'échantillonnage ainsi que les conditions météorologiques. Par la suite, nous procédons à la mesure et au relevé de quelques facteurs abiotiques tels que la température de l'eau, l'oxygène dissous en mg/l et en pourcentage %, la conductivité, la salinité, la vitesse de l'eau, la profondeur du lit et la largeur du lit ainsi que la couleur de l'eau.

NB: Nous prélevons à chaque sortie un échantillon d'eau de chaque station afin de déterminer le pH et la turbidité au laboratoire.



3.2.2.1. Les paramètres physico-chimiques

➤ Paramètres physiques

- **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 oxygène. La surface peu profonde permet à l'air de se diffuser largement et de bien se mélanger, par contre dans les lacs, la profondeur est telle qu'elle conduit à la stratification thermique. 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, elle conditionne la vitesse de l'écoulement (In Meziane, 2009).
- **La vitesse du courant**: 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, diffère de celle des eaux stagnantes et présente des caractères d'adaptation qui permettent aux animaux de se protéger ou de lutter contre le courant : appareils d'accrochage (crochets, ventouses des larves d'insectes), aplatissement dorso-ventral du corps permettant aux animaux de glisser plus facilement sous les pierres pour s'y abriter du courant (in Touati 2008). Les mesures sont effectuées à l'aide d'un

bouchon en liège lâché en surface du cours d'eau sur une distance de 10m, le temps est mesuré par un chronomètre.

Tableau 16 : Normes de vitesse de l'eau selon l'échelle de Berge (Haouchine, 2011)

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

➤ Paramètres abiotiques

- **La température de l'eau (°C):** La température est le facteur abiotique le plus important qui affecte la dynamique des populations (CHAKRI, 2007). C'est un facteur essentiel dans la vie des eaux de surfaces. Elle favorise la fermentation qui agit comme pollution additionnelle et qui diminue la teneur en oxygène dissous. Des températures élevées de l'eau peuvent détruire la faune et la flore présente dans l'eau et favoriser le développement d'espèces peu utiles telles les algues (in Touati, 2008). La mesure de la température a été effectuée sur site à l'aide d'un multiparametre.
- **La conductivité (µS/cm) :** La conductivité, qui est l'inverse de la résistivité est liée à la teneur en sels minéraux (électrolytes) dissous dans l'eau sous forme d'ions (CHAKRI, 2007 ; TOUATI, 2008). Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations. La température et la viscosité influent également sur la conductivité car la mobilité des ions augmente avec l'augmentation de la température et diminue avec celle de la viscosité (REJSEK, 2002). Elle a été mesurée dans notre cas à l'aide d'un conductimètre.
- **L'oxygène dissous (mg/l, %) :** La présence d'oxygène dans les eaux superficielles joue un rôle primordial dans le maintien de la vie aquatique et dans les phénomènes d'autoépuration. La diminution de la teneur en oxygène génère un milieu favorable à la fermentation et aux dégagements d'odeurs nauséabondes (CHAIB, 2002)., il provient:

des échanges de l'interface (air- eau), de l'aération (mouvement de l'eau), des rejets industriels, et de la photosynthèse des plantes aquatiques et des algues (SATHA, 2008). La solubilité de l'oxygène dans l'eau diminue lorsque la température augmente, elle diminue aussi avec l'abaissement de la pression atmosphérique lorsque l'altitude augmente (BLIFFERT et PERRAUD, 2001 in KHETTAR, 2009). Pour évaluer la teneur en oxygène nous avons utilisé un multi paramètre

- Pour caractériser une eau on indiquera son pourcentage de saturation, c'est-à-dire le rapport entre son taux réel en oxygène et celui qu'elle posséderait à la même température (FRONTIER et PICHOD-VIAL, 1999 in KHETTAR, 2009), le tableau 16 montre la classification des pourcentages de saturation en oxygène.
- **Le pH :** Le pH indique l'équilibre entre les acides et les bases d'un plan d'eau et correspond à une mesure de la concentration des ions hydrogène en solution. Le pH se mesure sur une échelle de 0 à 14. Un pH de 7 indique une eau neutre ; les valeurs inférieures à 7 indiquent des conditions acides et les valeurs supérieures à 7 sont caractéristiques de conditions alcalines. Le pH influence la toxicité de plusieurs éléments en régissant un grand nombre de réactions chimiques. Dans les eaux naturelles peu soumises aux activités humaines, le pH dépend de l'origine de ces eaux et de la nature acide ou basique des terrains traversés (KHETTAR, 2009). La mesure du pH a été effectuée à l'aide d'un pH mètre.

**Tableau 17 : Classe proposées pour les pourcentages de saturation en oxygène
(Nisbet et Verneaux, 1970)**

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

- **La turbidité** : La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisées: argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. Elle peut être favorisée par la pluviométrie. Dans les eaux profondes, la turbidité empêche la propagation de la lumière dont la diminution d'intensité a pour conséquence de limiter et même d'éliminer la végétation (RODIER, 2005). Les unités utilisées pour exprimer la turbidité proviennent de la normalisation ASTM (American Society For Testing Material) qui considère que les trois unités suivantes sont comparables: Unité JTU (Jackson Turbidity Unit) = unité FTU (Formazine Turbidity Unit) = unité NTU (Nephelometric Turbidity Unit) (REJSEK, 2002). Elle est mesurée par un turbidimètre.

Tableau 18 : Classes proposées pour la turbidité (In Satha, 2008).

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

3.2.2.2. Les macroinvertébrés benthiques

L'objectif de l'échantillonnage consiste en la collecte d'une diversité la plus représentative de macro invertébrés au niveau de chaque site visité pour obtenir un inventaire le plus précis possible des espèces présentes.

L'échantillonnage des larves se fait à l'aide d'une épuisette au milieu du lit en contresens du courant, en bordure des berges dans les parties à fortes végétations aquatiques ainsi que dans les parties boueuses et sableuses pendant une durée de trente minutes.

NB/ Dans les stations où la végétation aquatique se fait rare et où le substrat dominant est formé de blocs, galets, et pierres, ces derniers sont retourné à la main et nettoyées à l'ouverture de l'épuisette.

3.2.2.3 Le tri des macro-invertébrés

- **Sur place :** Le contenu du filet est versé dans un récipient blanc, afin d'en faciliter le tri, puis on recueille la faune, la plus représentative qu'on met dans des flacons en plastique sur lesquels sont inscrits le nom de la station et la date de prélèvement.

NB/ La fixation de la macrofaune est effectuée sur place par l'ajout du formol à (5%), les échantillons sont transportés au laboratoire où les organismes sont triés sous binoculaire afin d'être identifiés.

- **Au laboratoire :** Les organismes récoltés sont triés sous une binoculaire offrant un grossissement jusqu'à 45 fois, ensuite ils sont identifiés grâce aux différents guides et publications relatives aux invertébrés. Enfin, ils sont comptés par groupe fonctionnel

NB : L'identification des taxons faunistiques est confirmée par Mme Satha en utilisant le guide (Tachet et al, 2012).



3.2.2.4. Calcul de l'indice biologique global normalisé: Une fois que le tri est effectué et une liste faunistique établie, on détermine:

- La variété taxonomique(St) c'est à dire le nombre total de taxons identifiés, quelque soit le nombre d'individus trouvés par taxons.
- Le groupe indicateur (GI, ou groupe repère: GR) "le plus polluosensible" c'est à dire ayant une présence significative sur la station (au moins 3 ou 10 individus selon les taxons) et possédant l'indice le plus élevé possible.
- L'IBGN est calculé à partir d'un tableau à double entrée: En abscisse (Classe de variété taxonomique) et en ordonnées (les groupes faunistiques indicateurs, classés par ordre décroissant (Indice de 9 à 1) de sensibilité aux pollutions (Archambault, 2004).

Tableau 19 : Valeur de l'IBGN selon la nature et la variété taxonomique de la macrofaune (AFNOR, 1992)

		Classe de variété	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
		Σ des taxons observés	>50	49	44	40	36	32	28	24	20	16	12	9	6	3	
			45	41	37	33	29	25	21	17	13	10	7	4	1		
Taxons	Indicateurs	GI	Indice Biologique Global Normalisé (IBGN)														
Chloroperlidae	Perlidae	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	
Perlidae	Perlidae																
Isonychia	Isonychiidae																
Capniidae	Brachycentridae	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	
Brachycentridae	Odontoceridae																
Odontoceridae	Trichoptera																
Leuctridae	Glossosomatidae	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	
Glossosomatidae	Beraeidae																
Beraeidae	Goeridae																
Leptophlebiidae	Hemouridae	6	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	
Hemouridae	Lepidostomatidae																
Lepidostomatidae	Sericostomatidae																
Ephemeridae	Hydroptilidae	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	
Hydroptilidae	Heptageniidae																
Heptageniidae	Polymitarcidae																
Polymitarcidae	Potamanthidae	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	
Potamanthidae	Leptoceridae																
Leptoceridae	Polycentropodidae																
Polycentropodidae	Psychomyiidae	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	
Psychomyiidae	Rhyacophilidae																
Rhyacophilidae	Limnephilidae *																
Limnephilidae *	Hydropsychidae *	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	
Hydropsychidae *	Ephemeroptera *																
Ephemeroptera *	Aphelocheiridae *																
Aphelocheiridae *	Baetidae *	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
Baetidae *	Caenidae *																
Caenidae *	Elmidae *																
Elmidae *	Gammaridae *	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
Gammaridae *	Mollusques *																
Mollusques *	Chironomidae *																
Chironomidae *	Asellidae *	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
Asellidae *	Achètes *																
Achètes *	Oligochètes *																

* Taxons représentés par au moins 10 individus - Les autres par au moins 3 individus

- On attribue ensuite une note de qualité hydrobiologique variant de 1 à 20. Pour la représentation cartographique, chaque station est affectée d'une couleur suivant la valeur de l'IBGN.

Tableau 20 : Les valeurs de l'indice biologique global normalisé et son interprétation écologique (A.F.NOR., 2004)

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

3.3. Analyse des données :

❖ 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).
- 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 :

- ✓ **Indice de Shannon** : cet indice a l'avantage d'intervenir l'abondance des espèces. Il se calcule par la formule suivante :

$H = - \sum p_i \log_2 p_i$ Avec : $p_i = n_i / N$ où n_i : effectif de l'espèce i N : effectif total du peuplement
 Cet indice s'exprime en bit (unité d'information) et mesure le niveau de complexité d'un peuplement. Un indice de diversité élevé correspond à un peuplement à grand nombre d'espèce pour un petit nombre d'individus.

