

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة 20 أوت 1955 - سكيكدة -
UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des Sciences
Département Ecologie et Environnement

Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master
Filière : Ecologie et Environnement
Spécialité : Ecologie des Milieux Naturels
Intitulé :

**Inventaire à l'étude des macro-invertébrés
d'Oued Saf- Saf de la région de Skikda**

Présenté par :

- Bloulou Bochra
- Bousliou Ala Eddine
- Khiter Chaima
- Soukia Nesrine

Membre de Jury		Grade	Université
Dr. Boubyrem .A	Président	MCB	20 aout 1955 Skikda
Mme.Sasi . A	Examineur	MAB	20 aout 1955 Skikda
Dr. Hadjoudj . S	Promoteur	MCA	20 aout 1955 Skikda

Année universitaire 2024-2025

REMERCIEMENTS

En préambule à ce mémoire, nous remercions avant tout ALLAH, qui a éclairé notre chemin tout au long de ce parcours académique.

C'est avec des sentiments empreints de gratitude et de reconnaissance que nous adressons nos plus sincères remerciements à Mme Hadjoudj Saïda, notre encadrante estimée, pour ses orientations judicieuses, son suivi constant et son soutien scientifique et moral. Sa disponibilité, sa patience et son implication, malgré ses nombreuses responsabilités, ont grandement contribué à la réalisation de ce travail. Nous lui exprimons toute notre gratitude pour son dévouement et sa bienveillance.

Nous exprimons également notre profonde reconnaissance à nos chers parents, dont le soutien indéfectible et les encouragements ont été une source essentielle de motivation tout au long de ce projet.

Nos remerciements vont également à Mme Sassi et Mme Boubrim, membres du jury, pour leurs remarques constructives et leur contribution précieuse à l'enrichissement de ce travail.

Nous tenons à remercier chaleureusement M. Hadeff Azeddine et M. Dziry pour leurs efforts et leur accompagnement scientifique tout au long de notre parcours universitaire.

Notre gratitude s'étend également à l'ensemble de l'équipe du laboratoire, à l'équipe de "Sayyadi Lilo" pour les informations fournies, ainsi qu'à la société Sonatrach pour l'opportunité de stage et le soutien sur le terrain.

Nous ne saurions oublier d'exprimer notre gratitude et nos remerciements à notre cher ami Wassim, qui a été un véritable soutien tout au long de ce projet, par son aide précieuse, son accompagnement et ses encouragements constants. Il a toujours été présent avec ses paroles bienveillantes et ses conseils sincères, et sa présence à nos côtés a eu un impact considérable sur l'aboutissement de ce travail. Merci du fond du cœur.

Enfin, à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'accomplissement de ce modeste travail... un grand merci à vous.



Dédicace Nesrine

Louange à Allah, par Sa grâce les bonnes choses s'accomplissent, et par Son aide les objectifs se réalisent.

À ceux qui, après Allah, ont eu le mérite de mon existence, de mon éducation et de mon apprentissage.

À ceux qui ont veillé des nuits pour moi, enduré les difficultés, et sacrifié tant de choses afin que je devienne celle que je suis aujourd'hui.

À ceux pour qui, peu importe les mots que j'écris ou les sentiments que j'exprime, je ne pourrai jamais rendre justice.

À mon cher père... et à ma tendre mère...

Je dédie ce modeste travail comme un témoignage d'amour, de gratitude, et de prière continue pour qu'Allah vous protège, m'accorde la possibilité de vous honorer, et de gagner votre satisfaction.

À mes sœurs Riham, Oumaima, Wissal, Wiaam, Joulin et à mon cher frère Abd Alltif, je souhaite un avenir rempli de bonheur, de succès et de bénédictions.

À mes proches, et en particulier à ma tante Saida, je souhaite une vie pleine de sérénité, de santé et de vitalité.

À mes amies Rania, Sabah et Aya, qui ont partagé avec moi le chemin du sérieux et de l'effort, et qui ont été une précieuse compagnie.

À ma partenaire dans ce travail, Chaima khiter, qui a grandement contribué à l'aboutissement de cet effort.

Je te témoigne toute ma reconnaissance et mon respect.

À moi-même, qui ne m'ai jamais abandonnée, et qui m'ai appris que la force ne réside pas dans l'arrivée, mais dans la persévérance à continuer.

J'ai été forte... et je le suis toujours.

Ce n'est pas la fin d'un voyage, mais le début d'un nouveau départ.



Dédicace Chaima

Nous n'avons entamé les débuts que par Sa volonté, et nous n'avons atteint les fins que par Sa grâce, et nous n'avons accompli nos objectifs que par Sa faveur. Louange à Dieu qui m'a permis de valoriser cette étape précieuse de mon parcours académique.

Je dédie humblement le fruit de mes efforts à :

À moi-même, cette âme ambitieuse et forte, qui a su affronter les obstacles avec persévérance malgré les difficultés.

À ma grand-mère, que Dieu lui accorde Sa miséricorde, celle dont j'aurais tant aimé qu'elle assiste à ce jour de consécration.

À ma mère bien-aimée, dont les prières ont été le secret de ma réussite, dont la tendresse a été le baume de mes blessures, mon pilier, ma boussole, et ma source inépuisable de force. Que Dieu te comble de santé et de longue vie.

À mon père bien-aimé, cet homme exceptionnel qui a fait ressortir le meilleur en moi, qui m'a toujours soutenue et encouragée à poursuivre mes ambitions. Je porte ton nom avec une immense fierté. Que Dieu te protège et te garde pour nous.

À mes frères et sœurs, zaki, younes, samira et somia, mon appui indéfectible, mon refuge dans les jours difficiles, les sources de mon équilibre et de mes plus beaux souvenirs. Vous êtes la prunelle de mes yeux.

À ma partenaire dans ce travail, Nesrine Soukai, qui a grandement contribué à l'aboutissement de cet effort.

À tous ceux qui ont été un soutien sincère tout au long de ce chemin, à mes amis fidèles, compagnons de route et d'épreuves, à ceux qui ont partagé mes joies comme mes peines.

À toi, ma famille, qui m'a entourée de son amour, de ses conseils sincères et de sa bienveillance. Car celui qui dit « j'en suis capable », le réalise, et même si elle résiste, il la conquiert.

Louange à Dieu, avec amour, reconnaissance et gratitude, pour le commencement et pour la fin.



Dédicace Bouchra

Je dédie ce travail modeste...

À ceux qui me sont les plus chers,

À ceux qui, après Dieu, ont été la source de chaque pas vers la réussite,

À mon cher père Fethi, pilier de ma vie,

Et à ma tendre mère Hayet, lumière de mon cœur et prière constante,

Toute ma gratitude pour vos sacrifices, votre patience et votre soutien inconditionnel.

Que Dieu vous protège et vous accorde une longue vie en bonne santé.

À mes chers frères et sœurs :

Nour Yaqine, source de tendresse et de douceur,

Seif Eddine, Mohamed Amine et Sid Ali, fierté de ma vie et force de mon chemin.

À ma chère grand-mère Aziza, dont les prières illuminent nos vies ;

À mon oncle bien-aimé Nouredine,

Et à mes cousines Marwa et Syrine.

À mes collègues et amies de travail Chaïma et Nesrine,

Pour leur soutien et leur présence.

À mes amies proches Roumayssa, Sarah et Amina,

Compagnes fidèles dans les bons comme les mauvais jours.

À tous ceux qui m'ont soutenue, de près ou de loin,

Je vous dédie les fruits de ce parcours,

Avec tout mon amour, ma reconnaissance et mes prières pour un avenir rempli de bonheur et de succès.



Dédicace Ala

À celui dont les prières ont été le secret de ma réussite et dont le sourire m'a motivé à persévérer,

À celui qui a travaillé dur, veillé tard et m'a élevé,

À celui qui m'a appris la patience, la force et la persévérance...

À ma mère bien-aimée, Je te dédie cet humble ouvrage en signe de gratitude pour tout ce que tu m'as donné.

À mon cher père, mon premier modèle et mon soutien constant,

Merci pour tous les efforts que tu as déployés pour faire de moi ce que je suis aujourd'hui.

À mes frères et sœurs, mes compagnons de toujours et mes souvenirs, merci d'être toujours à mes côtés.

À mes amis et collègues qui ont été une source de soutien et d'encouragement,

Et à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réussite de ce parcours.

Je dédie le fruit de ces efforts à tous ceux qui ont cru en moi, et à tous ceux qui ont partagé mes moments de difficultés et de réussite.



Listes des figures

Figure n°1 : Carte de Situation Géographique de la wilaya de Skikda.....	04
Figure n°2 : La situation géographique des stations étudiées (Hadeff, 2022).....	08
Figure n°3 : Variations des températures mensuelles de la station Skikda (2012-2021).....	09
Figure n°4 : Variations des précipitation mensuelles de la stations Skikda (2012-2021).....	10
Figure n°5 : Variations des vents moyennes mensuelles de la station Skikda (2012-2021)..	10
Figure n°6 : Variations de l'humidité moyennes de la station Skikda (2012-2021).....	11
Figure n°7 : Climagramme d'emberger de la wilaya de Skikda.....	13
Figure n°8 : Diagramme Ombro-thermique de la wilaya de Skikda (2012-2021).....	14
Figure n°9 : La situation géographique D'El Harouch.....	15
Figure n°10 : La situation géographique de Ramdane Djamel.	17
Figure n°11 : La situation géographique de nouveau port.....	19
Figure n°12 : La situation géographique Hammadi krouma.....	21
Figure n°13 : La situation géographique Beni Bechir.....	23
Figure n°14 : La morphologies d'une larve (Moisan <i>et al.</i> , 2008).....	28
Figure n°15 : Coquille de Gastéropodes (Moisan <i>et al.</i> , 2008).....	33
Figure n°16 : Vue dorsale d'un Coléoptère adulte et vue latérale d'une larve (Moisan et al., 2008).....	35
Figure n°17 : Larves de Diptères (Moisan et <i>al.</i> , 2008).....	36
Figure n°18 : Vue dorsale d'un Hémiptère (Moisan et <i>al.</i> , 2008).....	37
Figure n°19 : Vue dorsale et latérale d'un Éphéméroptère (Moisan et <i>al.</i> , 2008).....	38
Figure n°20 : Vue dorsale et latérale d'un Trichoptère (Moisan et <i>al.</i> , 2008).....	39
Figure n°21 : Vue dorsale d'un Plécoptère (Moisan et <i>al.</i> , 2008).....	40

Figure n°22 : Vue dorsale d'un adulte d'Odonate Zygoptères (Dijkstra <i>et al.</i> , 2007).....	42
Figure n°23 : Vue dorsale d'un adulte d'Odonate Anisoptère (Dijkstra <i>et al.</i> , 2007).....	43
Figure n°24 : La variation mensuelle de la profondeur de l'eau pendant la période d'étude...	61
Figure n°25 : La variation mensuelle de la température de l'eau pendant la période d'étude...	62
Figure n°26 : La variation mensuelle du PH pendant la période d'étude.....	63
Figure n°27 : Variation mensuelle de la conductivité pendant la période d'étude.....	64
Figure n°28 : La variation mensuelle de la vitesse de l'eau pendant la période d'étude.....	65
Figure n°29 : La répartition quantitative des vertébrés et invertébrés dans les stations étudiées.	65
Figure n°30 : La répartition quantitative des groupes invertébrés dans les stations étudiées.....	66
Figure n° 31 : La répartition quantitative de classes inventoriées dans les stations étudiées.....	66
Figure n°32 : Abondance des taxa faunistiques des cinq stations étudiées.....	72
Figure n°33 : Abondance mensuelle des taxa faunistiques dans Oued Saf-Saf.....	72
Figure n° 34 : Abondance mensuelle des taxa par chaque station.....	73
Figure n°35 : La richesse des taxa faunistiques des quatre stations.....	74
Figure n° 36 : La richesse des taxa par chaque station.....	75

Liste des photos

Photo n°1 : oued saf-saf El Harouche (Basso).....	15
Photo n°2 : Quelques espèces dominantes de la station D'El Harouche (Basso).....	16
Photo n°3 : Oued saf-saf de Ramdane Djamel.....	17
Photo n°4 : Quelques espèces dominantes de la station de Ramdane Djamel.....	18
Photo n°5 : Oued saf-saf d'en Nouveau port.....	19
Photo n°6 : Quelques espèces dominantes de la station de New port Skikda (Lilou).....	20
Photo n°7 : Oued saf-saf d'en Hammadi Krouma.....	21
Photo n°8 : Quelques espèces dominantes de la station de Hammadi Krouma.	22
Photo n°9 : Oued saf-saf d'en Beni Bechir.....	23
Photo n°10 : Quelques espèces dominantes de la station de Beni Bechir.....	24
Photo n°11 : Un block note et Stylo.....	47
Photo n°12 : Matériel d'étude	48
Photo n°13 : Des gants, flacons, pinces, des boites de pétrie, Alcool, Une pipette et pince, Lame de microscope.	49
Photo n°14 : Un loup binoculaire.....	50
Photo n°15 : Des guides d'identification.....	50
Photo n°16 : Identification des échantillons.....	53
Photo n°17 : Prélèvement des paramètres physico-chimiques.....	55
Photo n°18 : PH-mètre et Conductivité mètre (Mesure en laboratoire).....	55
Photo n°19 : Identification des macros invertébrées et Le tri et l'indentification des échantillons.....	56.

Liste des tableaux

Tableau n°1 : Organisation administrative de la wilaya de Skikda.....	05
Tableau n°2 : Valeurs météorologiques de la région Skikda durant les années (2012-2021)...	12
Tableau n° 3 : Check-list des taxa faunistiques de New Port Skikda(lilou).....	67
Tableau n°4 : Check-list des taxa faunistiques de Hammadi Krouma.....	68
Tableau n°5 : Check- list des taxa faunistiques d'ElHarrouch.....	69
Tableau n°6 : Check-list des taxa faunistiques de Ramdane Djamel.....	70
Tableau n°7 : Check-list des taxa faunistiques de Beni Bechir.....	71

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Listes des figures

Listes des Photos

Listes des Tableaux

Résumés

Introduction01

Chapitre 01 : Présentation de la zone d'étude

1.1. La situation géographique de la wilaya de Skikda.....04

1.1.1. Organisation territoriale.....05

1.1.2. Relief.....06

1.1.3. Climat06

1.1.4. Zones des montagnes.....06

1.1.5. Zones des plaines.....06

1.1.6. Les piémonts.....07

1.2. Situation du bassin versant de l'oued Saf- Saf.....07

1.2.1 Hydrographie.....07

1.3. Climatologie.....08

1.3.1. La température.....09

1.3.2. Pluviomètre.....09

1.3.3. Les vents.....10

1.3.4. L'humidité.....11

1.4. Bioclimat.....12

1.4.1. Climmagrame d'Emberger.....	12
1.4.2. Diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gaussen.....	14
1.5 Description des quatre stations d'oued saf-saf.....	15
1.5.1. Station 1 : El Harouch.....	15
1.5.2 Station 2 : Ramdane Djamel.....	17
1.5.3 Station 3 : New port Skikda	18
1.5.4 Station 4 : Hammadi krouma.....	21
1.5.5 Station 5 : Beni Bechir.....	23

Chapitre 2 : Généralités et Biologie des macro-invertébrés

2.1. Définition des macro-invertébrés benthiques.....	25
2.2. Leur Habitat.....	26
2.3. Ecologie alimentaire des macros-invertébrées benthiques.....	27
2.4. La morphologie.....	27
2.4.1. La tête.....	27
2.4.2. Le thorax.....	28
2.4.3. L'abdomen.....	28
2.5. Importance des macro-invertébrées benthiques	28
2.6. Les macro-invertébrés benthiques en tant qu'indicateurs de la qualité de l'eau.....	29
2.7. L'impact des changements climatique sur les macro-invertébrés.....	30
2.8. Effets de la pollution sur les macro-invertébrés benthiques.....	31
2.9. Les taxons les plus importants de macro-invertébrés.....	32
2.9.1 Nos insectes.....	32
a) Les crustacés.....	32
b) Les mollusques.....	33

c) Les annélides.....	34
d) Les Nématodes.....	34
2.9.2. Les insectes.....	34
a) Les Coléoptères	34
b) Les Diptères	35
c) Les Hémiptères	36
d) Les Ephéméroptères	37
e) Trichoptères	38
f) Les Plécoptères.....	39
i) Les Odonates.....	40
2.10. Avantages des macro-invertébrés benthiques.....	43

Chapitre 03 : Matériel et Méthodes

3-1-Matériel d'étude.....	47
3- 2-Matériel de laboratoire	48
3-3-Méthode de travail.....	51
3-3-1-choix des sites	51
3-3-2-Le choix de cinq stations est basé sur les critères suivants.....	51
3-4-plan d'échantillonnage.....	52
3- 5-les paramètres physico-chimiques	53
3-6. Le tri des macro-invertébrés	56
3-7- Identification des macros invertébrées et analyses les données	57

Chapitre 04 : Résultats et discussion

4.1. Influence des variables abiotiques.....	60
4.1.1. La profondeur.....	60
4.1.2. La température.....	61

4.1.3. Le pH	62
4-1-4- La conductivité	63
4-1-5- La vitesse	64
4.2. Analyse des taxons faunistiques récoltés.....	65
4.2.1. Analyse générale.....	65
4.2.2. L'abondance des taxa faunistiques dans les quatre stations.....	72
4.2.3. La richesse spécifique des taxas faunistiques.....	74
Discussion.....	76
Conclusion	82
Références bibliographiques	

Résumé

Nous avons étudié les macro-invertébrés dans la région de Skikda sur cinq stations d'oued Saf-Saf (Hammadi Krouma, Ramdane Djamel, Beni Bechir, ElHarrouch, New port Skikda (Lilou)). Durant une période de Trois mois du 12 Février 2025 au 8Mai 2025. Nous avons remarqué que les stations d'étude sont riches en espèces animales avec la présence de 2017 individus.

Cette étude montre l'existence de 5 classes des invertébrés : Arthropode, Nématode, Annélide, Mollusque et Plathelminthes.

Mots clés : macro-invertébrés oued Saf-Saf- Skikda.

