

page de gard Memoire2.pdf

Remerciements-Mémoire.pdf

Dédicace-Mémoire.pdf

Djénéba did.pdf

SOMMAIRE.pdf

Liste des tab. et fig..pdf

Résumé Français-Mémoire.pdf

Abstract Mémoire.pdf

ميموار-الملخص.pdf

Mémoire Version après soutenance.pdf

LES ANNEXES.pdf

ANNEXE. OK.pdf

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de La recherche scientifique

جامعة 8 ماي 1945 قالمة

Université 8 Mai 1945 Guelma

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la Terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité/ option : Biodiversité Et Environnement

Département : Ecologie et Génie de l'Environnement

Thème :

L'Impact de la pollution sur la faune aquatique de l'Oued Seybouse

Présenté par :

Hammana Chayma.

N'Diaye Djénéba Harouna.

Devant le jury composé de :

Présidente : Dr. Ibncherif. H M.C.B Université de Guelma

Promotrice : Dr. Baaloudj. A M.C.A Université de Guelma

Examineur : Dr. Atoussi. S M.C.A Université de Guelma

Juillet 2019

Remerciements

Tout d'abord nous remercions le Tout puissant, pour nous avoir donné la santé, la force et le courage d'accomplir ce travail.

Ensuite nous profitons de l'occasion pour adresser nos sincères remerciements à notre encadreur Mme « Baaloudj Afef », Docteur en Ecologie et Environnement. Faire notre projet sous sa direction était un immense bonheur. La liberté qu'elle nous a accordé et les responsabilités qu'elle nous a confiées ont beaucoup contribué à la formation de notre personnalité et à notre autonomie de travail.

Nous savons gré à l'ensemble des membres du jury :

Mme la Présidente Dr Ibncherif

Mr l'Examineur Dr Atoussi

pour l'intérêt qu'ils ont porté à cette recherche en acceptant d'examiner ce travail tout en apportant leurs propositions.

Nous exprimons notre profonde gratitude envers les ingénieurs Ramlia Rdjem et Saayoud Mohamed et le Professeur Laarbi Lynda de l'université Sidi Amar d'ANNABA qui nous ont orienté, conseillé et encouragé pendant les analyses au niveau du laboratoire.

Nos remerciements les plus sincères au corps professoral et administratif de l'Université 08 Mai 1945 GUELMA, pour la richesse et la qualité de leur enseignement, pour leur suivi et pour leur pédagogie.

Merci à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réussite de ce travail.



Dédicace

Je dédie ce mémoire premièrement à ceux qui m'ont donné la vie, qui ont été la source de mon courage, à mes chers parents.



*A ma flamme de mon âme, J'aurais tant aimé que ma grande mère *Khedija* soit présente, elle m'a accompagné par ses prières toute ma vie. Que Dieu ait son âme et l'accueille dans son vaste paradis*

*A l'homme qui m'a donné la vie, mon précieux offre du dieu, qui doit mon espoir, ma réussite et tout mon respect. Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection : mon très cher père *Nour El Dine**

*A l'artère de mon cœur. A mon compagnon de route. A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles : mon adorable douce mère *Fatima* qui nous a choisi le thème et les sites de ce travail*

*A mon cher frère *Cussama Mohamed Islem* et mes adorables, douces et petites sœurs : *Alae* et *Montaha*, que dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout réussite*

*A mes proches, et ceux qui ont été à mes côtés, particulièrement ma chère tante *El Khamssa*, mon oncle *Mohammed*, ma belle doctorante *Dembri*, que Dieu vous protège et vous donne joyeuse vie*

*Sans oublier ma puce binôme *Djénéba Harouna*. Je t'aime tellement*

*A tous mes enseignants et collègues sans exception
A tous ceux que j'aime, et à ceux qui m'aiment... de près ou de loin.*

Merci !

Chayma



Dédicace

Ce travail est l'accomplissement d'un long parcours qui ne s'est pas fait en un jour.

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut et tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance... que je ressens. Aussi, c'est tout simplement que :

*Je dédie ce mémoire à l'homme de ma vie ***Harouna***, mon pilier, mon soutien moral, matériel et financier, celui qui s'est toujours sacrifié pour l'ensemble de ces enfants et qui n'a ménagé aucun effort pour notre réussite. Vous m'avez doté d'une éducation digne et votre amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui.*

*A ma meilleure amie, la lumière de mes jours ***Badji***, une femme affable, honorable et exceptionnelle ; tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, une fontaine d'amour qui ne s'arrête pas et un exemple inconditionnel de dévouement. Aucune dédicace ne serait assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites. Rien au monde ne vaudront tes efforts fournis pour mon bien être.*

*A mes sœurs, ***Anna*** la prunelle de mes yeux et ***Assetou*** mon alliée. Vous avez toujours su été là malgré la distance. En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu le tout puissant vous garde.*

A mes oncles et tantes, citer des noms seraient vraiment ingrats de ma part, je mets entre vos mains, le fruit de longues années d'étude, de longs mois de distance, et de longs jours d'apprentissage.

*A mes cousins et cousines, A l'ensemble de la famille ***N'Diaye*** et ***Noumansana*** puisque toute relation postérieure vient de là, une mention très spéciale pour ***Bagouro Noumansana*** tu resteras le meilleur. A tous mes amis qui de près ou de loin n'ont jamais cessé de croire en moi et m'ont donné envie d'aller de l'avant.*

A tous ceux que j'aime.

Une chose est sûre, sans vous je n'y serai jamais arrivé.

*Au meilleur binôme qui soit ***Chayma***, enfin nous y sommes !*

Djénéba



SOMMAIRE

Remerciements

Dédicaces

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des photos

Résumés

Introduction..... 1

Chapitre 1 : Biologie et Ecologie de la faune aquatique

1. Définition 4

2. Les macroinvertébrés comme bioindicateur 4

3. Intérêt de l'étude des macroinvertébrés benthiques 5

4. Les caractéristiques des macroinvertébrés 5

5. Les différents taxons des macroinvertébrés 6

5.1. Les crustacés 6

5.2. Les gastéropodes..... 7

5.3. Les annelides 9

5.4. Les insectes..... 11

5.4.1 Les coléoptères..... 12

5.4.2 Les diptères..... 13

5.4.3 Les hémiptères..... 15

5.4.4 Les odonates..... 16

5.4.5 Les trichoptères..... 18

5.4.6 Les éphéméroptères..... 19

5.4.7 Les plécoptères..... 20

5.4.8 Les lépidoptères..... 21

5.4.9 Les hyménoptères.....	22
5.5. Les amphibiens aquatiques.....	23

Chapitre 2 : La pollution

1. Définition	25
2. La pollution des eaux	25
3. L'intérêt de la pollution des eaux	26
4. Les différents types de pollution	27
4.1. La pollution chimique.....	27
4.2. La pollution physique.....	27
4.3. La pollution biologique.....	28
5. L'effet de la pollution sur les macroinvertébrés benthiques	28

Chapitre 3 : Présentation du site d'étude

1. Situation géographique de la zone d'étude	30
2. Le bassin versant de la Seybousse	31
2.1. La description des sous bassins versants de la Seybousse	32
2.2. Les caractéristiques lithologiques du bassin versant.....	34
2.3. Les réseaux hydriques.....	35
2.4. Climatologie.....	36
3. Description des sites d'étude	42

Chapitre 4 : Matériel et Méthodes

1. Matériel expérimental	47
1.1. Matériel sur le terrain.....	47
1.2. Au laboratoire	48
2. Méthodes de travail	51
2.1 Choix des sites.....	51
2.2 Echantillonnage.....	52
2.2.1 Méthode d'échantillonnage.....	52

Chapitre 5 : Résultats et discussions

1. Influence des variables physiques	58
1.1. La température.....	58
1.2. La conductivité.....	59
1.3. La turbidité.....	60
1.4. La profondeur.....	62
2. Influence des variables chimiques	63
2.1 Le pH.....	63
2.2 L'oxygène dissous.....	64
2.3 MEST.....	65
2.4 Salinité.....	66
3. Analyse globale de la faune aquatique	66
3.1 Checklist des taxa faunistiques.....	67
3.2 L'abondance des vertébrés et des invertébrés.....	69
3.3 L'abondance des arthropodes.....	71
3.4 L'abondance des insectes.....	72
4. La structure des communautés	72
4.1. Richesse spécifique par site et par date.....	73
4.2. L'abondance des macroinvertébrés par site.....	74
4.3. La phénologie des taxa faunistiques au niveau des sites d'étude.....	77
Conclusion	78
Références bibliographiques	79
Annexes	85

Liste des Figures

Figure 01 : Les Crustacés (les gammares)	7
Figure 02 : Les mollusques-bivalves (Sphaeriidae)	8
Figure 03 : Les mollusques gastéropodes	9
Figure 04 : Les Annélides (Oligochètes)	10
Figure 05 : Les Annélides (sangsues)	11
Figure 06 : Les Coléoptères (adulte et larve)	13
Figure 07 : Les diptères (<i>Simulium neornatipes</i> . Simuliidae)	14
Figure 08 : Les diptères (<i>Aedes sp.</i> Culicidae)	15
Figure 09 : Les hétéroptères (famille de Gerridae)	16
Figure 10 : Larve d'odonates (Famille Libellulidae)	17
Figure 11 : Les Trichoptères (larve) (<i>Cheumatopsyche sp.</i> Hydropsychidae)	18
Figure 12 : Les Ephéméroptères (Famille de Potamanthidae)	20
Figure 13 : Les Plécoptères (larve, vue dorsale)	21
Figure 14 : Les lépidoptères (larve, nymphe)	22
Figure 15 : Les hyménoptères (Famille de Apidae)	23
Figure 16 : Les amphibiens (Famille de Bombinatoridae)	24
Figure 17 : Situation géographique de la région d'étude	30
Figure 18 : Bassin hydrographique de l'Algérie du Nord	31
Figure 19 : Carte du bassin versant de la Seybousse	32
Figure 20 : Carte des sous bassins (ABH, 1999).	33
Figure 21 : Carte des grands ensembles physiques de la wilaya de Guelma	34
Figure 22 : Profil en long des oueds : Cherf- Bouhamdane – Seybouse	35
Figure 23 : Carte du réseau hydrographique	36
Figure 24 : Evolution des températures moyennes à la station de Belkhir (2002-2017)	37
Figure 25 : Evolution des précipitations moyennes à la station de Belkhir (2002-2017)	38
Figure 26 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson à la station de Belkhir(2002-2017)	39
Figure 27 : Situation de la région de Guelma dans le Climagramme d'Emberger	40

(2002-2017)

Figure 28 : Humidité relative moyenne mensuelle de l'air à la station de Belkhir **41**

(2002-2015)

Figure 29 : Variation de la température en fonction des sites selon les dates d'échantillonnage **59**

Figure 30 : Variation de la conductivité dans les différents sites échantillonnés **60**

Figure 31 : Variation de la turbidité dans les sites **61**

Figure 32 : Variation de la profondeur en fonction des sites et selon les dates **62**

Figure 33 : La variation spatiotemporelle du potentiel hydrique (PH) **62**

Figure 34 : La variation spatiotemporelle d'oxygène dissous **63**

Figure 35 : La variation spatiotemporelle du Matière En Suspension Totale (MEST) **64**

Figure 36 : La variation spatiotemporelle de la salinité **65**

Figure 37 : Abondance des vertébrés **69**

Figure 38 : Abondance des invertébrés **69**

Figure 39 : L'abondance des arthropodes **70**

Figure 40 : L'abondance des insectes **71**

Figure 41 : La richesse spécifique par site **73**

Figure 42 : La richesse spécifique par date **73**

Figure 43. a,b,c : L'abondance des espèces par site **74**

Liste des tableaux :

Tableau 01 : Les températures moyennes mensuelles à la station de Belkhir	37
Tableau 02 : Les précipitations moyennes mensuelles à la station de Belkhir (2002-2017)	38
Tableau 03 : Checklist des taxa faunistiques	66
Tableau 04 : Phénologie des taxa au niveau des sites d'étude	76

Liste des Photos :

Photo 01 : <i>Ricinius Communis</i>	43
Photo 02 : Site A	43
Photo 03 : Plants de laurier rose	44
Photo 04 : Site B	45
Photo 05 : <i>Silybum marianum</i> (Chardon marie)	46
Photo 06 : Site C	46
Photo 07 : PH-mètre	49
Photo 08 : Décamètre	49
Photo 09 : Tubes et porte-tubes	49
Photo 10 : Loupe Binoculaire	49
Photo 11 : Multiparamètre	50
Photo 12 : Eau distillée	50
Photo 13 : GPS	50
Photo 14 : Carnet de note et Stylo	50
Photo 15 : Pincés	50
Photo 16 : Boite de pétri et lame	50
Photo 17 : Flacons	51
Photo 18 : Bouteille de formol	51
Photo 19 : Guides d'identification	51
Photo 20 : Turbidimètre	51
Photo 21 : Echantillonnage avec le filet	54
Photo 22 : Prise des paramètres de l'eau	54
Photo 23 : Tri des échantillons	55
Photo 24 : Mesure de la profondeur	55
Photo 25 : Prélèvement des macroinvertébrés et mesure des paramètres	55
Photo 26 : Dépouillement du matériel biologique	56
Photo 27 : Détermination des matières en suspension	56
Photo 28 : Identification au laboratoire	57

Résumé

Notre étude est basée sur la détermination et de l'impact de la pollution sur la faune aquatique d'oued Seybouse dans la wilaya de Guelma.

Dans ce cadre scientifique nous avons effectué des analyses biologiques et physicochimiques durant 3 mois à partir du 14 Février jusqu'au 30 Avril 2019 sur un intervalle de 6 sorties dans 3 sites (A, B, C) pour évaluer la santé écologique de milieu.

Les analyses réalisées ont porté sur des paramètres appropriés indiquant l'état et le fonctionnement de cet écosystème aquatique.

Les résultats obtenus nous permettent de déterminer un total de 40 taxons et les analyses physicochimiques (Profondeur, Largeur, MEST, Turbidité, pH, O₂ dissous, Température, Salinité, Conductivité) révèlent que les propriétés environnementales de l'oued sont totalement différentes d'un site à un autre avec une forte pollution indiqué au niveau de site aval (C).

Mots clés : Macroinvertébrés, faune aquatique, cours d'eau, oued Seybouse, pollution, bioindicateur.

Abstract :

Our study is based on the determination and the impact of pollution on the aquatic fauna of Wadi Seybouse in the wilaya of Guelma.

Within this scientific framework, we carried out biological and physicochemical analyses for 3 months from February 14 to April 30, 2019 on an interval of 18 trips to 3 sites (A, B, C) to assess the ecological health of the environment.

The analyses carried out covered appropriate parameters indicating the state and functioning of this aquatic ecosystem.

The results obtained allow us to determine a total of 40 taxa and physico-chemical analyses (Depth, Width, MEST, Turbidity, pH, dissolved O₂, Temperature, Salinity, Conductivity) reveal that the environmental properties of the wadi are totally different from one site to another with high pollution indicated at the downstream site level (C).

Keywords: macroinvertebrates, aquatic fauna, watercourses, Oued Seybouse, pollution, biological index.

ركز بحثنا على دراسة تأثير التلوث على الحيوانات المائية لواد سيبوس بولاية قلمة.

ضمن هذا الاطار العلمي أجرينا تحاليل بيولوجية وفيزيوكيميائية لمدة 3 اشهر ابتداء من 14 فيفري الى غاية 30 أفريل 2019 ضمن 6 خرجات في 3 محطات (A,B,C) وذلك لتقييم الصحة الايكولوجية للوسط.

التحاليل التي قمنا بها تركزت على اعدادات تظهر حالة ووظيفة هذا الوسط المائي.

اجمالا نتج عن هذه الدراسة تحديد 40 صنفا ثم ان التحاليل الفيزيوكيميائية (العمق ، العرض ، مجموع المواد العالقة ، نسبة التعكر ، درجة الحموضة ، الأوكسجين المنحل ، درجة الحرارة ، الملوحة ، القدرة على توصيل الكهرباء) أظهرت أن خصائص مياه الوادي تختلف تماما من محطة لأخرى مع نسبة تلوث واضحة على مستوى المصب للمحطة C.

الكلمات المفتاحية : الافقاريات ، الحيوانات المائية ، مجرى مائي ، وادي سيبوس ، التلوث ، مؤشر بيولوجي.



Introduction

L'Ecologie est désormais un mot très utilisé dans la langue de tous les jours. C'est la science des interactions entre les êtres vivants et leur environnement, animé ou non. Elle traite surtout des questions très complexes, difficiles à saisir. Ce n'est pas un hasard si elle a débuté avec la limnologie ; science des eaux continentales. Les étangs, les lacs, les ruisseaux, les rivières etc., sont en effet des lieux de vie (biotope) bien délimités par rapport à leur environnement et leurs propriétés physiques et chimiques sont faciles à déterminer (Engelhardt & *al.*, 1998).

Les zones humides ont entre autres des fonctions hydrologiques (Régulation du cycle de l'eau, écrêtement des crues, soutien des étiages...) ; des fonctions physiques et biogéochimiques (Transfert / stockage / transformation des matières minérales et organiques, filtrage naturel et épuration) ; des fonctions écologiques (Production et diversité biologiques). Ils rendent bien des services (Approvisionnement ; régulation ; Culture) (Fleurant, 2016).

L'eau est indispensable à la vie, sans elle il n'y aurait aucune vie possible sur terre. Le constat est simple, tous les êtres vivants ont besoin d'eau pour exister.

Il faut dire que la connaissance des traits biologiques et écologiques à base de la faune et de la flore aquatique est très importante pour comprendre, suivre d'une part la qualité écosystémique terrestre et/ou marin et d'évaluer l'impact de toute altération (la pollution) sur la vie d'autre part. Donc il faut prendre en compte l'utilisation de la communauté aquatique comme un bioindicateur du statut écologique lié aux paramètres environnementaux (Haouchine, 2011).

Généralement les diatomées, les macroinvertébrés et les poissons sont les plus utilisés pour ce genre de travail ; dans notre cas nous avons utilisé la faune aquatique (essentiellement les macroinvertébrés) comme un outil vital pour le jugement.

Introduction

Dans les conditions idéales où il y'a l'absence de toute dégradation on trouve que la biocénose est adaptée à certaines conditions abiotiques (T°, O₂, ph, salinité, vitesse...) par les opérations vitales (la respiration, la reproduction, l'alimentation, les stratégies de survie, de colonisation, le déplacement...).

Mais malheureusement les zones humides connaissent depuis plusieurs années une dégradation notable de leurs qualités physico-chimique et biologique (Reggam & *al.*, 2015).

D'une superficie de 2 381 741 km², l'Algérie renferme une diversité taxonomique, écosystémique, paysagère et culturelle importante. Ces forêts et ces zones humides représentent les écosystèmes les plus dégradés [1].

L'oued Seybouse, un réseau hydrographique superficiel, prenant naissance à vingt kilomètres de Guelma, n'y fait pas exception. Les activités industrielles et les déchets sont en pleine expansion dans l'Est Algérien.

Dans cet objectif, notre travail est réalisé pour :

- Mieux appréhender l'étude qualitative de l'eau de l'oued Seybouse,
- constituer un inventaire sur l'ensemble de la faune disponible (en fonction de nos sites),
- l'identification des faunes aquatiques des cours d'eau au moins au niveau de la famille,
- estimer le degré de pollution par les résultats obtenus.

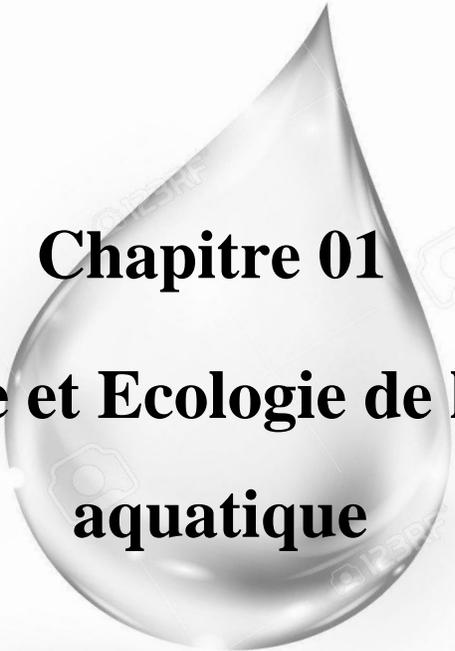
Les résultats escomptés visent l'étude de la pollution de cette eau.

Pour répondre aux objectifs fixés, notre manuscrit sera structuré et composé de 4 chapitres en plus de l'introduction et de la conclusion.

- Le 1er chapitre inclut la biologie et l'écologie de la faune aquatique.
- Le 2ème chapitre traite la pollution.
- Le 3ème chapitre est consacré à la description du site d'étude.

Introduction

- Le 4ème chapitre présente le matériel et les méthodes d'étude.
- Le 5ème chapitre est spécifique pour les résultats et discussions.



Chapitre 01
Biologie et Ecologie de la faune
aquatique

1. Définition:

Les macroinvertébrés benthiques constituent un groupe d'organisme faunistique extrêmement variés et abondants qui s'installe au fond des ruisseaux, rivières, oueds, lacs ou marais. Ils sont visibles à l'œil nu, dépourvus de squelette d'os et nombreux d'entre eux sont des insectes, des crustacés, des mollusques, des vers (Moisan & *al.*, 2010).

On utilise le terme benthique pour les organismes qui passent au moins une partie de leur cycle vital au fond des cours d'eau (Bensaidi & Kirane, 2014).

Près de 95% des macroinvertébrés sont des insectes aquatiques présentes en zone lotique (Lee & *al.*, 2006). Ils recyclent des nutriments dans la rivière. Ils consomment des bactéries ainsi que des matières mortes et en décomposition, puis ils sont à leur tour une source d'alimentation pour d'autres animaux et pour certaines plantes. Les invertébrés aquatiques ont donc des habitudes alimentaires très variées, depuis les détritivores et les filtreurs jusqu'aux herbivores et aux prédateurs [2].

2. Les macroinvertébrés comme bioindicateur :

Le terme (bioindicateur) désigne toute entité biologique végétale ou animale dont les propriétés vitales sont un indice de la qualité et de l'altération environnementale, généralement les diatomées, les macros invertébrés et les poissons sont les plus utilisés.

Il faut prendre en compte l'utilisation des macroinvertébrés benthiques comme des excellents bioindicateurs qui reflètent l'état écologique de la zone humide lié aux paramètres environnementaux (Leraut, 2003).

L'utilisation des traits bioécologiques pour diagnostiquer des pollutions toxiques est assez récente. Sherrat et al. (1999) et Stark et al. (2004) ont montré le rôle que jouaient les stratégies biologiques dans la sensibilité des macroinvertébrés au stress toxique. Ils ont mis en évidence la capacité de certains traits biologiques, comme notamment les modes de reproduction et de dispersion, mais aussi la durée de cycle de

vie et le nombre de génération par an, à influencer les capacités de récupération après un stress toxique (Virginie & *al.*, 2010).

3. Intérêt de l'étude des macroinvertébrés benthiques :

On étudie les macroinvertébrés benthiques comme une alerte scientifique qui précise l'impact négatif et/ou positif sur les habitats. Ce groupe est renfermé par différents taxons qui ont des caractéristiques communes.

Les espèces sont sensibles aux changements abiotiques environnementaux. Leur abondance et leur diversité reflètent des informations sur la santé d'un biotope. Dans un cours d'eau en bonne santé, on trouve une plus grande abondance que dans un cours d'eau pollué parce que ces organismes dépendent des bonnes conditions de ce biotope (Bensaidi & Kirane, 2014).