✓ Equitabilité

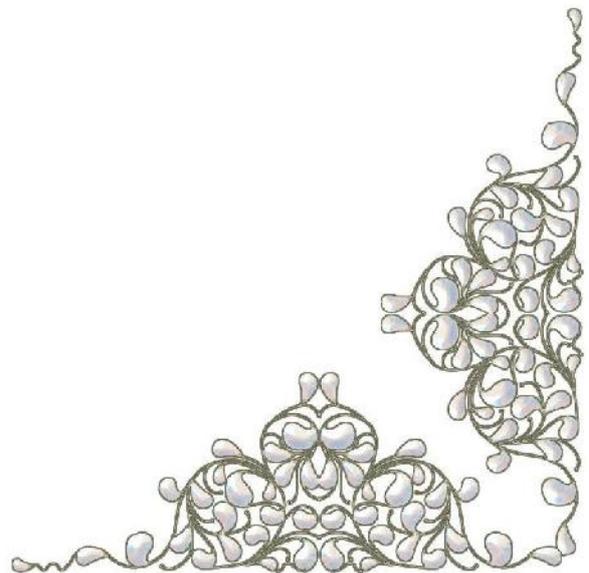
Les valeurs de l'indice de diversité connaissent des déséquilibres qui peuvent être appréciés par l'indice d'équitabilité ou (régularité), comme étant le rapport : $E = H/H_{max}$. H_{max} : étant la diversité maximale ($H_{max} = \log_2 .S$). S : richesse spécifique. H : indice de diversité.

✓ Avantages des indices

- ❖ L'indice de Shannon tient en compte de l'abondance des espèces.
- ❖ L'indice d'équitabilité sert à comparer les diversités de deux peuplements ayant des richesses spécifiques différentes.(in Meziane , 2009)

Chapitre 4

Résultats et discussion



4.1. Analyse physico-chimique de l'eau

4.1.1. Variation mensuelle de la température de l'eau: Les températures au niveau de Sabath, Oued zenati et Medjez Amar sont presque semblables avec quelques variations des valeurs qui s'étalent entre 5°C et 18°C durant toute la période d'étude; Par contre au niveau de Hamam Debagh la valeur de la température est très élevée par rapport aux autres stations et qui peut atteindre jusqu'à 40°C au mois de Janvier mais qui atteint 15°C dans la première quinzaine du mois de Mars: ceci est sûrement du à l' appareillage défectueux puisque cette station reçoit les eaux thermales de Chedakha (Figure 28).

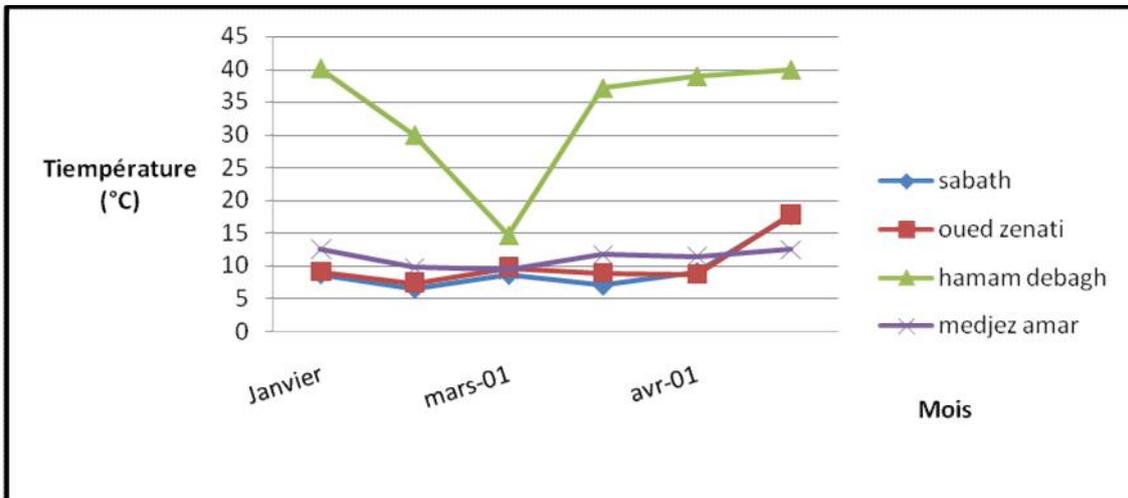


Figure 28 : Les variations mensuelles de la température de l'eau dans la Seybouse et ses affluents

4.1.2. Variation mensuelle de la teneur en oxygène dissous

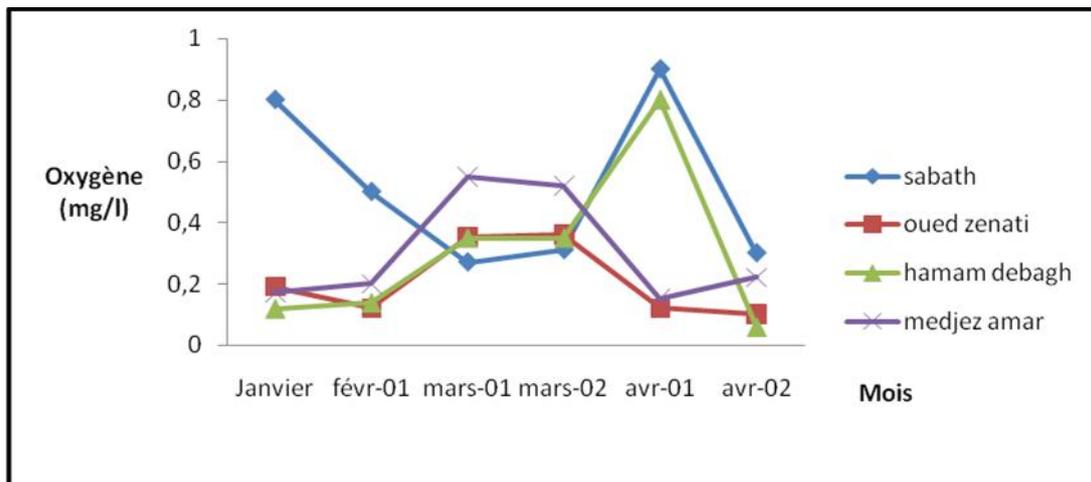


Figure 29a : Les variations mensuelles de l'oxygène dissous dans la Seybouse et ses affluents

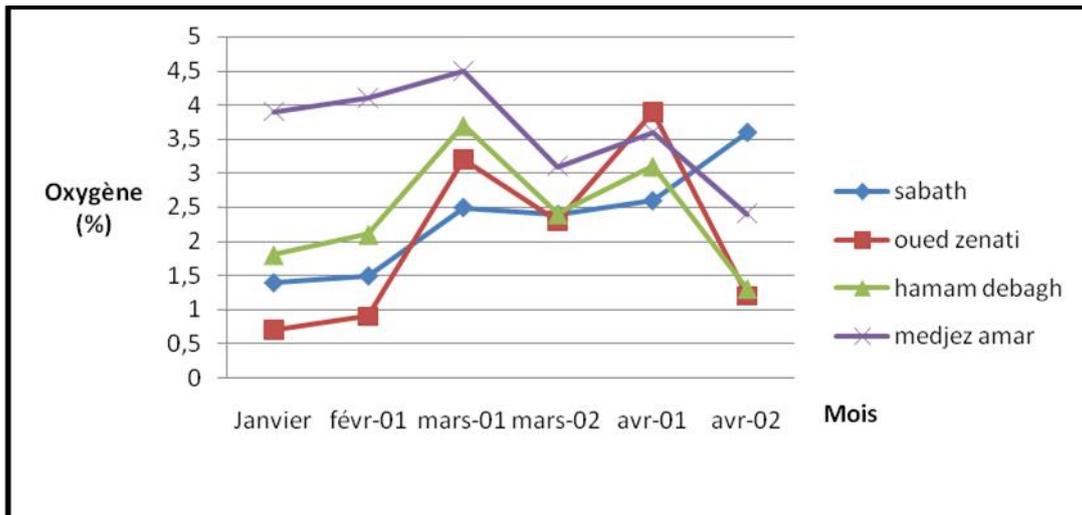


Figure 29b : Les variations mensuelles de l'oxygène dissous dans la Seybouse et ses affluents

Nous remarquons qu'il y a une grande variation des taux d'oxygène dissous en milligrammes par litre et celle en pourcentage de saturation (Figure 29a et b). Les teneurs les plus élevées sont estimées à 0,9 mg/l et 0,8mg/l enregistrées respectivement dans les stations de Sabath et Hamam Debagh à la première quinzaine du mois d'avril.

La valeur critique du taux d'oxygène est enregistrée au niveau de Hamam Debagh avec 0,06 mg/l à la fin du mois d'avril n'excédant même pas le 1% de saturation. Il ressort de ces résultats que l'oxygène dissous en pourcentage de saturation n'est pas bien corrélé avec l'oxygène en mg/l.

NB/ Ces valeurs paradoxales sont dus à des problèmes techniques (imprécision de l'oxymètre).

4.1.3. Variation mensuelle du pH

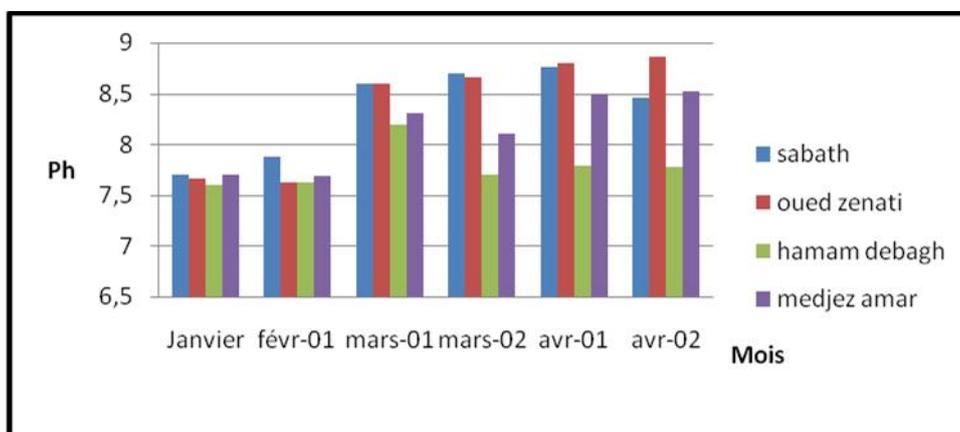


Figure 30 : Les variations mensuelles du pH dans la Seybouse et ses affluents

Les valeurs du pH varient très peu au niveau des stations d'étude, elles oscillent de 7,6 à 8,86 donc des eaux à pH neutre à légèrement alcalin ce qui est favorable à l'épanouissement de la vie (figure 30).