Summary

We studied macro-invertebrates in the Skikda region on five wadi Saf-Saf stations (Hammadi Krouma, Ramdane Djamel, Beni Bechir, El Harrouch, New port Skikda -Lilou). During a period of four months from 12 February 2025 au 8 May. We noticed that the study stations are rich in animal species with the presence of 2017 individuals.

This study showed the existence of 5 classes of invertebrates : Arthropod, Nematode, Annelid, Mollusc and Plathelminthes.

Keywords : macro-invertebrates wadi Saf-Saf- Skikda.

الملخص :

قمنا بدراسة اللافقاريات الكبيرة في منطقة سكيكدة في خمس محطات من وادي الصفصاف (رمضان جمال، بني بشير، الحروش، حمادي كرومة، والميناء الجديد (ليلو) سكيكدة) خلال فترة ثلاثة أشهر من 12 فيفري 2025 إلى غاية 8 ماي 2025 حيث لاحظنا أن محطات الدراسة غنية بأصناف مجمعة المحطات الخمسة بوجود 2017 فردا.

اظهرت هذه الدراسة وجود 5 فئات من اللافقاريات: المفصليات، الديدان الخيطية، الحلقيات، الرخويات، الديدان المسطحة.

الكلمات المفتاحية: اللافقاريات الكبيرة – وادي الصفصاف – سكيكدة.

Introduction

Introduction

Introduction

Les zones humides sont espaces de transition entre la terre et l'eau, étapes essentielles au cycle de la vie, les zones humides constituent des lieux de rencontre privilégiés entre l'homme et la nature, elles suscitent Aujourd'hui un intérêt croissant tant de la part du grand public, que du milieu scientifique pour satisfaire, cette curiosité relativement récente, un groupe d'histoire des zones humides (**J M Derex, 2006**).

L'eau est une ressource naturelle indispensable à la vie dans tout écosystème. Le maintien de sa qualité est une préoccupation majeure pour une société qui doit subvenir à des besoins en eau de plus en plus importants, et ce, tant du point de vue quantitatif que qualitatif.

Les cours d'eau sont parmi les écosystèmes les plus complexes et dynamiques. Ils jouent des rôles essentiels dans la conservation de la biodiversité, dans le fonctionnement des organismes et dans le cycle de matière organique. Les réseaux hydrographiques du monde entier ont été plus ou moins modifiés par les activités humaines. La plupart des cours d'eau ont souffert des effets anthropiques : régression d'espèces, diminution des stocks de poissons, épuisement des eaux souterraines, dégradation de la qualité de l'eau, crues de plus en plus fréquentes et intenses (**DYNESIUS & NILSSON, 1994 ; EVERARD & POWELL, 2002**).

Le Nord-est algérien possède un ensemble de zones humides unique au Maghreb par sa dimension et sa diversité lacs, étangs, aulnaies, oueds...qui forment une mosaïque de biotopes remarquables où l'on peut voir côtoyer des espèces endémiques, boréales et tropicales dans un secteur qui rassemble plus de la moitié de la faune et la flore aquatique du pays. (**Samraoui et De Bélair 1998**)

Les macro-invertébrés benthique représentent une part importante de la biocénose, des cours d'eau de tété de bassin, d'un point de vue écologique, ils participent au recyclage du carbone organique à travers leur

Introduction

implication dans certaines fonctions écosystémiques elle que la décomposition de la litière (**Toulouse, 2017**).

Les macro-invertébrés benthiques forment une partie importante des écosystèmes d'eau courant. Ils servent de nourriture à nombre de poissons, d'amphibiens et d'oiseaux. C'est un groupe très diversifié, et les organismes qui le composent possèdent des sensibilités variables à différents stress telle la pollution ou la modification de l'habitat. Les macro-invertébrés sont les organismes les plus souvent utilisés pour évaluer l'état de santé des écosystèmes d'eau courant (**MOISAN, 2010**).

Où des études ont été menées dans l'est de l'Algérie dans plusieurs oueds, dont l'Oued Saf-Saf qui se situe à l'est de la wilaya de Skikda. Cette étude vise à déterminer la diversité biologique des invertébrés benthiques dans l'Oued Saf-Saf et à analyser leur distribution et l'impact des facteurs environnementaux sur leur distribution.

Chapitre I

Description De la zone d'étude

1-1-La situation géographique de la wilaya de Skikda :

La wilaya de Skikda se situe dans la partie Nord-est de l'Algérie dans l'espace géographique compris entre l'Atlas Tellien et le littoral méditerranéen. Entre les altitudes 36°5N et 36°15N et les longitudes 7°15E et 7°30 E. Couvrant une superficie totale de 4137,68km et représentant ainsi 12% du littoral algérien avec 140km de côtes qui s'étalent de la Marsa à l'est jusqu'à Oued Z'hour aux fins fonds du massif de Collo à l'ouest. Elle est limitée par :

- La mer Méditerranée au nord.
- La wilaya d'Annaba à l'est.
- La wilaya de Jijel à l'ouest.
- Constantine et Guelma au sud.
- Mila au Sud-ouest. Figure n°1 : (Tefiani,2017)



Figure n°1 : Carte de Situation Géographique de la wilaya de Skikda (modèle d'aménagement et des urbanisations des zones d'expansion touristique – Skikda-).

1-1-1- Organisation territoriale :

La wilaya de Skikda est sue du découpage administratif de 1974. Elle comprend treize (13). D'airâtes regroupant trente-huit (38) communes et s'étend sur une superficie de 4137,68 km² avec 130 Km de côtes.

Tableau n°1 : organisation administrative de la wilaya de Skikda.(1)

Daira	Commune	Superficie(Km²)
Skikda	- Skikda-FilFila -Hamadi Krouma	184
Azzaba	-Azzaba-Es sebt -Ain chachar-El Ghedir -Djendel	782
Ben Azzouz	-Ben Azzouz	501
El Harrouch	-El Harrouch-Emjez Edchiche-Zerdazas -Salah Bouchaour- Ouled Habbeba	570
Sid Mezghiche	- Sid Mezghiche-Beni Quelbene -Ain Bouziane	333
Tamalous	-Tamalous-Kerkera-Bin-el ouidene	368
Ain Kechera	-Ain kechra-Ouldja Boulbalout	213
Oum Toub	-Oum toub	179
Zitouna	-Zitouna-Kanoua	102
Ouled Attia	-Ouled Attia-Khenak Mayoune -Oued Z 'hour	239
Ramdane Djamel	-Ramdane Djamel-Béni Béchir	186
El Hadaiek	-El Hadaiek-Bouchetata-Ain Zouit	268
13	38	4118

1-1-2-Les Relief :

Le relief est très accidenté sur la frange littorale est, dans les massifs de Collo, Azzaba et la Marsa. Dans ce relief on distingue trois types de Zones topographiques, les zones de montagnes, les zones de plaines et les zones de piémonts.

1-1-3-Climat :

La wilaya appartient aux domaines bioclimatiques humides et subhumides et son climat est à variante douce et tempérée au niveau du littoral et froid à l'intérieur. L'étage humide couvre la zone occidentale montagneuse ainsi que les sommets à l'est et au sud. Le domaine subhumide prévaut sur les 4/5ème du territoire de la wilaya avec une pluviométrie comprise entre 1000 et 1500 mm/an. Sous l'influence maritime, les températures sont douces en hiver (11°C en Janvier) et chaudes en été (24°C en Août) sur le littoral où les amplitudes thermiques sont faibles. Elles sont moins douces en hiver (9°C) et plus chaudes en été (27°C) au niveau du territoire intérieur où les amplitudes sont plus marquées.

1-1-4-Zones des Montagnes :

Elles constituent 60% de la superficie globale de la wilaya. Le territoire de Skikda se caractérise par un relief de montagne, un relief relativement aéré par un dispositif de basses terres : couloirs fluviatiles, plaines côtières et bassin intérieurs (**Amiour, 2005**). Elles se subdivisent en plusieurs parties, constituées par des massifs.

1-1-5-Zones Des Plaines :

Les plaines de la vallée de Saf-Saf allongée dans une direction sud-est/nord-ouest, elle débute à El-Harrouch et déborde sur la petite plaine de Skikda par un long couloir partageant la wilaya en son centre, épousant les contours de l'oued Saf-Saf (**Amiour, 2005**).

Les plaines de la vallée de l'oued Guebli débutent à Oum Toub, s'évasent au niveau de Tamalous, s'effilent jusqu'à Collo ou elles s'évasent de nouveau.

La plaine d'Azzaba, arrosée par l'oued El Kébir, elle s'étend d'Es-Sebt à Azzaba jusqu'à Djendel où elle présente un étranglement débouchant à Ain Charchar et Bekkouche Lakhdar.(2)

1-1-6-Les Piémonts :

Les piémonts sont localisés en particulier dans les régions d'El Harrouch et Azzaba. (Brahimi et Halladj in Amiour, 2005).

1-2-Situation du bassin versant de l'oued Saf-Saf :

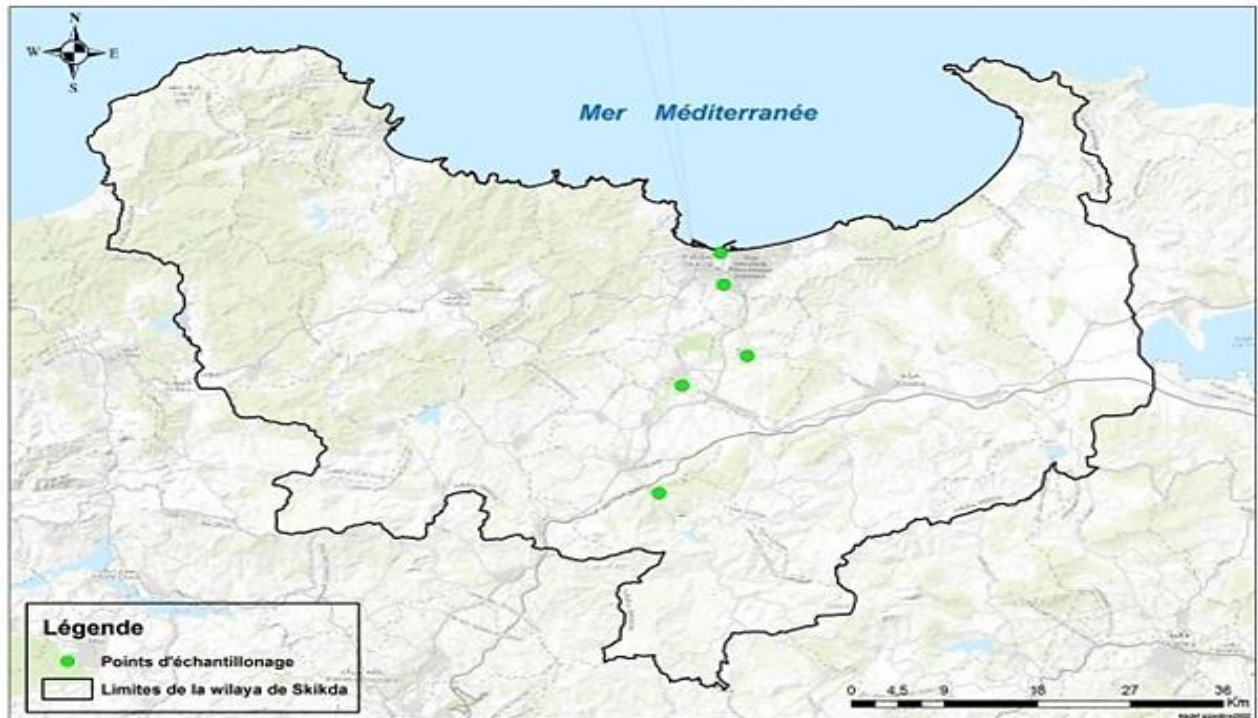
Le bassin versant du Saf-Saf, appartient au bassin côtier constantinois centre et se situe entre le bassin de l'oued Guebli à l'Ouest et celui de l'oued Kebir ouest à l'Est.

Il est limité au Sud par Djebel El Hadjar et Djebel. Oucheni, à l'Est par Djebel El Alia et Djebel Tengout, l'Ouest par les massifs de Collo et Djebel Boukhallouf, de la mer méditerranéenne au Nord où se déverse le principal cours d'eau de ce bassin à l'Est de la ville de Skikda, drainant une surface de 1158 km².

1-2-1- hydrologique :

Les principaux Oueds sont permanents et prennent leur source à quelques kilomètres de la mer sont :

- Oued El-Kebir à l'est.
- Oued Saf-Saf au centre.
- Oued Guebli à l'ouest.
- Oued Z'hour à l'extrême Ouest.



**Figure n°2: La situation géographique des stations étudiées
(HadeF, 2022).**

1-3- Climatologie :

L'étude des caractéristiques climatologiques joue un rôle primordial dans la connaissance des comportements des cours d'eaux, les variations des réserves, la compréhension des 11 mécanismes d'alimentation et de circulation des eaux naturelles. Pour cela, l'élaboration du bilan hydrique est indispensable pour mieux comprendre le fonctionnement et les influences d'un système hydraulique de surface, L'étude du climat se base sur les mesures aux différentes stations d'éléments météorologiques divers et parmi les plus importants nous citons les précipitations et la température. Le climat de la zone d'étude est de type méditerranéen, caractérisé par deux saisons distinctes, une humide et douce, et l'autre chaude et sèche (Zaoui, 2017).

1-3-1- Température :

La température est un facteur climatique très important qui réagit directement, avec les autres facteurs météorologiques (précipitation, humidité, etc.), le développement de la végétation et le phénomène de l'évapotranspiration (Figure n°2) (Belabed, 2010).

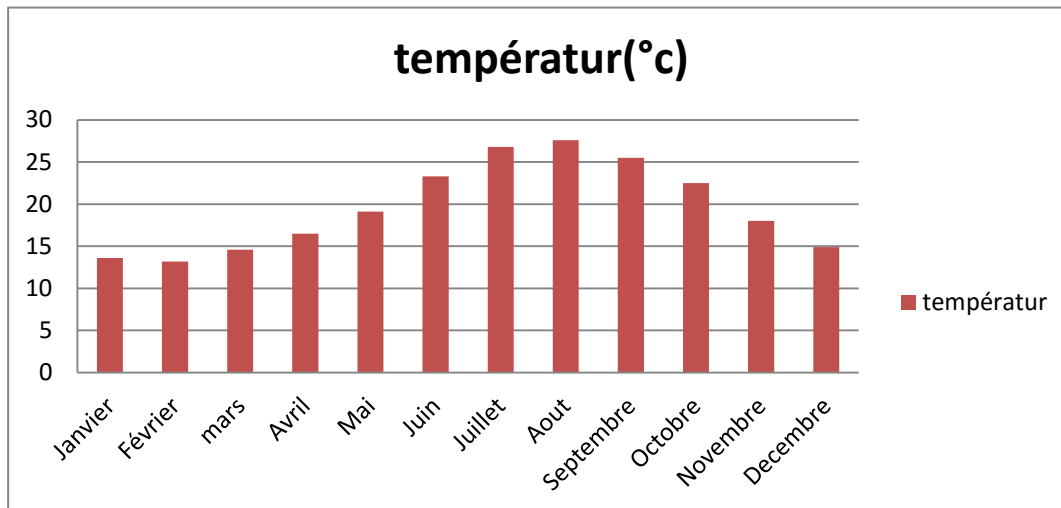


Figure n°3 : Variations des températures mensuelles de la station Skikda (2012-2021).

- A partir des données présentées dans la figure, nous observons que les moyennes mensuelles les plus élevées sont observées essentiellement pendant la période estivale (Juin à Septembre) dont le mois le plus chaud est le mois d'Août avec une température maximale de 27.60°C. Par contre, les températures les plus basses sont observées pendant la période d'hiver (Décembre à Mars) dont le mois de Janvier est le mois le plus froid avec une température minimale de 13.20°C.

1-3-2- Pluviomètre :

La précipitation est un facteur très important, qui conditionne l'écoulement saisonnier et influence directement sur le régime des cours d'eaux et l'alimentation des nappes aquifères. Les hauteurs des pluies moyennes mensuelles enregistrées durant les périodes.

D'observation (2021) sont illustrées dans le tableau ci-dessous

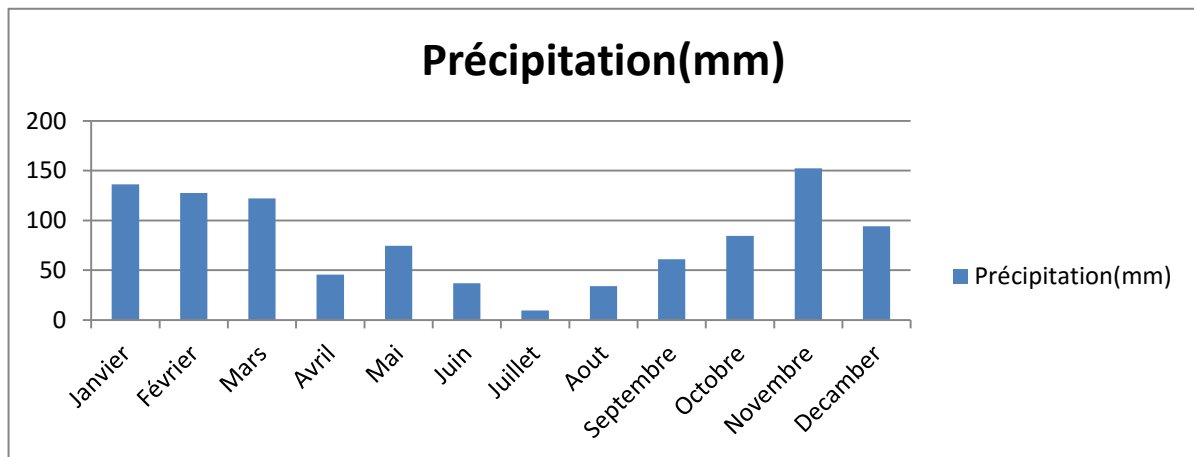


Figure n°4 : Variations des précipitation mensuelles de la stations Skikda (2012-2021)

1-3-3-Vents :

Les vents jouent un rôle très important dans notre région, puisqu'ils interviennent dans la pluviométrie. Ils sont caractérisés par leur fréquence, direction et vitesse (**Boumaraf, 2010**).