Donc le suivi de ces espèces est pour :

- Dresser un inventaire aussi exhaustif que possible et avoir des connaissances sur leur systématique, leur écologie ainsi que leur biogéographie (Haouchine, 2011).
- Améliorer les programmes d'étude concernant la qualité des écosystèmes aquatiques.
- Evaluer l'état de santé d'un cours d'eau à long terme.
- Evaluer des risques toxiques au niveau des écosystèmes (Virginie & *al.*, 2010).
- Protéger l'écologie d'un environnement afin d'améliorer les relations entre les composantes d'un écosystème.

4. Les caractéristiques des macroinvertébrés :

- Le rôle clé dans la chaîne trophique.
- Les macroinvertébrés sont relativement sédentaires, et qui plus est, ont une durée de vie relativement longue (quelques mois à quelques années). Ces caractéristiques leur permettent d'intégrer la qualité de leur habitat (Bernadet, 2013).

- Le groupe des macroinvertébrés est constitué d'un grand nombre de taxons, appartenant à plusieurs phyla, et présentant une très grande diversité de formes (Bernadet, 2013).
- L'évolution spatiotemporelle et l'omniprésence.
- L'affinité adaptative de quelques taxons (morphologique, physiologique, comportementale) aux paramètres environnementaux à long terme.
- La polluo-sensibilité de certains taxons (Roset, 2013).
- La facilité d'échantillonnage avec une bonne conservation de ce matériel biologique.
- La facilité d'identification avec la disponibilité des clés de détermination.
- Les caractéristiques économiques.

5. Les différents taxons des macroinvertébrés :

5.1. Les crustacés :

Les crustacés forment une importante classe d'arthropodes marins ou d'eau douce dans leur immense majorité. Seuls les cloportes et certains crabes sont terrestres. Si les grandes espèces sont bien connues, il y'en a de très nombreuses qui sont microscopiques (Encyclopédie, 1990). Dans certains cas, il existe nombreux d'entre eux qui exercent le parasitisme.

Ce sont des espèces qui possèdent un minimum de cinq paires de pattes articulées (exception faite des ostracodes) ainsi que deux paires d'antennes ; ils ont une respiration branchiale sauf chez les cloportes (Moisan & *al.*, 2010).

On trouve trois sous-classes de macroinvertébrés :

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

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

C) Sous-classe des Malacostracés : correspondent à la sous-classe la plus importante (diversité) avec des animaux de taille moyenne (Pécaricides) ou grande (Décapodes) et une adaptation aux différents types d'écosystème aquatique (milieu marin, milieu saumâtre, eau douce) comme la famille des Gammaridae (Fig.01) (Tachet & *al.*, 2010).

➤ **Classification:**

Règne: Animalia

Embranchement: Arthropoda

Classe : Crustacea

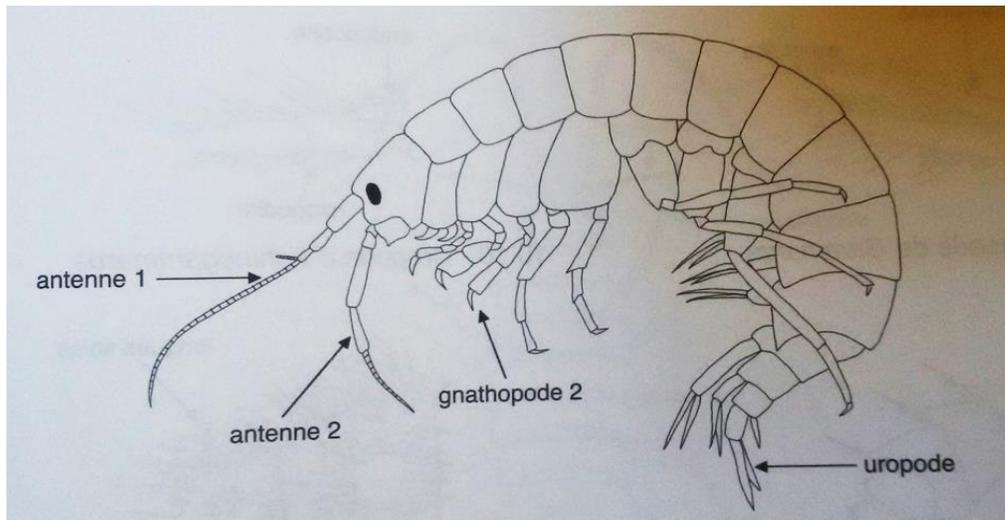


Figure 01 : Les Crustacés (les gammares) (Tachet & *al.*, 2010).

5.2. Les gastéropodes :

Les gastéropodes constituent une classe de Mollusques fondamentalement asymétriques par suite d'une torsion qui affecte l'ensemble de l'anatomie, y compris la coquille qui est généralement spiralée ; cependant, chez les Ancyliidae notamment, la coquille présente une symétrie bilatérale acquise secondairement (Tachet & *al.*, 2010).

Invertébrés d'eau douce ou marins, plus rarement terrestre, les mollusques ont un corps mou, le plus souvent logé dans une coquille : celle-ci est sécrétée par un organe particulier, le manteau. La coquille peut être interne (comme l'« os » de seiche), ou manquer totalement. La plupart des mollusques respirent par des branchies. (Encyclopédie, 1990). Des espèces inarticulées avec une respiration branchiale diverse. On remarque deux classes:

❖ Les mollusques- bivalves:

Les bivalves sont une classe de mollusques caractérisée par la présence de deux valves jointes par une charnière (Fig.02) comme chez les moules. Leur tolérance à la pollution est moyenne (Moisan & *al.*, 2010).

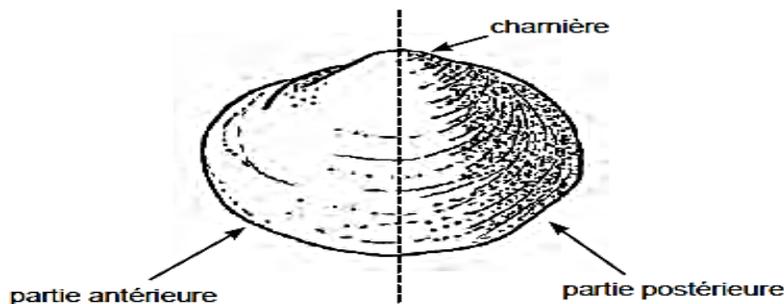


Figure 02 : Les mollusques-bivalves (Sphaeriidae) (Moisan & *al.*, 2010)

❖ Les mollusques-Gastéropodes:

Les gastéropodes sont une classe de mollusques caractérisée par la présence d'une seule coquille habituellement spiralée comme celle des escargots (Fig.03). Certains possèdent une plaque cornée ou calcaire appelée opercule qui ferme l'ouverture de la coquille quand l'animal est à l'intérieur. Un seul groupe possède une forme vraiment différente, soit une forme de petit chapeau. Les gastéropodes avec un opercule (prosobranches) ont une tolérance moyenne à la pollution, et ceux sans opercule (pulmonés) sont considérés comme tolérants. (Moisan & *al.*, 2010)

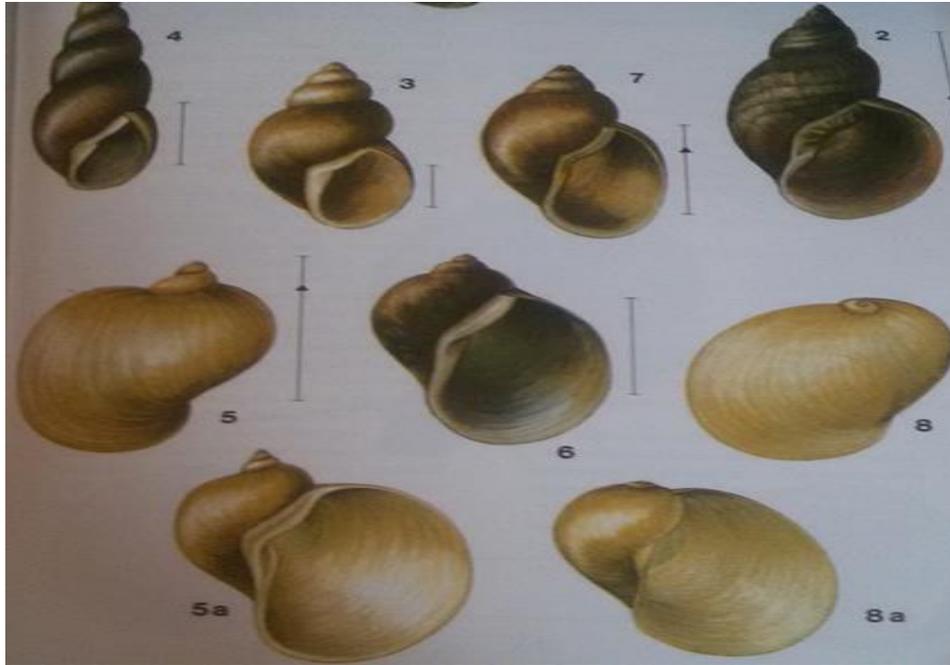


Figure 03 : Les mollusques gastéropodes (Engelhardt & *al.*, 1998).

5.3. Les annélides :

Les annélides sont des organismes vermiformes protostomiens mesurant entre 0,5 mm et 1m de long. Ils possèdent un corps de section cylindrique, doté d'une symétrie bilatérale et métamérisée, c'est-à-dire qui semble composer d'une série d'anneaux identiques.

Parfois dotée de dents ou de mâchoires chitineuses, la bouche se situe au niveau du prostomium, le premier segment, tandis que l'anus se trouve sur le pygidium, le dernier segment. Entre les deux, le corps renferme un tube digestif droit, ainsi qu'un système circulatoire fermé. Ces animaux, dont il existe environ 14600 espèces, ont colonisé des milieux marins, dulçaquicoles ou terrestres (à condition qu'ils soient humides). Ils se divisent en plusieurs groupes, dont les plus importants sont les polychètes (le corps possède de nombreuses soies, comme chez l'arénicole) et les oligochètes (moins de soies, comme chez le lombric). Certains polychètes, qui sont tous marins, nagent très bien et sont même de redoutables prédateurs (le néréis par exemple). Cependant, d'autres espèces

vivent dans des tubes (les Spirobranchus sont tubicoles) ou dans le sable et les sédiments (fouisseurs). Ces êtres sont alors microphages, comme les oligochètes [2].

L'embranchement des annélides comportent donc 3 classes : les Polychètes, les Oligochètes (Fig.04) et les Sangsues (Fig.05).

La systématique des oligochètes a été remaniée par Brinkhurst (1986). Deux <<familles>>, rangées autrefois dans la classe des oligochètes en ont été retirées ; ce sont les Aeolosomatidae et les Branchiobdellidae. Les Aeolosomatidae constituent maintenant la classe des Aphanoneura ; ils sont de taille microscopique et ne sont pas traités ici. Les branchiobdellidae constituent maintenant la classe des Branchobdellida (Tachet & *al.*, 2010).

➤ **Classification:**

Règne : Animalia

Embranchement : Annelida

Classe : Oligochaeta

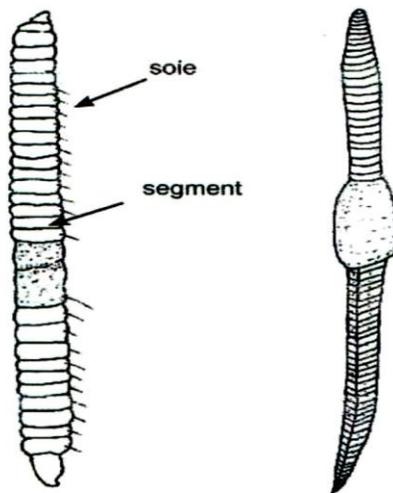


Figure 04 : Les Annélides (Oligochètes) (Moisan & *al.*, 2010).

➤ **Classification:**

Règne: Animalia

Embranchement: Annelida

Classe: Hirudinea

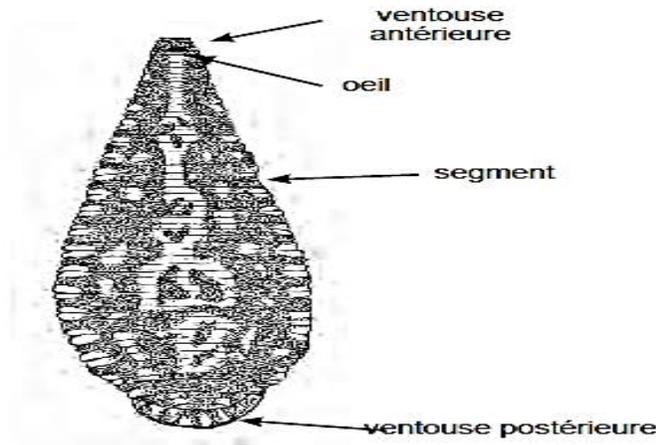


Figure 05 : Les Annélides (sangsues) (Moisan & *al.*, 2010).

5.4. Les insectes :

De loin le plus vaste ensemble du monde animal, cette classe d'arthropodes se caractérise par un corps de trois parties : tête, thorax, abdomen. Tous les insectes ont six pattes ; chacun des trois segments du thorax porte une paire de pattes. Le thorax porte également deux paires d'ailes, ou parfois seulement une paire ; certains insectes en sont dépourvus. Les yeux sont à facettes. Le développement implique des métamorphoses. Les insectes ont une grande importance économique (par leur utilité dans le maintien des grands équilibres [décomposition des matières organiques, par exemple] ou leurs dégâts [criquets]) et biologique, en raison de la richesse de leur comportement et de leur vie sociale (Encyclopédie, 1990).

Les insectes constituent plus de 70% de la biodiversité spécifique connue du règne animal. Outre cette importance numérique, le rôle des insectes dans la nature n'est plus à démontrer. Ils jouent un rôle important dans le fonctionnement des écosystèmes

aquatiques (Dunbar & *al.*, 2010 in Yapo & *al.*, 2012). Les insectes constituent d'excellents témoins de la qualité des habitats où ils se rencontrent (Yapo & *al.*, 2012).

5.4.1 Les coléoptères:

C'est l'ordre le plus riche en espèces où on trouve le type de développement holométabole qui comporte un stade nymphal entre la larve et l'imago. Leurs stratégies vitales dont la manière de se nourrir, leurs techniques de respiration, leurs modes de locomotion sont différents grâce à l'adaptation vis-à-vis de la vie aquatique (Engelhart & *al.*, 1998).

Leurs adaptations à la vie aquatique sont multiples. Certaines familles sont exclusivement terrestres. Chez d'autres, les larves et les adultes (Fig.06) sont aquatiques, ou encore seules les larves ou seuls les adultes le sont.

Elles ont une tête distincte et dure ainsi que des mâchoires broyeuses. Étant complexe, la classification se fera par forme larvaire et ensuite adulte. Leur tolérance à la pollution est moyenne.

➤ Classification :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Ordre: Coleoptera.

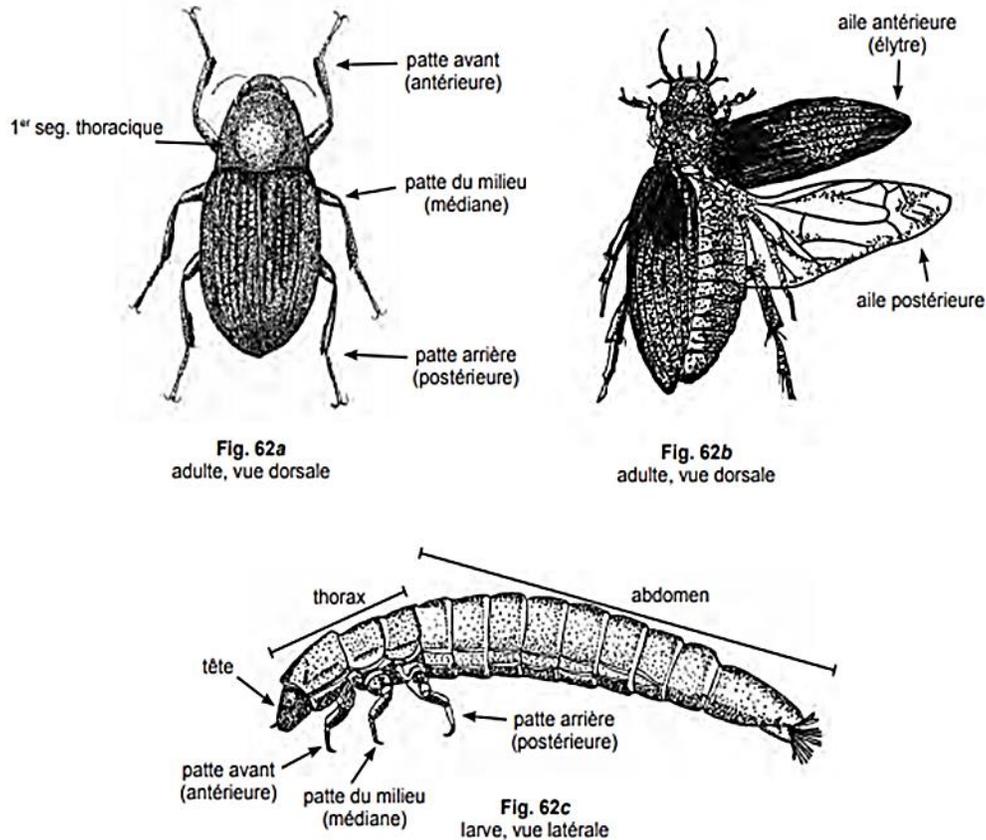


Figure 06 : Les Coléoptères (adulte et larve) (Moisan & *al.*, 2010).

5.4.2 Les diptères :

On trouve que les Diptères forment le plus dense ordre d'insectes après les Coléoptères, les deux sont différents. Selon la structure des antennes chez les adultes, on distingue deux sous ordres : les Nématocères qui sont plus primitifs et les Brachycères qui sont plus évolués. La plupart d'entre eux sont terrestres. Seulement quelques familles sont adaptées à la vie aquatique aux stades larvaire et nymphal (Blephariceridae, Ptychopteridae, Chaoboridae, Dixidae, Simuliidae (Fig.07), Culicidae (Fig.08) et Thaumaleidae) (Tachet & *al.*, 2010).

Ces espèces ont une tolérance moyenne à la pollution sauf la famille de chironomidae qui est considérée comme tolérante (Tachet & *al.*, 2010).

Ce sont des insectes holométaboles. Les larves sont de formes très variées (Engelhardt & *al.*, 1998), la capsule céphalique est développée chez les nématocères et

réduite ou absente chez les brachycères. Les larves sont dépourvues de pattes et sont en général d'aspect vermiforme. Ils vivent dans des milieux divers : bois mort, végétaux vivants ou en décomposition, sol, eau ou encore parasites d'animaux.

La majorité des adultes sont diurnes, ils se nourrissent de nectar ou du sang de vertébrés, beaucoup ont une grande importance agronomique, médicale et vétérinaire. Ils ont des pièces buccales de type suceur comportant une trompe parfois vulnérante de structure variable. Les antennes sont filiformes avec des yeux bien développés.

➤ **Classification :**

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Pterygota

Ordre : Diptera (Tachet & *al.*, 2010)

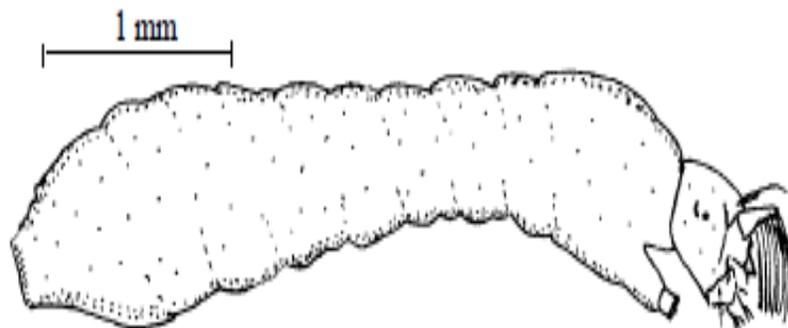


Figure 07 : Les diptères (*Simulium neornatipes*. Simuliidae) (Mary, 2000)

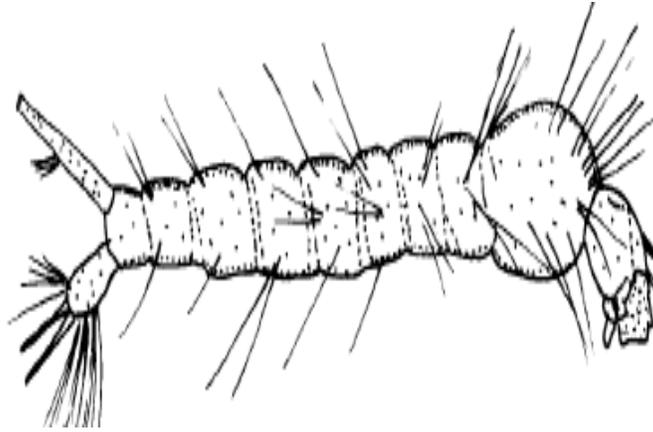


Figure 08 : Les diptères (*Aedes sp.* Culicidae) (Mary, 2000)

5.4.3 Les hémiptères :

On regroupe désormais les hétéroptères (Fig.09) (punaises terrestres et aquatiques), les Auchénorrhynches et Sternorrhynches dans le seul ordre des hémiptères. Le découpage en sous-ordre reste controversé ; on utilise ici le plus traditionnel et encore largement admis (Leraut, 2003).

Les Hémiptères sont des hétérométaboles de formes très variées.

On trouve les larves et les adultes dans les habitats aquatiques ou semi-aquatiques, les deux sont presque identiques parfois les adultes sont ailés. Les ailes sont cornées à la base (vers l'avant) et membraneuses au bout. La forme de leur corps varie d'ovale à allongée. Les hémiptères n'ont pas des branchies donc ils sont adaptés à la vie aquatique et sont capable de changer leur appareil buccal avec une tolérance moyenne à la pollution (Moisan & al., 2010).

➤ **Classification :**

Règne : Animalia

Embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Ptérigota

Ordre : Hemiptera (Tachet & al., 2010).



Figure 09 : Les hétéroptères (Famille de Gerridae) (Hammana & N'Diaye, 2019)

5.4.4 Les odonates :

Les Odonates sont des insectes hémimétaboles apparues sur Terre il y a plus de 300 millions d'années, c'est-à-dire avant même les dinosaures ! Près de 5700 espèces d'odonates ont été décrites dans le monde. Cet ordre d'insectes robustes regroupe trois sous-ordres : Zygoptères, Anisoptères et Anisozygoptères, seulement les Anisoptères (libellules), les Zygoptères (demoiselles) sont connues en Algérie.

Dans cet ordre, les larves sont exclusivement aquatiques et tous sont carnivores. Cachées entre les plantes aquatiques ou à moitié enfouies dans la vase, elles guettent leur proie ou s'en approchent doucement. Quel que soit le sous-ordre le caractère fondamental chez les larves est la présence d'une lèvre inférieure transformée en masque pour saisir leurs proies (Engelhardt & *al.*, 1998).

➤ Classification :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Pterygota

Ordre : Odonata

❖ **Les zygoptères :**

- Corps allongé, abdomen étroit et cylindrique
- Tête plus large que le corps
- Trois branchies en forme de feuille à l'extrémité de l'abdomen
- Communément appelés demoiselles (Moisan & *al.*, 2010).

❖ **Les anisoptères (Fig.10):**

- Abdomen se terminant par cinq petites pointes triangulaires
- Corps relativement massif (abdomen large).
- Tête habituellement plus étroite que le corps.
- Communément appelées libellules (Moisan & *al.*, 2010)



Figure 10 : Larve d'odonates (Famille Libellulidae) (Hammana & N'Diaye, 2019)

5.4.5 Les trichoptères :

A l'exception du Limnephilidae Enoicyla qui s'est secondairement adapté à la vie terrestre, les autres individus sont aquatiques.