4.1.4. Variation mensuelle de la conductivité électrique et de la salinité de l'eau

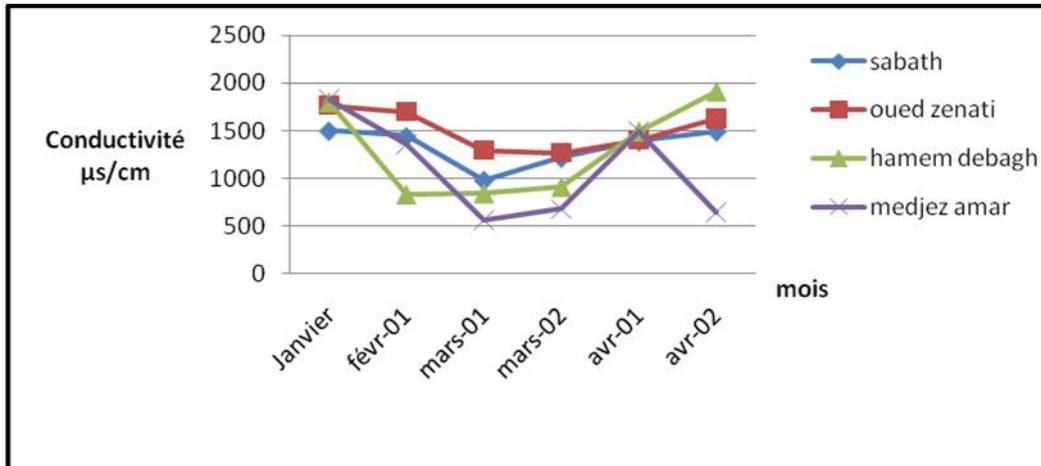


Figure 31 a) Les variations mensuelles de la conductivité électrique dans les eaux de la Seybouse et ses affluents

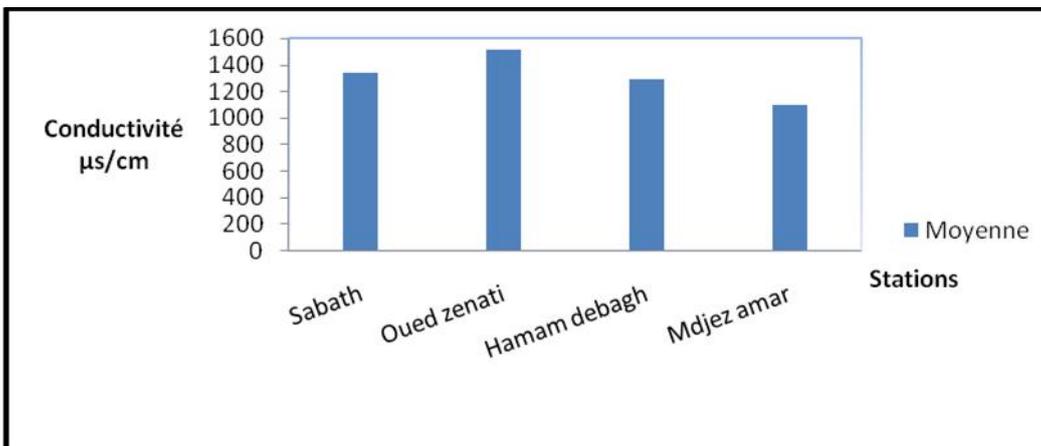


Figure 31b) Les variations moyennes de la conductivité durant la période d'étude

Théoriquement, la conductivité et la salinité sont intimement corrélées. La conductivité dépend de la nature des ions présents dans l'eau (calcium, magnésium, chlorures, sodium, sulfates....) et de leurs concentrations. La figure 31b) indique une forte minéralisation des eaux des quatre stations avec une moyenne de conductivité de (1508,9µs/cm) à Oued Zenati, (1294,5 µs/cm) à Hamam Debagh, (1337.4µs/cm) à Sabath et (1097.4µs/cm) à Mdjez Amar.

La figure 31c) montre que la salinité de la station Medjez Amar est la plus élevée par rapport aux autres stations avec des valeurs variant de 1,1 g/l à 1,2g/l dès la première

quinzaine de mois de mars jusqu'au la fin de mois d'avril. Ce qui est contradiction par rapport aux valeurs de la conductivité qui doit être obligatoirement corrélée avec la salinité.

NB/ Il n'ya pas de corrélation entre les valeurs de la conductivité et ceux de la salinité

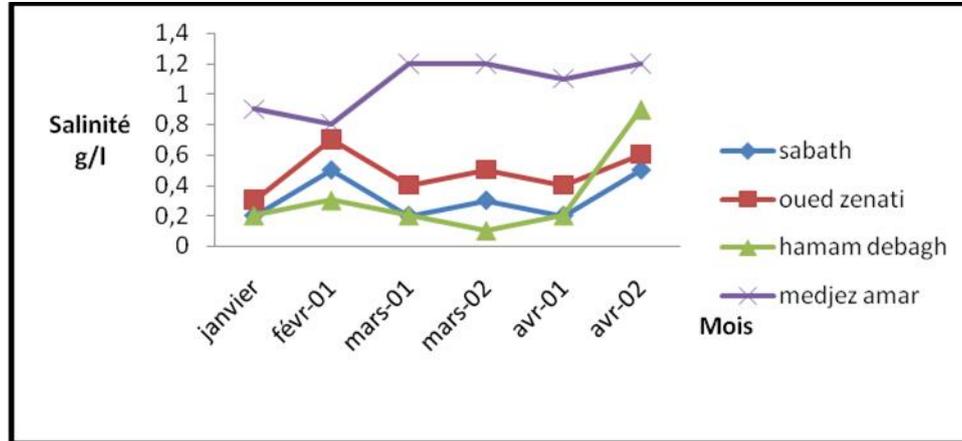


Figure 31c) Les variations mensuelles de la salinité dans la Seybouse et ses affluents

4.1.5. Variation mensuelle de la turbidité et des matières en suspension (MES)

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales (argiles, limons, grains de silice). Ces matières en suspension peuvent être d'origine minérale (Calcium, magnésium, argile), végétale (débris de graines et de plantes) ainsi que les déchets domestiques ou industriels (huiles) ou animales (fragments d'insectes) (Rodier, 2009).

La figure montre un pic dans les valeurs de la turbidité au niveau des stations Sabath, Medjaz Amar et Hammam Debagh avec respectivement (191,4NTU, 184,8 NTU et 114,6NTU) qui peuvent être expliquées par les conditions climatiques sévères en cette période. A Oued Zenati, les valeurs varient de 13,02 NTU au mois d'Avril à 132 NTU au mois de février.

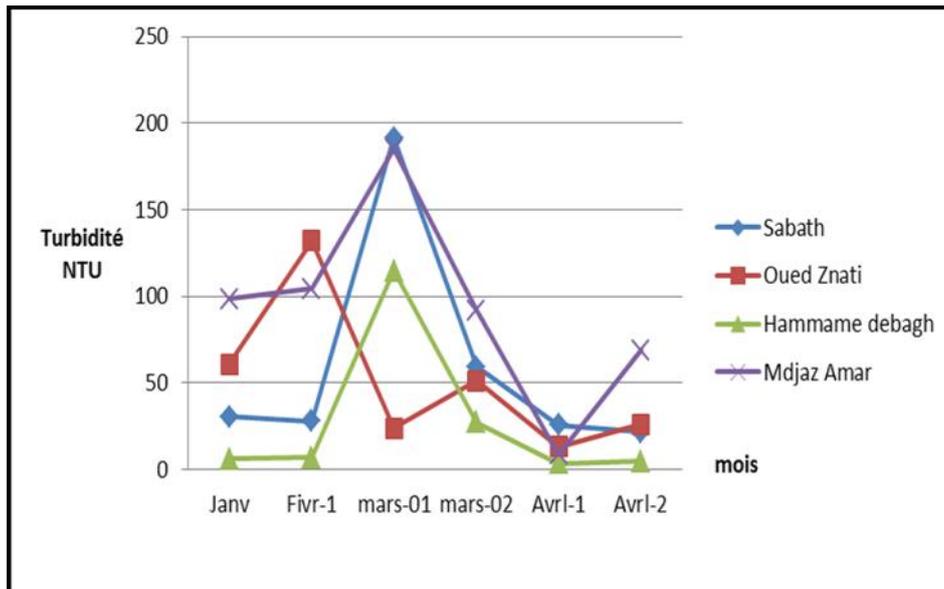


Figure 32: Les variations mensuelles de la turbidité dans la Seybouse et ses affluents

Tableau 21 : Valeur de référence pour la turbidité

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

4.1.6. Variation mensuelle de la vitesse de l'eau

Tableau 22: Variations mensuelles de la vitesse de l'eau des stations étudiées

Stations/Mois	janvier	févr-01	mars-01	mars-02	avr-01	Avr-02	Moyenne
Sabath	130,1	149,2	157,2	151,1	131,1	129,3	141,3
Oued zenati	80,3	91,7	98,1	97,2	79,1	75,1	86,9
Hamamdebegh	25,4	27	36,3	35,1	24,1	22,8	28,4
Mdjezamar	130,2	160,2	170,5	165,2	130,1	125,6	146,9

A partir des relevés mensuels, la vitesse moyenne du courant enregistré dans les quatre stations , nous pouvons dire que les valeurs varient de est très variable de 28,4 cm/s à 146,9 cm/s. Sabath et Medjaz Amar ont une classe de vitesse très rapide, Oued zenati une classe de vitesse rapide quant à Hamam Debagh , il possède une classe de vitesse moyenne (Tableau 21).

**Tableau 23 : Définition des classes de vitesses selon l'échelle de Berg
(KHETTAR, 2009 in Satha 2014)**

Vitesse (cm/s)	Classe
10	Très lente
10-25	Lente
25-50	Moyenne
50-100	Rapide
100	Très rapide

4.2. Analyse globale de la faune benthique :

4.2.1. Check-list des taxa faunistiques :

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Bordj Sabath	Oued Zenati	Ham mam	Medjez Ammar
Arthropodes	Insectes	Ephemeroptères	Baetidae	1	1	1	1
			Caenidae	1	1	0	1
			Leptophlebiidae	0	1	0	0
		Plécoptères		0	0	0	0
		Trichoptères	Hydropsychidae	0	1	0	1
		Diptères	Chironomidae	1	1	1	1
			Tabanidae	0	0	0	0
			Simuliidae	1	1	0	1
			Dixidae	1	1	0	1
			Psychodidae	1	0	0	0
			Nymphe	1	1	0	0
		Coléoptères	Tenebrio molitor	0	1	0	0
			Hydrophilidae	0	0	0	0
		Odonates		0	0	1	1

		Hyménoptères		0	0	0	0
	Crustacés	Amphipodes	Gammaridae	0	1	1	1
			crevette d'eau douce	0	0	0	1
Mollusques			Physidae	1	1	1	1
			Planorbidae	1	1	1	1
			Sphaeridae	0	1	0	0
	Bivalves			0	0	0	0
Annélides	Oligochètes		Lumbricidae	1	0	1	0
	Achètes Hirudinées			1	1	0	1
			Nématodes (Vers)	1	1	1	1
Poisson				0	0	0	1

(1) Présence de l'espèce

(0) Absence de l'espèce

4.2.2. Analyse globale des macroinvertébrés benthiques

Les six prélèvements effectués au cours de notre période d'étude qui s'est étalée du 24 janvier 2015 au 27 Avril 2015, nous ont permis de récolter 952 spécimens répartis en 20 taxa (Check-list). Du point de vue qualitatif, les insectes sont représentés par 12 taxa, les Crustacés(2), Les Annélides (2), Les mollusques (3) ainsi que les Nématodes (1) sont représentés.