La zone littorale de Skikda, est particulièrement soumise à des vents violents en entraînant de multiples dommages tant sur la terre que sur la mer. La direction des vents est Sud-Ouest à Sud-Est et elle à une grande influence sur le mouvement des vagues et leur déferlement sur la côte (**Bouzeghaya et al., 2016**).

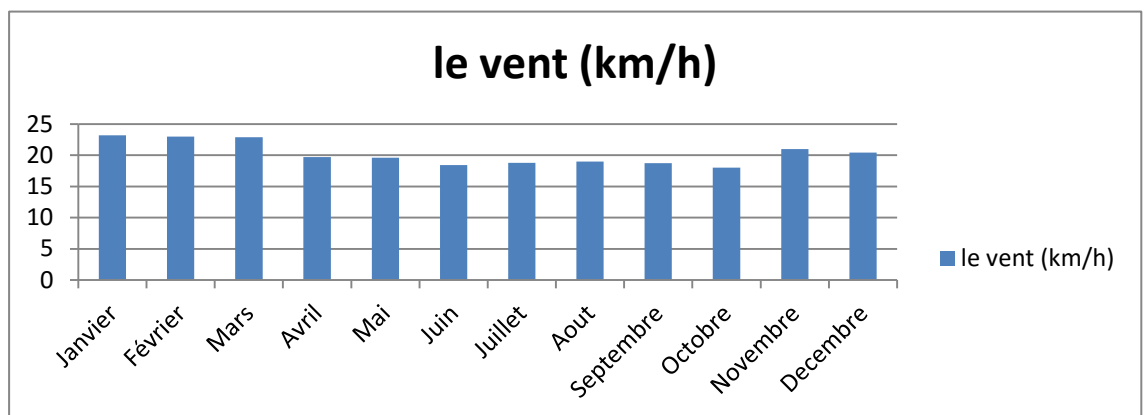


Figure n°5 : variations des vents moyennes mensuelles de la station Skikda (2012-2021).

1-3-4- L'humidité :

La richesse de la région en écosystèmes forestiers (zones montagneuse nombreux plans d'eau contribuent au maintien d'une humidité élevée pendant (Chettibi, 2014).

-Elle est invariable au cours de l'année. Les valeurs minimales sont observées respectivement au mois juillet. Les valeurs maximales sont observées au mois avril tableau.

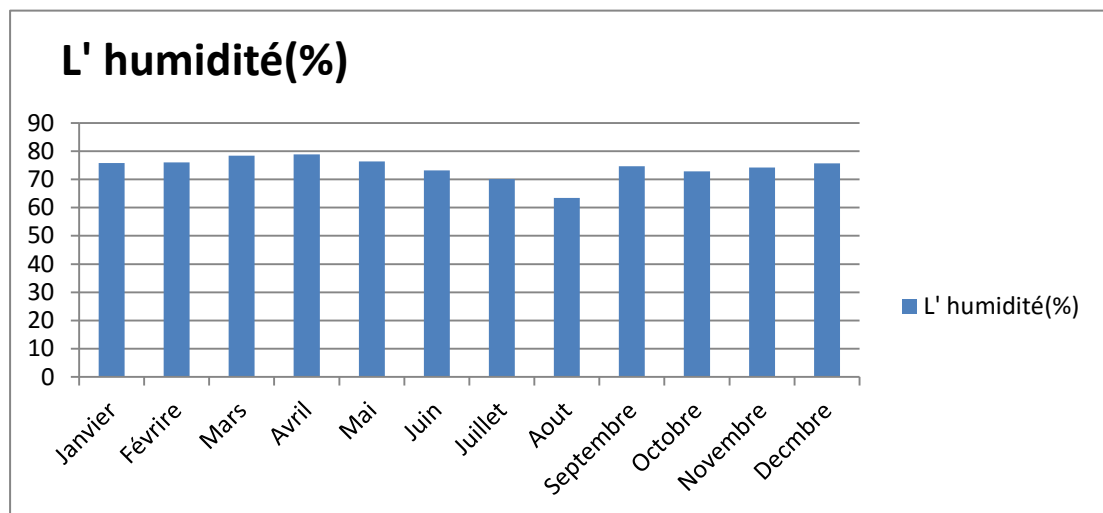


Figure n°6 : variations de l'humidité moyennes de la station Skikda (2012-2021)

	Température			Précipitation (Mm)	Le vent (Km/h)	L'humidité (%)
	Moyenne(°c)	Min(°c)	Max(°c)			
Janvier	13,6	11,8	15,3	136,1	23,2	75,8
Février	13,2	11,2	15,3	127,4	23	76
Mars	14,6	12,4	16,5	122,2	22,9	78,4
Avril	16,5	14,4	18,7	45,5	19,7	78,8
Mai	19,1	17,3	21,1	74,6	19,6	76,4
Juin	23,3	21,5	25,1	36,9	18,4	73,2
Juillet	26,8	24,9	28,5	9,6	18,8	70,1
Aout	27,6	25,5	29,6	33,8	19	63,4
Septembre	25,5	23,6	27,1	61,1	18,7	74,7
Octobre	22,5	20,5	24,4	84,3	18	72,8
Novembre	18	16,4	20	152,3	21	74,2
Décembre	14,9	13,2	16,5	94	20,4	75,7

Tableau n°2 : valeurs météorologiques de la région Skikda durant les années (2012-2021).

1-4- Bioclimat :

1-4-1- Climmagrame d'Emberger :

En 1955, Emberger a classé les climats méditerranéens en faisant intervenir deux facteurs essentiels : les précipitations et la température.

$$Q = \frac{P1000}{1/2[M+m] \times [M-m]}$$

Q= quotient pluviométrique

P= précipitation moyennes annuelles (mm)

M= température des maxima du mois le plus

chaud(K) m=température des maxima du mois le plus froid (K)

P(mm)	977.8
M(K)	302.75
m(K)	284.7
Q	184.43

- Le quotient
- pluviométrique de la région de Skikda Q=184.43

La région Skikda est localisée dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver chaud

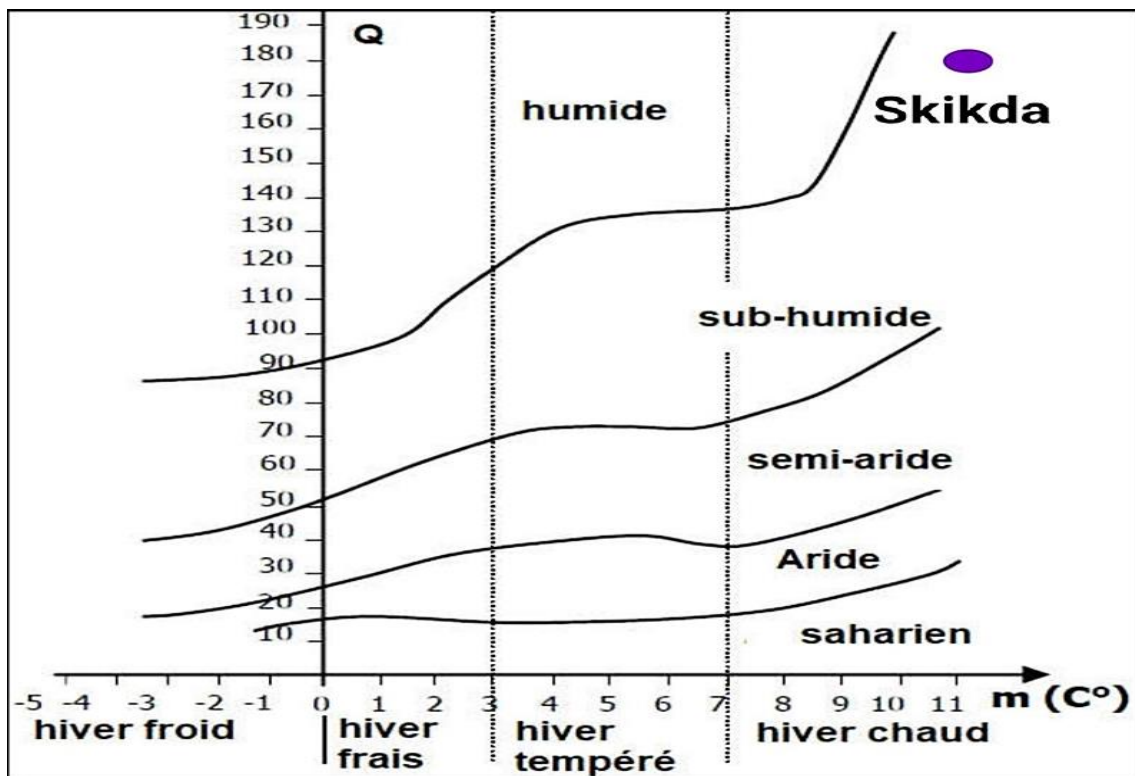


Figure n°7 : situation de la région de Skikda dans le Climagramme d'Emberger.

1-4-2-Diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gausсен

Pour l'élaboration du diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gausсен (1957), nous avons tenu compte des données climatiques bien précises qui sont les précipitations annuelles et les températures moyennes étalées durant les années (2012-2021) de la station de Skikda.

Le but est de déterminer la période sèche et période humide (**Bourechak et al., 2019**).

Les courbes Ombro-thermique (Figure n°7) nous ont permis de visualiser deux saisons distinctes :

-Une saison sèche de juin à septembre.

-Une saison humide novembre à avril.

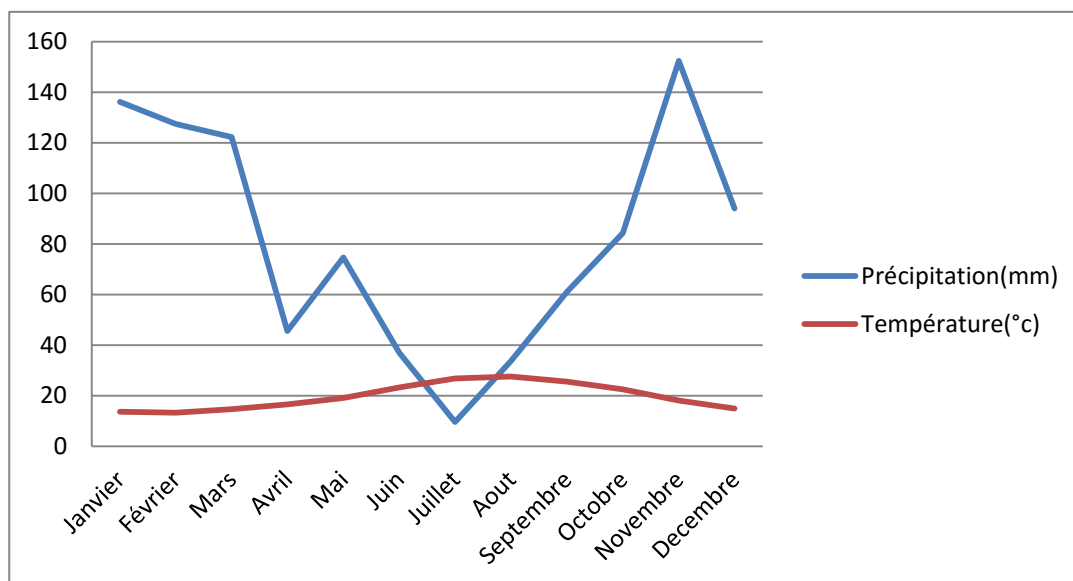


Figure n°8: Diagramme Ombro-thermique de la wilaya de Skikda (2012-2021).

1-5- Description des cinq stations d'oued saf-saf

1-5-1 Station 1 : El Harouch (Basso) :

Notre première zone d'étude est située dans la commune D'El Harouch, exactement le village D'Al-Basso.

El-Harouch est une daïra d'Algérie En Afrique du nord, et fait partie de la

Wilaya de Skikda. Il compte

119761habitants sur une Superficie de 101 km².

densité de population de la daïra

D'El Harouch est donc de 1185,8

habitants Par km². Le climat méditerranéen avec été

chaud est le climat principal de la daïra d'El Harouch.(6)



Figure n°9 : La situation géographique

D'El Harouch (5)

-N : 36°,6320644

-E : 6°,8636773

-Commune : El Harouche

-Wilaya : Skikda.

-Altitude : 105 m.

Date de photo :17/02/2025



Photo n°1 : oued saf-saf El Harouche (Basso)

La végétation du lit



Mouron d'eau



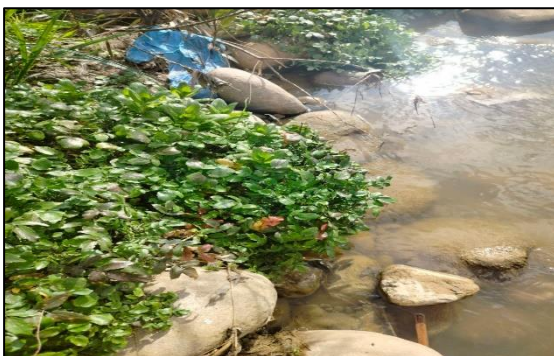
Laurier-rose



Ache faux-cresson



Patience élégante



Cresson de fontaine



Laîche paniculée

Photo n°2 : Quelques espèces dominantes de la station D'El Harouche

1-5-2- Station 2 : Ramdane Djamel :

Notre deuxième zone d'étude est située

dans la commune Ramdane Djamel.

Ramdane Djamel est une daïra en

Afrique du Nord, et fait partie

de la wilaya de Skikda, Il s'agit du

le climat méditerranéen

avec été chaud est le climat

Principal du la région de Ramdane Djamel.

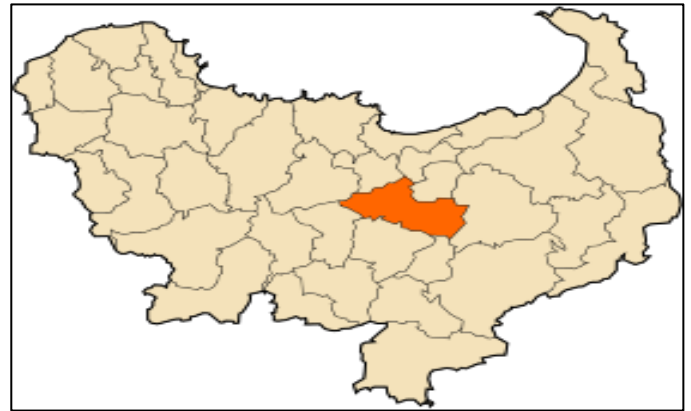


Figure n°10 : la situation géographique

de Ramdane Djamel

-N : 36°,751069

-E : 6°,900173

**-Commune : Ramdane
Djamel**

-Wilaya : Skikda.

-Altitude : 48 m

Date de photo : 22/02/2025



Photo n°3 : oued saf-saf de Ramdane Djamel

La végétation du lit



Navet potager



Camomille des champs



Acacia faux-gommier



Chardon-Marie



Mimosa odorant



Patience élégante

Photo n°4 : Quelques espèces dominantes de la station de Ramdane Djamel

1-5-3- Station 3 : New port Skikda (Lilou) : Le port de

Skikda est un port de commerce
situé à Skikda. Nouveau port Skikda
est une située sur la côte
méditerranéenne du nord de
l'Algérie, précisément dans la wilaya
de Skikda. Elle est délimitée

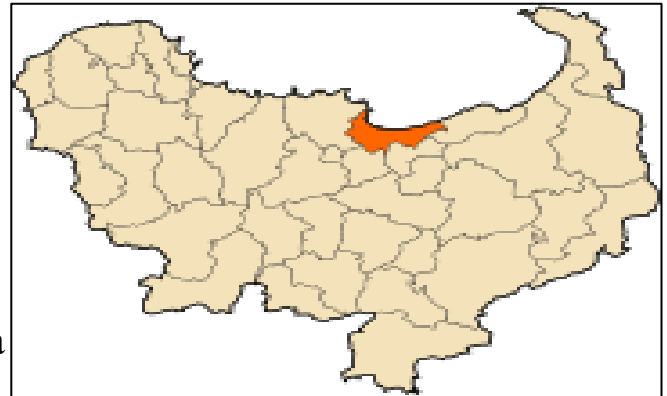


Figure n°11 : la situation géographique

au nord par la mer de château-vert, au
sud par la commune de Hammadi krouma.

de nouveau port

Le nouveau port est le deuxième plus important
au niveau national et après le port d'Arzew, en plus du port sec.

-N : 36°,8779372

-E : 6°,9341115

-Altitude : 6m.

-Commune : Skikda

-Wilaya : Skikda.

Date de photo : 12/02/2025

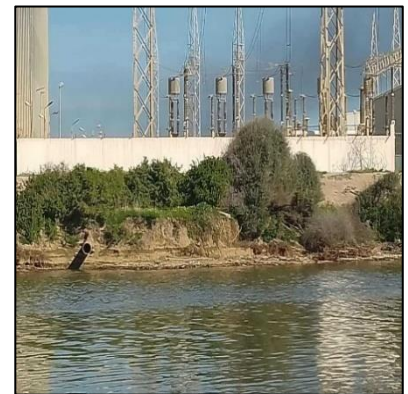


Photo n°5 : oued saf-saf d'en Nouveau port

La végétation du lit



Criste-marine



Oxalide pied-de-chèvre



Pariétaire des murs



Porcelle des sables



Groseillier à maquereau

Photo n°6 : Quelques espèces dominantes de la station de New port Skikda (Lilou)

1-5-4- Station 4 : Hammadi krouma :

Hammadi krouma est une commune de la wilaya de Skikda en Algérie, elle est bordée au nord par filfila et la commune de Skikda. Hammadi krouma est considérée comme l'une des plus grandes villes de Skikda. Elle bénéficie d'un climat méditerranéen avec des étés chauds, qui est le climat principal de cette région.

**Figure n°12 : la situation géographique****Hammadi krouma**

-N : 36°,845977

-E : 6°,935969

-Commune : Hammadi krouma

-Wilaya : Skikda.

-Altitude : 11m

Date de photo : 15/04/2025

**Photo n° 7: oued saf-saf d'en Hammadi Krouma**

La végétation du lit :



Grand plantain



Lampourde glouteron



Lavatère à grandes fleurs



Renoncule de Sardaigne



Laurier-rose



Menthe velue

Photo n°8 : Quelques espèces dominantes de la station de Hammadi Krouma.