Les trichoptères forment un ordre apparenté aux papillons (lépidoptères), ils se répartissent en deux groupes principaux : celles qui ont l'aspect chenille (éruciformes), dont l'axe longitudinal de la tête forme un angle droit avec celui du corps ; et celles dont la tête et l'axe du corps sont sur une ligne droite (campodéiformes) (Engelhardt & *al.*, 1998).

De façon générale, les trichoptères sont sensibles à la pollution sauf la famille des Hydropsychidae (Fig.11) qui tolère un peu la pollution.

➤ Classification :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Pterygota

Ordre : Trichoptera.

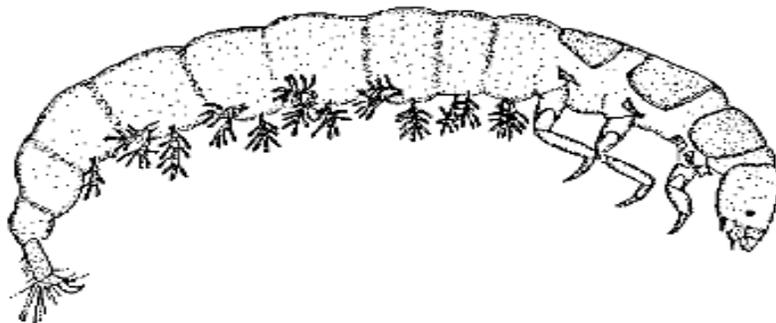


Figure 11 : Les Trichoptères (larve) (*Cheumatopsyche sp.* Hydropsychidae) (Mary, 2000)

5.4.6 Les Ephéméroptères :

Insecte à vie adulte très courte. Les larves, aquatiques, vivent beaucoup plus longtemps. Ils ont des vols nuptiaux spectaculaires et sont surnommés <<mouche de mai>> (Encyclopédie, 1990).

Ils sont considérés comme l'ordre des insectes à métamorphose incomplète qui passe par un stade œuf, larve avant de subir la transformation en insecte ailé.

Les larves sont exclusivement aquatiques, adaptés à des types d'eau différentes. On distingue quatre groupes : les espèces fouisseuses vivent essentiellement dans les eaux lentes aux rives limoneuses et au fond vaseux, ainsi que sur les rives des lacs (ex. Ephemera). Les larves nageuses vivent dans les eaux stagnantes riches en végétations aquatiques. D'autres larves habitent les ruisseaux rapides et leur corps aplati est un exemple d'adaptation au milieu. Ils ont des pattes portant une seule griffe au tarse et des branchies abdominales (au moins chez les larves âgées) en position latérale ou latéro-dorsale (Tachet & *al.*, 2010).

La forme et la position de ces branchies sont capitales pour leur identification. Les larves (Fig.12) ont tous dix segments abdominaux. On détermine leur numéro (le même que celui des branchies) en comptant à partir du dixième, c'est-à-dire de l'extrémité de l'abdomen. De façon générale, ils sont sensibles à la pollution (Moisan & *al.*, 2010).

➤ **Classification :**

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre: Ephemeroptera



Figure 12 : Les Ephéméroptères (Famille de Potamanthidae) (Hammana & N'Diaye, 2019)

5.4.7 Les plécoptères :

Leur vie larvaire se passe dans l'eau courante sauf rare exception. Si à première vue leurs larves ressemblent à celle des Ephémères, elles sont faciles à distinguer : elles ont des pattes à trois articles, avec deux griffes chacune, et l'abdomen porte seulement deux cerques, appendices filiformes articulés (Fig.13), les larves d'Ephémères, par contre, ont des pattes à un seul article avec une seule griffe. Leurs besoins d'oxygène expliquent qu'elles vivent dans les torrents rapides, voir impétueux, et clairs. Elles sont très sensibles à toutes pollutions. Pour éviter d'être emportées par l'eau et parce qu'elles fuient la lumière (cas de presque toutes les espèces), elles séjournent généralement sur la face inférieure des pierres ou sur leur côté protégé, ou encore dans le fouillis des plantes aquatiques (Engelhardt & *al.*, 1998).

➤ **Classification :**

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre: plécoptera

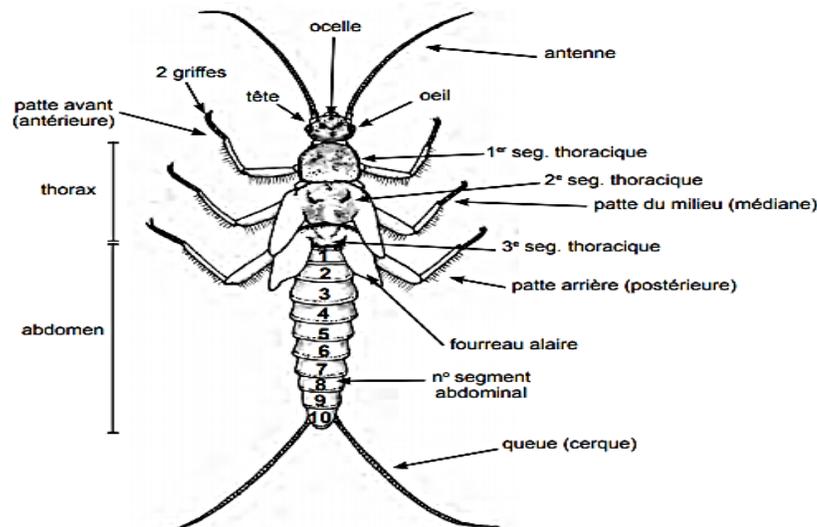


Figure 13 : Les Plécoptères (larve, vue dorsale) (Moisan & *al.*, 2010)

5.4.8 Les lépidoptères :

Les lépidoptères [papillons] (Fig.14) sont phylogénétiquement proches des Trichoptères. La majorité a un cycle vital terrestre, cependant il y'a la famille des Crambidae avec quelques genres qui sont aquatiques aux stades larvaire et nymphale. Leur tolérance à la pollution est moyenne. On imagine aisément au regard des 123 familles et 156.500 espèces connues, que les lépidoptères ont des biologies et des comportements très diversifiés, et c'est le cas. Ces insectes sont holométaboles et passent par quatre stades dans leur développement (œuf, larve (chenille), nymphe (chrysalide) et adulte (papillon)). Chez certains papillons il n'y a qu'une seule génération par an (espèces

univoltines), d'autres espèces produisent deux générations (espèces bivoltines) ou plus. Le nombre de génération dépend aussi du climat [2].

Caractéristiques particulières :

- Présence d'une tête distincte dure (fig. 74a à 74c) avec des yeux réduits à de simples points noirs (non composés).
- Trois paires de pattes thoraciques très courtes (fig. 74a et 74d).
- Segments abdominaux 3, 4, 5, 6 et 10 portant des paires de fausses pattes terminées par une couronne de crochets (fig. 74a et 74e).
- Thorax et abdomen portant, chez certaines espèces, des filaments latéraux (branchies).

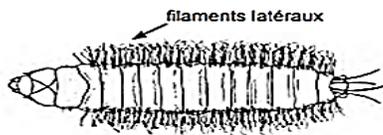
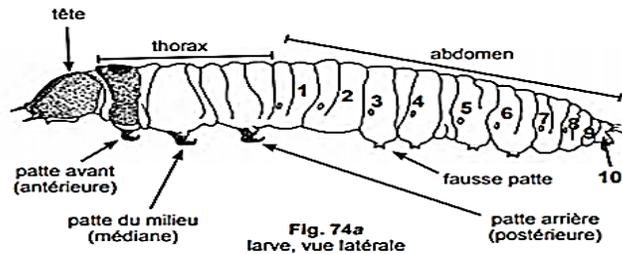


Fig. 74b
larve, vue dorsale

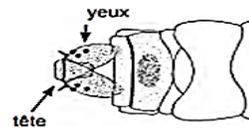


Fig. 74c
tête et deux segments thoraciques



Fig. 74d
patte



Fig. 74e
crochets d'une fausse patte

- Les nymphes sont reconnaissables à leurs trois paires de stigmates proéminents visibles en position dorsale ou latérale (fig. 74f).

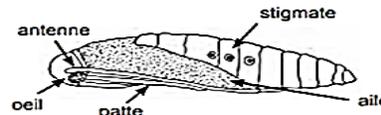


Fig. 74f
nymphe, vue latérale

Figure 14 : Les lépidoptères (larve, nymphe) (Moisan & al., 2010)

5.4.9 Les hyménoptères :

Les Hyménoptères constituent l'un des 3 plus importants ordres d'insectes avec plus de 120000 espèces décrites dans le monde. L'ordre est divisé en 2 sous-ordres, les symphytes et les apocrites. Les Hyménoptères sont des insectes holométaboles, donc avec une métamorphose complète avec 3 stades : larve, nymphe et imago. Les larves sont apodes et peu mobiles, leur vie est très différente de celle des adultes. Certaines larves (Symphytes) ressemblent à des chenilles (larves éruciformes). La majorité des hyménoptères a 2 paires d'ailes (Fig.15) avec les antérieures plus développées que les postérieures. Certaines espèces ont des ailes réduites ou absentes (comme les fourmis). Les ailes sont couplées en vol par des crochets fixés aux ailes postérieures [3].

Ces individus sont représentés entre autres par les abeilles, les bourdons, les guêpes et les fourmis. Caractérisés par un appareil buccal de type broyeur-lécheur, ils sont végétariens, prédateurs ou parasites.



Figure 15 : Les hyménoptères (Famille de Apidae) (Leraut, 2003)

5.5. Les amphibiens aquatiques :

La classe des Batraciens (ou Amphibiens) comprend trois ordres (Gymnophiona, Anoures (Fig.16) et Urodèles) avec en tout 3100 espèces connues. Les batraciens sont des animaux vertébrés à sang froid, aquatiques, terrestres ou amphibies. A quelques exceptions près (par exemples les Gymnophiona), ils ont deux paires de membres ; les antérieures avec quatre doigts et les postérieures avec cinq. Toutes les larves et les sujets adultes qui vivent dans l'eau possèdent une ligne latérale. En règle générale, les femelles pondent des œufs dans l'eau. Les larves qui en sortent sont aquatiques ; à la fin de leur vie elles se métamorphosent en adultes qui sont généralement terrestres. Les têtards acquièrent leurs pattes postérieures avant les antérieures. A l'état adulte la plupart des Amphibiens ont besoin d'une forte humidité ambiante (Engelhardt & *al.*, 1998).

Les amphibiens seront observés en journée au cœur de la période de la reproduction. Les Anoures n'hésitent pas non plus à chanter. Seules les grenouilles vertes passent toute la saison au bord de la mare (Acemav & *al.*, 2003).

Ils doivent donc passer la saison froide et les périodes trop chaudes en vie ralentie, dans un terrier, dans la boue ou sous un caillou. La plupart des anoures, après leur métamorphose, poursuivent leur vie sur terre dans des milieux humides. Ils sont dépendants des conditions thermiques extérieures. En hiver, ils hibernent (Thurre, 2009).

L'Amérique du Sud et l'Ouest de l'Afrique sont les deux hotspots de biodiversité des amphibiens. Le Sud-est des Etats-Unis est également riche en amphibiens, et notamment en salamandres (Vie & *al.*, 2008).



Figure 16 : Les amphibiens (Famille de Bombinatoridae) (Hammana & N'Diaye, 2019)



Chapitre 02
La pollution

1. Définition :

La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers d'effets indirects ou directs altérant les critères de répartition des flux de l'énergie, des niveaux de radiations, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou indirectement à travers les ressources agricoles, en eau et en produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède (Ramade, 2002).

2. La pollution des eaux :

Depuis 1971, date de l'Inventaire National du degré de Pollutions (INP) des eaux superficielles (Loi sur l'Eau n° 64-1245 du 16 décembre 1964), la notion de qualité des rivières a significativement évolué. D'abord considérée sous l'angle de la pollution des cours d'eau (mesure de concentrations des polluants), la qualité des rivières a été abordée de façon plus intégrée à partir de la loi sur l'eau de 1992. C'est à partir de cette loi que sera considérée la qualité des milieux aquatiques dans leur ensemble, et non plus seulement celle de l'eau : désormais, les aspects biologiques et écologiques sont eux aussi pris en compte dans les politiques publiques. En 2000, la Directive Cadre Européenne (DCE) (European Council, 2000) inverse l'ordre de priorité en plaçant pour la première fois la qualité écologique au cœur des politiques environnementales des états membres de l'Union Européenne. « L'état écologique » est désormais au centre de l'évaluation et l'état chimique relégué au second plan, les paramètres physico-chimiques étant des éléments qui soutiennent la biologie. Selon le modèle d'intégrité écologique de l'U.S. Environmental Protection Agency (1990), le maintien de l'intégrité écologique passerait par le maintien des intégrités chimique, physique et biologique des écosystèmes (Bernadet, 2013).

La pollution des eaux est toute altération des conditions physiques, chimiques, biologiques d'un écosystème aquatique provoquée par le biais de l'homme d'une façon direct ou indirect que ce soit par ces activités d'agriculture (pollution agricole), par ces

activités industrielles (pollution industrielle), par ces activités courantes (pollution domestique) et qui engendre des risques dans le bon fonctionnement écologique. Il faut dire que la circulation et l'accumulation des polluants au niveau de cet écosystème se fait physiquement par le débit ou la vitesse de courant d'eau et biologiquement par l'incorporation dans la biomasse.

Ces dernières années la qualité des eaux mondiales connaît une grande détérioration, à cause des rejets industriels non contrôlés et l'utilisation intensive des engrais chimiques en agriculture. Ces derniers produisent une modification chimique de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités. (Reggam & *al.*, 2015).

Au niveau de l'Est de l'Algérie, les activités industrielles sont en expansion et leurs déchets sont rejetés directement dans les cours d'eau naturels avec des modifications plus ou moins marquées sur les communautés vivantes. Ces actions affectent directement la qualité des eaux et les communautés vivantes créent une sorte des témoignages sur la pollution (indicateurs biologiques). (Reggam & *al.*, 2015).

3. L'intérêt de la pollution des eaux :

La pollution de l'eau est la plus répandue des pollutions à cause de différents points. On mentionne :

- La disponibilité d'eau douce est beaucoup plus infime (3%) que l'eau salée (97%) dans l'hydrosphère qui présente 75% de la croûte terrestre. La disponibilité d'eau douce est également irrégulière avec 2% dans les calottes, 0,06% sous le sol et 0,02% dans les lacs, les fleuves et les rivières.
- C'est l'un des aspects les plus inquiétants de la dégradation de l'environnement.
- A l'échelle du globe elle représente une menace potentielle, susceptible d'entraver dans l'avenir proche l'activité humaine.
- La pollution des eaux a été représenté par un nombre important de travaux.

Nous avons traité la pollution du bassin de la Seybouse pour :

Aider les décideurs à l'échelle nationale et locale à identifier et prioriser des actions concrètes visant à améliorer la gestion de ce bassin par le biais du potentiel de financement des projets liés aux avantages environnementaux et à la réduction des externalités (Arif & Doumani, 2013).

4. Les différents types de pollution :

4.1. La pollution chimique :

L'utilisation de diverses substances chimiques pour le besoin de développement industriel a entraîné dans presque toutes les régions du monde une dissémination dans le milieu naturel d'une multitude de résidus toxiques. Ces substances présentes habituellement dans les eaux à l'état de traces, sont souvent capable de s'accumuler dans les tissus végétaux et animaux et de se concentrer au niveau des différentes chaînes trophodynamiques atteignant ainsi des concentrations dangereuses en fin de chaîne (animaux supérieurs et l'Homme) (Leclerc, 1997 *in* Boudour & Habiles, 2017).

Ce type de pollution est liée aux concentrations des molécules chimiques naturelles perturbées ou à l'introduction des éléments de synthèse à partir de l'industrie (chimie moderne) ce qui résulte de la présence des substances xénobiotiques étrangères à la nature non biodégradable.

4.2. La pollution physique :

Les trois principaux agents physiques de la pollution sont : la chaleur, le transport des matières solides en suspension et la radioactivité.

La pollution physique est provoquée essentiellement par les centrales thermiques qui, situées le plus souvent aux bords de cours d'eau, puisent de grandes quantités d'eau pour le refroidissement de leurs systèmes. Cette eau réchauffée et ensuite déversée dans le milieu naturel (Kebich, 1999 *in* Boudour & Habiles, 2017), ce qui augmente la

disponibilité des substances toxiques dans le milieu aquatique tel est le cas du Japon 2013. On ajoute aussi les effets remarquables des rayonnements soit ionisants ou non ionisants à long terme. Ce genre de pollution a des dégâts sur l'écosystème aquatique par l'altération des paramètres écologiques.

4.3. La pollution biologique :

La pollution microbienne par des germes pathogènes (bactéries, virus, levures, champignons...) liés à l'eau provient de la matière fécale provoquant des maladies aux autres maillons de la pyramide hydrotrophe.

L'introduction des espèces exotiques qui ont la capacité de s'adapter aux conditions de nouveaux milieux avec une efficacité d'accroissement cumulative permettra d'écarter les autres autochtones et par suite entrainer la pauvreté de la niche écologique.

La pollution organique : Cette forme de pollution constitue la fraction la plus importante. En effet, elle résulte de l'introduction dans le milieu de substances organiques provenant de diverses activités : industrielles (hydrocarbures), agricoles (engrais azotés et phosphatés) et domestiques (phosphates, matières fermentescibles) (Khaled, 1995 *in* Boudour & Habiles, 2017). Lorsque la matière organique existante est égale ou se situe sous le seuil de sa dégradation par les microorganismes aérobies c'est l'autoépuration. Maintenant les matières organiques fermentescibles (MOF) ou les déchets organiques deviennent une sorte de polluant organique lorsque leur charge dépasse les capacités d'assimilation de milieu, c'est l'asphyxie et l'eutrophisation.

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

L'ensemble des êtres vivants dans un milieu stable sont adaptées à certaines conditions abiotiques.

La communauté des macroinvertébrés benthiques a besoin de cet intervalle pour survivre et évoluer spatiotemporellement. Elle nous donne des informations immédiates sur la qualité biotique et abiotique des eaux et des habitats. Il faut ajouter que les

plécoptères, les Trichoptères et les Epheméroptères sont les groupes d'insectes les plus sensibles aux polluants.

Les macroinvertébrés sont sensibles aux diverses formes de pollution et n'interviennent pas directement dans les phénomènes d'autoépuration d'un écosystème marin qui s'associe essentiellement avec les microorganismes comme les bactéries. On les utilise comme un support témoin et efficace pour une détermination de pollution aigue plusieurs mois après même si les polluants toxiques ont disparu. Ajoutons que la réponse des macroinvertébrés n'est pas spécifique, elle indique seulement une situation anormale car la pollution réduit la biodiversité et dans des cas elle élimine complètement des espèces, genres ou des familles les plus polluo-sensibles (Tachet & *al.*, 2010).



Chapitre 03
Présentation du site
d'étude

1. Situation géographique de la zone d'étude :

La wilaya de Guelma se situe au Nord-Est du pays, elle est limitée par la wilaya d'Annaba au Nord, El Tarf au Nord-Est, Skikda au Nord-Ouest, Souk Ahras et Oum El-Bouaghi au Sud et enfin Constantine à l'Ouest (Fig.17).

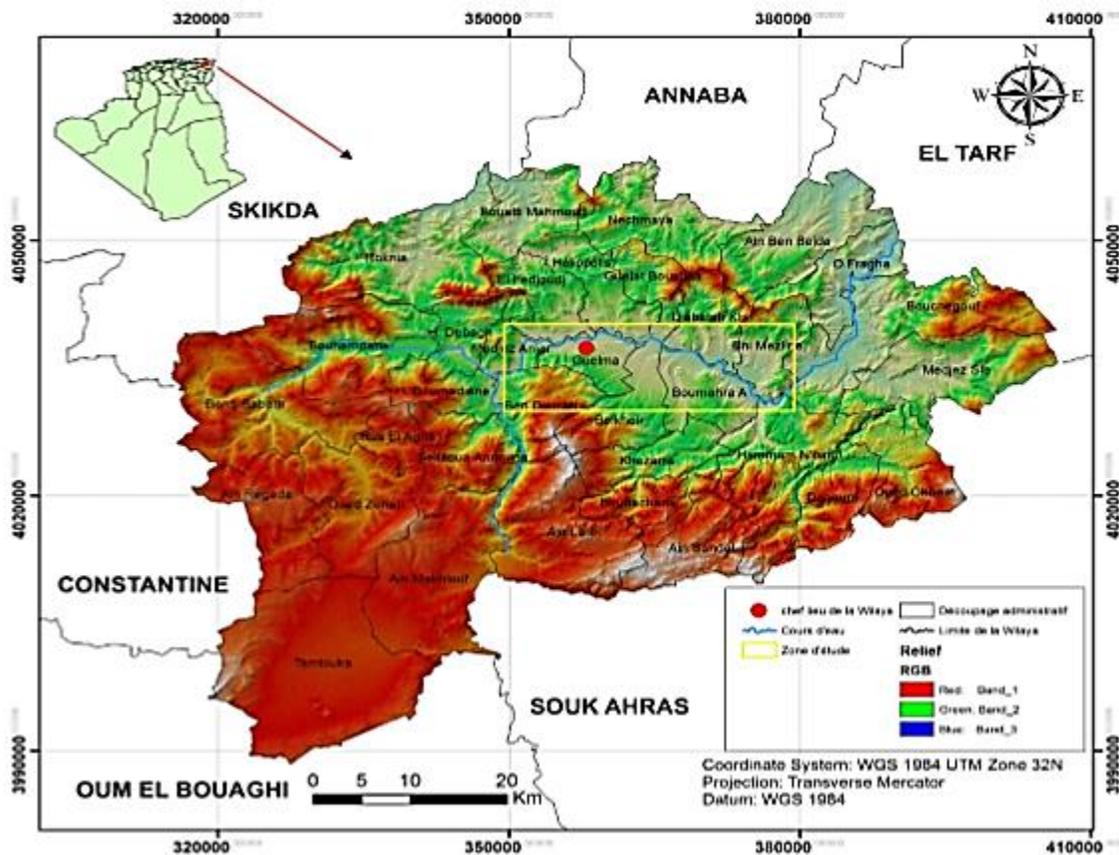


Figure 17 : Situation géographique de la région d'étude (Aissaoui & al., 2017)

Sa superficie est d'environ 3686,84 Km² quant à la population, elle est estimée en fin de l'année 2010 à 506007 habitants dont 25 % sont concentrés au niveau du Chef-lieu de la Wilaya. (Kouadria & Zalani, 2016).

Un bassin versant est défini comme une entité topographique et hydrographique où se produisent des entrées d'eau (Précipitations et apports souterrains) où l'écoulement s'effectue suivant un système de pentes et de drains naturels en direction de l'exutoire ou

embouchure du cours d'eau collecteur. L'Algérie compte dix-sept bassins versants (Fig.18), (Satha, 2017) qui seraient regroupés en 3 zones selon l'ANRH [4] :

- Les bassins tributaires de la Méditerranée situés au nord de l'Algérie,
- les bassins endoréiques occupant les Hautes Plaines,
- le bassin saharien.