Sur le plan quantitatif, ce sont les Insectes qui sont dominants par rapport aux autres groupes avec un effectif global de 621 individus soit 65,23%. Les Crustacés viennent en seconde position avec 239 spécimens (25,1%) suivis par les Nématodes avec 60 individus (6,3%), les Mollusques avec 17 spécimens (1,78%) et enfin les Annélides qui ne sont représentés que par 15 individus soit 1,57% (Figure 33).

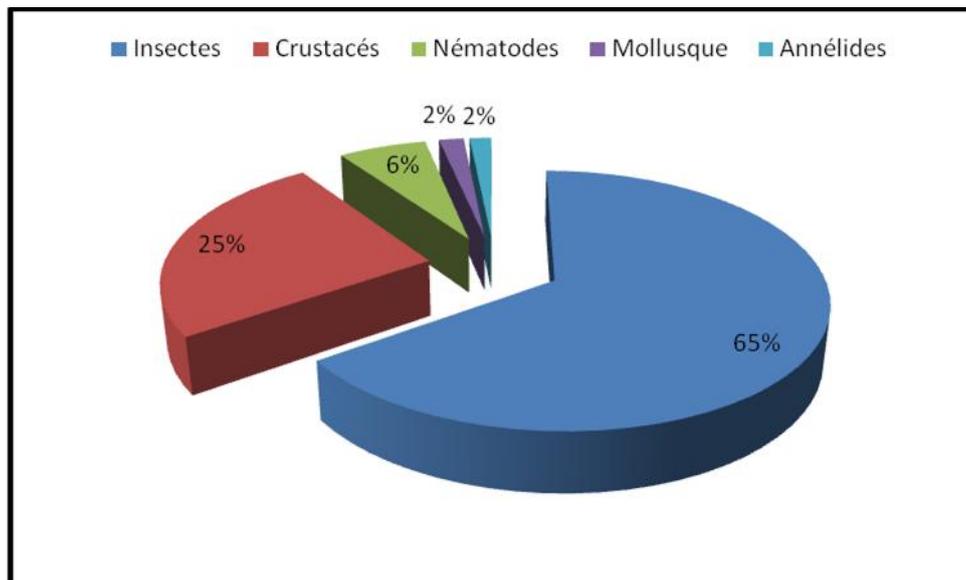


Figure 33 : Répartition globale des principaux groupes de macro-invertébrés.

4.2.2.1. Les insectes

- **Les Ephéméroptères:** Avec 86 individus soit 9,03%, les Ephéméroptères se répartissent en trois (3) familles: Les Beatidae, les Caenidae et les Leptophlebidae.

Les Beatidae et les caenidae sont les familles qui prédominent avec respectivement 72,09% et 26,74%, les Leptophlebiidae avec 1,16%. (Figure 33).

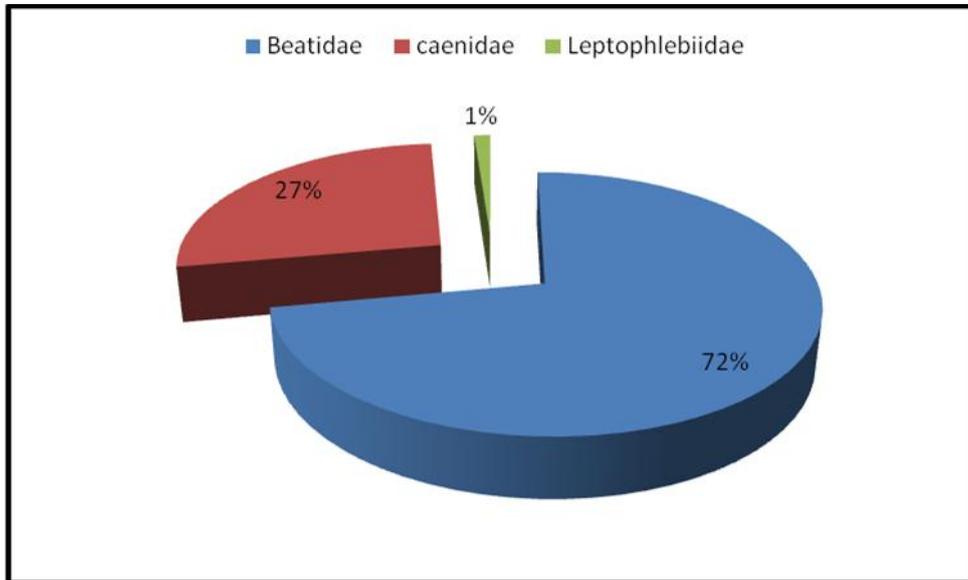


Figure 34 : Abondance relative des familles d'Ephéméroptères par rapport à l'ordre

- **Les Diptères:** C'est le deuxième ordre le plus abondamment représenté avec un effectif total de 530 répartis en sept(7) familles. Les principales familles sont les Chironomidae avec 390 individus soit (73,58%), les Simuliidae 104 spécimens (19,62%), les autres familles sont très faiblement représentées avec les Dixidae (5,28%), les Psychodidae (0,56%), les Nymphes de déptères (0,37%), les Adultes de Diptères (0,37%) et enfin la famille des Nématocères (0,18 %). Les Diptères sont très abondants dans la station de Sabath avec un total de 212 individus soit 40% par rapport aux autres stations. les Chironomidae constituent (73,58%) des macroinvertébrés des stations ce qui prouve que le milieu à ce niveau est très riche en matières organiques.

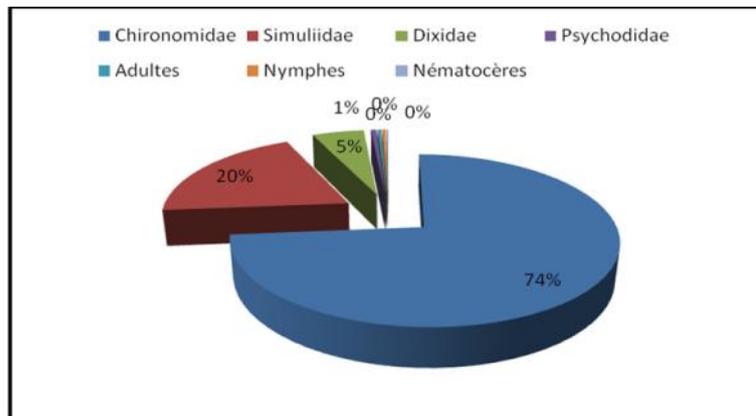
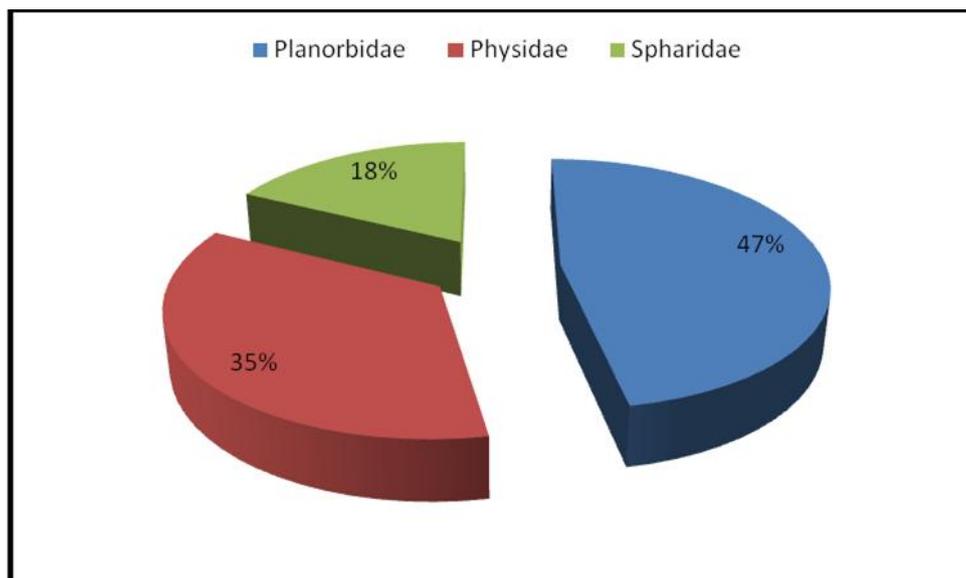


Figure 35 : Abondance relative des familles de Diptères par rapport à l'ordre

- **Les Trichoptères:** Les Trichoptères sont presque rares, au total on compte seulement deux individus (2) qui appartiennent tous à la famille des Hydropsychidae qui sont présents au niveau des stations de Oued Zenati et Medjez
- **Les Coléoptères:** Cet Ordre est représenté par un seul individus soit 0,16% par rapport au groupe des insectes qui se trouvent à Oued Zenati .
- **Les Odonates:** Cet ordre est représenté par deux individus soit 0,32% de la faune totale des insectes qui compte 621 individus. Un Zygoptère à Hamam Debagh et un Anisoptère à Medjez Amar.

4.2.2.2. Les Crustacés: Les Crustacés représentent le second ordre le plus abondamment représenté avec 239 spécimens soit 25,1% répartis en deux (2) familles: Les Gammaridae totalisant 238 individus soit (99,58%) concentrés particulièrement à Medjez Amar avec une abondance de 230, cette famille étant connue dans la littérature d'être tolérante à la pollution. L'autre famille des Décapodes (Crevette d'eau douce) est représentée par un seul individu (0,42%) dans la même station.

4.2.2.3. Les Mollusques: (La figure 36) montre que le total des mollusques est estimé à 17 individus, répartis en trois espèces: Les Planorbidae (8) spécimens 47,05%, les Physidae (6) individus (35,29%) et les Sphaeridae avec (3) spécimens soit 17,64%.

**Figure 36 : Abondance relative des Familles de Mollusques par rapport au sous-Ordre**

4.2.2.4. Les Annélides: Durant toute la période de notre étude, nous avons récoltés (15) individus d'Annélides se répartissant dans deux principales familles: Les Achètes avec (12) individus soit 80% prédominant surtout dans la station de Sabath et les Lumbricidae avec une abondance de 3 soit 20%.