1-5-5- Station 5 : Beni Bechir : Notre

Dernière Station d'étude est située
Dans la commune Beni Bechir.

Beni Bechir est une commune
De la wilaya de Skikda Située dans
Le nord-est de l'Algérie. Elle fait

Partie de la daïra de Ramdane

Djamel aux côtés de la commune

Côtés de la commune éponyme.

La commune est située à une altitude

De 33 mètres.



Figure n13 :la situation géographique

Beni Bechir

-N: 36°,7756931

-E: 6°,9338043

-Commune: Beni Bechir

-Wilaya: Skikda.

-Altitude : 33m

Date de photo : 30/04/2025



Photo n°9: oued saf-saf d'en Beni Bechir

La végétation du lit :



Menthe à feuilles rondes



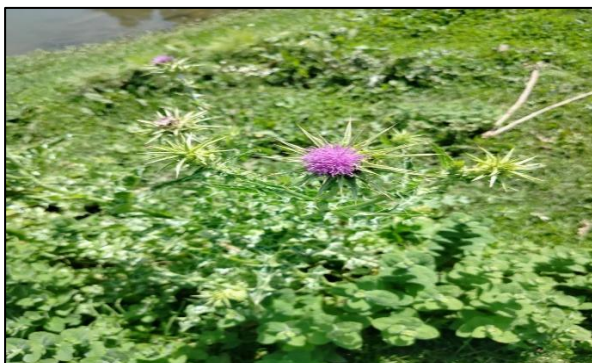
Patience élégante



Renouée à feuilles d'oseille



Inule Visqueuse



Chardon-Marie



Grande Férule

Photo n°10 : Quelques espèces dominantes de la station de Beni Bechir

Chapitre II

Généralité et biologie des macro-invertébrés

Benthiques

2.1 Définition des macro-invertébrés

Le terme « macro-invertébré » rassemble les invertébrés aquatiques observables à l'œil nu. De façon pratique, ces animaux sont ceux retenus dans des filets de maille de 200 à 500 μm (**Rosenberg et Resh, 1993**). On trouve des macro-invertébrés dans tous les types de milieux aquatiques d'eau douce, bien qu'ils soient pauvrement représentés dans la zone pélagique des lacs. Par contre, dans les autres compartiments d'eau douce, à la zone benthique des plans d'eau permanents, des mares temporaires, des ruisseaux intermittents aux plaines d'inondation des grands fleuves, les macro-invertébrés forment des communautés importantes (**Lalonde et Downing, 1992**).

Les macro-invertébrés sont des organismes dépourvus de colonne vertébrale et visibles à l'œil nu. Les insectes aquatiques représentent près de 95% de tous les macro-invertébrés présents en zone lotique (**Lee et al., 2006**). On retrouve dans cette catégorie les larves d'insectes aquatiques, quelques insectes aquatiques adultes, les crustacés, les mollusques et les vers. Les principaux ordres d'insectes aquatiques appartenant à cette catégorie d'organismes sont les suivants : Éphémères, Plécoptères, Trichoptères, Diptères, Coléoptères, Mégaloptères, Hémiptères, Odonates et Lépidoptères (**Gagnon, et Pedneau, 2006**).

Les macro-invertébrés sont généralement utilisés en tant qu'indicateurs biologiques pour élucider l'impact des changements des caractéristiques du milieu et les stratégies écologiques des différentes espèces pour restituer certaines de ces caractéristiques (**Lounaci, 2011**). Les études faunistiques écologiques (répartition spatiale, structure des communautés) revêtent d'une importance primordiale dans la compréhension du fonctionnement et de la gestion des systèmes naturels et, d'autre part, dans l'évolution de l'état de la santé écologique des hydro-systèmes (**Haouchine, 2011**).

De nombreux travaux ont montré que la distribution spatiale des macro-invertébrés est régie par un complexe de facteurs environnementaux qui

varient d'une station à une autre. Certains d'entre eux, comme la nature du substrat, la vitesse du courant, la hauteur de l'eau sont habituellement considérés comme facteurs écologiques susceptibles d'influencer directement la répartition de la faune aquatique (**Ramade, 1998, Lounaci, 2011 ; Haouchine, 2011 ; Rezougui, 2012**).

En plus, la distribution des peuplements de macro-invertébrés dépend étroitement des facteurs du milieu, leur composition et leur abondance étant conditionnées par les caractéristiques physico-chimiques et écologiques du milieu physique (**Zouggaghe et al.,2014**).

2.2 Leur Habitat

L'habitat des macro-invertébrés benthiques est très varié. Ces organismes se retrouvent dans différents milieux aquatiques, telles les rivières, les marais au fond boueux, les lacs, les cours d'eau au fond rocheux ou vaseux... Ils recherchent des endroits où ils peuvent s'agripper, se nourrir, se cacher et dans certains cas se reproduire.

En écosystème lotique, on retrouve des organismes capables de s'agripper à l'aide de crochets spéciaux ou de structures de type succion. Ces animaux ne bougent pas beaucoup ; ils rampent sur le substrat (les surfaces solides). Certains, comme les phryganes, construisent des structures pour se maintenir en place : on peut les comparer à des maisons portatives appelées « fourreaux ». D'autres sont très plats et de forme hydrodynamique pour éviter de se faire emporter par le courant. Ils se nourrissent en filtrant l'eau ou en attrapant leurs proies au passage. Ces macro-invertébrés de courant rapide possèdent souvent des pattes et des pièces buccales spécialisées.

En écosystème lentique, comme dans les bassins des lacs, on retrouve des organismes qui ont moins besoin de s'agripper. Ces macro-invertébrés vont chercher leur nourriture en se déplaçant, contrairement à ceux des eaux plus rapides où la nourriture se rend à eux. Ils sont donc adaptés à bouger, pour vivre à la surface, sur le fond ou dans les sédiments mous (comme la boue). On retrouve souvent de plus grandes différences

quant à la grosseur des organismes des eaux lentes. Ils sont moins hydrodynamiques car le courant est faible ou nul.

2.3 Écologie alimentaire des macros-invertébrés benthique :

Les méthodes d'alimentation des macros invertébrés benthiques varient considérablement selon leur espèce et leur environnement. Certaines espèces dépendent de la chasse à d'autres organismes vivants, comme les pieuvres et les crabes, qui chassent et dévorent leurs proies à l'aide d'outils spécialisés tels que des tentacules ou des pinces. D'autres espèces, comme les oursins et les éponges, dépendent de la filtration de l'eau pour obtenir de la nourriture, en filtrant le plancton fin et la matière organique de l'eau. Il existe également des invertébrés qui se nourrissent des restes d'organismes vivants et de matières en décomposition sur le fond marin. Ces organismes sont connus sous le nom de détritivores, comme certains types de vers et de crustacés. De plus, il y a ceux qui se nourrissent de plantes ou d'algues, comme certains escargots qui grattent les algues sur les rochers à l'aide de leur langue garnie de petites dents. Ces organismes présentent des adaptations remarquables à leur environnement, ce qui fait de leurs méthodes d'alimentation un sujet à multiples facettes en biologie.

2.4 La morphologie

Les macro-invertébrés benthiques sont principalement constitués d'insectes aquatiques. Ils sont présents dans l'eau sous différentes formes en fonction de leur cycle biologique : larve, nymphe, adulte (ANONYME, 2014). En général, leur morphologie est divisée en trois parties : la tête, le thorax, l'abdomen. (Figure 01)

2.4.1. La tête : issue de la fusion de six métamères (articles), cette division est perdue et apparaît comme une sorte de capsule plus ou moins ovoïde. La tête est une véritable tour de contrôle avec les antennes, les yeux et les nombreux poils sensitifs situés sur les pièces de la bouche ou ailleurs (VINCENT, 2010).

2.4.2. Le thorax : constitué de trois segments, chacun de ces segments portant une paire de pattes le premier segment à partir de la tête est appelé le prothorax, le segments intermédiaire le mésothorax et le segment relié à l'abdomen le métathorax. Les ailes, quand elles sont présentes son obligatoirement portes par le mésothorax et le métathorax (VINCENT, 2010).

2.4.3. L'abdomen : composé d'au plus articles 11 articles, en général la partie plus volumineuse du corps des insectes. Il contient la masse principale des viscères, du sang, des organes respiratoires et reproductifs les segments qui a disparu sur la tête et qui est souvent cachée par les ailes sur le thorax se voit très bien sur l'abdomen (VINCENT, 2010).

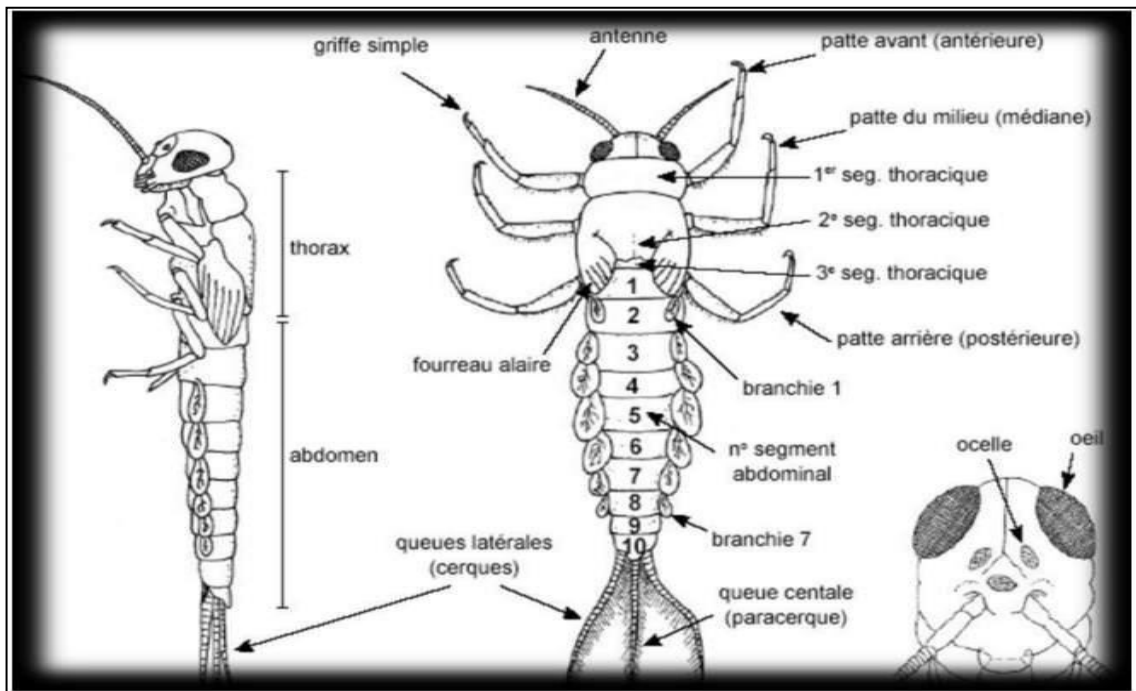


Figure n°14: La morphologies d'une larve (Moisan *et al.*, 2008).

2.5 Importance des macro-invertébrés benthiques

Les macro-invertébrés benthiques forment une partie importante des écosystèmes d'eau douce. Ils servent de nourriture à nombre de poissons, d'amphibiens et d'oiseaux. C'est un groupe très diversifié, et les organismes le composant possèdent des sensibilités variables à différents stress telle la

pollution ou la modification de l'habitat. Les macro-invertébrés sont les organismes les plus souvent utilisés pour évaluer l'état de santé des écosystèmes d'eau douce (**Moisan, 2010**).

2-6-Les macro-invertébrés benthiques en tant qu'indicateurs de la qualité de l'eau :

Bélangier (2009) définit la bio-indication comme l'évaluation de la qualité des milieux à l'aide de bioindicateurs c'est-à-dire d'organismes vivants connus pour leurs capacités à refléter l'état des écosystèmes et à identifier les problèmes et les risques encourus par ceux-ci. Neveu (2001) estime qu'un bon indicateur biologique devrait :

- Etre déterminable facilement grâce à sa taille et aux connaissances faunistiques.
- Etre échantillonnable facilement, si possible quantitativement, à un coût limité.
- Avoir une répartition géographique large pour être généralisable
- Avoir une autoécologie connue, c'est-à-dire le niveau individuel de sensibilité et/ou de tolérance des espèces.
- Etre un bio-accumulateur des toxiques pour des analyses.
- Etre facile à élever pour des tests.
- Etre peu variable sur le plan génétique.

Pour ces mêmes auteurs, les macro-invertébrés benthiques semblent remplir ces critères. Ces organismes sont considérés comme d'excellents indicateurs de la qualité des écosystèmes aquatiques en raison de leur sédentarité, de leur cycle de vie varié, de leur grande diversité et de leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de l'habitat (**Moisan et Pelletier, 2008**). Ils permettent également d'évaluer l'état de santé global des écosystèmes aquatiques (**Barbour et al., 1999**).

Ce sont, dans la plupart des cas, des organismes abondants, faciles à collecter. Ils intègrent les effets cumulatifs et synergiques à court terme (allant jusqu'à quelques années) des multiples perturbations physiques (modifications de l'habitat), biologiques et chimiques dans les cours d'eau (**Moisan et Pelletier, 2008**). Ils sont abondants dans la plupart des rivières et faciles à récolter. De plus, leur prélèvement a peu d'effets nuisibles sur le biote résident (**Barbour et al., 1999**).

2-7-L'impact des changements climatique sur les macro-invertébrés :

Impacts reliés aux changements de température :

L'augmentation de la température de l'air, entraînera nécessairement une augmentation de la température de l'eau. D'autre part, avec des périodes de sécheresse plus fréquentes et donc d'étiage plus sévères, l'eau se réchauffera plus rapidement. La température a une influence sur le cycle de vie de la grande majorité des espèces aquatiques dont les macro-invertébrés. Un changement de quelques degrés peut affecter, entre autres, la reproduction, la métamorphose, la croissance, la survie, la résistance aux maladies et les déplacements des individus. Pour assurer leur survie, certaines espèces devront donc migrer plus au nord vers des cours d'eau où l'eau est plus froide. Toutefois, il existe des espèces endémiques qui ont une alimentation très spécifique et sont donc limités dans le choix de leur habitat. Ainsi, le déplacement vers des zones plus froide n'est pas toujours possible. Après la migration ou l'extinction des organismes sensibles les macro-invertébrés tolérants à des températures plus chaudes auront moins de compétition pour les ressources et seront donc avantagés. C'est ainsi que des espèces exotiques peuvent être avantagé aux détriments des espèces indigènes habitué à des températures plus froides. Elles deviennent alors des espèces exotiques envahissante.

Outre l'augmentation globale de la température, on peut prévoir de grandes variations à court terme en raison des fluctuations météorologiques. En effet, les précipitations amèneront de l'eau froide et les périodes de sécheresse, qui implique un niveau d'eau bas, entraîneront un réchauffement rapide par le soleil. Ces variations dans la température et le niveau de l'eau peuvent avoir des effets négatifs. Lorsque l'écosystème aquatiques change rapidement, tout le fonctionnement est bouleversé et les organismes qui y vivent nécessitent de longues périodes de récupération pour s'acclimater.(4)

2-8-Effets de la pollution sur les macro-invertébrés benthiques :

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

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

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

2.9. Les taxons les plus importants des macro-invertébrés aquatiques :

2.9.1. Non insectes :

a) Les Crustacés

Pendant que les arachnides et les insectes prospéraient sur terre, la plupart des crustacés sont restés dans les mers et les étangs, où on retrouve environ 40000 espèces (**Mathieu, 1995**).

Les crustacés sont les seuls arthropodes à posséder deux paires d'antennes, trois paires d'appendices ou plus forment des pièces buccales, notamment des mandibules rigides, leurs pattes émergent du thorax, et contrairement aux insectes, ils possèdent des appendices sur l'abdomen. Les crustacés peuvent régénérer un appendice perdu (**Mathieu, 1995**).

La classe des Crustacés comprend un très grand nombre d'espèces en milieu marin. En milieu douce trois sous-classes correspondent à des macro-invertébrés :

- ❖ Sous-classe des Branchioures
- ❖ Sous-classe des Branchiopodes
- ❖ Sous-classe des Malacostracés (**Tachet et al., 2000**).

Quelques ordres de la classe de crustacés :

- ❖ Ordre des Amphipodes
- ❖ Ordre des Isopodes
- ❖ Ordre des Décapodes
- ❖ Ordre des Cladocères.
- ❖ Ordre des Ostracodes
- ❖ Ordre des Copépodes (**Moisan, 2006**).

b) Les Mollusques

Les mollusques sont des invertébrés à corps mou (**Moisan, 2006**). Massif, non métamérisé, sans squelette interne présentant une unité (**Mouthon, 1980**) dont la plupart possède une enveloppe externe dure (une coquille de calcaire) (**Moisan, 2006**). Par contre, certains mollusques ont perdu une partie (calmars) ou la totalité (pieuvres) de leur coquille au cours de l'évolution. Ce groupe compte d'ailleurs plus de 80000 espèces connues (**Maissait et al., 2005**). Les mollusques sont, en général, des animaux aquatiques. La plupart vivent dans la mer, d'autres habitent les eaux douces, et d'autres encore vivent sur la terre, principalement aux lieux humides ou ombragés. Parmi les terrestres, on en a néanmoins observé qui supportent assez habituellement les ardeurs d'un soleil très vif (**Lamarck, 2003**).

Les principales classes des mollusques :

- ❖ Lycoplacophores (Chiton)
- ❖ Bivalves (Huître, Moule, Palourde)
- ❖ Gastéropodes (Limace, Escargot)
- ❖ Céphalopodes (Pieuvre, Seiche, Calmar)
- ❖ Scaphopodes (Dentale).