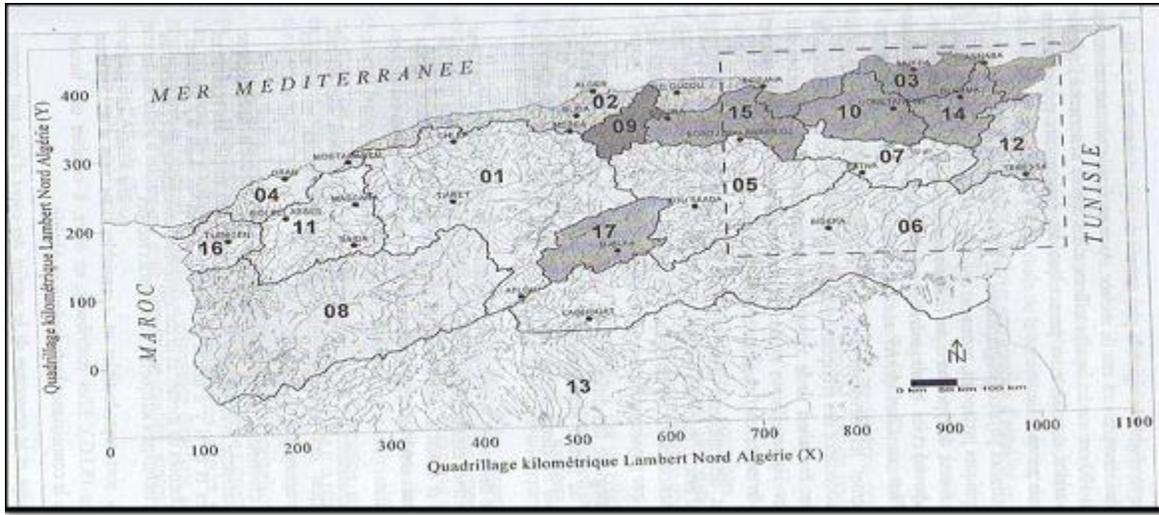


Figure 18 : Bassin hydrographique de l'Algérie du Nord (Mébarki, 2005)

01 : Cheliff 02 : Côtiers algérois 03 : Côtiers constantinois 04 : Côtiers oranais 05 : Chott Hodna 06 : Chott Melrhir 07 : Hauts Plateaux constantinois 08 : Hauts Plateaux oranais 09 : Isser 10 : Kebir-Rhumel 12 : Medjerda 13 : Sahara 14 : Seybouse 15 : Soumam 16 : Tafna 17 : Zahrez

2. Le bassin versant de la Seybouse :

La Seybouse est un oued méditerranéen, né dans les hautes plaines semi-arides de l'Atlas Tellien. Il draine un vaste bassin ayant une surface de 6570 km², il occupe la troisième place quant à la superficie après oued El Kébir du Rhumel et Medjerdah-Mellegue. Cet oued mesure 134,74Km de long (Fig.19) dont 57,15Km sont traversés au niveau du Bassin de Guelma et 77,59Km dans la basse Seybouse (Satha, 2017)

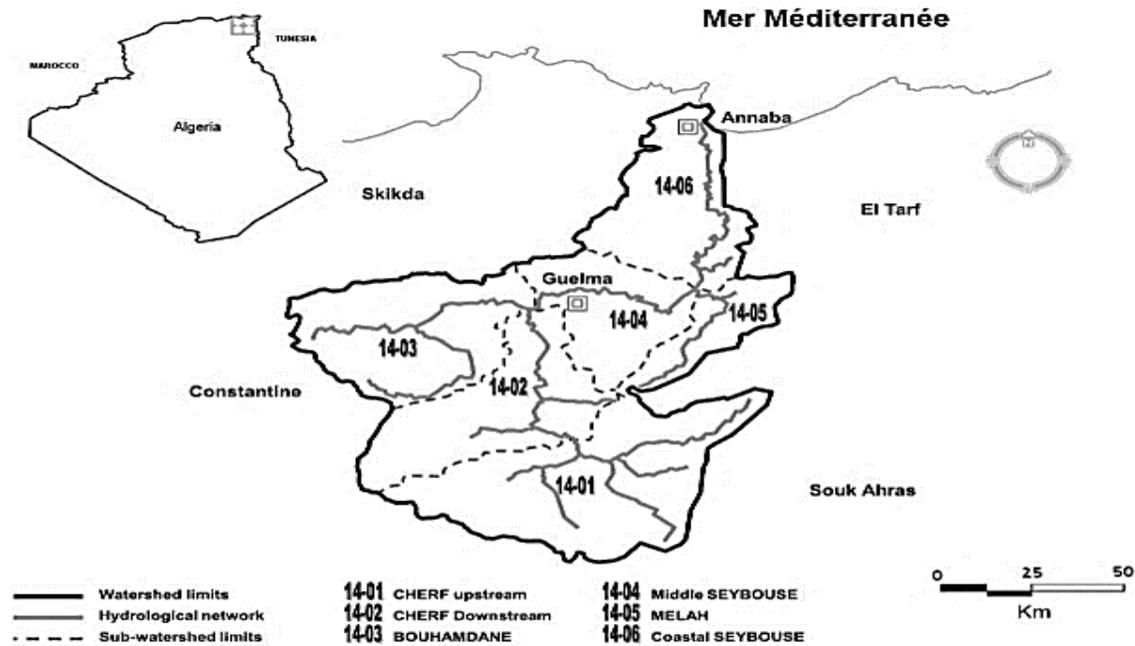


Figure 19 : Carte du bassin versant de la Seybouze (Khelifa, 2017)

2.1 . Description des sous bassins versant de la Seybouze :

Nous pouvons distinguer trois zones principales :

Bouhamdane (14-03) 1136Km², la moyenne Seybouze (14-04) : 818Km², la basse Seybouze (14-06) : 1057Km² (Fig.23).

□ Le Sous-Bassin de Bouhamdane : Il est traversé par oued Bouhamdane (37,49Km) qui est alimenté par plusieurs affluents : Oued Zenati 52,40 Km, oued Dardar 10,53 Km, oued Sabath 10,86 Km, oued El Aria 10,79 Km. Les oueds Zenati et Sabath forment par leur jonction oued Bouhamdane qui rencontre oued Cheref à Medjez Amar pour former la Seybouze.

□ Le Sous- Bassin de Guelma ou (Moyenne Seybouze) : A partir de Medjez amar, la Seybouze accrue par l'union du Bouhamdane et du Cherf débouche dans le Bassin de Guelma où des cours d'eau viennent y affluer : Oued Boumia 12,70 Km, oued Bou Sorra 16,32 Km, oued El Maiz 10,16 Km, oued Helia 18,41 Km, oued Bou Djedra 10,07 Km (Cahiers de l'Agence A.B.H.1999). 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 se jette dans la Seybouse au Sud- Ouest de Bouchegouf.

□ Le sous bassin du Mellah : Son cours principal est formé par la réunion de l'oued Sfa, Cheham et oued Ranem qui plus haut porte le nom d'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 (Fig.20).

□ Le sous bassin de la basse Seybouse : La Seybouse se fraie un chemin entre Bouchegouf et Drean, de direction Sud-Nord c'est la dernière étape à franchir. A ce niveau, la Seybouse est alimentée de l'Ouest par : Oued Ressoul 17,56 Km, Dardara 25,56 Km, Frarah 12,76 Km, Boudjemaa 17,71 Km. (Satha, 2017)

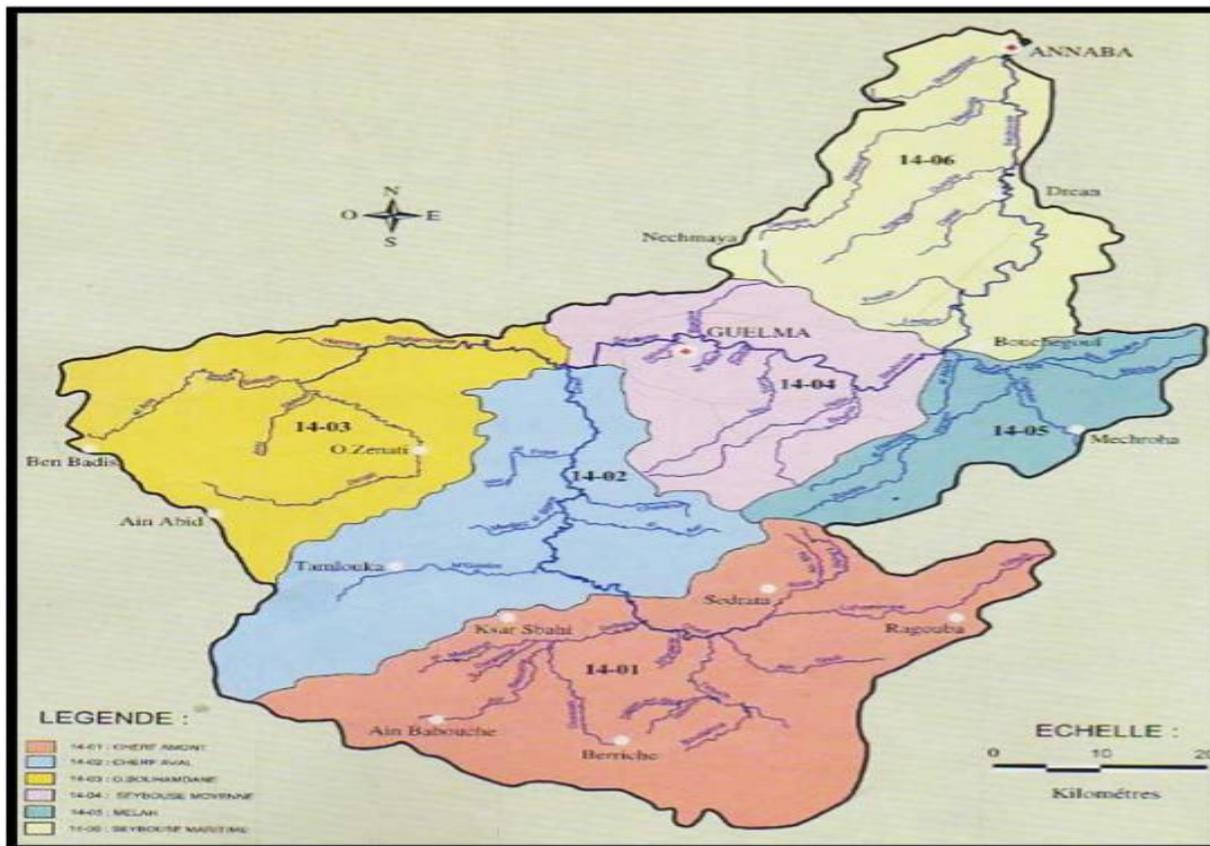


Figure 20 : Carte des sous bassins (Agence des Bassins Hydrographiques, 1999).

2.3 . Les réseaux hydriques :

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

- Oued Seybouse : Il prend sa source à Medjez Amar (point de rencontre entre Oued Cherf et Oued Bouhamdane). Il traverse la plaine Guelma - Bouchegouf sur plus de 45 Km du Sud au Nord. Son apport total est estimé à 408 millions m³/an à la station de Boudroua (commune d'Ain Ben Beida).
- Oued Bouhamdane : Prend sa source dans la Commune de Bouhamdane à l'Ouest de la Wilaya avec une longueur de 37,49 Km. Son apport est de 96 millions m³/an à la station de Medjez Amar II.
- Oued Mellah : Provenant du Sud-Est, ce court d'eau enregistre un apport total de 151 millions m³/an à la station de Bouchegouf.
- Oued Cherf : Prend sa source au Sud de la Wilaya (88,61Km) et son apport est estimé à 107 millions m³/an à la station de Medjez Amar I. (Fig.22). (Ghoudjil & Aydoud, 2015).

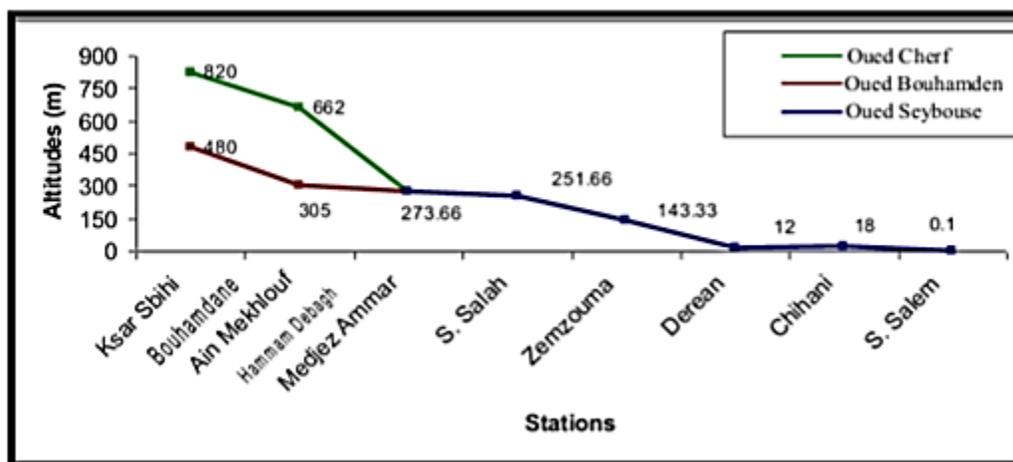


Figure 22 : Profil en long des oueds : Cherf- Bouhamdane – Seybouse

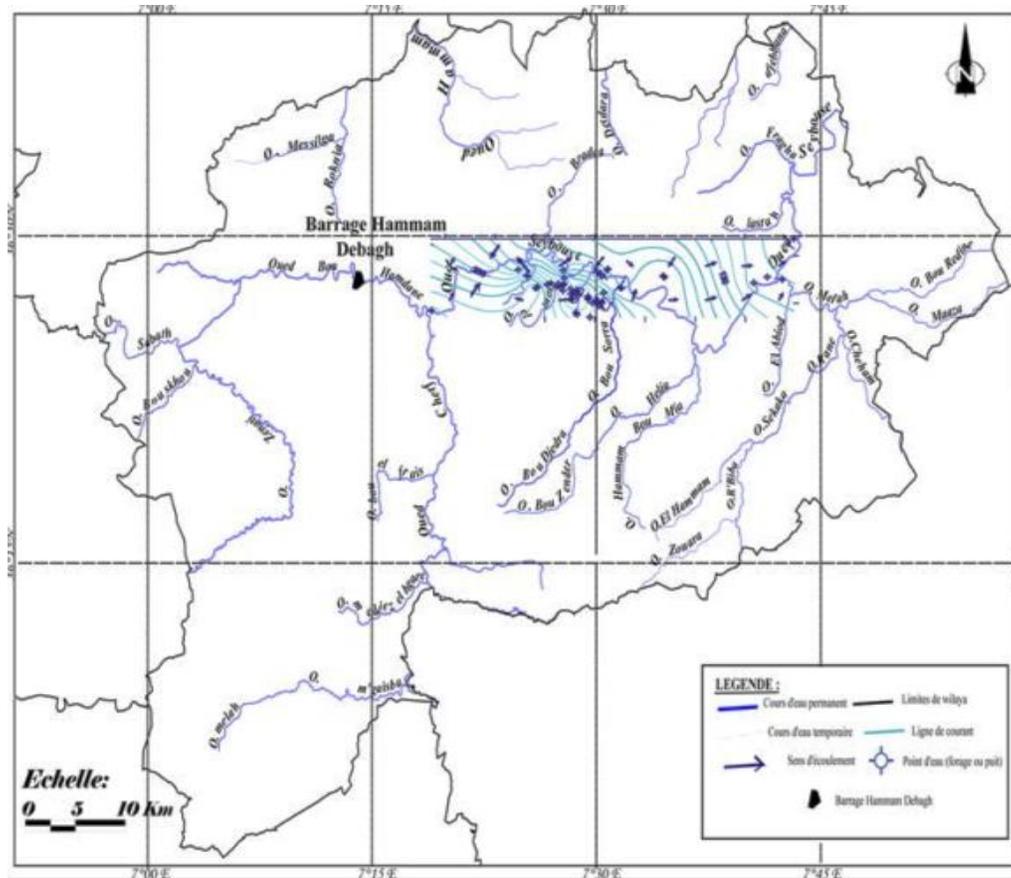


Figure 23 : Carte du réseau hydrographique (Mouchara, 2009)

2.4 . Climatologie :

Le climat est certainement un facteur du milieu très important. Il a une influence directe sur la faune et la flore (Meziane, 2009).

NB : Les données des températures recueillies par la station de météorologie de Guelma sur une période de 16 ans (2002-2017).

- **La température**

On remarque que les moyennes les plus élevées s'étendent du mois d'Avril à Septembre et s'étale de 15.58°C à 23.58 °C, les moyennes les plus basses sont durant les mois de décembre (10.86) et Février (10.16) (Fig. 24). (Guerfi & Rezaiguia, 2018).

Tableau 01 : Les températures moyennes mensuelles à la station de Belkhir (2002-2017)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
T(°C)	23,58	20,13	14,63	10,86	15,22	10,16	12,48	15,58	19,32	22,8	27,48	27,35

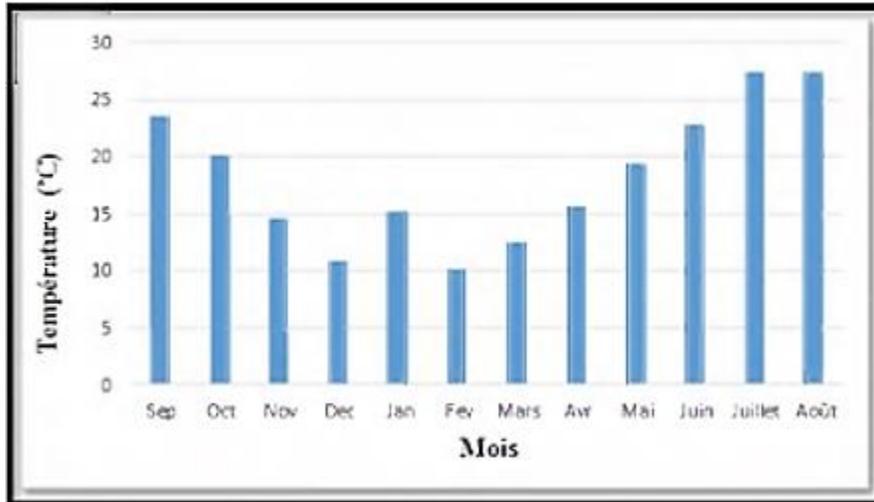


Figure 24 : Evolution des températures moyennes à la station de Belkhir (2002-2017)
(Guerfi & Rezaiguia, 2018).

- **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. On remarque que les précipitations en hiver sont abondantes avec un maximum au mois de Février (Fig. 25) (100.18 mm) et un minimum en été au mois de juillet avec (3.75 mm).

Tableau 02 : Les précipitations moyennes mensuelles à la station de Belkhir (2002-2017)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
P(mm)	42,46	50,9	75,41	81,1	92,35	100,18	76,16	57,25	36,23	16,73	3,75	14,94

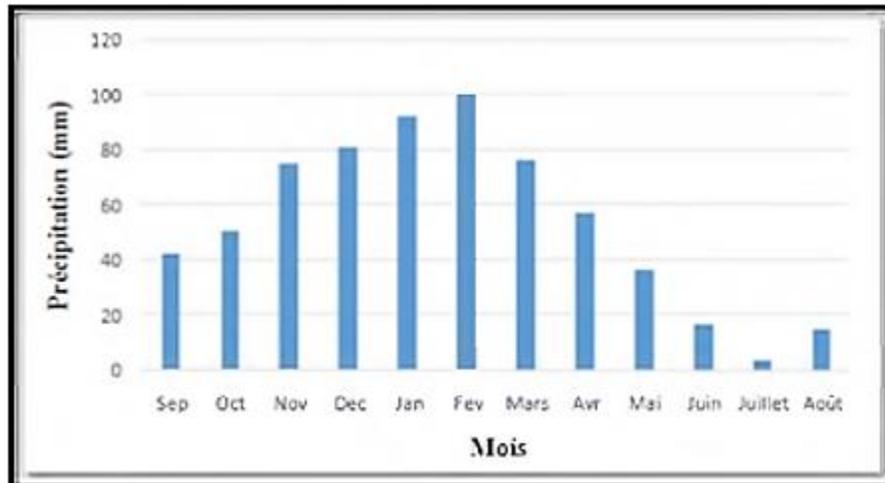


Figure 25 : Evolution des précipitations moyennes à la station de Belkhir (2002-2017)
(Guerfi & Rezaiguia, 2018)

- **Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен :**

Ce diagramme permet de comparer mois par mois la température (T) et la pluviosité(P), les ordonnées sont choisies de telle sorte que 10°C correspondent à 20 mm de pluie avec $P=2T$.

Le diagramme Ombrothermique de la région de Guelma fut établi à partir des données pluviométriques et thermiques moyennes mensuelles calculées sur une période de 16 ans.

. On peut distinguer deux périodes :

- Une phase humide qui s'étale de la fin du mois de Septembre jusqu'à la fin du mois de Mai,
- une deuxième phase sèche qui s'étale de Mai à Septembre (Fig.26).

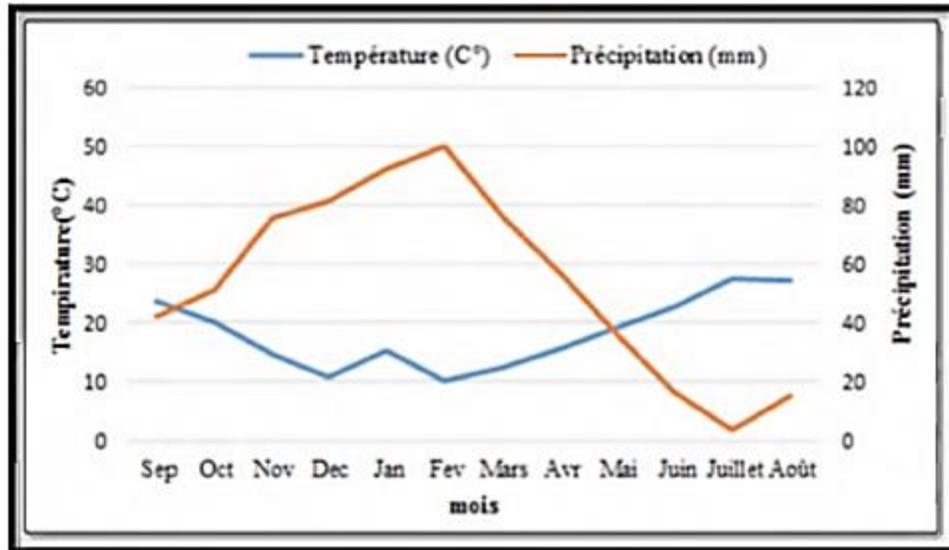


Figure 26 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен à la station de Belkhir (2002-2017) (Guerfi & Rezaiguia, 2018)

- **Climagramme d'Emberger**

Selon Emberger (1963), la région méditerranéenne est subdivisée en cinq étages bioclimatiques :

- Etage bioclimatique de végétation humide.
- Etage bioclimatique de végétation subhumide.
- Etage bioclimatique de végétation semi-aride.
- Etage bioclimatique de végétation aride.
- Etage bioclimatique de végétation saharienne.

Ce climagramme permet, grâce au quotient pluviométrique d'Emberger (Q) spécifique au climat méditerranéen, de situer une zone d'étude dans un étage bioclimatique, (Satha, 2014).

Ce quotient tient compte des précipitations et des températures, il est déterminé comme suit :

$$Q = 3,43 * P / M - m.$$

Q : le quotient pluviométrique d'Emberger.

P : pluviométrie annuelle moyenne en mm = à 633.86 °C

M : Moyenne maximale du mois le plus chaud = à 36.61°C

m : Moyenne minimale du mois le plus froid = à 4.62°C

Après application de la formule, la valeur de Q est égale à 67.96, Ce dernier situe la région de Guelma dans l'étage bioclimatique de végétation semi-aride à hiver doux (Fig.27).