4.2.2.5. Les Nématodes: Cet ordre est représenté par 60 individus au total, ce nombre est représenté dans les stations de Oued Zenati (36) (60%), Sabath avec (14) individus soit 23,33%, Medjez Amar il y a (9) spécimens et un seule individu à Hamam Debagh qui représente 1,66% de l'effectif total des Nématodes.

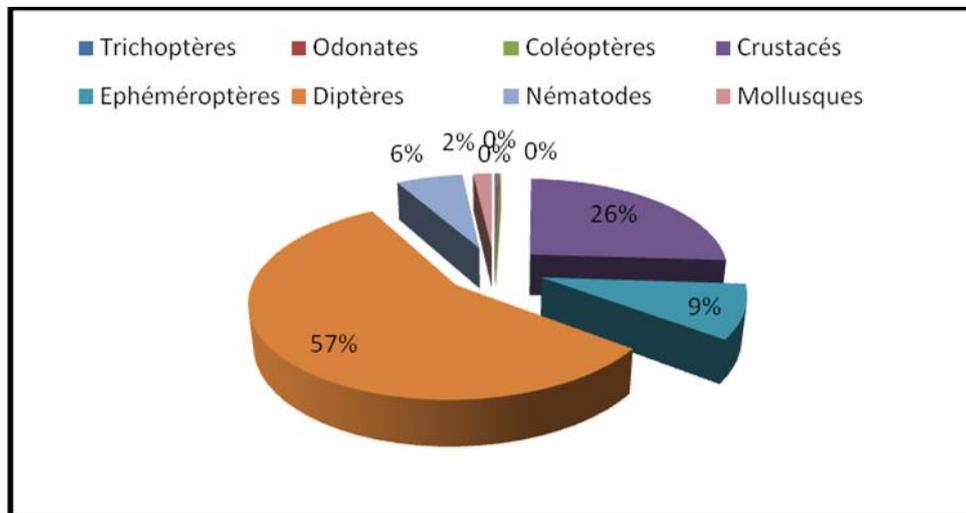


Figure 37: Abondance relative de chaque ordre par rapport à l'effectif total

4.2.3. La fréquence des espèces

Tableau 24 : Fréquence des espèces par station

Nombre de sorties	6	6	6	6
Sites	Sabath	Oued Zenati	HamamDebagh	Medjez Amar
Taxa				
Plécoptères				
Hydropsychidae		16,66%		16,66%
Nymphe				
Ephemeridae				
Ephemerellidae				
Leptophlebidae		16,66%		
Baetidae	66,67%	83,33%	16,66%	50%
Caenidae	33,33%	16,66%		33,33%
Chironomidae	83,33%	83,33%	16,66%	100%
Nymphe	16,66%	16,66%		
Tipulidae				
Athericidae				
Ceratopogonidae	16,66%			
Nématocère Adulte	16,66%			
Tabanidae				
Simuliidae	100%	66,67%		16,66%
Larve				
Nymphe				
Dixidae	16,66%	33,33%	16,66%	16,66%
Psychodidae	16,66%			
Tenebriomolitor		16,66%		
Adulte	16,66%			
Coléopères				
Odonates				
Zygoptère*			16,66%	
Anisoptère*				16,66%
Gammaridae		50%	16,66%	83,33%
Ostracode				
crevette d'eau douce				16,66%
Physidae	16,66%	16,66%	16,66%	16,66%
Sphaeridae		16,66%		
Planorbidae	16,66%	16,66%	16,66%	16,66%
Limnaeidae				
Bivalves				
Nématodes	50%	33,33%	16,66%	50%
Hirudinae(Sangsue)	33,33%	16,66%		16,66%
Glissiphonidae	16,66%			
(Lombricidae)	16,66%	16,66%	16,66%	

Bordj Sabath: Les Simuliidae prédominent (100%) par rapport aux autres espèces présentes

- **Oued Zenati:** Les Ephéméroptères (Beatidae) et les Dipètres (Chironomidae) sont les familles les plus fréquentes avec (83, 33%)
- **Hammam-Debagh:** Toutes les familles (Diptères, Odonates, Crustacés....) sont rares
- **Medjaz Amar:** Les Diptères (Chironomidae) ainsi que les crustacés (Gammaridae) sont des espèces constantes (Tableau 23 ; tableau 24)

Tableau 25 : fréquences des Espèces

100%	Omniprésente
75-100%	Espèces constantes
50-75%	Espèces fréquentes
5-25%	Espèces accessoires
5<%	Espèces rares

4.2.4. Evaluation de la qualité de l'eau selon l'IBGN: Afin de connaître la qualité biologique du réseau hydrologique qui est la Seybouse, nous avons réalisé une étude de l'indice biologique global normalisé. Quatre stations d'échantillonnages ont été choisies. Pour chaque station, six relevés ont été effectués. Les résultats sont présentés dans les tableaux (25, 26, 27 et 28).

Tableau 26 : Relevé des macroinvertébrés benthique et classe de qualité des eaux de Sabath selon l'IBGN

Relevés de la station 1: Sabath	24/01/2015	08/02/2015	08/03/2015	22/03/2015	05/04/2015	27/04/2015
Numéros des échantillons						
GI/ Taxons						
Les insectes						
Plécoptères						
Trichoptères						
	Hydropsychidae					
	Nymphe					
Ephéméroptèr	Ephemeraidae					
	Ephemereillidae					
	Baetidae		1	3	3	9
	Caenidae				1	11
	Heptagenidae					
Diptères	Chironomidae	3	4	33	75	24
	Nymphe				1	
	Tipulidae					
	Athericidae					
	Ceratopogonidae				1	
	Nématocère Adulte			1		
	Tabanidae					
	Simuliidae	1	1	2	6	45
	larve					
	Nymphe					
	Dixidae				1	
	Psychodidae			3		
Adulte			2			
Coléopères						
	Gerridae					
Odonates						
	Zygotère*					
	Anisoptère*					
Hétéroptère	Nepidae					
	notonectidae					
	Geridae					
	corixidae					
Crustacés	Gammaridae					
	Ostracode					
Décapodes	crevette d'eau douce					
Mollusques	Physidae				1	
	Planorbidae		2			
	Limnaeidae					
	Bivalves					
Nématodes		4	3	7		
Achètes	Hirudinae(Sangsue)	2				7
	Glissiphoniidae	1				
Oligochètes	(Lombricidae)		1			
Effectif des échantillons	11	11	5	53	93	96

Effectif total dela station	269
Variété totale	15
Classe de variété:	5
Groupe indicateur	2
IBGN	6
Classe de qualité	Médiocre

Tableau 27 : Relevé des macroinvertébrés benthique et classe de qualité des eaux de Oued Zenati selon l'IBGN

Relevés de la station 2: Oued Zenat		24/01/2015	08/02/2015	08/03/2015	22/03/2015	05/04/2015	27/04/2015
Numéros des échantillons							
GI/ Taxons							
Les insectes							
Plécoptères							
Trichoptères	Hydropsychidae		1				
	Nymphe						
Ephéméroptèr	Ephemeridae						
	EphemereIIDae						
	Leptophlebidae					1	
	Baetidae	4	14	1	2		17
	Caenidae					4	
	Heptagenidae						
Diptères	Chironomidae	1	3		80	17	47
	Nymphe						1
	Tipulidae						
	Athericidae						
	Ceratopogonidae						
	Tabanidae						
	Simuliidae		3		1	10	19
	larve						
	Nymphe						
	Dixidae	1			23		
	Psychodidae						
Coléopères	Tenebrio molitor			1			
	Gerridae						
Odonates							
	Zygotère*						
	Anisoptère*						
Hétéroptère	Nepidae						
	notonectidae						
	Geridae						
	corixidae						
Crustacés	Gammaridae	2	1	3			
	Ostracode						
Décapodes		crevette d'eau douce					
Mollusques	Physidae					1	
	Sphaeridae					3	
	Planorbidae			2			
	Limnaeidae						
	Bivalves						
Nématodes		3	33				
Achètes	Hirudinae(Sangsue)		1				
Oligochètes	(Lombricidae)			1			
Effectif des échantillons		11	56	8	106	36	84
		Effectif total dela station		301			
		Variété totale		16			
		Classe de variété:		5			
		Groupe indicateur		2			
		IBGN		6			
		Classe de qualité		Médiocre			

Tableau 28 : Relevé des macroinvertébrés benthique et classe de qualité des eaux de HamamDebagh selon l'IBGN

Relevés de la station 3: Hammam		24/01/2015	08/02/2015	08/03/2015	22/03/2015	05/04/2015	27/04/2015
Numéros des échantillons							
GI/ Taxons							
Les insectes							
Plécoptères							
Trichoptères	Hydropsychidae						
	Nymphe						
Ephéméroptères	Ephemeridae						
	Ephemerellidae						
	Baetidae				1		
	Caenidae						
	Heptagenidae						
Diptères	Chironomidae	21					
	Tipulidae						
	Athericidae						
	Ceratopogonidae						
	Tabanidae						
	Simuliidae						
	larve						
	Nymphe						
	Dixidae					1	
	Psychodidae						
Coléoptères							
	Gerridae						
Odonates							
	Zygoptère*					1	
	Anisoptère*						
Hétéroptères	Nepidae						
	notonectidae						
	Geridae						
	corixidae						
Crustacés	Gammaridae				2		
	Ostracode						
Décapodes	crevette d'eau douce						
Mollusques	Physidae					2	
	Planorbidae					2	
	Limnaeidae						
	Bivalves						
Nématodes						1	
Achètes	Hirudinae(Sangsue)						
Oligochètes	(Lombricidae)				1		
Effectif des échantillons		21			4		7

Effectif total de la station	32
Variété totale	9
Classe de variété:	3
Groupe indicateur	1
IBGN	4
Classe de qualité	Très mauvaise

Tableau 29 : Relevé des macroinvertébrés benthique et classe de qualité des eaux de Medjez Amar selon l'IBGN

Relevés de la station 4 : Medjaz Ama		24/01/2015	08/02/2015	08/03/2015	22/03/2015	05/04/2015	27/04/2015
Numéros des échantillons							
GI/ Taxons							
Les insectes							
Plécoptères							
Trichoptères	Hydropsychidae	1					
	Nymphe						
Ephéméroptère							
	Ephemerellidae						
	Baetidae		1	4		2	
	Caenidae			3	4		
	Heptagenidae						
Diptères							
	Chironomidae	8	1	6	32	17	18
	Tipulidae						
	Athericidae						
	Ceratopogonidae						
	Tabanidae						
	Simuliidae				6		
	larve						
	Nymphe						
	Dixidae						2
	Psychodidae						
Coléoptères							
	Gerridae						
Odonates							
	Zygotère*						
	Anisoptère*		1				
Hétéroptère							
	Nepidae						
	notonectidae						
	Geridae						
	corixidae						
Crustacés							
	Gammaridae	75	40	5	48		62
	Ostracode						
Décapodes							
	crevette d'eau douce			1			
Mollusques							
	Physidae					2	
	Planorbidae					2	
	Limnaeidae						
	Bivalves						
Nématodes							
					3	1	5
Achètes							
	Hirudinae(Sangsue)		1				
Oligochètes (Lombricidae)							
Effectif des échantillons		84	44	19	93	24	87