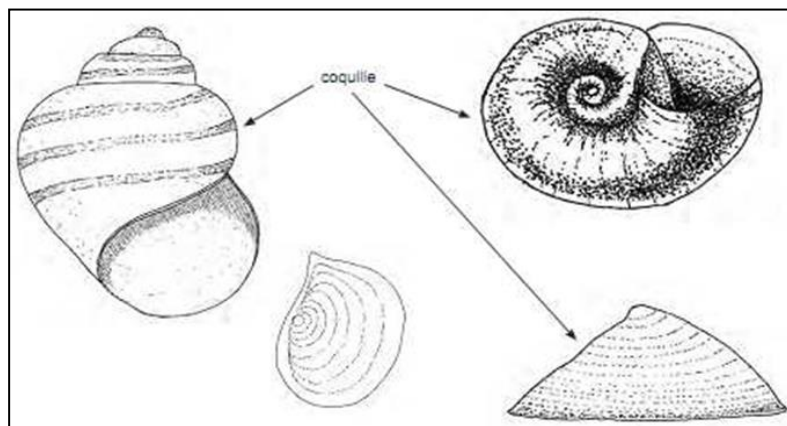


Figure n°15 : Coquille de Gastéropodes (Moisan et al., 2008)

c) Les Annélides :

Les annélides ou vers polymères ont un corps à symétrie bilatérale, divisé en segments successif (métamères) ayant sensiblement les mêmes constituants (**Grasse et al., 1998**). Ils vivent dans la mer, les eaux saumâtres, en eau douce et sur la terre bien qu'ils soient confinés à des micro-habitats humides (**Jurd, 2000**). Cet embranchement compte près de 15000 espèces, dont la taille varie entre moins de 1 mm et 3 mm (**Mathieu, 1995**).

d) Les Nématodes :

Les nématodes sont des animaux triploblastiques à symétrie bilatérale, couverts par une cuticule dure et élastique, la segmentation est absente, l'épiderme entoure les muscles longitudinaux. Il existe environ 80000 espèces décrites de nématodes, bien que ce chiffre soit probablement sous-estimé. Les tailles varient d'une longueur de 100 μ m à plus de 100 cm. Les nématodes sont généralement des vers long, cylindrique aux extrémités effilées, arrondies bien que quelques formes parasites aient une forme qui ressemble à un sac (**Jurd, 2000**).

2.2.9 Les insectes :

a) Les Coléoptères :

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

Les Coléoptères sont des insectes à deux paires d'ailes (Figure 15) (**Mathieu, 1995**). Les antérieures sont repliées sous les ailes postérieures transformées en étuis protecteurs ou élytres (Figure 3). L'appareil buccal est de type broyeur (**Blot, 1993**).

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

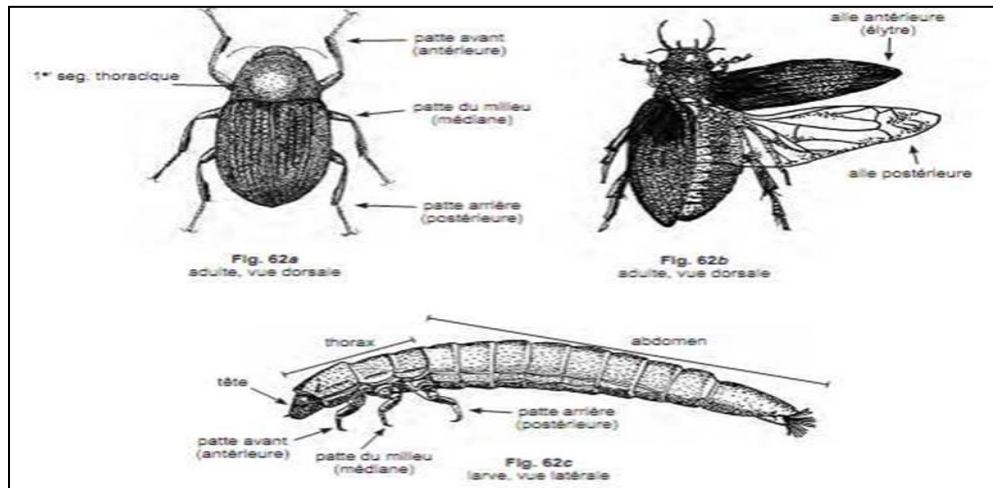


Figure n°16 : Vue dorsale d'un Coléoptère adulte et vue latérale d'une larve (Moisan et al., 2008).

b) Les Diptères :

Les Diptères sont nombreux, s'attribuent jusqu'à 90% ou davantage, de l'entomofaune ailée, dans les biotopes les plus divers, sauvages ou aménagés. Par leur nombre immense en espèces et en individus et par leur facilité d'adaptation aux gîtes larvaires, les diptères dominent dans de vastes régions (Leclercq, 1971).

Les Diptères ont une paire d'ailes et une paire de balanciers ; appareil buccal de type suceur ou piqueur suceur ; métamorphose complète (Mathieu, 1995) (Figure 16).

Il n'est pas possible actuellement d'établir une classification phylogénétique rigoureuse des diptères. Beaucoup de problèmes restent à l'étude, même au niveau des familles. Donc il existe 95 familles (Leclercq, 1971). Il y a plus de 30000 espèces (Ayrat, 1966), mais selon d'autres auteurs il y a 80000 espèces (Mathieu, 1995).

❖ **Les Chironomidés :**

Les Chironomidés parmi les diptères aquatiques sont un groupe digne d'intérêt pour l'hydrologie. Leur importance dans la chaîne trophique est souvent un élément majeur dans la production de certains milieux (Bouda, 2002).

❖ **Les Simuliidés :**

Les Simuliidés, communément appelés mouche noires ou simules, constituent un groupe morphologique très homogène (Crosskey, 1990). Cette famille comprend relativement peu d'espèces comparativement aux autres familles de diptères. Elles sont diurnes et à la différence des autres moustiques, sont plus actives quand le soleil brille.

Les larves vivent exclusivement dans les eaux courantes où elles se fixent aux plantes par une ventouse située à l'extrémité de l'abdomen (Engelhardt et al., 1998).

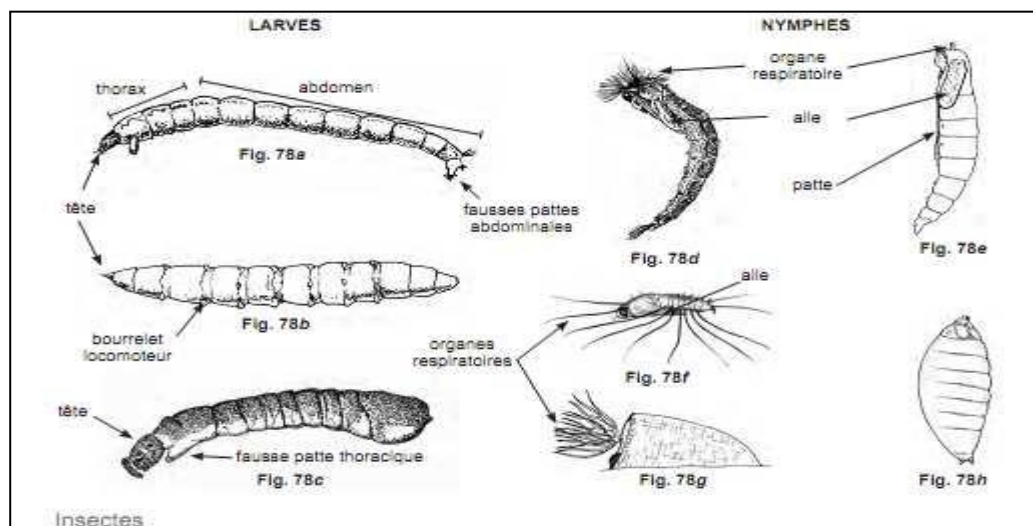


Figure n°17 : Larves de Diptères (Moisan et al., 2008)

c) Les Hémiptères :

Les Hémiptères se caractérisent par la transformation de l'appareil buccal en rostre. Celui-ci constitué par le labium forme un tube, segmenté ou non.

A l'intérieur duquel coulissent maxilles et mandibules transformées en styles cette adaptation correspond à un régime alimentaire liquide. Ce groupe se partage en deux sous ordres : les Hétéroptères et les Homoptères (Tachet et al., 2000) (Figure 17).

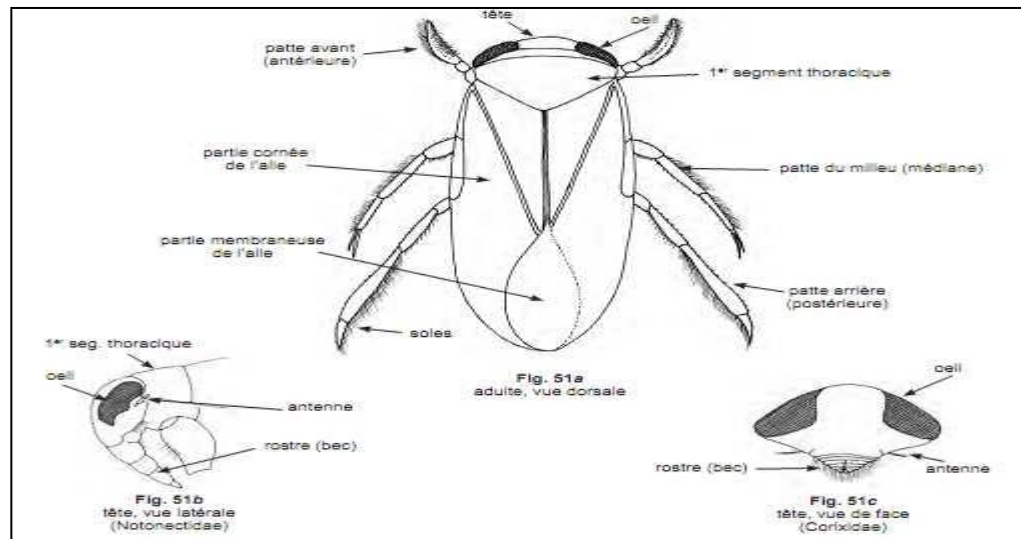


Figure n°18 : Vue dorsale d'un Hémiptère (Moisan et al., 2008).

d) Les Éphéméroptères :

Les Éphéméroptères appartiennent à un ordre d'insecte dont les larves sont exclusivement aquatiques ; ils sont caractérisés par la présence de deux (rares) ou trois queues à deux cerques et leurs pattes ne portent qu'une griffe, ce qui les distingue des plécoptères. Tous portent des branchies abdominales sur les segments 4 à 7 et selon le genre sur les segments 1 à 3. La forme et la position de ces branchies sont capitales pour leur identification (Figure 18). De façon générale, ils sont sensibles à la pollution (Moisan, 2006) et ont une longévité très brève à l'état adulte.

Les Éphéméroptères ne peuvent pas replier leurs ailes sur le dos, mais les maintiennent perpendiculairement au corps ou rabaisées. Les adultes ne s'alimentent pas, leur vie est fort brève. L'accouplement a lieu en essaims à l'aube ou au crépuscule. La femelle lâche ses œufs dans l'eau. Les métamorphoses sont complètes. Les larves aquatiques, généralement dotées de branchies abdominales latérales et de trois cerques apicaux,

consomment une grande variété de plantes aquatiques et de matières animales (Mc Gavin, 2000). Le nombre d'espèces est plus de 2500 espèces (Mathieu, 1995). Les communautés de l'ordre Éphéméroptères constituent la composante principale de flux d'énergie et du cycle de matière dans les systèmes lotiques (Wallace et Webst, 1996 ; Curtean_Bănăduc et al., 2016). Les larves des Éphéméroptères sont très abondantes et occupent les divers biotopes des eaux courantes (torrents, ruisseaux et rivières). Diverses études ont montré que ce groupe est un matériel favorable dans les études écologiques, notamment dans l'estimation de la qualité biologique des eaux (Bebba et al., 2015).

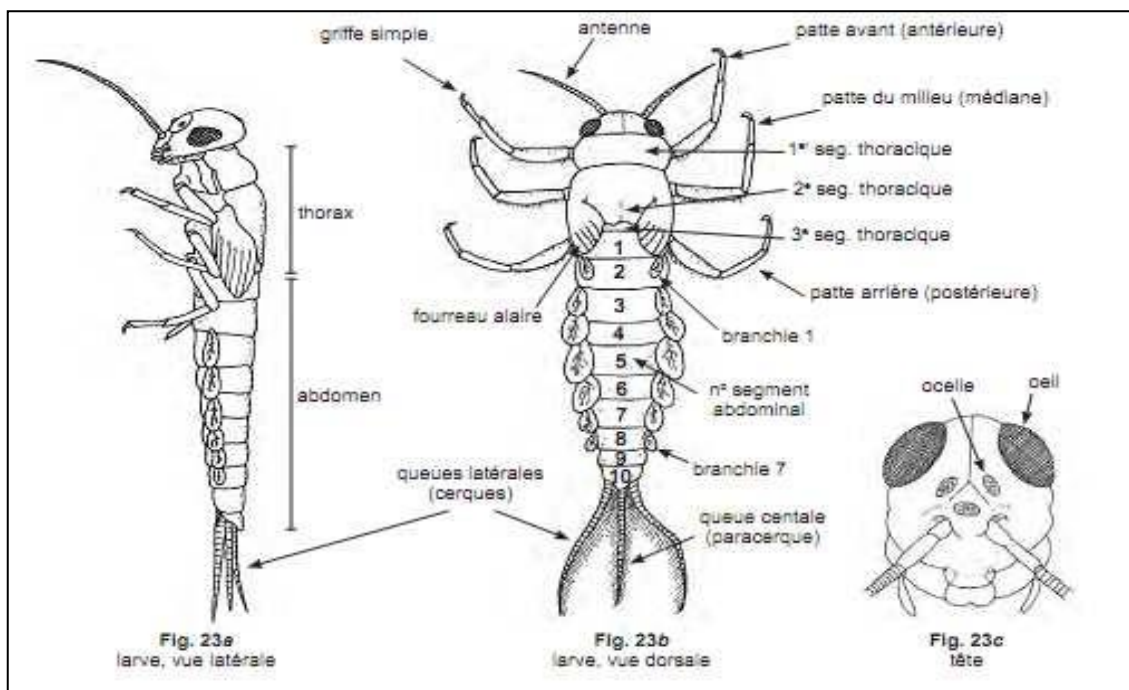


Figure n°19 : Vue dorsale et latérale d'un Éphéméroptère (Moisan et al., 2008).

e) Les Trichoptères :

Les Trichoptères sont des insectes holométaboles dont les larves et les nymphes sont aquatiques (Tachet et al., 2000). Cet ordre regroupe 43 familles et 8000 espèces d'insectes qui se rencontrent presque partout près de l'eau douce. Les adultes, sveltes et ternes, évoquent les phalènes, dont ils se distinguent par des poils et non des écailles sur les ailes. Les longues

antennes filiformes ont de nombreux articles. Les pièces buccales, faibles, peuvent servir à prendre du liquide, même si les adultes de nombre d'espèces ne s'alimentent pas. Les Trichoptères ont des yeux composés, parfois avec des ocelles. En vol, les paires d'ailes sont solidarisées par soies incurvées. L'accouplement aura lieu à l'automne (**Tachet et al., 2000**). Il se fait rarement en vol mais sur une substance ferme. Les partenaires sont alors alignés mais se tournent le dos. En général, les adultes ne vivent pas plus d'une huitaine de jours (**Engelhardt, 1998**).

La femelle pond ses œufs en amas ou cordons, les larves aquatiques se nymphosent généralement dans les fourreaux qu'elles élaborent avec des graines de sable et des brindilles (Figure 19) (**Mc Gavin, 2000**).

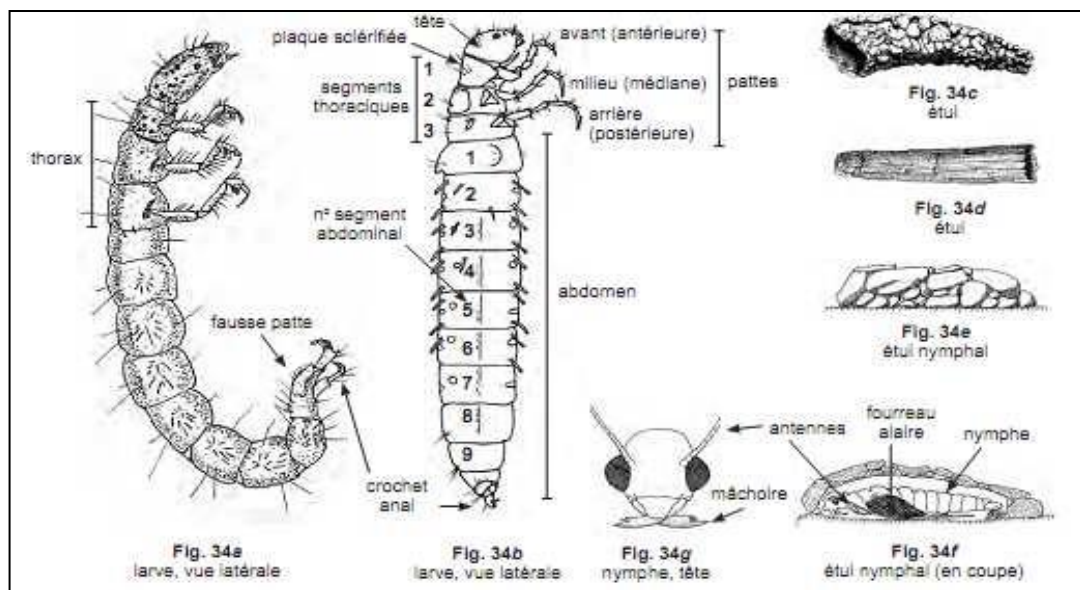


Figure n°20 : Vue dorsale et latérale d'un Trichoptère (Moisan et al., 2008).

f) Les Plécoptères :

Les Plécoptères sont des insectes primitifs, ce groupe ne comporte que 700 espèces. (Baumont et Cassier, 1983). Les perles sont apparues sur terre il y a environ 60 millions d'années. Leurs larves, longues de 1 à 3 cm, ressemblent aux stades ailés. Leur abdomen ne porte aucun appendice branchial, au contraire des larves d'Éphémères, mais toujours deux cerques

(queues) à son extrémité. Leurs pattes possèdent trois segments et deux griffes (Engelhardt et al., 1998) (Figure 20).