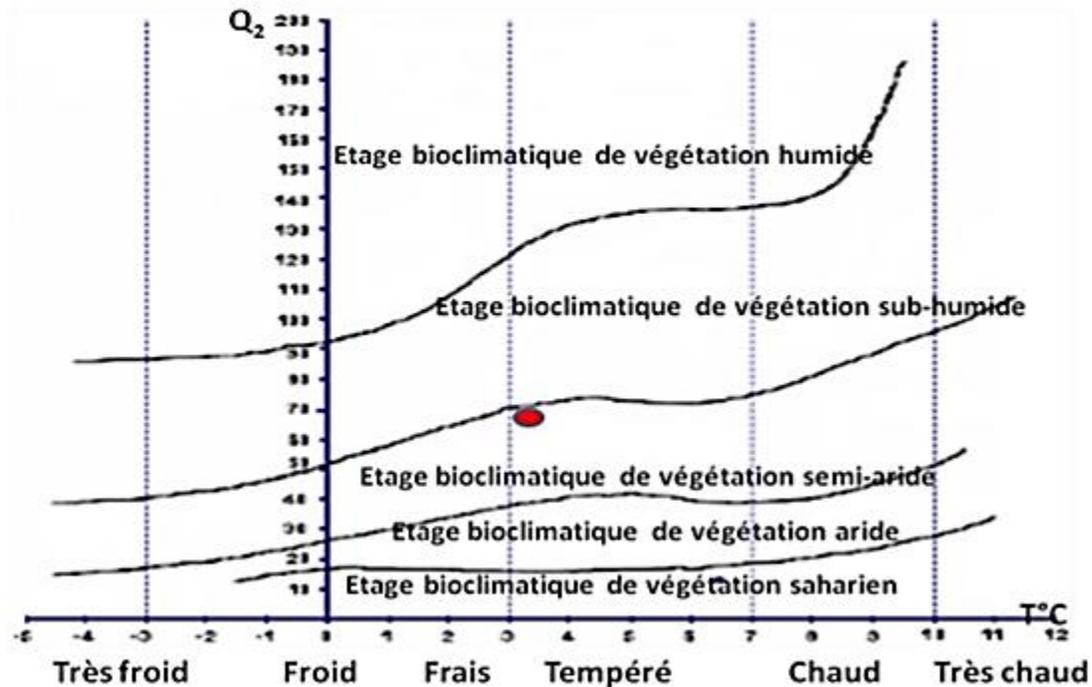


Figure 27 : Situation de la région de Guelma dans le Climagramme d'Emberger

(2002-2015) (Kouadria & Zalani, 2016)

- **L'humidité relative de l'air :**

L'humidité relative est élevée durant toute l'année et varie peu durant l'été (Fig.28). Cette humidité est due d'une part, aux fortes évaporations des eaux des nombreuses zones

dont jouit la région (Barrages, cours d'eaux affluents retenues collinaires) et d'autre part, de la proximité de la région de la mer (Satha, 2014).

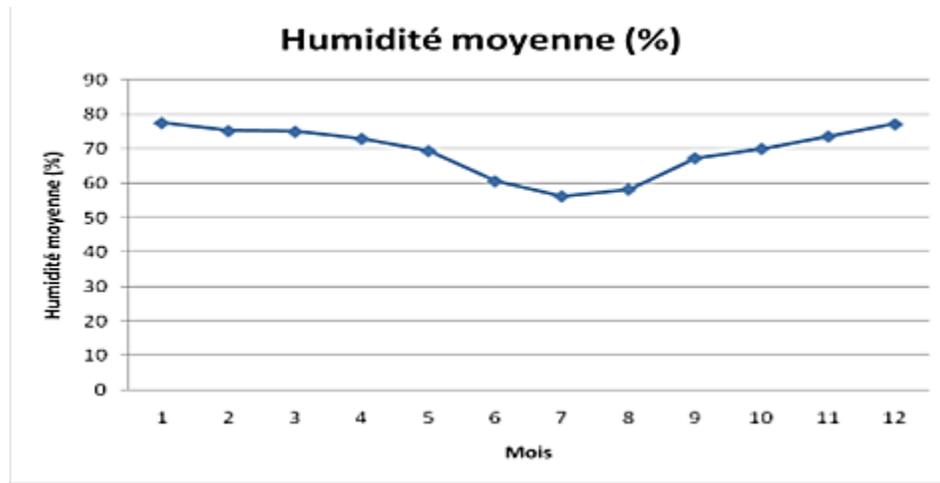


Figure 28 : Humidité relative moyenne mensuelle de l'air à la station de Belkhir (2002-2015) (Kouadria & Zalani, 2016)

- **Le couvert végétal :**

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 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 d'une superficie de 13982 Ha soit 12% de la superficie forestière. Les principaux maquis sont localisés au niveau des communes de Roknia avec une superficie de 7237,9 Ha et 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 une surface de 6104 Ha.

Dans le bassin de la Seybouse maritime, l'essentiel de la couverture végétale est représenté par de cultures diverses. On distingue deux catégories :

- Le domaine agricole : est représenté par les grandes cultures et parcours, les oliviers.
- la végétation naturelle : regroupe toute la végétation naturelle ; les forêts qui couvrent 116864.95 Ha soit 31.70% de la wilaya de Guelma, il y a aussi les maquis qui couvrent 70384.4 Ha, et les broussailles (Babes & Boughida, 2016).

3. Description des sites d'étude :

Nos sites sont choisis en fonction de leur emplacement donc de leur degré de pollution. Au total, trois sites ont été échantillonnés:

✓ Site A :

Le site situé sur Medjez Amar se trouve après le point de confluence d'oued Bouhamdane et oued EL-Cherf, elle est limitée au nord par El Fedjouj, à l'est par Guelma, au sud par Bendjerrah, à l'ouest par Hammam Debagh (Photo 2). La largeur du lit est de 40 mètres.

Données GPS:

- Elévation : 790,5 feets (ft)
- Précision : 114 feets
- Position Géographique : N 36°26.611' E 007°18.870'

Son climat est méditerranéen avec été chaud selon la classification de Köppen.

Le Ricin Commun (*Ricinius Communis*) borde l'oued.



Photo 01: *Ricinius Communis*



Photo 02: Site A

✓ Site B :

Il s'agit de Guelma Ville.

Coordonnées géographiques :

- Elévation :412,1 feets(ft)
- Précision : 401 feets
- Position Géographique : N 36°28,786' E 007°24,956'

Notre deuxième station est située à l'entrée de Guelma et sous un pont. Elle est située à proximité de terres agricoles.

Elle est constituée de jeunes plants de *Nerium oleander* (laurier rose) et a une largeur de 28 mètres.

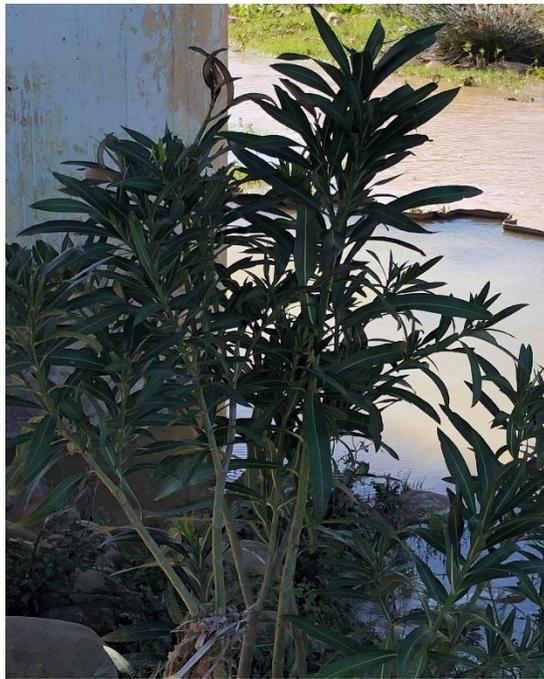


Photo 03 : Plants de laurier rose



Photo 04 : Site B

✓ Site C :

La végétation est dominée par *Silybum marianum* (Chardon marie).

Il s'agit de la station la plus polluée, celle de Djeballah Khemissi avec une largeur de lit de 15 mètres.

Coordonnées géographiques :

- Élévation : 551,7 feets (ft)
- Précision : 49,4 feets
- Position Géographique : N 36°28.117' E 007°32.087'



Photo 05 : *Silybum marianum* (Chardon marie)



Photo 06 : Site C



Chapitre 04
Matériel et Méthodes

1. Matériel expérimental :

Afin de réaliser nos prélèvements un ensemble d'outils a été utilisé sur le terrain et au laboratoire à savoir :

1.1. Matériel sur le terrain :

- Gants
- Epuisette pour la collecte des individus, avec un diamètre de maille de 1 millimètre (mm).
- Flacons pour les échantillons
- Formol (90%) pour la conservation des échantillons.
- Multi paramètre
- Appareil photo du téléphone portable
- GPS de type Garmin
- Bol en plastique
- Cuissards (bottes)
- Décamètre
- pH mètre
- Eau distillée pour le multi-paramètre
- Blocs note et stylo
- Etiquettes
- Bouteilles plastiques d'eau minérale (1,5litres)

1.2. Au laboratoire :

Pour la réalisation de la partie pratique de notre étude, nous avons utilisé le matériel suivant :

- Loupe binoculaire de type Leica Zoom2000.
- Etiquettes
- Gants
- Boites de pétri
- Trois (03) guides pour identifier le matériel biologique.
- Masque
- Tubes en verre et en plastique étiquetés contenant du formol 90% pour conserver les espèces
- Formol dilué à 90%.
- Scotch
- Ciseaux
- Pinceaux
- Des pinces
- Lame
- Porte-tube
- Bloc note et stylo
- Turbidimètre
- Centrifugeuse
- Etuve



Photo 07 : pH-mètre



Photo 08 : Décamètre

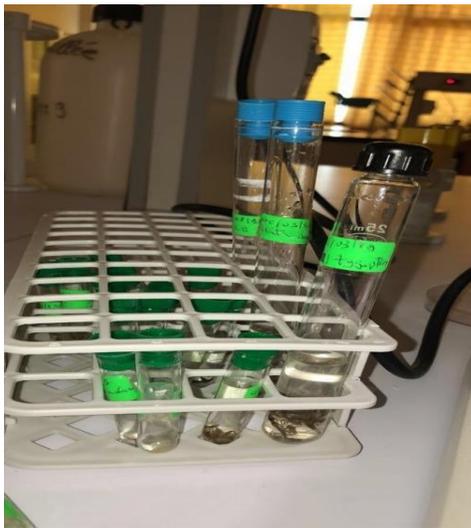


Photo 09 : Tubes et porte-tubes



Photo 10 : Loupe Binoculaire



Photo 11 : Multiparamètre



Photo 12 : Eau distillée



Photo 13 : GPS



Photo 14 : Carnet de note et Stylo



Photo 15 : Pincettes



Photo 16 : Boîte de pétri et lame



Photo 17 : Flacons

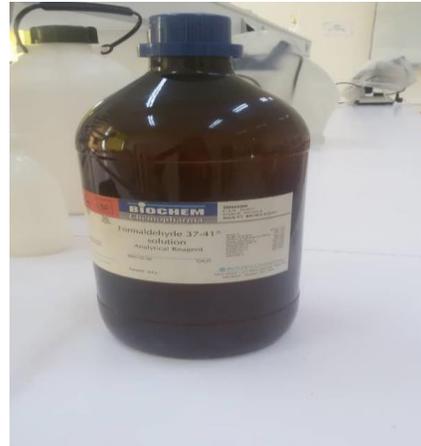


Photo 18 : Bouteille de formol



Photo 19 : Guides d'identification



Photo 20 : Turbidimètre

2. Méthodes de Travail :

2.1 Choix des sites :

Le choix des sites a été fait en fonction de quelques critères à savoir :

- L'accessibilité ;
- L'emplacement géographique ;
- La sécurité ;

- Les commodités de l'échantillonnage.

2.2 Echantillonnage :

Au total ; nous avons effectué six (06) sorties sur un intervalle de trois (03) mois.

Chaque sortie inclue les trois sites à savoir Medjez Amar ; Guelma Ville et Djeballah Khemissi.

L'échantillonnage a été effectué sur trois sites A, B, C ; la distance entre les sites A-B et B-C est respectivement de 12km et de 14km. L'échantillonnage s'est déroulé du mois de Février 2019 jusqu'à Avril 2019 en respectant la durée de temps d'échantillonnage dans chaque site.

La préparation du matériel se fait la veille de chaque sortie, le matériel est soigneusement vérifié et le formol dilué.

2.2.1 Méthodes d'échantillonnage :

Nous arrivons sur le premier site tôt le matin et le travail était effectué comme suit :

1^{ère} étape:

- Une observation visuelle concernant les alentours du point d'eau (déchets ; montée d'eau ; personnes ; activités ou autre...)
- Les coordonnées géographiques sont ensuite notées à partir du GPS
- Nous évaluons juste après les différents facteurs physico-chimiques de l'eau de la station à savoir :
 - ✓ Le pH
 - ✓ La température
 - ✓ La conductivité
 - ✓ La salinité
 - ✓ La profondeur

- ✓ L'oxygène dissous
- ✓ La largeur du lit

Ce dernier paramètre est l'un des facteurs agissant sur la vitesse du courant, la température et l'oxygénation de l'eau (Dajoz, 2000).

Nous remplissons les bouteilles d'1,5l avec l'eau de l'oued pour les analyses chimiques (turbidité, matières en suspension) qui seront plutard effectuées au laboratoire de génie des procédés de la faculté Badji Mokhtar-université d'Annaba.

- **2^e étape :**

La 2^e étape est celle de l'échantillonnage des macroinvertébrés. Elle se fait avec l'épuisette.

Nous échantillonons au bord des berges, au milieu de l'eau et sous les pierres.

Nous avons fait deux processus : dix coups de filets effectués au milieu et en bordure des berges et le positionnement du filet perpendiculairement et contre le courant ; nous bougeons les roches avec nos pieds et avançons le filet petit à petit.

Nous avons essayé d'avoir le maximum d'espèces pour obtenir une diversité représentative de chaque site d'étude.

Une fois le filet retiré, nous procédons au tout premier dépouillement à savoir le retrait des grosses pierres et autres résidus non dispensables. Le reste (constitué de débris de végétaux, des taxons faunistiques, de petites pierres...) est ensuite mis dans les différents flacons contenant du formol. Les flacons étant au préalable étiquetés avec le nom du site et la date de la sortie.

Ces flacons sont amenés au laboratoire pour le dépouillement proprement dit.

A. Tri des échantillons:

Les espèces récoltées ont été triées, comptées et identifiées au laboratoire sous une loupe binoculaire.

Il s'agit d'abord d'extraire la faune attachée aux débris végétaux et les petits cailloux. Ensuite nous les réunissons par rapport à leurs caractéristiques similaires. Les échantillons sont prélevés par des pinces et pinceaux dans les boîtes de pétri.

B. Dénombrement et Identification:

Le dénombrement consiste à compter le nombre total des individus similaires et à les regrouper dans des tubes à essai étiquetés et contenant du formol à 90%. Les spécimens sont comptés par site et par sortie.

L'identification a été réalisée à l'aide des guides suivants :

1. Invertébrés d'eau douce de (Tachet & *al.*, 2010)
2. Le guide entomologique (Leraut, 2003)
3. La vie dans les étangs, les ruisseaux et les mares (Engelhardt & *al.*, 1998)



Photo 21 : Echantillonnage avec le filet



Photo 22 : Prise des paramètres de l'eau



Photo 23 : Tri des échantillons



Photo 24 : Mesure de la profondeur



Photo 25: Prélèvement des macroinvertébrés et mesure des paramètres



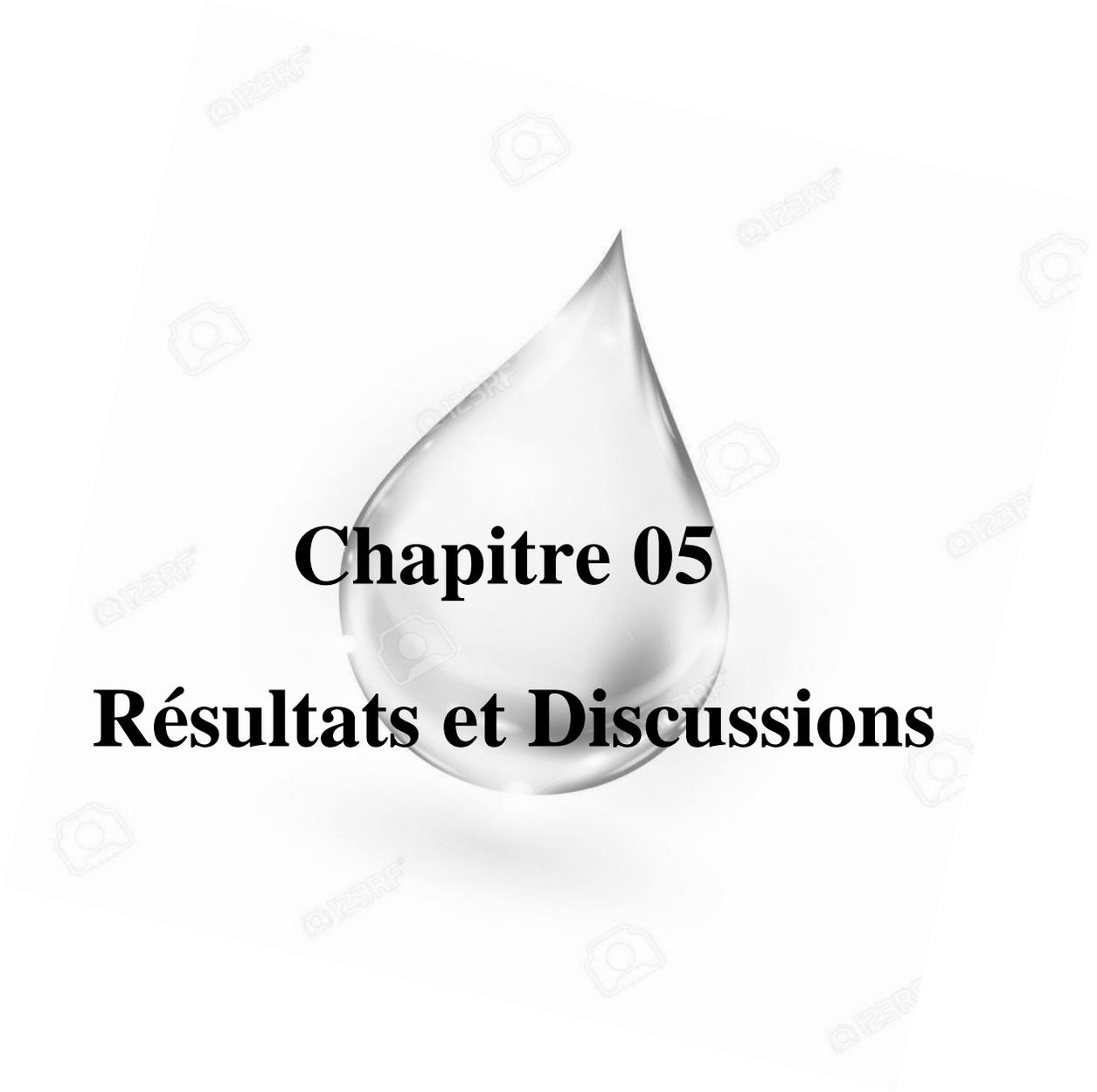
Photo 26 : Dépouillement du matériel biologique



Photo 27 : Détermination des matières en suspension



Photo 28 : Identification au laboratoire



Chapitre 05

Résultats et Discussions

1. Influence des variables physiques :

Notre travail s'est fait sur quatre facteurs physiques très importants : la température ; la conductivité ; la turbidité et la profondeur.

1.1. La Température :

La température de l'eau est un facteur important et critique car c'est une qualité importante dans les paramètres environnementaux.

- La température dans l'eau régit les types de vie aquatique qui y vivent.
- Elle régule la concentration maximale d'oxygène dissous dans l'eau.
- La température influence le taux de réactions chimiques et biologiques.
- Il affecte le niveau d'oxygène dissous dans l'eau, la photosynthèse des plantes aquatiques, les taux métaboliques des organismes aquatiques et la sensibilité de ces organismes à la pollution, aux parasites et aux maladies [5].

Les eaux de surface peuvent sujettes à des variations de température. Donc les températures de nos différents sites peuvent varier pour de nombreuses raisons (débit de l'eau ; température ambiante etc.).

La variation de température observée au niveau des différents sites en fonction des dates respectives est reportée sur la courbe (Fig.29).

Les valeurs moyennes de la température varient entre (9,1 et 19,9°C).

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

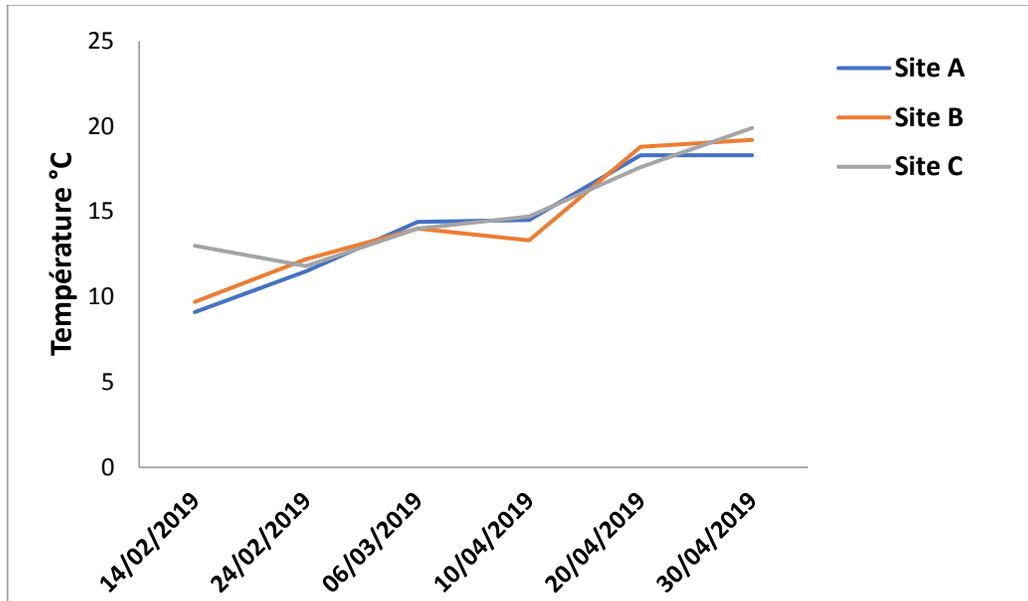


Figure 29 : Variation de la température en fonction des sites selon les dates d'échantillonnage

1.2. La conductivité :

La conductivité est un paramètre très important pour la dynamique des peuplements. Elle est proportionnelle à la quantité des sels ionisables dissous et nous indique le degré de minéralisation des eaux (Mebarki & Oumeddour, 2013)

La conductivité des eaux dépend de leur concentration ionique et de leur température. La mobilité des ions augmente avec la température donc la conductivité est fonction croissante de la température [6].

Elle donne une bonne indication des changements de la composition des eaux, et augmente avec la teneur en solides dissous. [7]

Elle est exprimée en microsiemens par centimètre ($\mu\text{s}/\text{cm}$).

Une valeur minimum de conductivité indiquerait un faible degré de minéralisation et la mesure de la conductivité est un moyen assez simple de détection d'une anomalie indiquant la présence probable d'une pollution. Elle peut permettre de localiser un apport de pollution.