Effectif total de la station	351
Variété totale	13
Classe de variété:	5
Groupe indicateur	1
IBGN	5
Classe de qualité	Médiocre

Tableau 30 : Synthèse des résultats des quatre stations

	S1 Sabath	S2 Oued Zenati	S3 HamamDebagh	S4 Medjez Amar
Effectif total	269	301	32	351
Variété totale	15	16	9	13
Classe de variété	5	5	3	5
Goupe indicateur	2	2	1	1
IBGN	6	6	4	5

IBGN S1 = IBGN S2

IBGN S5 = IBGN S4 avec un GI= 1

GI S1 = GI S2

- ❖ Sabath présente un IBGN de 6 avec un groupe indicateur de 2 au même titre que la station d'Oued Zenati. les Ephéméroptères (Les Beatidae et les Caenidae sont les groupes les plus représentatifs pour Bordj Sabath. Pour la station Oued Zenati, ce sont les Beatidae qui sont le groupe indicateur le plus représentatif.
- ❖ La station hammam Debagh se retrouve avec un IBGN de 4 et un groupe indicateur de 1 et donc des eaux de qualité très mauvaises. En effet, les espèces dominantes sont des diptères (Chironomidae).
- ❖ A Medjaz Amar, ce sont surtout les (Gammaridae) et les Chironomidae qui dominent dans la bibliographie, ces espèces sont très tolérantes à la pollution.

4.2.5. La richesse spécifique des stations étudiées et les indices de diversité

4.2.5.1. La richesse spécifique des stations étudiées

Figure 38 : Les variations de la richesse spécifique des quatre stations

La richesse spécifique est maximale à Oued Zenati (16 espèces) puis Bordj Sabath avec 15 espèces et Hamam Debagh avec un minimale de richesse spécifique de 9 espèces.

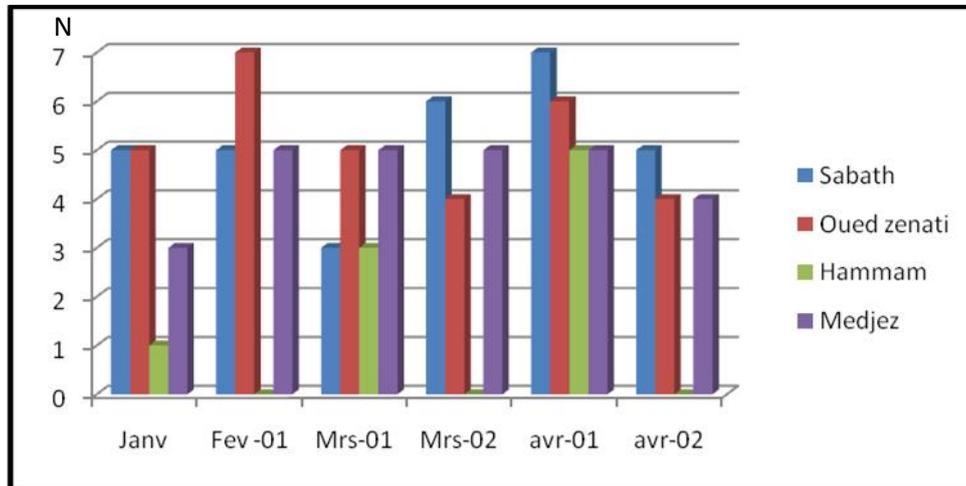


Figure 39 : Les variations mensuelles de la richesse spécifique des quatre stations

4.2.5.2. L'indice de diversité de Shannon

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

$$H = - \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N} \right) \log_2 \left(\frac{n_i}{N} \right) ; \text{ avec } n_i : \text{ l'effectif du taxon } i, i \text{ allant de } 1 \text{ à } S$$

(variété taxonomique totale) et N : l'effectif total. Sa valeur varie de 0 (H minimal, un seul taxon présent) à $\log_2 S$ (H maximal, tous les taxons ont la même abondance), (in Satha ; 2014).

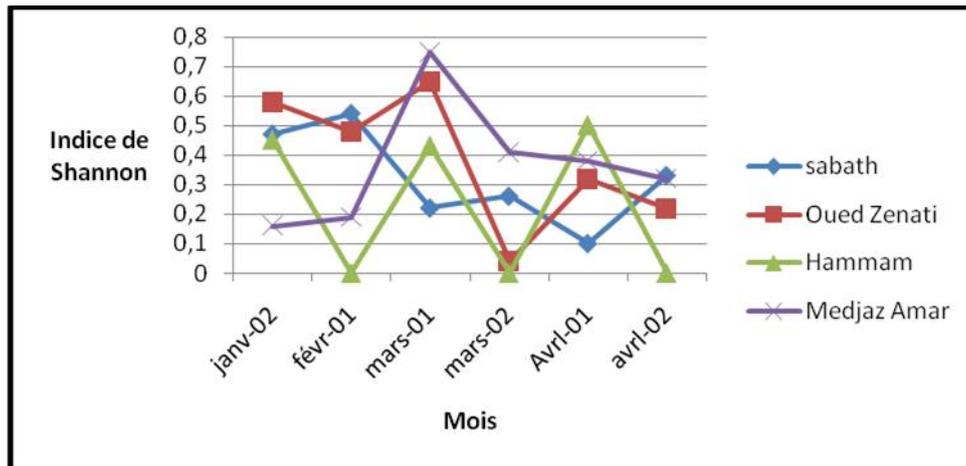


Figure 40 : Les variations mensuelles de l'indice de Shannon des quatre stations

L'indice de Shannon indique une représentativité de la diversité par un seul taxon avec une valeur minimale $H(0)$ or ici, le zéro coïncide avec l'absence totale de d'espèces en Février1, Mars2 et Avril 2 où aucun spécimen n'a été trouvé; En janvier 2, Mars 1 et Avril 1 l'indice atteint son maximum avec des valeurs variant de (0 à 0,75). A Medjez Amar, le pic est atteint en Mars 1 avec $H=0,75$ Puis baisse jusqu'à 0,32 au mois d'Avril 2. A Oued Zenati l'indice de Shannon est minimale en Mars 2 avec 0,04

4.2.5.3. L'indice d'équitabilité

L'indice d'Equitabilité (E) a été calculé. Il mesure l'équilibre du peuplement ou l'équirépartition. C'est le rapport de H sur H_{max} . Cet indice varie de 0 à 1. Il est maximal quand les taxons du peuplement ont des abondances identiques (équirépartition des individus dans les peuplements). Il tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur un seul taxon (dominance d'une seule espèce), (in Satha, 2014). Les plus forts indices d'équitabilité sont enregistrés à Oued Zenati et Sabbath, ils varient de 0,061 jusqu'à 1 traduisant un équilibre dans l'abondance des différents taxons enregistrés. A Hammam Debagh, l'équitabilité est minimale $E=0$ (Figure 41)

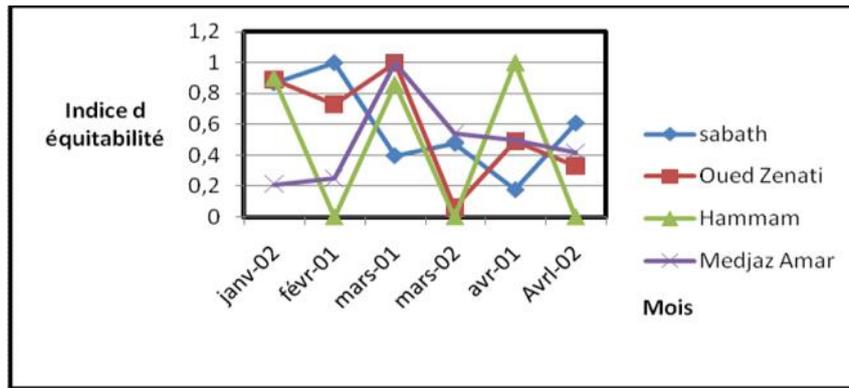


Figure 41 : Les variations mensuelles de l'indice d'équitabilité des stations

4.2.5.4. L'indice de similarité de Jaccard:

L'indice de similarité de Jaccard permet de comparer les peuplements entre eux et juger de leur degré de similitude, Il mesure les écarts selon un critère qualitatif (présence/absence de taxons) entre les peuplements des stations étudiées. Il varie de 0 à 1.

Sa formule est : $I = Nc / (N1 + N2 - Nc)$; avec Nc : nombre de taxons commun aux stations 1 et 2 et N1 et N2 : nombre de taxons présents respectivement aux stations 1 et 2. I varie de 0 à 1, (in Satha ; 2014).

Tableau 31: Similarités entre les peuplements benthiques des stations d'étude (Jaccard)

	Sabath S1	Oued zaneti S2	Hammam S3	MedjazAmar S4
Sabath	1			
Oued zaneti	0,55	1		
Hammam	0,41	0,47	1	
MedjezAmar	0,47	0,61	0,46	1

Il ressort de ce tableau que :

- ❖ les stations S1-S2 et S2-S4 présentent une forte similarité avec un indice variant de (0,55 à 0,61). les peuplements de ces deux stations possèdent un fond commun de taxons importants.
- ❖ Les stations S1-S4, S2-S3 et S3-S4 possèdent des indices moyens allant de (0,46 à 0,47) ce qui veut dire qu'ils possèdent un fond d'espèces communes.

Conclusion

Notre travail qui a duré trois mois depuis janvier 2015 jusqu'à Avril de la même année, entre dans le cadre de l'évaluation de l'intégrité écologique des quatre stations étudiées de la Haute Seybouse ; par l'application de l'indice biologique global normalisé et qui nous a permis d'évaluer la qualité des eaux de ces stations.

Cette étude nous a permis de recenser un peuplement faunistique constitué de 952 individus répartis en cinq classes : les insectes (621) les plus dominants, Les mollusques(17), les Crustacés(239), les Annélides(15), les Nématodes(60). Les insectes sont représentés par l'ordre des Trichoptères(2), les Odonates (2), les Coléoptères(1), les Epheméroptères(86) ; et enfin les Diptères avec(530) individus.