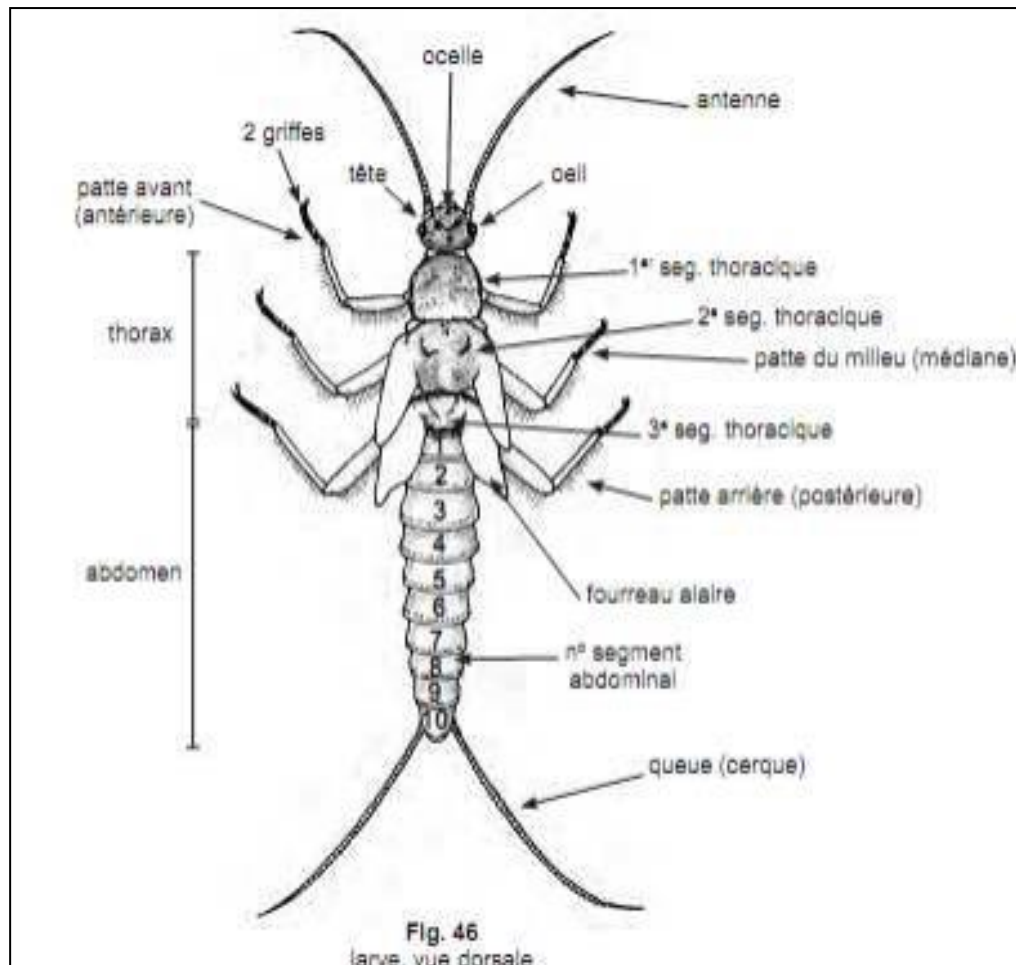


Figure n°21: Vue dorsale d'un Plécoptère (Moisan et al., 2008).

i) Les Odonates :

Les libellules, ou Odonates, constituent un ordre d'insectes relativement limité : on en dénombre quelque 5500 espèces dans le monde. Ces espèces se répartissent de façon à peu près égale en deux sous-ordres, les Zygoptères ou "demoiselles" Anisoptères ou "libellules" (au sens restreint du terme). Les Zygoptères reg familles, tandis que les Anisoptères sont répartis en 11 familles environ. En raison de leur beauté et de leur biologie originale, les Odonates ont suscité l'intérêt de nombreux entomologistes amateurs ou professionnels ; aussi, de par le nombre raisonnable d'espèces, cet ordre d'insectes est l'un des mieux connus. C'est vrai surtout dans les

pays développés où les prospections ont été suffisamment nombreuses (**Dommanget et Murice, 2002**)

Les Odonates ou Libellules se distinguent des autres Insectes non seulement par leur morphologie caractéristique tant chez l'adulte que chez la larve, mais surtout par des particularités structurales qui leur sont propres et qui sont, pour l'essentiel : l'existence chez le mâle de pièces génitales (genitalia) accessoires tout à fait à l'écart des voies génitales, et l'existence chez la larve d'un labium articulé : le masque, qui recouvre les autres pièces buccales. Ce sont des hémimétaboles à larves aquatiques dans leur immense majorité et prédateurs à tous les stades de leur cycle vital. Les Odonates ont une longue histoire dont témoignent de nombreux fossiles ; actuellement cet ordre n'est plus représenté que par trois sous ordres : Zygoptères, Anisozygoptères et Anisoptères. Seuls les Zygoptères et les Anisoptères ont des représentants africains.

Les Odonates comme tous les insectes sont très anciens. L'ordre des Odonates se divise en deux sous-ordres principaux :

❖ Les Zygoptères :

Sont des individus petits et grêles au vol peu soutenu. Au repos, les ailes sont le plus fréquemment jointes au-dessus de l'abdomen ou entrouvertes à l'oblique vers l'arrière.

❖ Les Anisoptères :

Le corps est beaucoup plus massif, ils ont un vol puissant et soutenu. Au repos, les ailes sont écartées du corps en position horizontale (Figure 21). Comme tous les insectes, le corps est divisé en trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen. Les critères morphologiques les plus utilisés pour l'identification des adultes concernent le type de nervation alaire (surtout pour le genre), la coloration de l'abdomen, la forme des pièces copulatrice. Elles appartiennent à l'ordre des insectes dont les larves sont exclusivement aquatiques (**Moisan, 2006**). Les 55000 espèces et 30 familles appartenant à l'ordre des Odonates sont plus connus sous le nom

de Libellules et de Moiselles (Mc Gavin, 2000). Les métamorphoses sont incomplètes, les larves aquatiques sont prédatrices et possèdent un "masque" déployable, pièces buccales pour saisir les proies, elles présentent les divisions caractéristiques des insectes tête, thorax et abdomen. Chacun de ces trois parties portent des organes importants. Sur la tête, il y a les yeux, les antennes et les parties buccales, sur le thorax, les 6 pattes et 4 fourreaux alaires, sur abdomen, les appendices anaux, différents entre les zygoptères et anisoptères, et les premières ébauches des parties génitales (Heidemann et Siedenbusch, 2002) (Figure22).

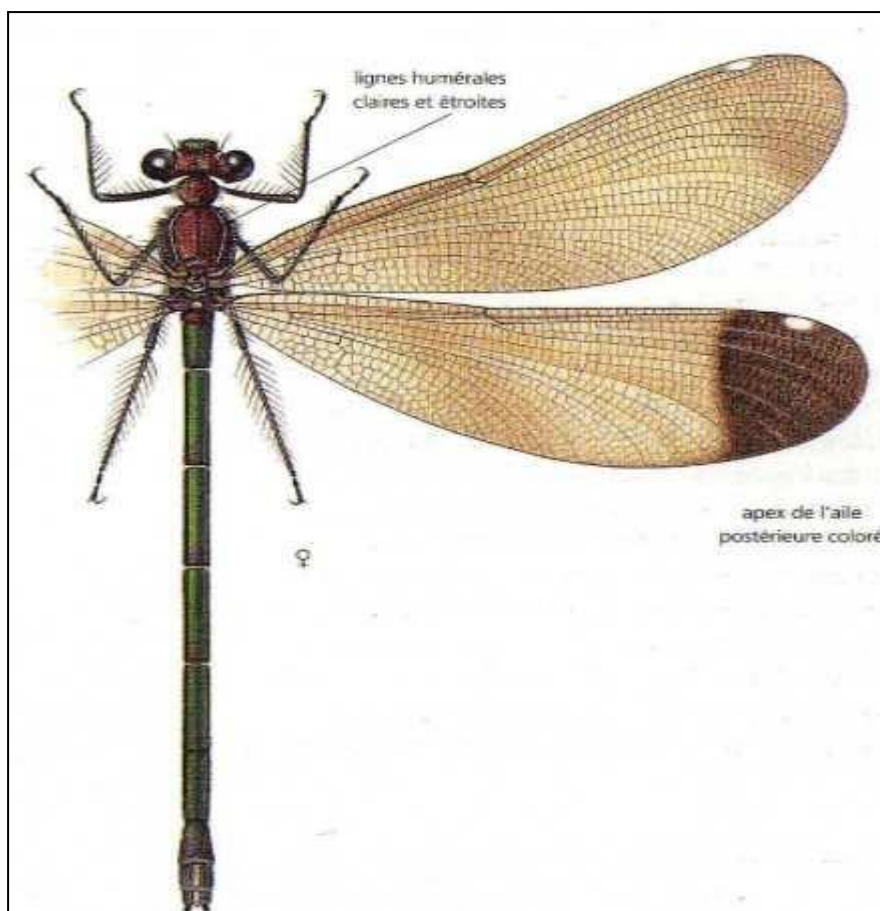


Figure n°22 : Vue dorsale d'un adulte d'Odonate Zygoptères (Dijkstra *et al.*, 2007).

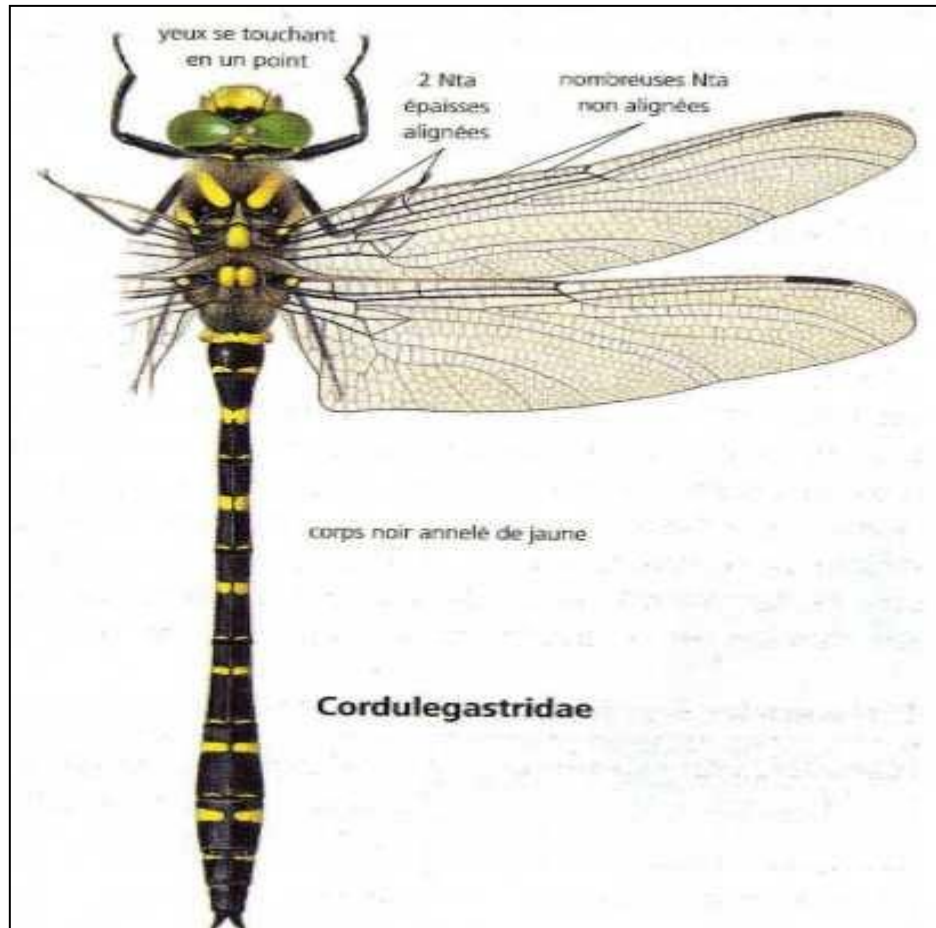


Figure n°23 : Vue dorsale d'un adulte d'Odonate Anisoptère (Dijkstra *et al.*, 2007).

2.10. Avantages des macro-invertébrés benthiques :

a) Les macro-invertébrés benthiques sont présents et abondants dans tous les types de cours d'eau, petits ou grands (Chessman, 1995 ; Camargo et al., 2004 ; Pelletier, 2007). On peut donc les échantillonner sur l'ensemble du territoire québécois.

b) Ce sont des organismes vivants qui intègrent plusieurs composantes du milieu, comme l'habitat et les contaminants, puisqu'ils ont une durée de vie assez longue pouvant varier de quelques mois à deux ou trois ans

(Camargo et al., 2004 ; Pelletier, 2007). Contrairement aux analyses chimiques, on peut détecter à l'aide des macro-invertébrés benthiques des perturbations qui ont eu lieu même si elles ne sont plus présentes au moment de l'échantillonnage (Chessman, 1995). Les analyses chimiques requièrent un grand nombre d'échantillons durant une longue période de temps pour être vraiment représentatives. A l'opposé, dans plusieurs cas une seule campagne d'échantillonnage de MIB, soit à l'été ou à l'automne, permet d'évaluer avec justesse l'état de la qualité de l'eau d'une rivière. Les macro-invertébrés benthiques reflètent donc de façon significative la dégradation des rivières, autant au niveau d'une pollution organique que chimique (De Pauw et Vanhooren, 1983).

c) Ils jouent un rôle important dans la chaîne alimentaire aquatique, puisqu'ils sont la source principale de nourriture pour plusieurs poissons, insectes et amphibiens. Ils doivent donc être présents en quantité suffisante et avec une diversité importante pour maintenir l'écosystème des rivières en équilibre, fonctionnel et en santé (Chessman, 1995). Par exemple, les trichoptères, surtout au stade immature, et les Éphéméroptères sont une source importante de nourriture pour de nombreux poissons d'eau douce. Les Odonates jouent pour leur part un rôle important au niveau du contrôle des populations de moustiques, de moucheron et autres petits insectes qu'ils consomment abondamment tout au long de leur vie (Borror et White, 1999). Les MIB sont donc un élément clé de l'équilibre des écosystèmes aquatiques et même plus, puisque plusieurs espèces se déplacent hors de l'eau pour vivre leur stade mature.

d) Les MIB sont relativement sédentaires, ce qui en fait des bons témoins des conditions locales (Camargo et al., 2004 ; Pelletier, 2007). Contrairement aux poissons qui peuvent fuir une source de pollution, les macro-invertébrés restent exposés aux problèmes qui peuvent survenir dans leur environnement, ce qui peut modifier leur physiologie, leur comportement, leur morphologie, leurs tissus et leur taux de survie.

e) Les macro-invertébrés benthiques comprennent un grand nombre de taxons dont plusieurs ont un degré de tolérance connu ce qui facilite

l'interprétation des données recueillies. De plus, le grand nombre de taxon existant leur permet de couvrir un large spectre de réponse. Différentes sources de pollution et de dégradation des cours d'eau peuvent donc être détectées grâce à eux (**Chessman, 1995 ; Camargo et al., 2004 ; Pelletier, 2007**).

f) Ils sont utilisés dans plusieurs pays depuis bon nombre d'années. Il existe donc plusieurs guides d'indentification et leurs exigences écologiques sont assez bien connues (**Camargo et al., 2004 ; Pelletier, 2007**). De plus, un guide a récemment été développé pour l'indentification des MIB d'eau douce au Québec, ce qui facilite leur utilisation par des personnes non spécialisées qui désirent apporter leur contribution à l'évaluation de la qualité de l'eau des rivières. Cet aspect est non négligeable compte tenu du grand nombre de rivières retrouve sur notre territoire.

g) Leur taille est adéquate pour l'échantillonnage et l'identification. Ils sont pour la plupart assez gros pour être observe directement au site d'échantillonnage. Ils ne sont toutefois pas trop gros, ce qui permet de les cueillir, de les transporter et de les conserver en grande quantité avec un équipement simple et léger (**Chessman, 1995**).

Chapitre III

Matériel Et Méthode

3-1-Matériel d'étude :

- Ruban de mesure.
- Epuisette de 1 (mm).
- Thermomètre.
- Alcool.
- Un profondimètre.
- Bouteilles en plastiques.
- Des bottes.
- PH mètre.
- Un block note.

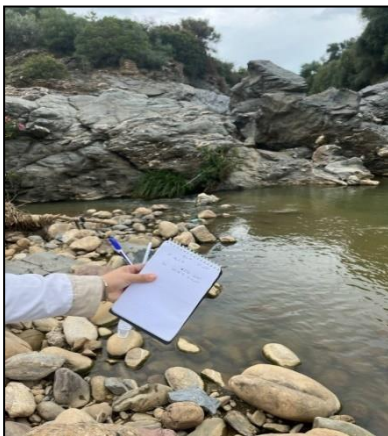


Photo n°11 : Un block note et Stylo. 7/05/2025



Ruban de mesure.30/05/2025



Epuisette



Thermomètre.



Des bottes

Photo n°12 : Matériel d'étude 7/05/2025

3-2-Matériel de laboratoire :

- Les échantillons.
- Un Pinceau.
- Boites de pétri.
- Ethanol.

- Ciseau.
- Etiquettes.
- Loupe binoculaire.
- Un Pince.
- Flacons en plastique.
- Lame de microscope
- Une pipette
- Les guides d'identification.
- Aiguille en forme de lancette.



Photo n°13 : Des gants, flacons, pinces, des boites de pétrie, Alcool, Une pipette et pince, Lame de microscope.



Photo n°14 : Un loup binoculaire.