Les charges importantes de pollution organique augmentent la conductivité ; ce que notre graphe tenterait d'expliquer (Fig.30) puisque le site C présente la plus grande conductivité ($3540\mu\text{S}/\text{cm}$) (elle représenterait donc le site le plus pollué).

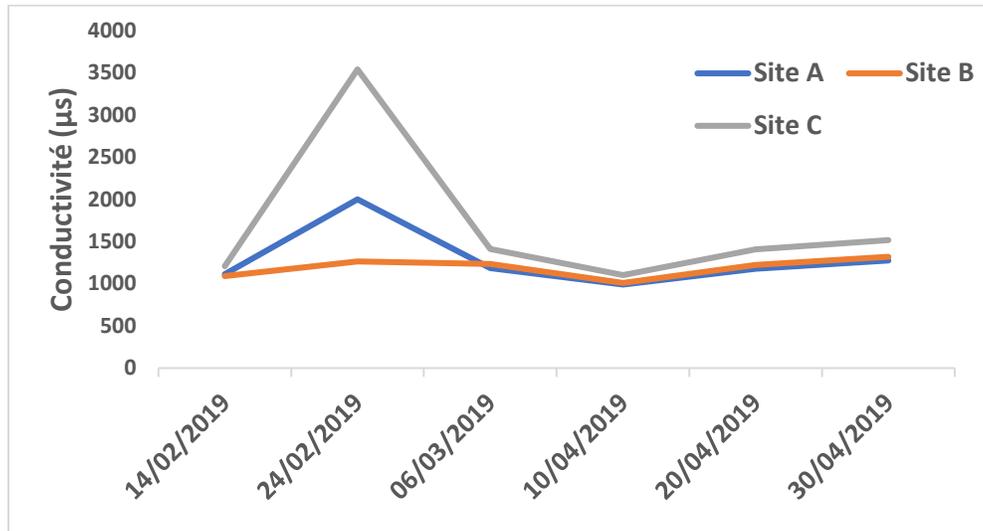


Figure 30 : Variation de la conductivité dans les différents sites échantillonnés

1.3. La turbidité : (Transparence) :

C'est un paramètre, qui varie en fonction des composés colloïdaux (argiles, débris de roche, micro-organismes...) ou aux acides humiques (dégradation des végétaux) mais aussi aux pollutions qui troublent l'eau. Avec un appareil (turbidimètre) on mesure la résistance qu'elle oppose par l'eau au passage de la lumière pour lui donner une valeur. La turbidité par la méthode normalisée NTU (Nephelometric Turbidity Unit) par spectrométrie, c'est à dire mesure de l'absorption de la lumière par l'eau [8].

- $\text{NTU} < 5 \Rightarrow$ eau claire
- $\text{NTU} < 30 \Rightarrow$ eau légèrement troublée
- $\text{NTU} > 50 \Rightarrow$ eau trouble

Une importante turbidité de l'eau entraîne une réduction de sa transparence qui réduit la pénétration du rayonnement solaire utile à la vie aquatique (photosynthèse).

La Figure 31 nous montre une turbidité faible dans les trois premières sorties (pour tous les sites). Nous observons un pic dans les sorties du mois d'avril pour ensuite un retour à une faible turbidité qui est peut-être due aux changements climatiques.

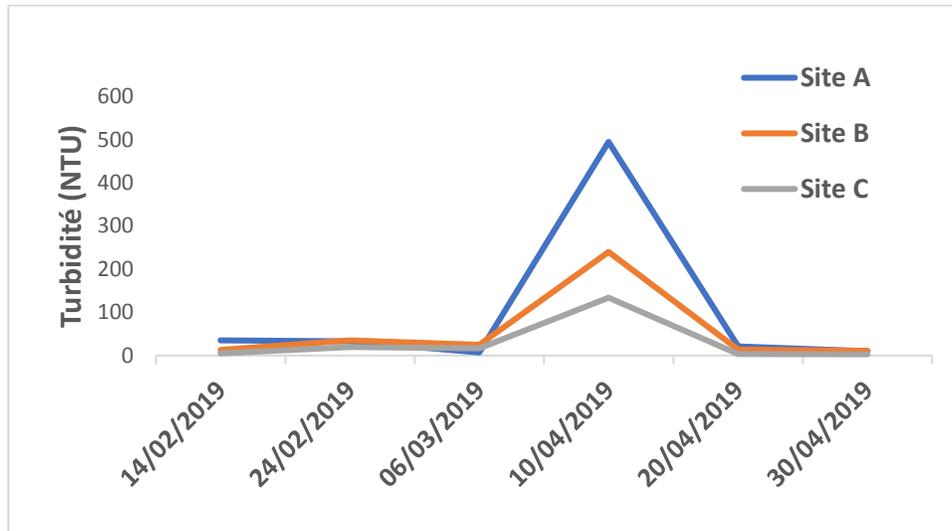


Figure 31 : Variation de la turbidité dans les sites

1.4. La profondeur :

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

Elle influence non seulement le réchauffement des eaux et donc l'installation et la prolifération de la faune et de la flore thermophile mais également agit sur la teneur en oxygène (Sanogo & al, 2018).

Le graphe de la variation de la profondeur de l'eau (Fig.32) au cours de la période d'étude signale une valeur maximale dans le site A (Medjez Amar) avec une moyenne de 43 cm et la valeur minimum toujours dans le site A pendant la sortie du mois d'avril avec un profondeur de 24 cm.

Le site A serait donc le site le plus profond, il héberge une richesse faunistique plus élevée.

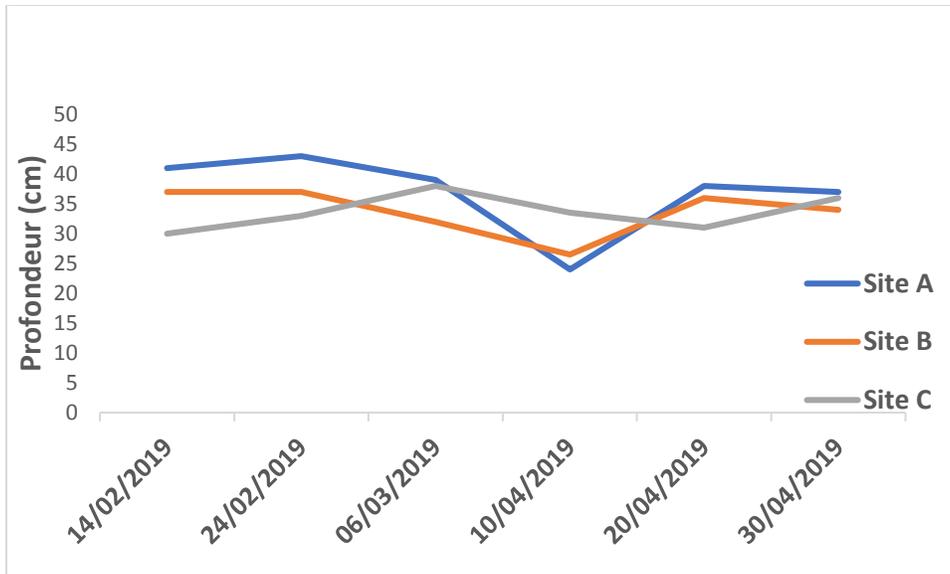


Figure 32 : Variation de la profondeur en fonction des sites et selon les dates

2. Influence des variables chimiques :

2.1 Le pH :

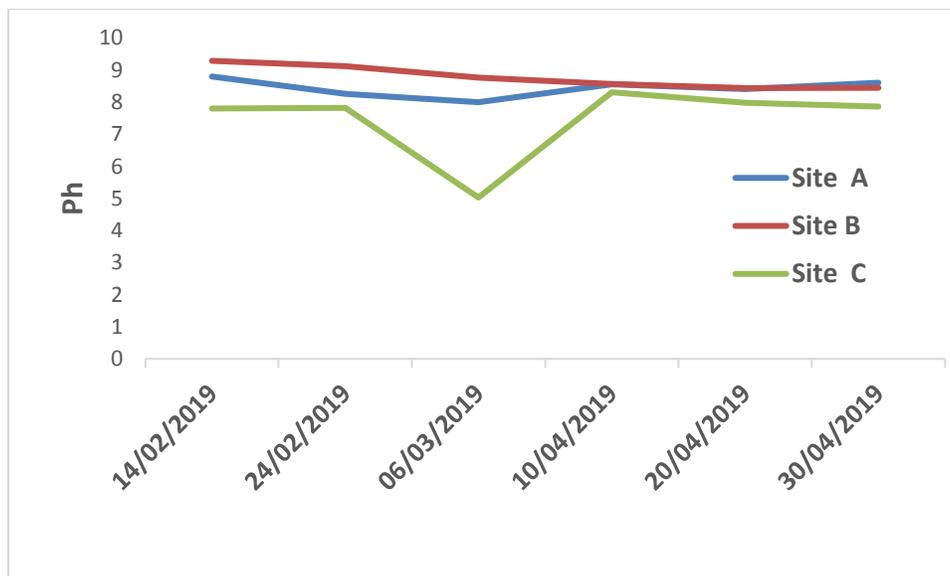


Figure 33 : La variation spatiotemporelle du potentiel hydrique (PH)

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau, c'est-à-dire de la concentration en ions d'hydrogène (H⁺). L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin) ; la valeur médiane 7 correspond à une solution neutre à 25°C. Des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons [9]

D'après la courbe de l'évolution spatio-temporelle du PH (Fig. 33), on observe que le site C est beaucoup plus ionisé par rapport aux autres sites avec des fluctuations entre 5.03 au mois de Mars et 9.29 au mois de Février. Il faut dire que les valeurs pour les deux autres sites d'études sont dans les limites favorables de la faune aquatique.

2.2 L'oxygène dissous :

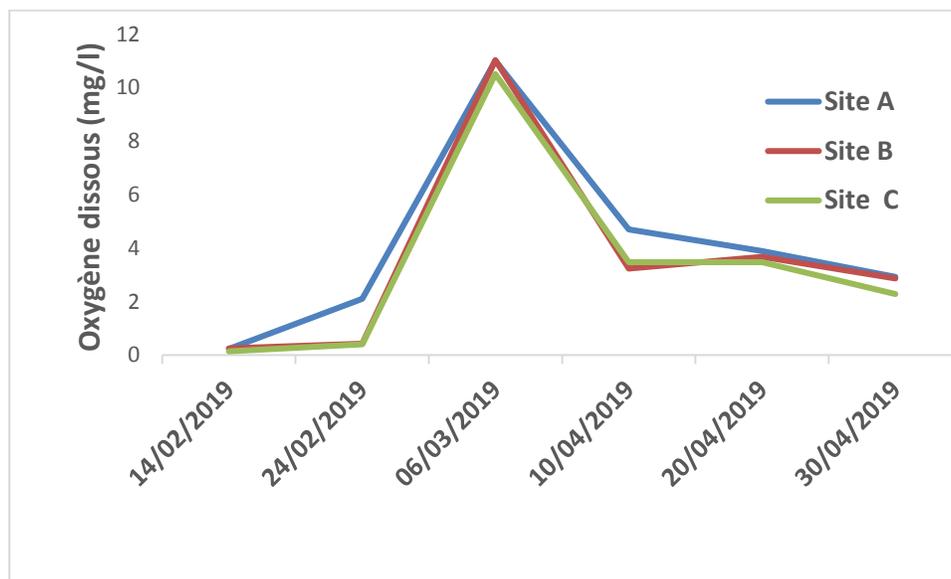


Figure 34 : La variation spatio-temporelle d'oxygène dissous

Les concentrations en oxygène dissous constituent l'un des plus importants paramètres de qualité d'écosystème aquatique, elles proviennent essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle

dépend de nombreux facteurs (la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments). Une valeur inférieure à 1 mg d'O₂ par litre indique un état proche de l'anaérobie. Une valeur de 1 à 2 mg d'O₂ par litre indique une rivière fortement polluée mais de manière réversible ; une teneur de 4 à 6 mg d'O₂ par litre caractérise une eau de bonne qualité [9]

D'après la courbe de l'évolution de l'oxygène dissous dans les sites d'étude (Fig. 34), les valeurs observées montrent que le site A est un peu oxygéné par rapport aux autres sites dont la valeur la plus basse (0.14 mg/l) est noté au mois de Février est la valeur la plus haute (11.03 mg/l) est noté au mois de Mars.

2.3 MEST

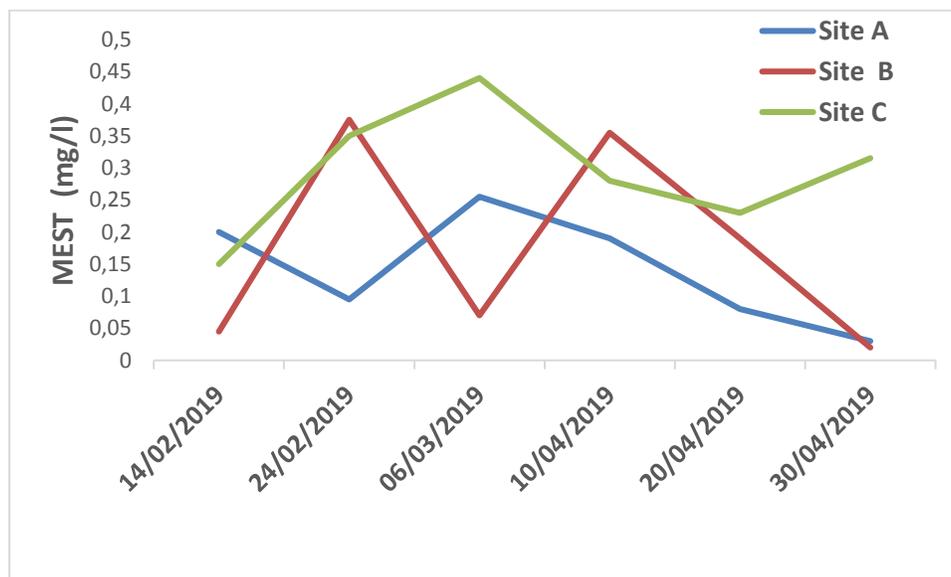


Figure 35 : La variation spatio-temporelle du Matière En Suspension Totale (MEST)

La teneur et la composition minérale ou organique des matières en suspension dans les eaux sont très variables. Cependant des teneurs élevées en MEST peuvent empêcher la pénétration de la lumière, diminuer l'oxygène dissous et limiter alors le développement de la vie aquatique et créer des déséquilibres entre diverses espèces [9].

D'après la courbe de l'évolution spatio-temporelle du MEST (Fig.35), on observe que les teneurs sont variées dans un intervalle de (0.02mg/l) à (0.44mg/l). Il est très remarquable que le site A présente les valeurs les plus faibles de MEST ce qui reflète sa propreté par rapport aux autres sites.

2.4 Salinité



Figure 36 : La variation spatio-temporelle de la salinité

D'après la courbe de l'évolution de la salinité des sites étudiés (Fig.36) on observe que Les valeurs enregistrées montrent que le taux de ce paramètre est fortement remarqué dans le site C par rapport aux autres sites dont les deux ; la valeur la plus basse (0.2) et la plus haute (0.6) sont notés au mois d'Avril.

L'eau douce a une salinité de 0 à 0,5 et l'eau de mer à une salinité moyenne de 35 (Moumène & Boulfedjghal, 2015).

3. Analyse globale de la faune aquatique :

Les résultats présentent la liste taxonomique, la structure, l'abondance et la distribution phénologique des macroinvertébrés.

3.1 Checklist des taxa faunistiques :

Tableau 03 : Checklist des taxa faunistiques

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	NT	F/O
Arthropoda	Malacostracés	Décapodes	Atyidae	81	5/6
		Amphipodes	Gammaridae	01	1/6
	Insectes	Coléoptères	Haliplidae	01	1/6
			Dytiscidae	02	2/6
			Carabidae	02	2/6
		Diptères	Ceratopogonidae	96	1/6
			Simulidae	20	3/6
			Tipulidae	02	2/6
			Chironomidae	199	5/6
			Culicidae	01	1/6
			Dixidae	30	3/6
			Thaumaleidae	01	1/6
		Odonates	Platynemididae	29	6/6
			Coenagrionidae	07	4/6
	Gomphidae		02	2/6	
	Cordulgastridae		01	1/6	
	Libellulidae		01	1/6	

		Hémiptères	Gerridae	15	3/6		
			Alydidae	01	1/6		
		Hyménoptères	Apidae	01	1/6		
			Cynipidae	03	1/6		
			Siricidae	02	1/6		
		Ephéméroptères	Heptageniidae	1360	6/6		
			Caenidae	183	6/6		
			Baetidae	151	5/6		
			Ephemerellidae	11	3/6		
			Potamanthidae	01	1/6		
			Isonychidae	01	1/6		
				Trichoptères	Hydropsychidae	26	4/6
			Arachnides	Araneae	Argyronetidae	02	2/6
Annelida	Clitellates	Haplotaxides	Tubificidae	65	4/6		
			Lumbriculidae	18	3/6		
			Naididae	02	2/6		
			Proppapidae	01	1/6		
		Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	01	1/6		
Nematomorpha	Gordiacés	Gordioidea	Gordiidae	05	2/6		
Chordata	Amphibiens	Anoures	Bombinatoridae	03	2/6		
Mollusca	Gastropodes	Basommatophora	Planorbidae	07	3/6		
			Physidae	08	4/6		
			Lymnaeidae	01	1/6		

NT : Nombre Total.

F/O : Fréquence d'occurrence

Notre étude faunistique a permis de recenser au cours de 06 sorties effectuées du 14 Février 2019 au 30 Avril 2019 dans les trois sites (A, B, C) un total de 2344 individus repartis en 15 groupes zoologiques (ordres) dont 40 familles.

Le Check-List présenté dans ce tableau (tab.03) reflète une importante abondance et de richesse taxonomique d'Oued Seybouse.

3.2 L'abondance des vertébrés et des invertébrés :

Les invertébrés représenteraient 80 % des espèces d'animaux et de plantes recensées sur Terre. Parfois invisibles à l'œil nu ou atteignant des tailles impressionnantes, ces animaux sont présents dans la grande majorité des écosystèmes de notre planète, qu'ils soient terrestres, marins ou dulçaquicoles[10].

Les macroinvertébrés benthiques, aussi appelés benthos, regroupent les vers, les crustacés, les mollusques et les insectes qui habitent le fond des lacs et des cours d'eau. Suite à notre étude ils constituent la quasi-totalité du matériel biologique ; l'oued favorisant leur installation. Chez les vertébrés nous répertorions 1 taxon (les amphibiens) avec un total de 3 individus (Fig.37).

Au cours de notre travail, 39 taxons d'invertébrés ont été récoltés dans l'ensemble des sites explorées (Fig.38). Les peuplements de ces sites sont composés essentiellement d'arthropodes (95,38% soit 30 taxons) (sûrement due à leur forte adaptation à la vie aquatique) ; ensuite se classent les annélides beaucoup plus abondants dans le site C avec un pourcentage de 3,71.

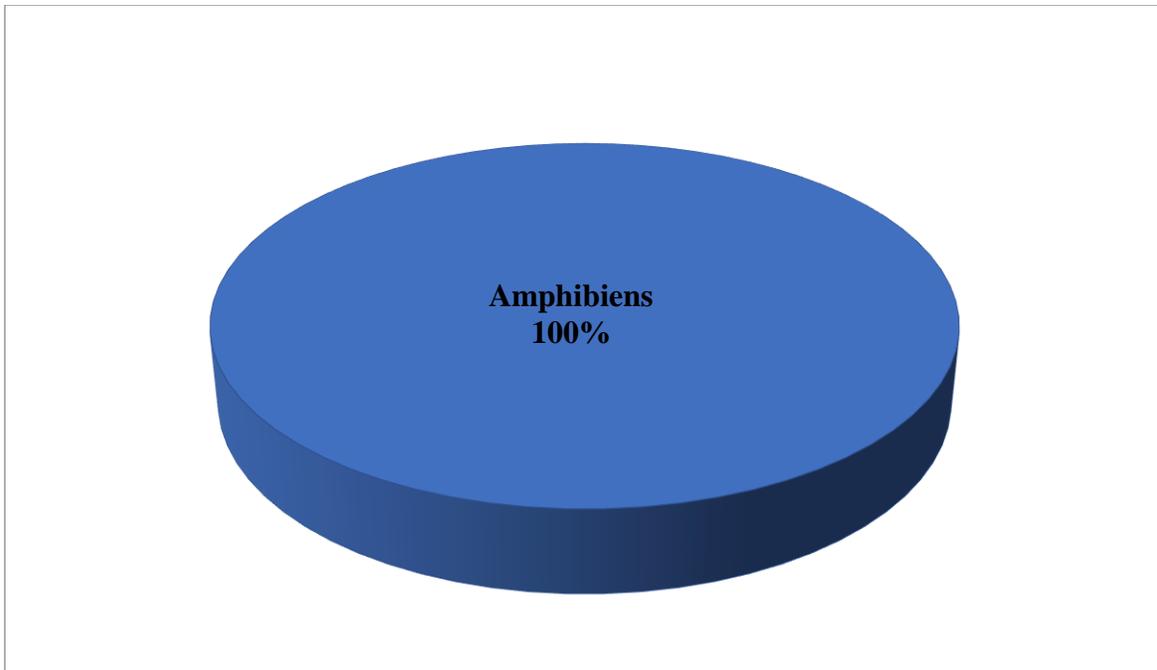


Figure 37 : Abondance des vertébrés

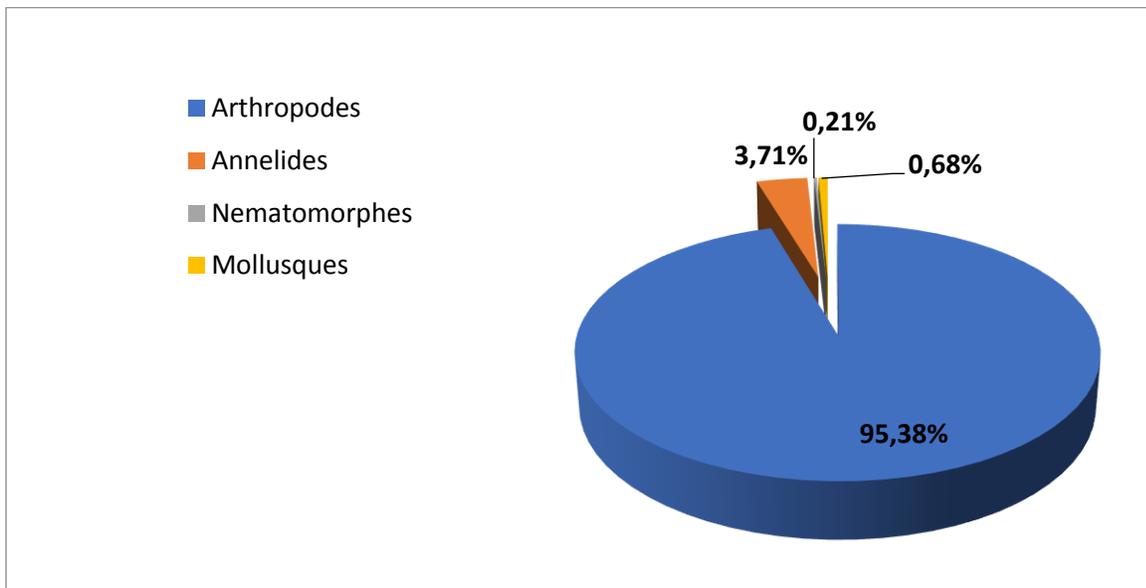


Figure 38 : Abondance des invertébrés

3.3 L'abondance des arthropodes :

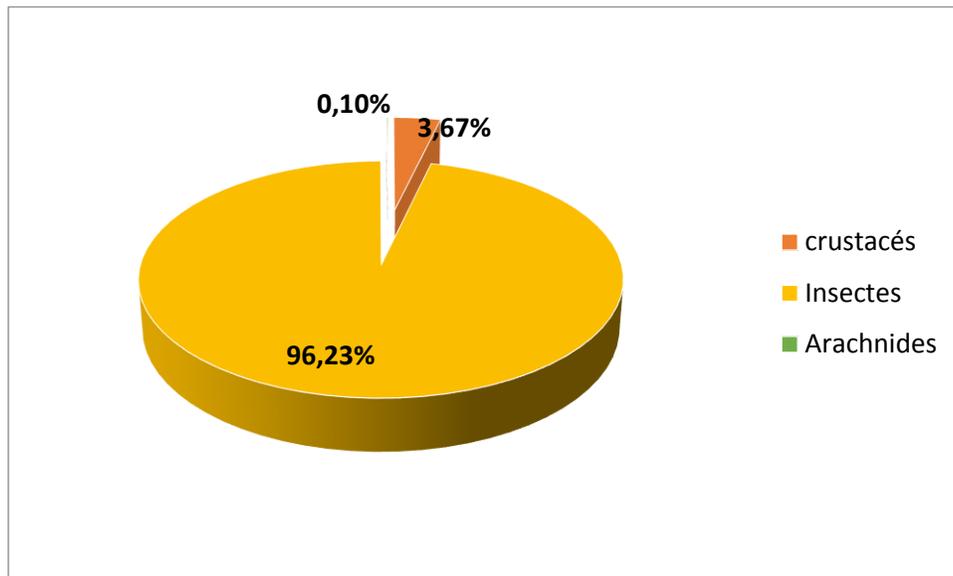


Figure 39 : L'abondance des arthropodes

Cette Figure (Fig.39) présente la répartition globale des Arthropodes, et explique la prédominance des insectes avec 96.23% du nombre totale de cet embranchement parce qu'elle constitue la classe la plus riche en espèces qui sont adaptés à la vie aquatique, leur développement est plus lent car il passe par plusieurs stades séparés (métamorphose).