L'analyse physico-chimique des eaux a montré que les températures sont normales par rapport à la saison, exceptée pour la station (Hammam Debeigh) avec une température moyenne de 32° sachant que ces eaux sont des eaux thermales. Les valeurs du pH sont favorables à la vie, la conductivité moyenne s'étend de 1172µS/cm à Hammam Debeigh à 1485µS/cm à Oued Zenati.

Les valeurs de l'indice biologique global normalisé montrent une qualité hydrobiologique médiocre (IBGN 6 à Oued Zenati et Bordj sabath ; et 5 à Medjez Amar) ; et qualité très mauvaise (IBGN 4 à Hammam Debagh).

Il est à noter que les stations Bordj Sabath ; Oued Zenati et Medjez Amar présentent des richesses faunistiques élevées qui s'élèvent respectivement (15, 16, 13) que la station de Hammam Debeigh (9) .

Le calcul de la richesse spécifique, des indices de diversité de Shannon et l'Equitabilité montre que les station (Bordj Sabath ,Oued zenati et Medjez Amar) regroupent une faune diversifiées par rapport à la station(Hammam Debagh).

Malgré la courte période de notre étude et les multiples problèmes techniques liés à la disponibilité et à l'efficacité du matériel et les conditions climatiques sévères de cette année, nous avons tout de même montré la structure des peuplements de la Haute Seybouse.

Beaucoup reste à faire, et le travail que nous présentons, n'est qu'une contribution à une meilleure connaissance de l'un des plus grands bassins versants d'Afrique du nord : la Seybouse.

Glossaire

Amphipneustiques : Se dit des larves possédant des stigmates respiratoires sur le prothorax et le dernier segment abdominal.

Flychs : Les flychs (mot d'origine suisse alémanique) sont un ensemble de roches d'origine sédimentaire, formées par la répétition du même « motif » : une strate de grès, surmontée d'une strate de schistes argileux.

HÉTÉROMÉTABOLES : Insectes dont les larves sont identiques ou presque aux adultes. Il n'y a pas de métamorphose complète du corps. En général les larves mènent la même vie que les adultes et mangent la même chose, seulement elles n'ont pas d'aile et n'ont pas la maturité sexuelle. C'est le cas des blattes, des criquets, des phasmes, des punaises, etc.

HÉMIMÉTABOLES : C'est une variante du développement précédent. Les larves sont assez différentes et ne mènent pas la même vie que les adultes. C'est le cas des libellules ou des éphémères dont les larves sont aquatiques alors que les adultes mènent une vie aérienne.

Le trias : Le Trias est un système géologique, subdivision de l'ère Mésozoïque comprise entre $-252,2 \pm 0,5$ et $-201,3 \pm 0,2$ millions d'années. Le Trias est précédé par le Permien et suivi par le Jurassique.

Le cordon dunaire : Le cordon dunaire est la barrière naturelle qui sépare le littoral de la mer.

Metapneustiques : désigne une larve aquatique ayant la faculté de respirer à la surface de l'eau

Nappes alluviales : Contenue dans les grands épandages de sables, graviers et galets des fleuves et des rivières, la nappe alluviale est le lieu privilégié des échanges avec les cours d'eau et les zones humides. Ce type de nappe peut être réalimenté par les crues et restituer à l'inverse de l'eau dans le cours d'eau en période de sécheresse.

Synclinal : En géologie, on appelle synclinal un pli concave dont le centre est occupé par les couches géologiques les plus jeunes.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- ❖ Bélanger, D. 2009. Utilisation de la faune macrobenthique comme bioindicateur de la qualité de l'environnement marin côtier. [En ligne]. Disponible sur https://www.usherbrooke.ca/...d.../Belanger_David_ECL_741_essai_vers... Consulté le : 09/05/2015.
- ❖ Bérenger, JM. 1991. Sensibilisation à l'étude des Hémiptères, Hétéroptères *Insecte*. [En ligne] n°82 (3). 22p. Disponible sur: <http://www7.inra.fr/opie-insectes/isomma.htm#82>. Consulté le 18/05/2015.
- ❖ Bouras, Z. & Sekfali, S. 2013. Evaluation de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux superficielles " cas d' Oued Zenati" (Nord-Est Algerien) . Mémoire de master. Université de Guelma 71p.
- ❖ Fetouhi, I et Bourenane, G. 2013. Suivi de l'évolution temporelle de la dureté total des eaux du barrage traitées par la station de Hammam Debagh . Mémoire de master. Université de Guelma 63p.
- ❖ Forcellini, M., Chloé Mathieu, C. & Merigoux, S. 2008-2011. Conception d'indices de bio-évaluation de la qualité écologique des rivières de l'Île de la Réunion à partir des poissons et macrocrustacés et des invertébrés benthiques. Office de l'Eau de la Réunion – CNRS. [En ligne]. Disponible sur www.irstea.fr/forcellini. Consulté le 04/06/2015.
- ❖ Haouchine, S. 2011. Recherches sur la faunistique et l'écologie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie. Mémoire de magister. Université de Mouloud Mammeri e Tizi Ouzou. 116p.
- ❖ INECO-ABHCSM. 2008. Instruments alternatifs pour améliorer la gestion de l'eau dans le bassin méditerranéen. Cas de l'oued Seybouse- Algérie. [En ligne]. Disponible sur: <http://environ.chemeng.ntua.gr/ineco/.../1-%20A.%20Bouchedja%20-%20> consulté le : 20/05/2015.
- ❖ Jourde, P. 2010 . Les Odonates biologie et écologie. INSECTES . [En ligne]. n°157- (2) 8p Disponible sur : <http://www7.inra.fr/opie-insectes/isomma.htm#157>; Consulté le : 10/05/2015.
- ❖ Meziane, N. 2009. Contribution à l'étude des macroinvertébrés de Oued Seybouse Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera et Bivalva. Mémoire de Magister. Univ Guelma, 162 p

- ❖ Poisson, R. 2007. Faune de France, Fédération Française des sciences naturelles . [En ligne]. Paris. Ed Paul Lechevalier. 259 p. Disponible sur: <http://faunedefrance.org/bibliotheque-virtuelle-numerique/> Consulté le : 15/05/2015

- ❖ Ruffoni, A.2009. Zoom sur les Plécoptères (*Insecta, Plecoptera*). [En ligne] Disponible sur : www.bourgogne-nature.fr/fichiers/bn-9-10-018-026_1405083078.pdf; Consulté le : 20/05/2015

- ❖ Tachet,H., Richoux,P., Bournaud,M. & Usseglio-P.2012.Invertébrés d'eau douce- Systématique, biologie, écologie. Editions CNRS, Paris. 707p

- ❖ Satha, H. 2014 . Evaluation de l'intégrité écologique des eaux de l'oued Seybouse. Mémoire de master. Univ de Guelma 111p

- ❖ URBACO 2012. Plan d'aménagement du territoire de la wilaya de Guelma. Mission1: Evaluation territorial et diagnostic. Tome1: Géographie du territoire et développement humain.125p

- ❖ N.GUTH3/10lesbivales(les avicules).
<http://blog.cpiplongee.fr/Documents/Bio/avicules.pdf> consulté le : 21/05/2015

- ❖ Coffman and Ferrington Jr., 1996; Foote, 1987; McCafferty, 1983

Site Web

- 1.<http://www.insectesjardins.com/Ephemeroptera.htm>. Consulté le 18/05/2015
- 2.<http://animalecologyalgeria.blogspot.com/2011/06/ecologie-des-ephemeropteres-deau-douces.html>. Consulté le 20/05/2015.
- 3.<http://www7.inra.fr/opie-insectes/pdf/i1411e-doare.pdf> Consulté le 20/05/2015.
- 4.<http://animaldiversity.org/accounts/Chironomidae/>Consulté le 22/05/2015.
- 5.http://fauneflore06.voila.net/pages/insecte/diptere_t.htm Consulté le 22/05/2015.
- 6.<http://quelestcetanimal.lagalerie.com/dipteres/nematoceres/limoniidae/> Consulté le 22/05/2015.
- 7.<http://www.cosmovisions.com/annelides.htm> Consulté le 22/05/2015.
8. <http://www.universalis.fr/encyclopedie/annelides/3-annelides-achetes-ou-hirudinees> Consulté le 22/05/2015)
9. <http://www.fossiliraptor.be/gasteropodes.htm> Consulté le 23/05/2015.

WEB PHOTO

1. http://www.randonneepyrenees.com/3_peche/mouche/montage/anatomie_mouche.html (le 18-05-2015)
2. <http://aramel.free.fr/INSECTES7.shtml> (le 18-05-2015)
3. <http://lapalettedecouleurs.over-blog.com/article-ecologie-des-cours-d-eau-larve-de-plecoptere-124352335.html> (le 18-05-2015)
4. <http://www.troutnut.com/specimen/388> (le 19-05-2015)
5. <http://educationally.narod.ru/tipulidaelife.jpg> (le 19-05-2015)
6. <http://bugguide.net/node/view/113528> (le 20-05-2015)
7. <http://www.troutnut.com/hatch/3371/True-Fly-Limoniidae-Limoniid-Crane-Flies> (le 20-05-2015)
8. http://www.dfg.ca.gov/abl/lab/CA_digital_ref_Hydroscaphidae.asp (le 20-05-2015)
9. <http://www.junglekey.fr/search.php?query=Hydrophilidae&type=image&lang=fr®ion=fr&img=1&adv=1&start=50> (le 20-05-2015)
10. <http://www.inforef.be> (le 20-05-2015)
11. <http://insectes-de-france.fr> (le 20-05-2015)
12. <http://micromegas.over-blog.com/article-un-heteroptere-au-banc-macro-la-punaise-verte-palomena-prasina-56777378.html> (le 20-05-2015)
13. http://longuevergne.free.fr/vers_de_terre.htm (le 21-05-2015)
14. <http://vieocean.free.fr/paf/fiched46.html> (le 22-05-2015)
15. <http://www.mer-littoral.org/14/bivalves.php> (le 22-05-2015)
16. <http://www.insecte.org/forum/viewtopic.php?p=977545> (le 23-05-2015)
- 15 : <http://www.jmw-vpc.com/paire-de-bottes-pvc.html> (le 24-05-2015)
17. <http://www.3sets.fr/triple-decametre.html> (le 25-05-2015)
16. <http://www.pecheur.com/achat-epuisette-quantum-sea-fish-magnet-78081.html> (le 25-05-2015)
18. <http://www.abcelectronique.com/comparateur/sports-loisirs/materiel-protections/materiel-de-sport/chronometres/> (le 23-05-2015)
04. http://www.azprocede.fr/Cours_GC/criblage_granulometrie.html (le 23-05-2015)
21. <https://tacheau.wordpress.com/2009/06/29/baignoire-ou-cuvette/> (le 23-05-2015)
20. <http://www.objets-publicitaires-pro.com/objet-publicitaire/papeterie-publicitaire/carnet-publicitaire/carnet-de-notes-publicitaire-a5> (le 23-05-2015)
22. <http://www.adnpc.net/actualite/6911-test-de-l-appareil-photo-fujifilm-finepix-j150w.html> (le 23-05-2015)
- 23 . <http://www.planeteliege.com/tout-sur-le-liege/les-produits/le-bouchon/les-differents-types-de-bouchons/> (le 23-05-2015)
24. <http://www.lesnumeriques.com/gps-velo/twonav-sportiva-p14932/test-twonav-sportiva-gps-velo-tout-terrain-n27676.html> (le 23-05-2015)
- 15 : <http://www.jmw-vpc.com/paire-de-bottes-pvc.html>
17. <http://www.3sets.fr/triple-decametre.html>
16. <http://www.pecheur.com/achat-epuisette-quantum-sea-fish-magnet-78081.html>
18. <http://www.abcelectronique.com/comparateur/sports-loisirs/materiel-protections/materiel-de-sport/chronometres/>
04. http://www.azprocede.fr/Cours_GC/criblage_granulometrie.html
21. <https://tacheau.wordpress.com/2009/06/29/baignoire-ou-cuvette/>
20. <http://www.objets-publicitaires-pro.com/objet-publicitaire/papeterie-publicitaire/carnet-publicitaire/carnet-de-notes-publicitaire-a5>
22. <http://www.adnpc.net/actualite/6911-test-de-l-appareil-photo-fujifilm-finepix-j150w.html>