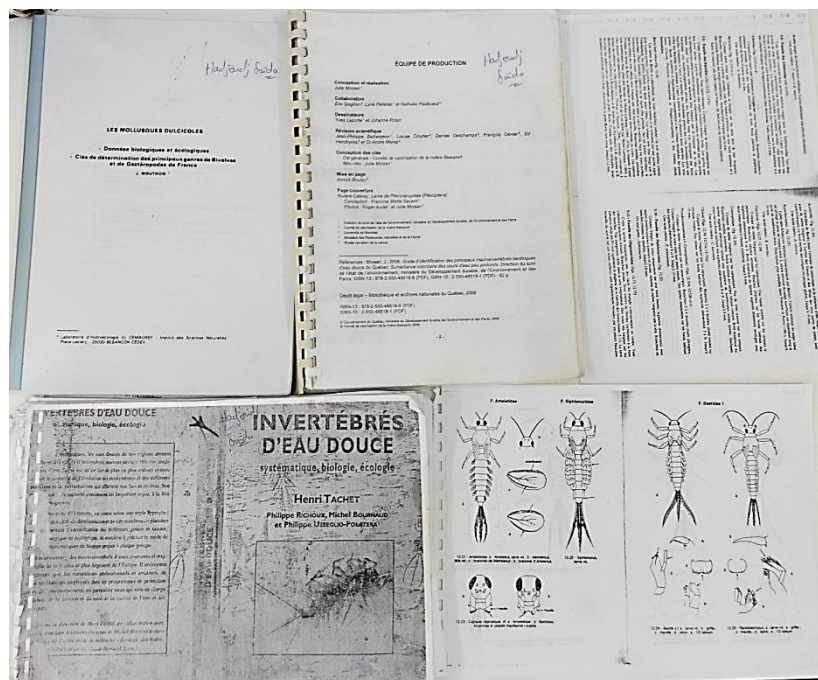


Photo n°15 : Des guides d'identification.

3-3-Méthode de travail :**3-3-1-choix des sites :**

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

3-3-2- Le choix de cinq stations est basé sur les critères suivants :

- Les cinq stations appartiennent à la même région (Oued Safsaf).
- Elles partagent ainsi des conditions climatiques semblables.
- Les stations sélectionnées ne partagent pas le même substrat et les mêmes paramètres régionaux et locaux, en particulier la température.
- Accessibilité des stations (proximité de la route, végétation peu dense) permettant une visite régulière.
- Nous nous sommes intéressés à l'évaluation des peuplements des macro-invertébrés, au sein de ces stations, car il s'agit des premières études mettant en évidence les changements dans la composition faunistique de ces taxons.

3-4-plan d'échantillonnage :

Au terrain :

Avant la sortie, nous choisissons une météo favorable (journée ensoleillée et absence des pluies) qui nous aide à réaliser notre plan d'échantillonnage.

Une fois arrivée sur le site, nous avons enregistré sur la note book la date, et les paramètres physico-chimiques (profondeur, température, pH, Coordonnées du site, la vitesse du courant). Pour la mesure de la conductivité et le pH, des échantillons d'eau de chaque site que nous avons visité ont été transportés au laboratoire de Hall de technologie au département de technologie. Nous avons également prélevé des échantillons de plantes sur chaque site d'étude afin d'établir une liste des espèces végétales présentes dans la région d'Oued saf-saf.

L'échantillonnage est effectué à l'aide d'un filet troubleau d'ouverture circulaire de 30 cm, ce modèle de filet a été choisi afin de collecter différents types d'espèces. Il doit être rincé avant de commencer chaque opération pour éviter la contamination par des spécimens n'appartenant pas à la station.

Les coups de filet doivent être donnés là où les vitesses du courant sont différentes, à des profondeurs différentes, étant effectués au milieu et en bordure des berges dans la partie à forte végétation aquatique, nous faisons 10 prélèvements par station et après chaque prélèvement en doit nettoyer le filet pour éviter des mélanges de faune.

Nous avons conservé les macro-invertébrés dans des flacons en plastique sur le quels noms et dates des prélèvements sont inscrits et fixés dans de l'alcool à 70%. La faune récoltée est ramenée au laboratoire où elle est triée et identifiée.

Au Laboratoire :

On procède à la séparation et dénombrement des individus qui appartient au même taxon, tout d'abord, les spécimens sont déposés sur une boîte de Pétri pour le dénombrement, ensuite ils sont placés dans une loupe binoculaire pour l'identification

-L'identification des différents échantillons a été réaliser grâce à la clé de: Invertébrés d'eau douce (systématique, biologie, écologie) (Tachet 2010).



Photo n°16 : Identification des échantillons.

3-5-les paramètres physico-chimiques :

➤ Mesure de la température :

C'est une caractéristique physique importante, elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau des mélanges éventuels (**Mazrou et al, 2017**).

La température de l'eau dépend d'une série de facteurs : Situation géographique, la saison, la profondeur, la couleur de l'eau, et le volume de l'eau (**Bennamoun et al, 2018**).

➤ **Mesure du pH :**

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons H contenus dans l'eau (Mehounouet al., 2016). Il influe sur le comportement de certains éléments comme les métaux dont il peut diminuer ou augmenter la mise en solution et donc la toxicité en rendant les métaux bio-disponibles (Ben kaddour, 2018).

Des pH compris entre 5 et 9 constituent les limites dans lesquelles un développement quasi normal de la flore et de la faune aquatique semble être permis (Koller, 2009).

➤ **La conductivité :**

La conductivité électrique (EC) est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs. Par contre, les composés organiques sont de mauvais conducteurs. La conductivité électrique standard s'exprime généralement en milli siemens par mètre (ms/m) à 20°C. La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500µS/cm (Devillers et al., 2005).

➤ **La vitesse du courant :**

C'est un facteur écologique essentiel qui conditionne les possibilités d'existence des organismes en fonction de leurs limites de tolérance. C'est un facteur limitant. En général, la faune des eaux courantes, et en particulier, celle des eaux rapides, diffèrent de celle des eaux stagnantes et présente des caractères d'adaptation qui permettent aux animaux de se protéger ou de lutter contre le courant (Angelier, 2003). En raison des difficultés de sa mesure, la vitesse du courant est estimée par sa valeur moyenne dans chaque station. Les mesures sont effectuées à l'aide d'un bouchon en liège lâché en surface du cours d'eau sur une distance de 10 m, le temps est mesuré par un chronomètre.

➤ Profondeur :

La profondeur est une variante environnementale très importante, elle influence le réchauffement des eaux et donc l'installation et la prolifération de la faune et de la flore thermophiles. La profondeur de l'eau agit sur la teneur en oxygène. La surface peu profonde permet à l'air de se diffuser largement et de bien se mélanger (Engelhardt et al. 1998 in Fouzari, 2009). Les mesures de la profondeur sont effectuées à chaque prélèvement à l'aide d'un manche en bois gradué.



Photo n°17 : Prélèvement des paramètres physico-chimiques.



Photo n°18 : PH-mètre et Conductivité mètre (Mesure en laboratoire).

3-6-. Le tri des macro-invertébrés :

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

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



Photo n°19 : Identification des macros invertébrées et Le tri et l'indentification des échantillons.

3-7-. Identification des macros invertébrées et analyses les données :

- **L'organisation d'un peuplement :**

C'est une mesure quantitative des divers peuplements d'une biocénose, elle peut-être mesurée par :

L'abondance : Le nombre d'individus échantillonnés

La fréquence : Le nombre de relevés contenant l'espèce $C = (p/p_i) \times 100$

P : Nombre de relevés contenant l'espèce

P_i : Nombre total de relevés effectués

La richesse spécifique : Le nombre d'espèces échantillonnées sur le site

La phénologie : Présence de l'espèce durant la période d'étude.

Chapitre IV

Résultats et discussion

L'étude physico-chimique de l'eau joue un rôle important dans la détermination de sa qualité, Pour atteindre cet objectif, nous avons déterminé dans cette partie l'évolution des paramètres physico-chimiques des mares au niveau de la région de Skikda durant trois sorties.

Au cours de ce chapitre, nous présenterons et discuterons les principaux résultats obtenus afin de comparer les quatre mares par rapport à la qualité de l'eau et les peuplements qu'elles abritent.

4-1- Influence des variables abiotiques :

4-1-1- La profondeur :

La profondeur de l'eau influence le réchauffement des eaux et donc l'installation et la prolifération de la faune et de la flore thermophile. La profondeur de l'eau agit sur la teneur en O₂. La surface peu profonde permet à l'air de se diffuser largement et de bien se mélanger, par contre dans les lacs, la profondeur est telle qu'elle conduit à la stratification thermique (**Sachi & testard. 1971 in Chakri, 2007**).

Les courbes de l'évolution mensuelle de la profondeur au niveau des stations étudiées pendant la période de 12 Février 2025 à 8Mai 2025 montrent que :

- La profondeur maximale est enregistrée dans les mois de, février, avril et Mai dans la station New port Skikda (lilou).
- La stations d'El Harrouch et Hamadi Krouma, Beni Bechir, Ramdane Djamel sont caractérisées par des faibles valeurs pendant toute la période d'étude et la valeur minimale de profondeur enregistrée dans le mois de Mai avec (20cm) dans la station Hammadi krouma (Figure n°23).

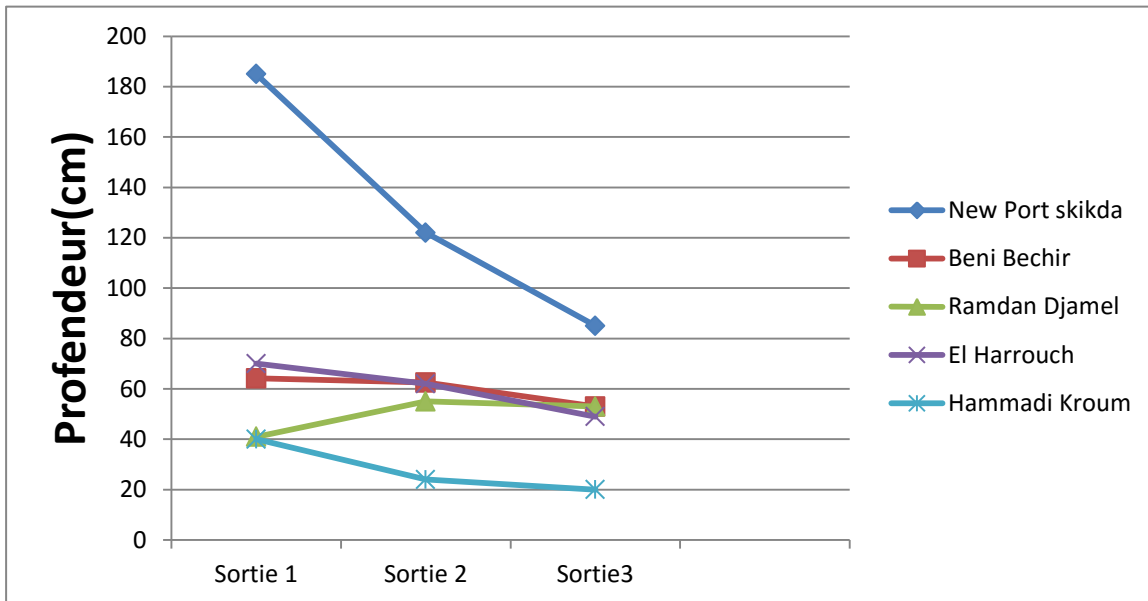


Figure n°24 : la variation mensuelle de la profondeur de l'eau pendant la période d'étude.

4-1-2- La température :

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

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

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

La courbe de l'évolution de la température de l'eau mensuelle moyenne dans le site d'échantillonnage montre qu'elle varie entre 27.8°C et 14.2°C, la valeur le plus grand est enregistrée dans la station New Port Skikda.

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

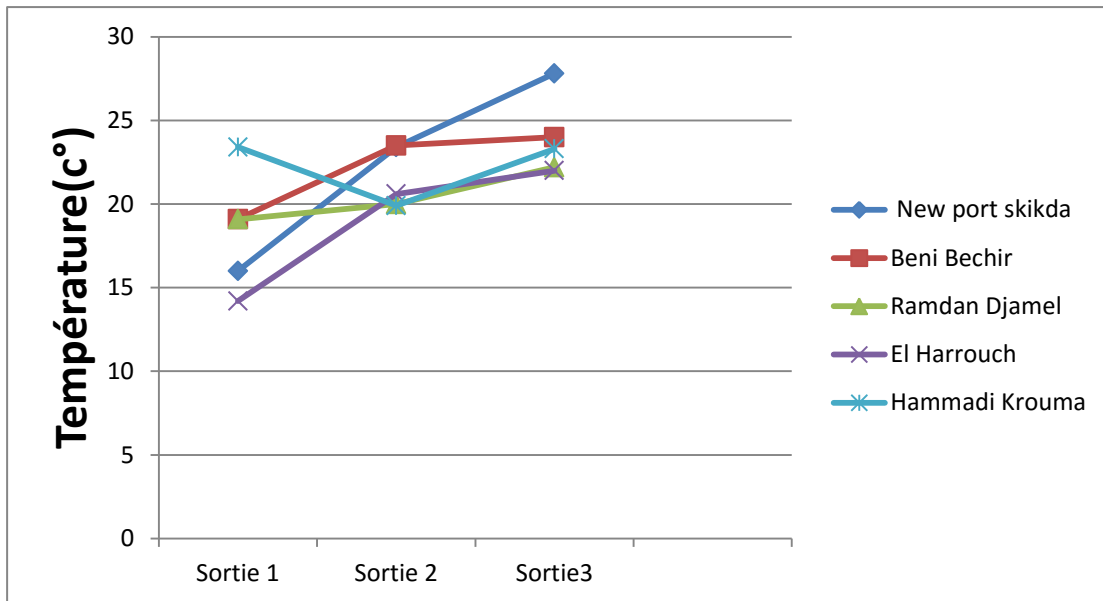


Figure n°25 : la variation mensuelle de la température de l'eau pendant la période d'étude.

4-1-3- Le pH :

Le taux du PH est un indicateur déterminant pour la qualité de l'eau. Le PH, c'est à dire l'acidité de l'eau, varie en fonction de divers éléments et cette variation influe sur la distribution des différents taxa faunistique et floristique d'un milieu aquatique (**Soualmia, et al. 2013**).

D'après les courbes d'évolution du pH des sites étudiés (Figure n° 25), on observe qu'il n'y a pas de grande variation au niveau des stations explorées. Les valeurs sont proches, ne dépassant pas les 5.5 à 9.3 habituelles des eaux naturelles et compatibles avec la vie aquatique.

- Le maximum de 8.23 est enregistré à New port Skikda et la valeur minimale a été enregistrée à Hammadi Krouma avec 6,36.

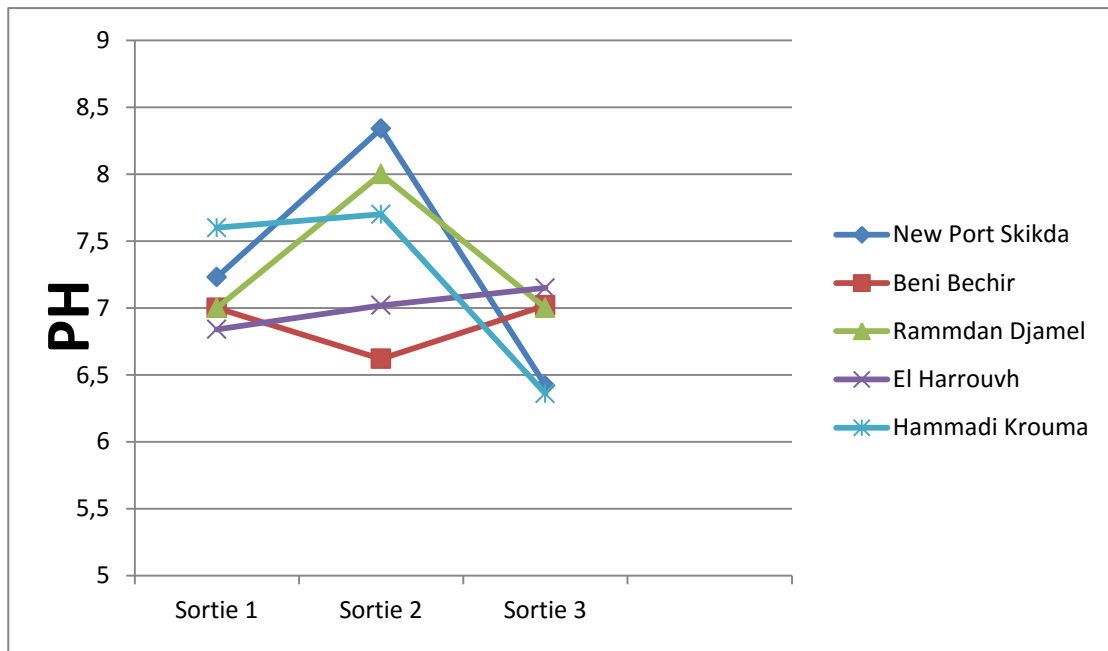


Figure n°26 : la variation mensuelle du PH pendant la période d'étude.

4-1-4- La conductivité :

La conductivité est un paramètre très important pour la dynamique des peuplements. La conductivité est proportionnelle à la quantité des sels ionisables dissous. Elle nous indique le degré de minéralisation des eaux (**Bounaceur,1997 in Chakri, 2007**).

Les courbes de l'évolution mensuelle de la conductivité (Figure n°26), au niveau des stations étudiées montrent que :

- La conductivité maximale et minimale est enregistrée dans le mois d'avril avec une grande valeur dans la station de New port Skikda ($3210 \mu\text{s}/\text{Cm}$) et une faible valeur à Hammadi Krouma ($48,9 \mu\text{s}/\text{Cm}$).