Les crustacés occupent une abondance importante dans notre échantillonnage avec 3.67% qui peut être due au nature écologique de ces espèces où la plupart entre eux on les trouve dans les mers et les océans, la nature de substrats parce que notre échantillonnage est fait dans des endroits accessibles avec des lits rocheux.

Les Arachnides représentent un nombre faible de 0.10% parce que ce sont des arthropodes terrestres.

3.4 L'abondance des insectes :

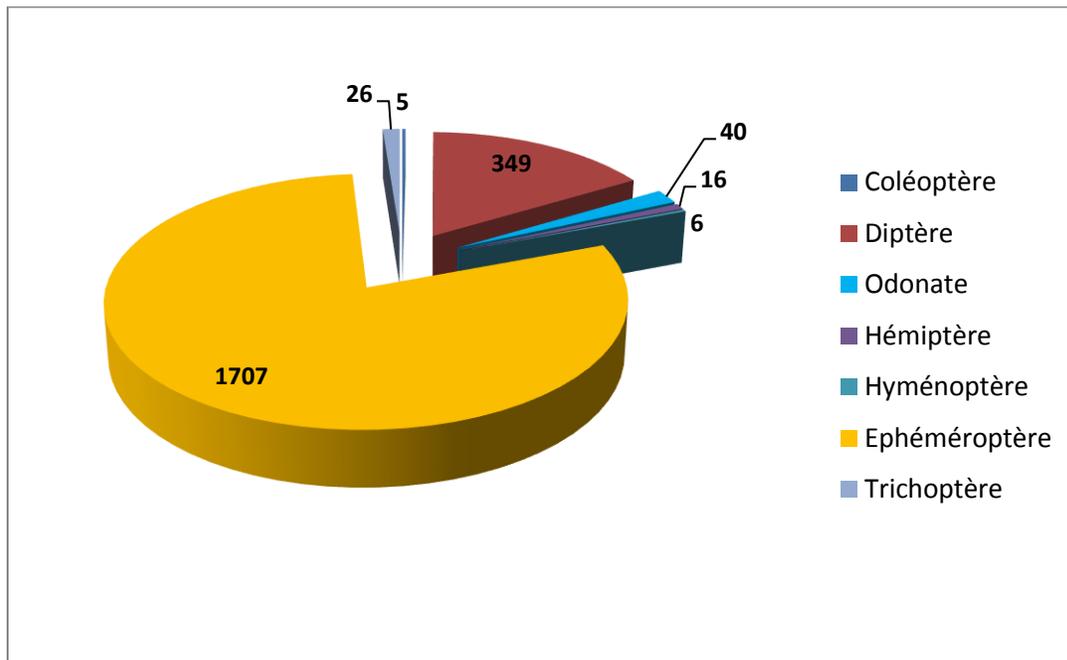


Figure 40 : L'abondance des insectes

Cette Figure (Fig.40) nous présente l'abondance des insectes; on remarque que les Ephéméroptères présentent le taxon le plus dominant avec un nombre de 1707 individus ça peut être due à la forme adaptative de ses espèces aux différents types des eaux , les Diptères occupent la deuxième place avec un nombre de 349 individus peut-être à cause d'abondance infime des larves par rapport aux adultes, suivis par les Odonates (40 individus) puis les Trichoptères (26 individus), Hémiptères (16 individus), Hyménoptères (6 individus) tandis que les Coléoptères présentent le nombre le plus faible de 5 individus.

4. La structure des communautés :

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

4.1. Richesse Spécifique par site et par date :

Les macroinvertébrés sont très précieux. Les mouches, les coccinelles, les vers aquatiques, les escargots, les sangsues et les autres macroinvertébrés benthiques qui vivent au fond des rivières en disent long sur la santé d'un écosystème aquatique d'eau douce. Ils jouent également un rôle important dans la chaîne alimentaire aquatique. C'est pourquoi les macroinvertébrés benthiques constituent des indicateurs clés.

Certaines espèces de macroinvertébrés benthiques sont plus sensibles que d'autres aux polluants et aux autres perturbations anthropiques. La surveillance du benthos peut nous renseigner sur la santé de l'eau.

Le graphe suivant (Fig. 41) nous montre la richesse spécifique en fonction des différents sites.

Le site A serait donc le plus riche avec 24 taxons, cela est probablement due aux qualités physico-chimiques qu'elle possède. Elle est pourrait donc être propice à l'installation de plusieurs espèces. Ensuite se classent les sites B avec 22 taxons et C avec 18 taxons, toujours dans la logique du degré de pollution.

Notre échantillonnage a été assez faible pour le mois de Mars (Fig.42) et cela est due à une absence respective des sorties.

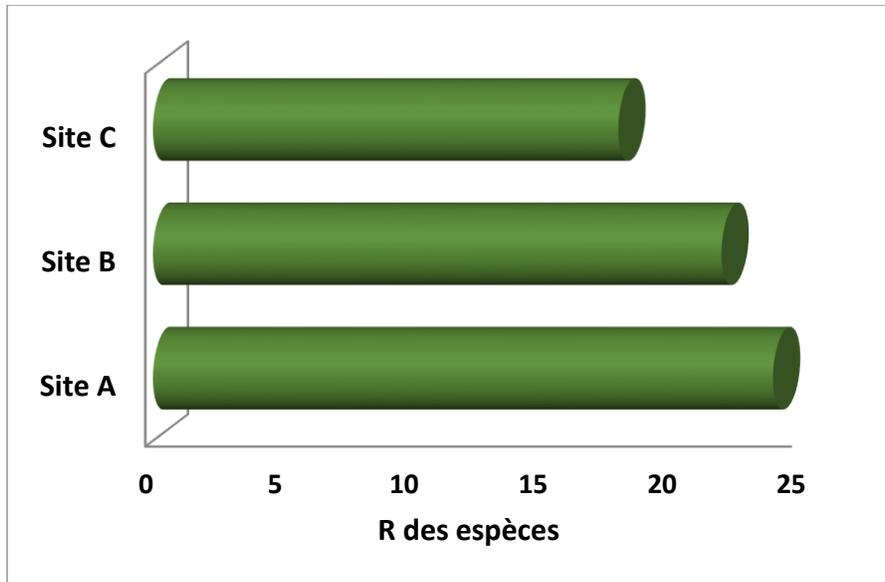


Figure 41 : La richesse spécifique par site

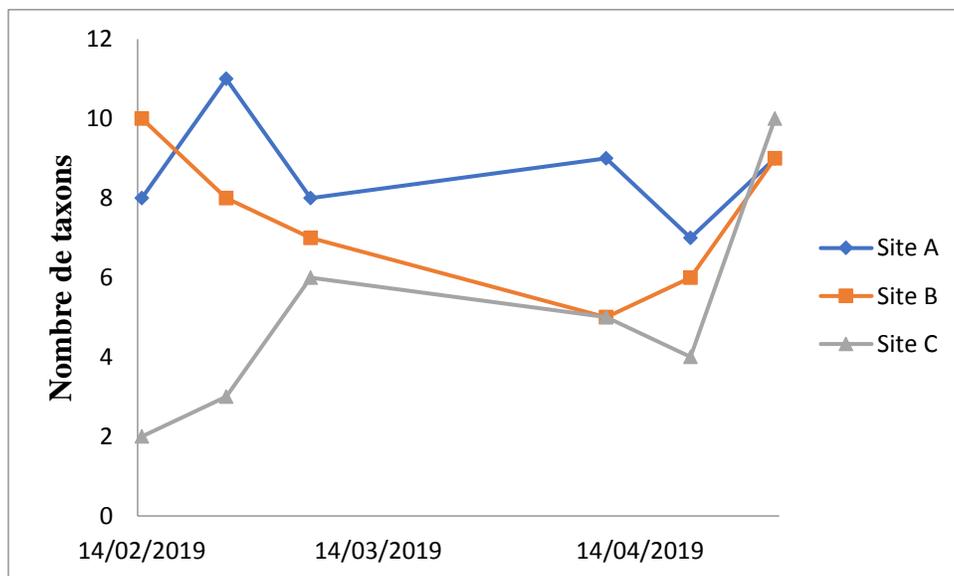


Figure 42 : La richesse spécifique par date

4.2. L'abondance des macroinvertébrés par site :

Les graphes (Fig.43. a,b,c) suivants présentent l'abondance des espèces selon les différents sites.

Le site A (Medjez Amar) présente une richesse spécifique de 24 taxons, très abondante et essentiellement constituée d'éphéméroptères. La famille la mieux

représentée ensuite est celle des odonates qui sont bien connues pour leur aptitude à fréquenter des eaux plus ou moins propres.

Le site B également très abondant (22 taxons pas totalement identiques à A). Il est constitué de décapodes, le taxon le plus diversifié après la famille d'éphéméroptères.

Ensuite vient le site C avec un total de 18 taxons essentiellement composé de diptères (beaucoup plus de larves). Le second taxon riche en espèce est l'ordre des haplotaxidae.

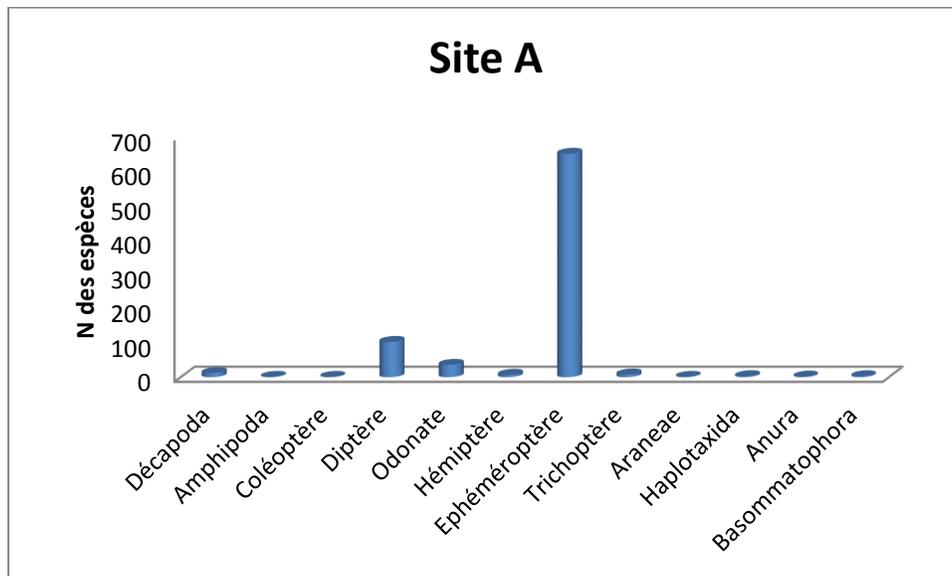


Figure 43.a

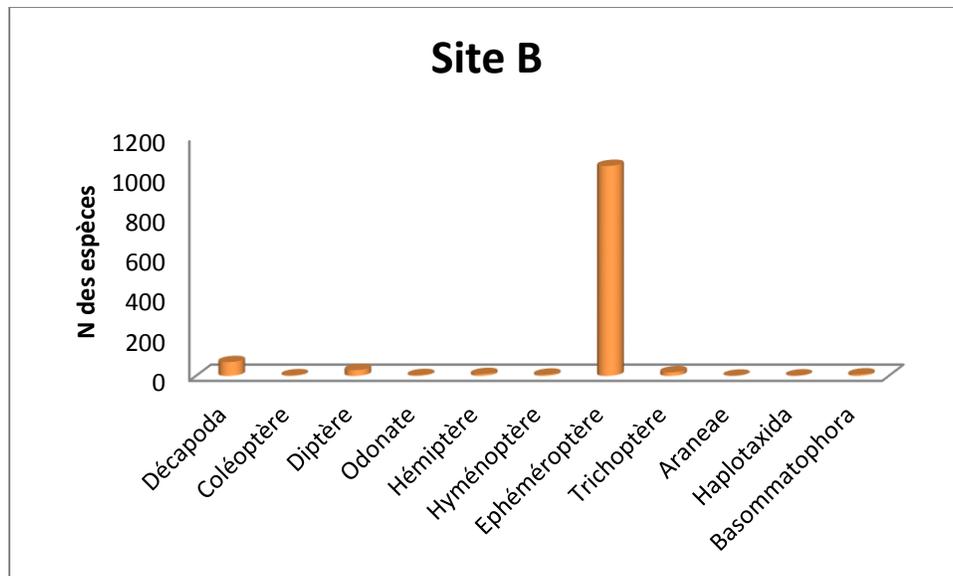


Figure 43.b

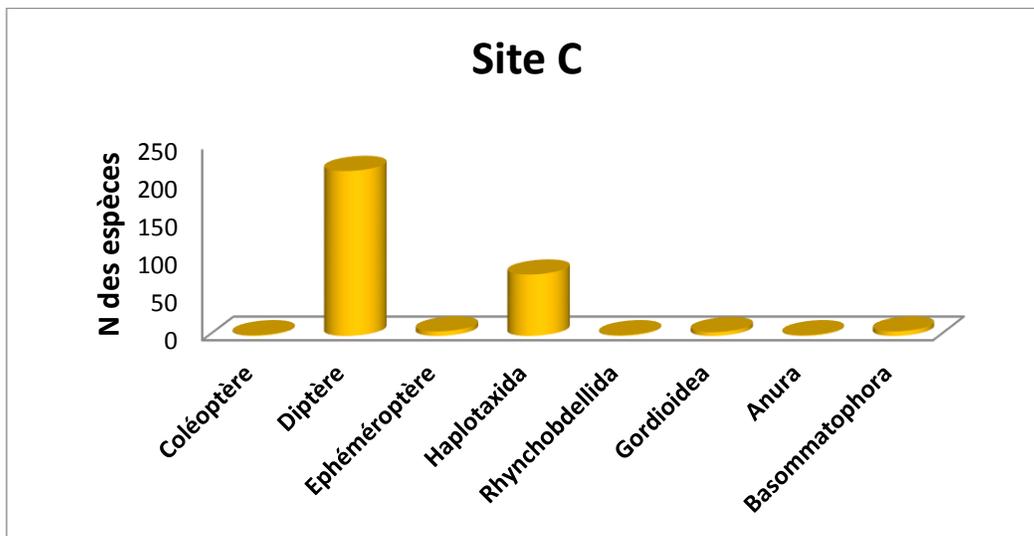


Figure 43.c

Figure 43. a,b,c : L'abondance des espèces par site

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

Ce tableau (tab.04) représente la phénologie des taxa faunistiques au niveau du site d'étude, d'après ce tableau nous constatons qu'il existe des espèces qui se trouvaient tout au long de la période d'étude comme les coléoptères, les diptères, les éphéméroptères, les haplotaxidae et les basommatophores.

Tableau 04 : Phénologie des taxa au niveau des sites d'étude

Ordre	Site A	Site B	Site C
Décapodes	01	01	00
Amphipodes	01	00	00
Coléoptères	01	01	01
Diptères	01	01	01
Odonates	01	01	00
Hémiptères	01	01	00
Hyménoptère	00	01	00
Éphéméroptère	01	01	01
Trichoptère	01	01	00
Araignée	01	01	00
Haplotaxidae	01	01	01
Rhynchonellidae	00	00	01
Gordoidea	00	00	01
Anoure	01	00	01
Basommatophore	01	01	01



Conclusion

Notre étude durant la période de Décembre 2018 à Avril 2019 au niveau de l'oued Seybouse, a pour but d'évaluer la diversité de la faune aquatique, et l'influence de la pollution sur leur abondance et phénologie. Cette étude est focalisée également sur les facteurs importants qui régissent la structure et le fonctionnement des différents sites.

Nous avons recensé un peuplement de la faune aquatique de 2344 individus qui comprend 40 taxa distribués selon la profondeur des sites d'étude et composés essentiellement d'invertébrés, dont la majorité sont des Arthropodes avec 95,38% par contre la classe des annélides représente 3.71 % et a été beaucoup plus collectée au niveau du site C, ce qui confirme que ce dernier est le plus pollué.

Nos résultats ont montré que le site amont (A), légèrement pollué, comporte une variabilité faunistique sensible à la pollution représentée principalement par l'ordre d'éphéméroptères (650 individus) suivi par les diptères (103 individus) ; en parallèle le site moyen (B) moyennement pollué compte une variabilité faunistique dense et peu sensible à la pollution incluant principalement l'ordre d'éphéméroptères (1051 individus) suivi par les décapodes (69 individus).

Inversement, le site aval(C), fortement pollué comporte une faible variabilité faunistique tolérant la pollution présentée par l'ordre de diptères (217 individus) suivi par l'ordre d'haplotaxida (81 individus).

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

L'étude de la phénologie des taxa est riche. L'échantillonnage et les analyses des facteurs abiotiques confirment l'existence d'une pollution surtout au niveau du Site C.

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



Références Bibliographiques

- 1. Acemav, R & Melki, F. (2003).** Maintenir la biodiversité dans le grand lyon les amphibiens, Édition Biotope. Mèze (France). 480 p.
- 2. Agence des Bassins Hydrographiques –Constantinois -Seybouse – Mellegue. (1999).** Cahiers de l'agence (ministère de l'équipement et de l'aménagement du territoire).
- 3. Aissaoui, M., Benhamza, M & Guettaf, M. (2017).** Caractéristiques hydro chimiques des eaux de l'oued Seybouse - Cas de la région de Guelma (Nord est Algérien). Rev. Sci. Technol., Synthèse 35 : 178-186.
- 4. Arif, S & Doumani, F. (2013).** Algérie cout de la dégradation des ressources en eau du bassin da la Seybouse. Bruxelles. 120p.
- 5. Babes, I & Boughida, R. (2016).** Cartographie et évaluation de l'intégrité écologique des eaux de l'oued Seybouse et ses affluents. Mémoire de Master Guelma. Université de 08 Mai 1945 Guelma.156p.
- 6. Bensaidi, F & Kirane, A. (2014).** Etude des macroinvertébrés d'Oued Seybouse. Mémoire de Master. Guelma : Université de 08 Mai 1945.51p.
- 7. Bernadet, C. (2013).** Biodiversité des communautés de macroinvertébrés benthiques de la Martinique : conception d'un indice de qualité biologique des rivières et écologie fonctionnelle des bioindicateurs. Thèse de doctorat : Ecologie fonctionnelle. Toulouse : Toulouse.274 p.
- 8. Boudour, A & Habiles, R. (2017).** La qualité de l'eau en relation avec les macroinvertébrés (cas oued Seybouse). Mémoire de Master : Hydro-Ecologie. Guelma : Université de 08 Mai 1945 Guelma. 91p.
- 9. Dajoz, R. (2000).** Précis d'écologie, cours et exercices résolus. 7eme édition. Dunod, Paris. 615p.
- 10. Encyclopedie. (1990).** Memo Larousse : Encyclopédie générale visuelle et thématique. Canada. 1295p.

11. Engelhardt, W., Jurging, P., Pfadenhauer, J & Rehfeld, K. (1998). Guide de la vie dans les étangs, les ruisseaux, et les mares : les plantes et les animaux des eaux de chez nous. Introduction à la vie des eaux intérieures. Vigot. 313p.
12. Fleurant, C. (2016). Zones humides : fonctions, services et enjeux. Conference Paper. Département de Géographie UMR 6554 CNRS LETG – Angers.
13. Gachi, A. (1986). Hydrologie et utilisation de la ressource en eau en Algérie (Le Bassin de la Seybouse). OPU, Alger.43p.
14. Ghoudjil, A & Aydoud, M. (2015). Structure des communautés de macroinvertébrés de la moyenne Seybouse. Mémoire de Master. Guelma : université de 08 Mai 1945 Guelma.73p.
15. Guerfi, Z & Rezaiguia, S. (2018). Intégrité des cours d'eau de la Seybouse et Contribution à l'étude des genres d'Ephéméroptères. Mémoire de Master : Biodiversité et Environnement. Guelma : Université de 08 Mai 1945 Guelma.138p.
16. Haouchine, S. (2011). Recherches sur la faunistique et l'écologie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie. Diplôme de Master : Ecologie et Biodiversité Animale des Ecosystèmes Continentaux. Tizi ousou : université de Mouloud Mammeri de Tizi ousou. 157 p.
17. Khelifa, R. (2017). Bioécologie de *Platycnemis subdilatata* (Odonata: Platycnemididae) dans le bassin versant de la Seybouse. Thèse de doctorat : Sciences biologiques.Tizi ousou : université Mouloud Mammeri de Tizi ousou. 101p.
18. Kouadria, A & Zalani, S. (2016). Contribution à l'étude de la biodiversité des cours d'eau du bassin versant de la Seybouse. Mémoire de Master : Biodiversité et Ecologie des zones humides. Guelma : Université de 08 Mai 1945 Guelma. 176p.
19. Leraut, P. (2003). Le guide entomologique. France : Pollina (85) - N° L42181.527p.