- 23 .<http://www.planeteliege.com/tout-sur-le-liege/les-produits/le-bouchon/les-differents-types-de-bouchons/>
- 24.<http://www.lesnumeriques.com/gps-velo/twonav-sportiva-p14932/test-twonav-sportiva-gps-velo-tout-terrain-n27676.html>

Résumé

Durant notre période d'étude qui s'est étalée du 24 Janvier 2015 au 27 Avril de la même année, nous avons évalué l'intégrité écologique (biologique) des eaux de la haute Seybouse par l'application de l'indice biologique global normalisé. L'analyse de la faune benthique nous a permis de recenser 20 taxa dont 12 sont des insectes, 2 des crustacés ; 3 taxa sont représentés par des mollusques Quant aux Nématodes, ils ne sont représentés que par un seul taxon

L'indice biologique global normalisé (IBGN) indique des classes de qualité médiocre avec des valeurs respectives de (6, 6, et 5) à Sabath, oued Zenati, Medjaz Amar ; à Hammam Debagh , la qualité des eaux est très mauvaise et se traduit par un IBGN de 4 .

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

Abstract

During our study period, which lasted from 24 January 2015 to 27 April of the same year, we assessed the ecological integrity (biological) of four stations in high Seybouse by the application of the standardized global biological index . The analysis of benthic fauna allowed us to identify 20 taxa of which 12 are insects, 2 crustaceans, 3 taxa are represented by molluscs; Nematodes, are represented by only one taxon

The normalized global biological index (IBGN) indicates quality classes varying from poor quality as Sabath, Oued Zenati, Medjaz Amar with respective values of (6, 6, and 5) to very poor in Hammam Debagh with 4 with 4 as the value of the IBGN

Key words: Ecological Integrity, Seybouse, macroinvertebrates, standardized global biological index (IBGN)

:

24 يناير 2015 27 أبريل
البيئة (البيولوجية) وادي سيبوس عالية تطبيق
يسمح تحليل الحيوانات القاعية لتحديد 20 منها 12
كتبها الرخويات. الديدان الخيطية، يتم تمثيل
البيولوجي (IBGN)
قيم (6 6 5) فقير
نوعية رديئة
4 كقيمة
IBGN

الرئيسية: البيئية، وادي سيبوس لافقاريات الكبيرة البيولوجي
(IBGN)

Annex

ANNEXE

Fiche technique de terrain

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

ANNEXE

Les données climatiques

Tableau 01 : Evaluation des températures mensuelles de la région d'étude (1994-2014).

	T (max.)	t (mini.)	Moyenne
Jan.	15,90	4,96	9,82
Fév.	16,50	4,59	10,05
Mar.	19,57	6,63	12,46
Avr.	22,05	8,35	15,00
Mai.	27,13	11,87	19,46
Jui.	32,03	15,79	24,07
Juil.	36,30	18,53	27,22
Août.	36,47	19,61	27,47
Sept.	31,28	17,31	23,52
Oct.	27,34	13,80	19,51
Nov.	21,01	9,37	14,48
Déc.	16,95	6,19	10,97

Tableau 02 : Humidité relative mensuelles moyennes de la région d'étude (1994-2014).

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juil.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Humidité relative (%)	76,72	75,45	74,17	72,58	68,29	60,59	55,53	56,51	67,12	70,26	73,15	75,23

Tableau 03 : Variation mensuelles des précipitations en (mm) (1994-2014).

	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juill.	Aou.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Précipitations en (mm)	99,28	69,77	64,64	66,59	44,97	15,29	3,09	16,02	49,89	41,21	71,91	74,50

ANNEXE

Tableau 04 : Profil des variations mensuelles moyennes de la vitesse du vent sur le site d'étude (2013 et 2014).

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Jun.	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Vent/maximal mensuelle (m/s)	19,89	20,05	19,65	18,55	18,79	17,27	19,07	20,47	21,67	17,53	18,88	20,06
Vent/moyenne mensuelle (m/s)	1,80	1,92	1,85	1,91	1,78	1,90	1,88	2,71	1,63	1,41	1,74	1,81

Tableau 05 : Caractéristiques climatiques de Guelma (1994-2014).

	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jun.	Juil.	Aou.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Précipitations en (mm)	99,28	69,77	64,64	66,59	44,97	15,29	3,09	16,02	49,89	41,21	71,91	74,50
Températures en °C	9,82	10,05	12,46	15,00	19,46	24,07	27,22	27,47	23,52	19,51	14,48	10,97

ANNEXE

Calendrier des sorties

SORTIE	DATE	DUREE
Première	24-01-2015	7h30-15h00
Deuxième	08-02-2015	7h40-14h00
Troisième	22-02-2015	Annuler*
Quatrième	08-03-2015	8h00-14h00
Cinquième	22-03-2015	8h00-14h00
Sixième	05-04-2015	8h00-14h00
septième	27-04-2015	8h00-14h00

*A cause du climat

ANNEXE

Les paramètres physico-chimiques

1-Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$) :

Conductivité	$\mu\text{s}/\text{cm}$						
	Janvier	févr-01	févr-02	mars-01	mars-02	avr-01	avr-02
sabath	1501	1443		981	1216	1389	1494
oued zenati	1766	1697		1293	1268	1401	1628
hamem debagh	1792	830		842	908	1489	1906
medjez amar	1834	1357		563	678	1502	650

2-Salinité :

Salinité							
	Janvier	févr-01	févr-02	mars-01	mars-02	avr-01	avr-02
sabath	0.2	0.5		0.2	0.3	0.2	0.5
oued zenati	0.3	0.7		0.4	0.5	0.4	0.6
hamem debagh	0.2	0.3		0.2	0.1	0.2	0.9
medjez amar	0.9	0.8		1.2	1.2	1.1	1.2

3- Oxygène (%) :

Oxygène	% de saturation						
	Janvier	févr-01	févr-02	mars-01	mars-02	avr-01	avr-02
sabath	1.4	1.5		2.5	2.4	2.6	3.6
oued zenati	0.7	0.9		3.2	2.3	3.9	1.2
hamem debagh	1.8	2.1		3.7	2.4	3.1	1.3
medjez amar	3.9	4.1		4.5	3.1	3.6	2.4

4- Oxygène (mg/l) :

Oxygène	mg/l						
	Janvier	févr-01	févr-02	mars-01	mars-02	avr-01	avr-02
sabath	0.8	0.5		0.27	0.31	0.9	0.30
oued zenati	0.19	0.12		0.35	0.36	0.12	0.10
mamem debagh	0.12	0.14		0.35	0.35	0.8	0.06
medjez amar	0.17	0.20		0.55	0.52	0.15	0.22

ANNEXE

5-Température (°C) :

Température (°C)	Janvier	févr-01	févr-02	mars-01	mars-02	avr-01	avr-02
sabath	8.8	6.6		8.7	7.1	9.2	17.7
oued zenati	9.1	7.4		9.8	8.9	8.7	17.9
hamem debagh	40.1	30		14.8	37.1	38.9	37
medjez amar	12.7	9.8		9.5	11.8	11.6	12.6

6-Vitesse (cm/s) :

Vitesse (cm/s)	Janvier	févr-01	févr-02	mars-01	mars-02	avr-01	avr-02
sabath	130.06	149.25		157.20	151.1	131.1	129.3
oued zenati	80.30	91.74		98.09	97.2	79.10	75.12
hamem debagh	25.44	27.02		36.30	35.1	24.13	22.8
medjez amar	130.22	160.24		170.50	165.2	130.10	125.66

7- Profondeur (cm) :

Profondeur (m)	Janvier	févr-01	févr-02	mars-01	mars-02	avr-01	avr-02
sabath	0.30	0.35		0.77	0.32	0.29	0.27
oued zenati	0.28	0.32		0.60	0.30	0.27	0.23
hamem debagh	0.13	0.15		0.35	0.14	0.11	0.10
medjez amar	0.43	0.50		1.02	0.44	0.41	0.39

8- Largeur moyenne (m) :

Largeur(m)	Janvier	févr-01	févr-02	mars-01	mars-02	avr-01	avr-02
sabath	9.20	10		13	12	12	11.5
oued zenati	15	17		21	22	22	21
hamem debagh	2	2		2.80	2.80	2.80	2.70
medjez amar	21	22		26	25	25	24

ANNEXE

9- PH :

pH	Janvier	févr-01	févr-02	mars-01	mars-02	avr-01	avr-02
sabath	7.70	7.88		8.6	8.7	8.76	8.46
oued zenati	7.66	7.62		8.6	8.66	8.80	8.86
hamem debagh	7.60	7.63		8.19	7.70	7.79	7.78
medjez amar	7.70	7.69		8.3	8.1	8.5	8.52

10- Turbidité (NTU) :

turbidité(NTU)	janvier	fev-01	fev-02	mars-01	mars-02	avr-01	avr-02
Bordj Sabath	30,36	27,96		191,4	59,38	25,6	21,6
Oued Zenati	60,84	132		23,65	51,07	13,02	25,86
Hamam debagh	6,12	6,72		23,65	27,15	3,4	4,95
Medjez Amar	98,4	104,4		184,8	91,86	8,7	69

Remarque : pas de donné à fev-02 a cause du climat le jour de la sortie