- 20. Mary, M. (2000).** Guide pratique d'identification des macroinvertébrés benthiques des cours d'eau. Paris. 100p.
- 21. Mebarki, A. (2005).** Hydrologie des bassins de l'Est algérien : ressources en eau, aménagement et environnement. Thèse de Doctorat d'Etat. Constantine : Université Mentouri de Constantine. 109p.
- 22. Mebarki, R & Oumeddour, Z. (2013).** Contribution à l'étude des insectes aquatiques De Oued Seybouse (Nord-est Algérien). Mémoire de Master : Biodiversité et Ecologie des Zones Humides. Guelma : Université de 08 Mai 1945 Guelma. 67p.
- 23. Meziane, N. (2009).** Contribution à l'étude des macroinvertébrés d'Oued seybouse: Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera et Bivalva. Mémoire de Magister. Guelma : Université 8 Mai 1945 Guelma. 88 p.
- 24. Moison, J., Gagnon, E., Pelletier, L., Piedboeuf, N., Laporte, Y & Audet, R. (2010).** Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, 2010. Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs : ISBN : 978-2-550-58397-4 (PDF). 89 p.
- 25. Mouchara, N. (2009).** L'impact des lâchées de barrage Hammam Debagh sur la qualité des eaux de la vallée de la Seybouse dans sa partie amont (Nord-Est algérien). Mémoire de Master. Annaba Université d'Annaba. 123p.
- 26. Moumène, S & Boulfedjghal, N. (2015).** Evaluation de la qualité de l'eau et le degré de pollution d'Oued Seybouse en utilisant les communautés de macroinvertébrés. Diplôme de Master : Santé, Eau et Environnement : Microbiologie de l'Environnement. Guelma : université de 08 Mai 1945 Guelma. 107p.
- 27. Ramade, F. (2002).** Dictionnaire Encyclopédique De L'écologie Et Des Sciences De L'environnement. 2ème Edition, Dunod, Paris. 1075 P.

- 28. Reggam, A., Bouchelaghem, E & Houhamdi, M. (2015).** Physico-chemical quality of the waters of the Oued Seybouse (Northeastern Algeria): Characterization and Principal Component Analysis. *Journal of Materials and Environmental Science*.
- 29. Roset, N. (2013).** Bio-indication : de l'écologie des communautés aux indicateurs standardisés : Une prise en compte progressive de la vie aquatique. ONEMA-RA. 33p.
- 30. Sanogo, A., Keita, F & Zouboye, M. (2018).** Contribution à la Recherche sur la Faunistique et l'Ecologie des Macroinvertébrés des cours d'eau du Mali. Mémoire de Master Biodiversité et Environnement. Guelma : Université de 08 Mai 145 Guelma.123p.
- 31. Satha, A. (2017).** Contribution à l'étude comparative des peuplements odonatologiques des oueds du Nord-Est algérien. Thèse de Doctorat : Sciences Biologiques. Guelma: Université de 08 Mai 145 Guelma. 257p.
- 32. Satha, H. (2014).** Evaluation de l'intégrité écologique des eaux de l'oued Seybouse. Mémoire de Master. Guelma : Université de 08 Mai 145 Guelma. 111p.
- 33. Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M & Usseglio-Polatera, P. (2010).** Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie (Vol. 15). Paris : CNRS éditions.607p.
- 34. Thurre, D. (2009).** Grenouilles, crapauds et autres amphibiens, le Muséum d'histoire naturelle de Genève.
- 35. Vié, J., Taylor, C., Simon, N & Stuart. (2008).** Wildlife in a changing world. An analysis of the 2008.
- 36. Virginie, A., Juliette, R & Soizic, M. (2010).** Traits biologiques et écologiques, intérêt et perspectives pour la bio-indication des pollutions toxiques. Des outils pour surveiller la qualité des eaux par des organismes indicateurs. *Sciences Eaux & Territoires*, N°01,46-51

- 37. Yapo, M., Atse,B & Kouassi,P. (2012).** Inventaire des insectes aquatiques des étangs de piscicoles au sud de la Côte d'Ivoire, *Journal of Applied Biosciences*, 58 : 4208– 4222

Webographie :

- [1] [https://www.sifee.org/static/uploaded/Files/ressources/actes-des-colloques/paris/session-1-1/1/Laouar Txt.pdf](https://www.sifee.org/static/uploaded/Files/ressources/actes-des-colloques/paris/session-1-1/1/Laouar%20Txt.pdf) (Page consultée le 19/05/2019).
- [2] <http://www.guyane.developpement-durable.gouv.fr/les-macro-invertebres-aquatiques-a2142.html#nb1> (Page consultée le 19/02/2019).
- [3] <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/zoologie-annelide-13641/> (Page consultée le 20/02/2019).
- [4] http://dspace.univbiskra.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/6430/1/hedjira_anoune1.pdf (page consultée le 23/02/2019).
- [5] <https://www.safewater.org/french-fact-sheets/2017/2/9/la-temperature-de-leau> (page consultée le 31/05/2019).
- [6] <http://cignus2.free.fr/ESIEE/ph/Mesuredeconductivite%20E9.pdf> (page consultée le 31/05/2019).
- [7] http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/rivieres/annexes.htm (page consultée le 31/05/2019).
- [8] <http://www.cpepesc.org/Les-principaux-parametres.html> (page consultée le 31/05/2019).
- [9] http://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/Eau%202 (page consultée le 29/05/2019).
- [10] <https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/zoologie-biodiversite-pres-invertebre-cinq-menace-extinction-41007/> (page consultée le 31/05/2019).



LES ANNEXES

Les taxons de la 1^{ère} sortie : Le 14/02/2019

	Embranchement	Classe	Ordre	Famille	A	B	C
	Arthropoda	Malacostracés	Décapodes	Atyidae	03	05	
		Insectes	Coléoptères	Carabidae		01	
				Dytiscidae		01	
			Odonates	Platycnemididae	02		
				Coenagrionidae		02	
				Gomphidae	01		
			Hémiptères	Gerridae		01	
			Ephéméroptères	Heptageniidae	03	07	01
				Caenidae	32	06	
				Baetidae	84		
		Trichoptères	Hydropsychidae	02			
		Arachnides	Araneae	Argyronetidae		01	
		Annelida	Clitellates	Haplotaxides	Tubificidae		
	Lumbriculidae				01		
	Mollusca	Gastropodes	Basommatophora	Physidae		01	
				Planorbidae		04	
R				16	08	10	02
N				NT=176	128	29	19

Les taxons de la 2^{ème} sortie : Le 24/02/2019

	Embranchement	Classe	Ordre	Famille	A	B	C	
	Arthropoda	Malacostracés	Décapodes	Atyidae		04		
		Insectes	Coléoptères	Dytiscidae	01			
				Diptères	Simuliidae		08	
					Chironomidae	02		27
			Odonates	Platycnemididae	04			
				Coenagrionidae	02	01		
			Hémiptères	Alydidae		01		
			Ephéméroptères	Heptageniidae	08	22		
				Caenidae	15	17		
				Baetidae	01			
		Trichoptères	Hydropsychidae	05	08			
	Annelida	Clitellates	Haplotaxides	Tubificidae			01	
	Mollusca	Gastropodes	Basommatophora	Physidae	01	01		
				Planorbidae	01			
				Lymnaeidae	01			
	Nematomorpha	Gordiacés	Gordioidae	Gordiidae			01	
R				16	11	08	03	
N				NT=132	41	62	29	

Les taxons de la 3^{ème} sortie : Le 06/03/2019

	Embranchement	Classe	Ordre	Famille	A	B	C	
	Arthropoda	Malacostracés	Amphipodes	Gammaridae	01			
		Insectes	Coléoptères	Carabidae		01		
				Diptères	Simuliidae		02	
					Chironomidae	03	10	
			Dixidae				09	
			Odonates	Platycnemididae	13			
				Cordulgastridae	01			
				Gomphidae	01			
			Hyménoptères	Apidae		01		
			Ephéméroptères	Heptageniidae	11	210	03	
				Caenidae	22	09		
		Isonychidae				01		
		Ephemerellidae				01		
		Annelida	Clitellates	Haplotaxides	Naididae			01
	Lumbriculidae				02			
	Mollusca	Gastropodes	Basommatophora	Physidae		01	01	
R				16	08	07	06	
N				NT=304	54	234	16	

Les taxons de la 4^{ème} sortie : Le 10/04/2019

	Embranchement	Classe	Ordre	Famille	A	B	C
	Arthropoda	Malacostracés	Décapodes	Atyidae	06		
		Insectes	Diptères	Simuliidae	01	09	
				Chironomidae			07
				Tipulidae	01		
			Odonates	Platycnemididae	03		
				Coenagrionidae	01		
			Ephéméroptères	Heptageniidae	34	285	
				Caenidae	02	01	
				Potamanthidae		01	
				Baetidae		20	
			Ephemerellidae	05			
	Arachnides	Araneae	Argyronetidae	01			
	Annelida	Clitellates	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae			01
	Mollusca	Gastropodes	Basommatophora	Physidae			03
				Planorbidae			02
	Chordata	Amphibiens	Anoures	Bombinatoridae			01
R				16	09	05	05
N				NT=384	54	316	14

Les taxons de la 5^{ème} sortie : Le 20/04/2019

	Embranchement	Classe	Ordre	Famille	A	B	C
	Arthropoda	Malacostracés	Décapodes	Atyidae	03	16	
		Insectes	Coléoptères	Haliplidae			01
				Diptères	Chironomidae		
			Dixidae				19
			Odonates	Platycnemididae	03	01	
			Hémiptères	Gerridae	05		
			Ephéméroptères	Heptageniidae	188	261	
				Caenidae	14	02	
				Baetidae	18		
				Ephemerellidae		05	
			Trichoptères	Hydropsychidae	01	08	
		Annelida	Clitellates	Haplotaxides	Tubificidae		
R				12	07	06	04
N				NT=592	232	293	67

Les taxons de la 6^{ème} sortie : Le 30/04/2019

	Embranchement	Classe	Ordre	Famille	A	B	C		
	Arthropoda	Malacostracés	Décapodes	Atyidae		44			
		Insectes	Diptères	Ceratopogonidae	96				
				Tipulidae			01		
				Chironomidae			105		
				Culicidae			01		
				Dixidae			02		
				Thaumaleidae			01		
				Odonates	Platycnemididae	03			
					Coenagrionidae	01			
					Libellulidae	01			
				Hémiptères	Gerridae	02	07		
				Ephéméroptères	Heptageniidae	196	131		
					Caenidae	02	61		
					Baetidae	15	13		
			Trichoptères	Hydropsychidae		02			
			Hyménoptères	Cynipidae		03			
				Siricidae		02			
			Annelida	Clitellates	Haplotaxides	Tubificidae			44
						Proppapidae			01
						Lumbriculidae		02	13
	Naididae						01		
	Nematomorpha	Gordiacés	Gordioidae	Gordiidae			04		
	Chordata	Amphibiens	Anoures	Bombinatoridae	02				
R				23	09	09	10		
N				NT=756	318	265	173		

Le nombre total (NT) et la fréquence d'occurrence (F/O) pour les taxons :

	Embranchement	Classe	Ordre	Famille	NT	F/O	
	Arthropoda	Malacostracés	Décapodes	Atyidae	81	5/6	
			Amphipodes	Gammaridae	01	1/6	
		Insecta	Coléoptères		Haliplidae	01	1/6
					Dytiscidae	02	2/6
					Carabidae	02	2/6
			Diptères		Ceratopogonidae	96	1/6
					Simuliidae	20	3/6
					Tipulidae	02	2/6
					Chironomidae	199	5/6
					Culicidae	01	1/6
					Dixidae	30	3/6
					Thaumaleidae	01	1/6
			Odonates		Platycnemididae	29	6/6
					Coenagrionidae	07	4/6
					Gomphidae	02	2/6
					Cordulgastridae	01	1/6
					Libellulidae	01	1/6
			Hémiptères		Gerridae	15	3/6
					Alydidae	01	1/6
			Hyménoptères		Apidae	01	1/6
					Cynipidae	03	1/6
					Siricidae	02	1/6
		Ephéméroptères		Heptageniidae	1360	6/6	
				Caenidae	183	6/6	
				Baetidae	151	5/6	
				Ephemerellidae	11	3/6	
				Potamanthidae	01	1/6	
			Isonychidae	01	1/6		
		Trichoptères	Hydropsychidae	26	4/6		
		Arachnides	Araneae	Argyronetidae	02	2/6	
	Annelida	Clitellates	Haplotaxides	Tubificidae	65	4/6	
					Lumbriculidae	18	3/6
					Naididae	02	2/6
					Proppapidae	01	1/6
			Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	01	1/6	
	Nematomorpha	Gordiacés	Gordioidea	Gordiidae	05	2/6	
	Chordata	Amphibiens	Anoures	Bombinatoridae	03	2/6	
	Mollusques	Gastropodes	Basommatophora	Planorbidae	07	3/6	
					Physidae	08	4/6
					Lymnaeidae	01	1/6
R				40			
N					NT=2344		

La phénologie des taxons par sites :

Ordre	Site A	Site B	Site C
Décapodes	██		
Amphipodes	██████████		
Coléoptères	██		
Diptères	██		
Odonates	████████████████████████████████████		
Hémiptères	████████████████████████████████████		
Hyménoptères		██████████	
Éphéméroptères	██		
Trichoptères	████████████████████████████████████		
Araignées	████████████████████████████████████		
Haplotaxides	██		
Rhynchonellida			██████████
Gordoidea			██████████
Anoures	██████████		██████████
Basommatophores	██		

Le nombre total (NT) des taxons par sites :

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	A	B	C	
Arthropoda	Malacostracés	Décapodes	Atyidae	12	69		
		Amphipodes	Gammaridae	01			
	Insectes	Coléoptères	Haliplidae				01
			Dytiscidae	01	01		
			Carabidae		02		
		Diptères	Ceratopogonidae	96			
			Simuliidae	01	19		
			Tipulidae	01		01	
			Chironomidae	05	10	18 4	
			Culicidae			01	
			Dixidae			30	
			Thaumaleidae			01	
			Odonates	Platycnemididae	28	01	
				Ceonagrionidae	04	03	
		Gomphidae		02			
		Cordulgastridae		01			
		Libellulidae		01			
		Hémiptères	Gerridae	07	08		
			Alydidae		01		
		Hyménoptères	Apidae		01		
			Cynipidae		03		
	Siricidae			02			
	Ephéméroptères	Heptageniidae	440	916	04		
		Caenidae	87	96			
		Baetidae	118	33			
		Ephemerellidae	05	05	01		
		Potamanthidae		01			
		Isonychidae			01		
	Trichoptères	Hydropsychidae	08	18			
		Arachnides	Araneae	Argyronetidae	01	01	
Annelida	Clitellates	Haplotaxides	Tubificidae			65	
			Lumbriculidae	03	02	13	
			Naididae			02	
			Proppapidae			01	
	Rhynchobdella	Glossiphonidae			01		
Nematomorpha	Gordiacés	Gordioidae	Gordiidae			05	
Chordata	Amphibiens	Anoures	Bombinatoridae	02		01	
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	01	04	02	
			Physidae	01	03	04	
			Lymnaeidae	01			

Le nombre total (NT) des taxons dans le site A

Ordre	A
Décapodes	12
Amphipodes	1
Coléoptères	1
Diptères	103
Odonates	36
Hémiptères	7
Ephéméroptères	650
Trichoptères	8
Araneae	1
Haplotaxides	3
Anoures	2
Basommatophora	3

Le nombre total (NT) des taxons dans le site B :

Ordre	B
Décapodes	69
Coléoptères	3
Diptères	29
Odonates	4
Hémiptères	9
Hyménoptères	6
Ephéméroptères	1051
Trichoptères	18
Araneae	1
Haplotaxides	2
Basommatophora	7

Le nombre total (NT) des taxons dans le site C :

Ordre	C
Coléoptères	1
Diptères	217
Ephéméroptères	6
Haplotaxides	81
Rhynchobdellida	1
Gordioidea	5
Anoures	1
Basommatophora	6

Le nombre total (NT) des insectes :

Ordre	N
Coléoptères	5
Diptères	349
Odonates	40
Hémiptères	16
Hyménoptères	6
Ephéméroptères	1707
Trichoptères	26

Le nombre total (NT) des taxons par dates :

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	
Arthropoda	Malacostracés	Décapodes	Atyidae	08	04		06	19	44	
		Amphipodes	Gammaridae			01				
	Insectes	Coléoptères	Haliplidae					01		
			Dytiscidae	01	01					
			Carabidae	01		01				
		Diptères	Ceratopogonidae							96
			Simuliidae		08	02	10			
			Tipulidae				01		01	
			Chironomidae		29	13	07	45	105	
			Culicidae						01	
			Dixidae			09		19	02	
			Thaumaleidae						01	
			Odonates	Platycnemididae	02	04	13	03	04	03
		Ceonagrionidae		02	03		01		01	
		Gomphidae		01		01				
		Cordulgastridae				01				
		Libellulidae							01	
		Hémiptères	Gerridae	01				05	09	
			Alydidae		01					
		Hyménoptères	Apidae				01			
			Cynipidae						03	
			Siricidae						02	
		Ephéméroptères	Heptageniidae	11	30	224	319	449	327	
			Caenidae	38	32	31	03	16	63	
			Baetidae	84	01		20	18	28	
		Ephemerellidae			01	05	05			
		Potamanthidae				01				
		Isonychidae			01					
	Trichoptères	Hydropsychidae	02	13			09	02		
	Arachnida	Araneae	Argyronetidae	01			01			
	Annelida	Clitellates	Haplotaxides	Tubificidae	18	01			02	44
				Lumbriculidae	01		02			15
				Naididae			01			01
Proppapidae									01	
Rhynchobdellida		Glossiphonidae				01				
Nematomorpha	Gordiacés	Gordioidae	Gordiidae		01			04		
Chordata	Amphibiens	Anoures	Bombinatoridae				01	02		
Mollusca	Gastropodes	Basommatophora	Planorbidae	04	01		02			
			Physidae	01	02	02	03			
			Lymnaeidae		01					

D₁ : 14/02/2019

D₂ : 24/02/2019

D₃ : 06/03/2019

D₄ : 10/04/2019

D₅ : 20/04/2019

D₆ : 30/04/2019

Le nombre total (NT) et la richesse spécifique (R) par Embranchement :

Embranchement	NT	R
Arthropoda	2233	30
Annelida	87	5
Nematomorpha	5	1
Mollusca	16	3
Chordata	3	1

Le nombre total (NT) et la richesse spécifique (R) par Sous-Embranchement :

Sous-Embranchement	NT	R
Vertebrata	03	01
Invertebrata	2341	39

Le nombre total (NT) par classes :

Classe	NT
Malacostracés	82
Insectes	2149
Arachnides	2
Clitellates	87
Gordiacés	5
Amphibiens	3
Gastropodes	16

Le nombre total (NT) des ordres par sites :

Ordre	A	B	C
Décapodes	12	69	
Amphipodes	1		
Coléoptères	1	3	1
Diptères	103	29	217
Odonates	36	4	
Hémiptères	7	9	
Hyménoptères		6	
Ephéméroptères	650	1051	6
Trichoptères	8	18	
Araneae	1	1	
Haplotaxides	3	2	81
Rhynchobdellida			1
Gordioidae			5
Anoures	2		1
Gastropodes	3	7	6

Le nombre total (NT) des Arthropodes par classes :

Classe	NT
Malacostracés	82
Insectes	2149
Arachnides	2

La richesse spécifique (R) par sites :

Stations	Station A	Station B	Station C
R	24	22	18

La richesse spécifique (R) par dates :

Dates	14/02/2019	24/02/2019	06/03/2019	10/04/2019	20/04/2019	30/04/2019
R	16	16	16	16	12	23

Le nombre des taxons par date :

	Site A	Site B	Site C
14/02/2019	8	10	2
24/02/2019	11	8	3
06/03/2019	8	7	6
10/04/2019	9	5	5
20/04/2019	7	6	4
30/04/2019	9	9	10

Les paramètres physicochimiques des 3 stations par date :

Site A :

	Température (c°)	PH	O ₂ dissous (mg/l)	Conductivité (µs/cm)	Salinité	Profondeur (cm)	Turbidité (NTU)	MEST (mg/l)
14/02/2019	9.1	8.80	0.23	1113	0.3	41	35	0.2
24/02/2019	11.5	8.26	2.10	2000	0.4	43	33	0.095
06/03/2019	14.4	8	11.01	1184	0.4	39	7	0.255
10/04/2019	14.5	8.56	4.7	990	0.2	24	495	0.19
20/04/2019	18.3	8.41	3.89	1178	0.4	38	21	2.185
30/04/2019	18.3	8.61	2.93	1274	0.4	37	10	0.03

Site B :

	Température (c°)	PH	O ₂ dissous (mg/l)	Conductivité (µs/cm)	Salinité	Profondeur (cm)	Turbidité (NTU)	MEST (mg/l)
14/02/2019	9.7	9.29	0.25	1091	0.3	37	13	0.045
24/02/2019	12.2	9.12	0.42	1265	0.4	37	35	0.375
06/03/2019	14	8.77	11.03	1235	0.4	32	25	0.07
10/04/2019	13.3	8.57	3.24	1009	0.3	26.5	240	0.355
20/04/2019	18.8	8.44	3.68	1221	0.4	36	14	0.19
30/04/2019	19.2	8.45	2.86	1319	0.4	34	11	0.02

Site C :

	Température (c°)	PH	O ₂ dissous (mg/l)	Conductivité (µs/cm)	Salinité	Profondeur (cm)	Turbidité (NTU)	MEST (mg/l)
14/02/2019	13	7.80	0.14	1206	0.4	30	4.8	0.15
24/02/2019	11.8	7.82	0.40	3540	0.5	33	20	0.35
06/03/2019	14	5.03	10.51	1410	0.5	38	17	0.44
10/04/2019	14.7	8.31	3.47	1102	0.3	33.5	134	0.28
20/04/2019	17.6	7.98	3.47	1406	0.5	31	3.3	0.23
30/04/2019	19.9	7.86	2.28	1515	0.6	36	2.8	0.315

Les paramètres physiques :

La température :

	14/02/2019	24/02/2019	06/03/2019	10/04/2019	20/04/2019	30/04/2019
Site A	9,1	11,5	14,4	14,5	18,3	18,3
Site B	9,7	12,2	14	13,3	18,8	19,2
Site C	13	11,8	14	14,7	17,6	19,9

La profondeur :

	14/02/2019	24/02/2019	06/03/2019	10/04/2019	20/04/2019	30/04/2019
Site A	41	43	39	24	38	37
Site B	37	37	32	26,5	36	34
Site C	30	33	38	33,5	31	36

La conductivité :

	14/02/2019	24/02/2019	06/03/2019	10/04/2019	20/04/2019	30/04/2019
Site A	1113	2000	1184	990	1178	1274
Site B	1091	1265	1235	1009	1221	1319
Site C	1206	3540	1410	1102	1406	1515

La turbidité :

	14/02/2019	24/02/2019	06/03/2019	10/04/2019	20/04/2019	30/04/2019
Site A	35	33	7	495	21	10
Site B	13	35	25	240	14	11
Site C	4,8	20	17	134	3,3	2,8

Les paramètres chimiques :

L'oxygène dissous :

	14/02/2019	24/02/2019	06/03/2019	10/04/2019	20/04/2019	30/04/2019
Site A	0,23	2,1	11,01	4,7	3,89	2,93
Site B	0,25	0,42	11,03	3,24	3,68	2,86
Site C	0,14	0,4	10,51	3,47	3,47	2,28

La salinité :

	14/02/2019	24/02/2019	06/03/2019	10/04/2019	20/04/2019	30/04/2019
Site A	0,3	0,4	0,4	0,2	0,4	0,4
Site B	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4
Site C	0,4	0,5	0,5	0,3	0,5	0,6

Le potentiel hydrologique PH :

	14/02/2019	24/02/2019	06/03/2019	10/04/2019	20/04/2019	30/04/2019
Site A	8,8	8,26	8	8,56	8,41	8,61
Site B	9,29	9,12	8,77	8,57	8,44	8,45
Site C	7,8	7,82	5,03	8,31	7,98	7,86

La matière en suspension totale MEST :

	14/02/2019	24/02/2019	06/03/2019	10/04/2019	20/04/2019	30/04/2019
Site A	0,2	0,095	0,255	0,19	0,08	0,03
Site B	0,045	0,375	0,07	0,355	0,19	0,02
Site C	0,15	0,35	0,44	0,28	0,23	0,315