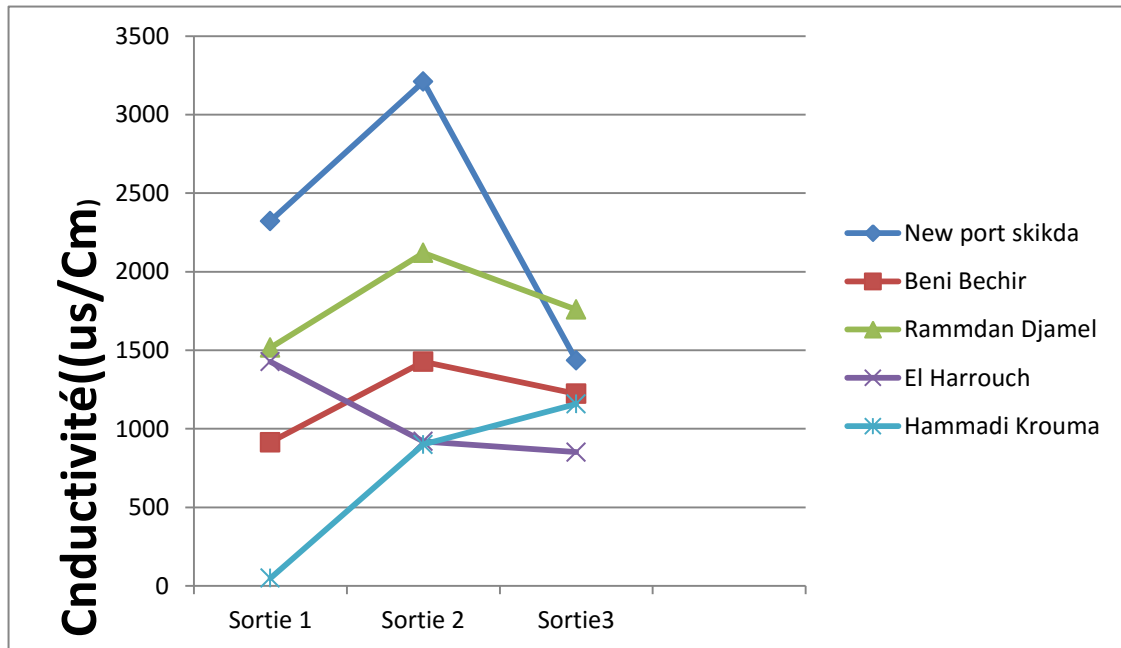


Figure n°27 : Variation mensuelle de la conductivité pendant la période d'étude.

4-1-5- La vitesse :

Dans les cours d'eau, la vitesse de courant est un facteur important car elle conditionne le transport des nutriments, le renouvellement de l'oxygène et la dérive des insectes. Certains organismes ont d'ailleurs développé des adaptations morphologiques pour résister au courant, Ainsi les larves de trichoptères sont recouvertes de petits cailloux et de bouts de bois, ceci leur permet de se protéger et de s'orienter face au courant. Certaines larves d'éphémères sont aplaties afin de réduire la surface de leur corps exposée au courant, ce qui leur permet de moins se faire entraîner. (Soualmia, et al. 2013).

- D'après la (Figure n°27) nous remarquons que la vitesse de l'eau est maximale dans le mois d'avril à New Port Skikda (1 m/min) et minimale dans le mois février à Beni Bechir avec (0.014m/s) et pendant toute la période d'étude.

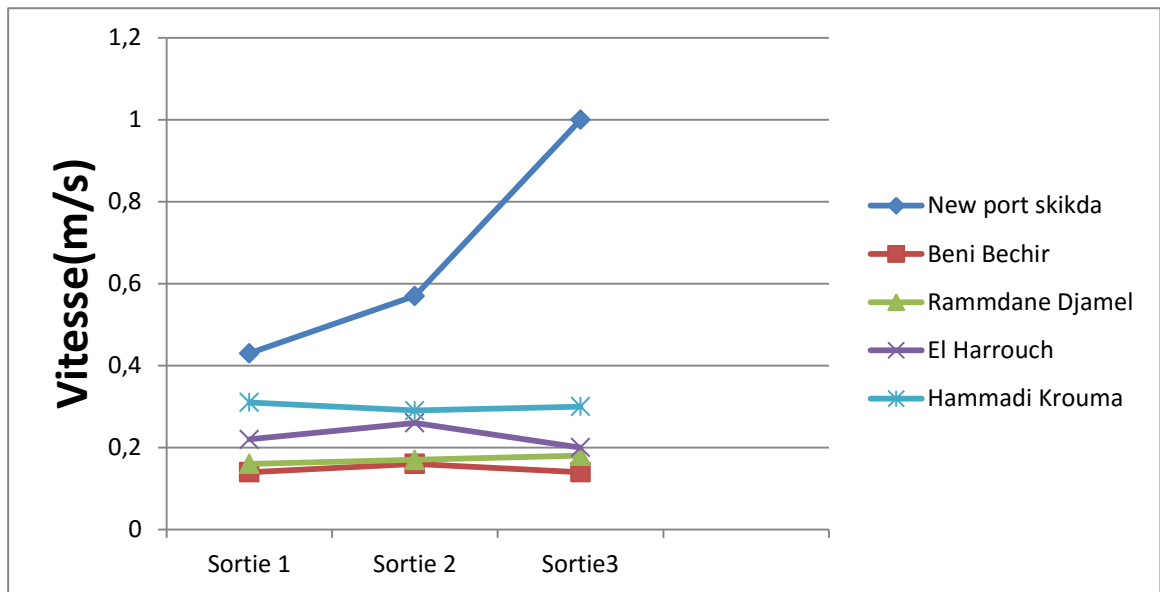


Figure n°28 : la variation mensuelle de la vitesse de l'eau pendant la période d'étude.

4-2-Analyse des taxons faunistiques récoltés :

4-2-1-Analyse générale :

Au cours de notre étude 2017 individus ont été récoltés. Les peuplements de cette étude sont composés essentiellement d'invertébrés représentant 63,61% et de vertèbres avec 36,39% Figure n° (28).

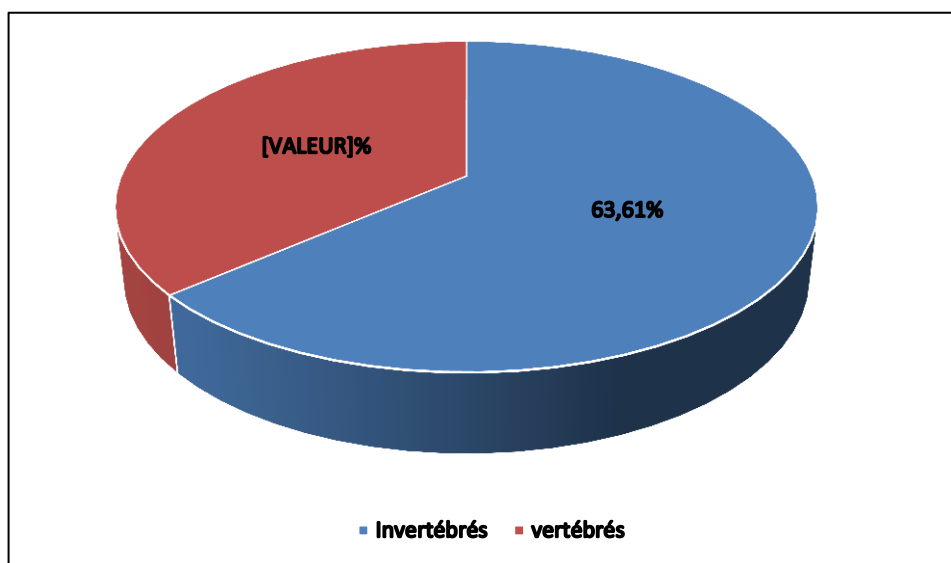


Figure n°29 : La répartition quantitative des vertébrés et invertébrés dans les stations étudiées.

Parmi les invertébrés, nous enregistrons 5 groupes faunistiques : Arthropodes (63%) qui représente la majorité, Molluscs (36%), Annélides (1%) sont faible, et Nématodes et Plathelminthes et avec une valeur très faible 2 et 3 individus Figure (29).

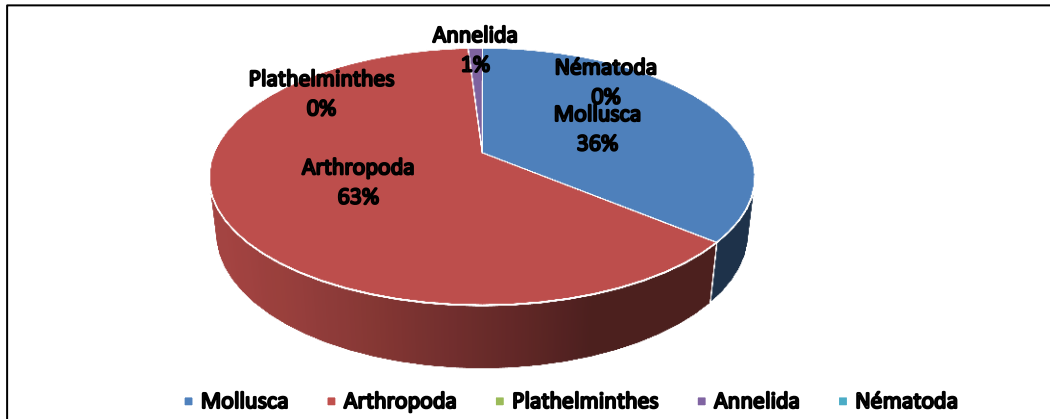


Figure n°30 : La répartition quantitative des groupes invertébrés dans les stations étudiées.

Les arthropodes sont dominants. Ils sont représentés essentiellement par 4 classes : Insecta (98%) qui sont dominants, Mallacostraca (2%), Chilopoda et Archnida sont très faible avec 1 individu des invertébrés recensés Figure n° (30).

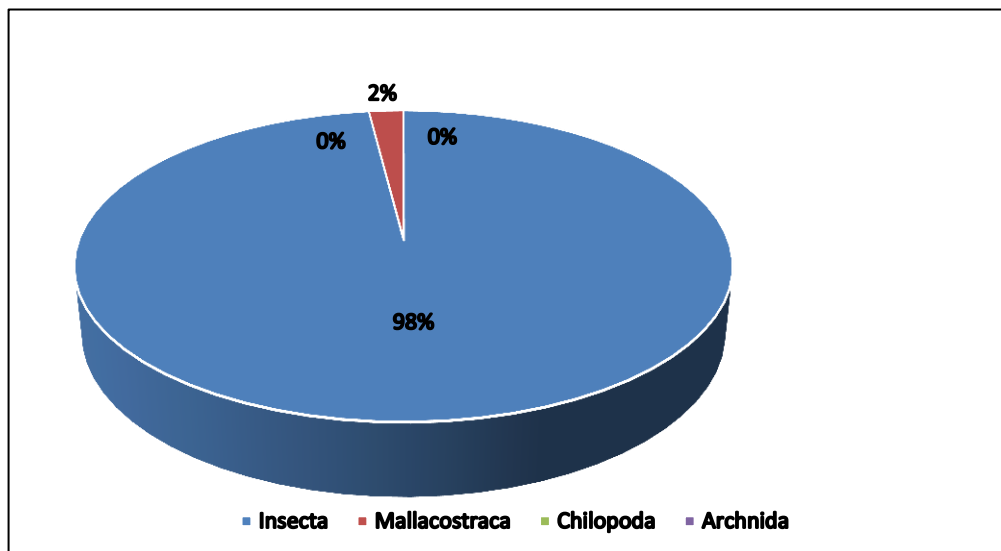


Figure n° 31 : La répartition quantitative de classes inventoriées dans les stations étudiées.

Tableau n° 3 : Check-list des taxa faunistiques de New Port Skikda(lilou).

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Nnb.T	F. O
Poison	Poison	Poison	Poison	695	3/3
Mollusca	Bivalvia	Veneroïda	Cardiidae	18	3/3
			Semelidae	12	2/3
			Mactridae	20	3/3
			Donacidae	3	2/3
		Veneroïda	Utrariinae	1	1/3
		Mytiloïda	Mytiloïdae	3	2/3
	Gastropoda	Littorinimorpha	Hydrobiidae	1	1/3
		Pulmonate	Lymnaeidae	3	3/3
		Netaenioglossa	Thiaridae	2	2/3
		Archiogastropoda	Nacellidae	4	2/3
Arthropoda	Crustacès	Amphipoda	Gammaridae	3	2/3
	Mallacostraca		Corophiidae	12	3/3
		Dicapoda	portunipae	1	1/3
	Insecta	Hemiptera	Cymidae	5	2/3
		Dipera	Chironomidae	1	1/3
			Orthocladiidae	11	1/3

Tableau n°4 : check-list des taxa faunistiques de Hammadi Krouma.

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Nnb.T	F. O
Poison	Poison	Poison	Poison	16	2/3
Mollusca	Gastropoda	Stylommatopha	Géomitridae	63	3/3
			Hygromitridae	2	1/3
		Littorinimorpha	Hydrobiidae	1	1/3
		Pulmonata	Lymnaeidae	30	2/3
Arthropoda	Chilopodes	Geophilomorpha	Linotaeniidae	1	1/3
	Archnida	Araneae	Tetragnathidae	1	1/3
	Insecta	Dipera	Chironomidae	521	2/3
		Coléoptère	Carabidae	1	1/3

Tableau n°5 : check-list des taxa faunistiques d'ElHarrouch.

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Nnb.T	F. O
Mollusca	Gastropoda	Stylommatopha	Géomitridae	23	2/3
			Hygromiidae	2	1/3
		Architaenioglosse	Ampullaridae	1	1/3
		Pulmonata	Lymnaeidae	6	1/3
	Bivalvia	Unionoida	Unionidae	2	1/3
Arthropoda	Insecta	Plecoptera	Leuctridae	1	1/3
		orthoptera	Gryllidae	1	1/3
		Dipera	Chironomidae	51	2/3
			Syrphidae	11	2/3
		Ephemeroptera	Baetidae	3	1/3
			Caenidae	17	2/3
Annelida	Clitellata	Achéte	Hirudenidae	1	1/3
Nematoda	Nematoda	Nematoda	Nématode sp	1	1/3

Tableau n°6 : check-list des taxa faunistiques de Ramdane Djamel.

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Nnb.T	F. O
Chordata	Amphibia	Anura	Ranidae	1	1/3
Mollusca	Bivalvia	Unionoida	Unioidea	2	1/3
	Gastropoda	Pulmonata	Lymnaeidae	21	2/3
		Stylommatopha	Géomitridae	47	2/3
			Hygromiidae	2	1/3
		Basommatophora	Planorbidae	3	1/3
Arthropoda	Insecta	Odonata	Liabellulidae	1	1/3
		Hemiptera	Pleidae	1	1/3
		Dipera	Chironomidae	5	1/3
			Syrohidae	101	2/3
		Ephemeroptera	Caenidae	22	2/3
			Baetidae	5	2/3

Tableau n°7 : check-list des taxa faunistiques de Beni Bechir.

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Nnb.T	F. O
Poison	Poison	Poison	Poison	6	1/3
Chordata	Amphibia	Anura	Ranidae	16	2/3
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	111	3/3
		Stylommatophora	Géomitridae	41	2/3
			Hygromiidae	2	1/3
		Littorinimorpha	Hydobiidae	3	1/3
		Pulmonata	Lymneidae	27	2/3
		Architaenioglossa	Ampullaridae	11	1/3
Arthropoda	Insecta	Neuroptera	Nymphidae	12	2/3
		Diptera	Culicidae	8	2/3
			Chaoboridae	2	2/3
			Chironomidae	3	2/3
			Dixidae	4	1/3
			Ceratopogonidae	4	1/3
		Coléoptère	Gyrinidae	1	1/3
Annelida	Clitellata	Achéte	Hirudenidae	2	1/3
Plathelminthes	Turbellaria	Macrostomidae	Macrostomum sp	2	1/3

4-2-2- L’abondance des taxa faunistiques dans les cinq stations:

On observe dans la Figure n°31 le nombre des individus est maximal dans la première station New Port Skikda (Lilou) avec 795 individus, ensuite Hammadi Krouma avec un nombre de 636 individus puis Beni Bechir avec 255 individus, puis Ramdane Djamel avec 211 individus par contre la station de El Harrouch enregistre un nombre minimal avec 120 individus.

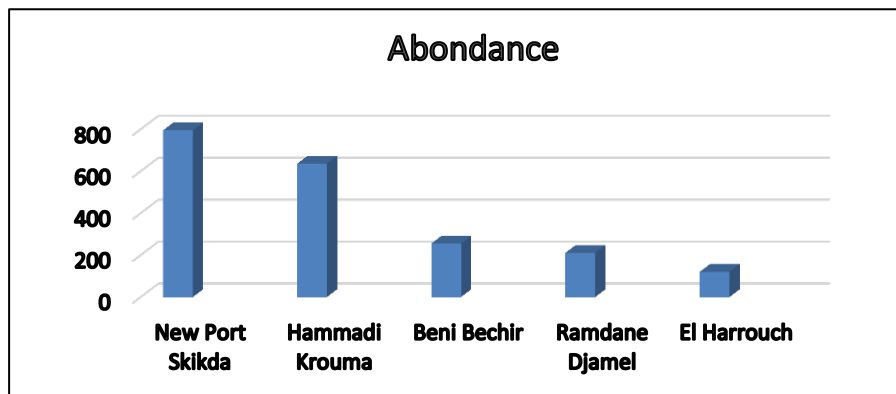


Figure n°32 : Abondance des taxa faunistiques des cinq stations étudiées.

On observe dans la Figure n°32 qui représente l’évolution mensuelle des taxa faunistiques le nombre des individus est maximal dans le mois de Avril avec 1020 individus, par contre il est minimal dans le mois de Février avec 187 individus et moyen dans les autre mois Mai avec 810individus.

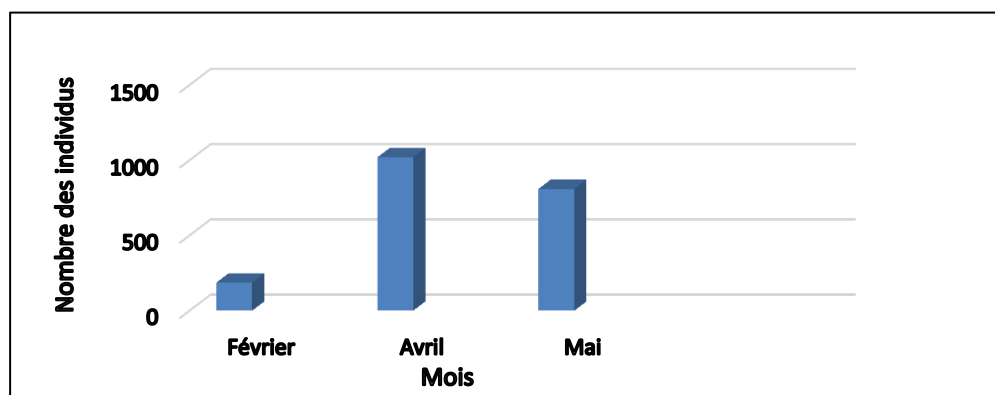


Figure n°33 : Abondance mensuelle des taxa faunistiques dans Oued Saf-Saf.

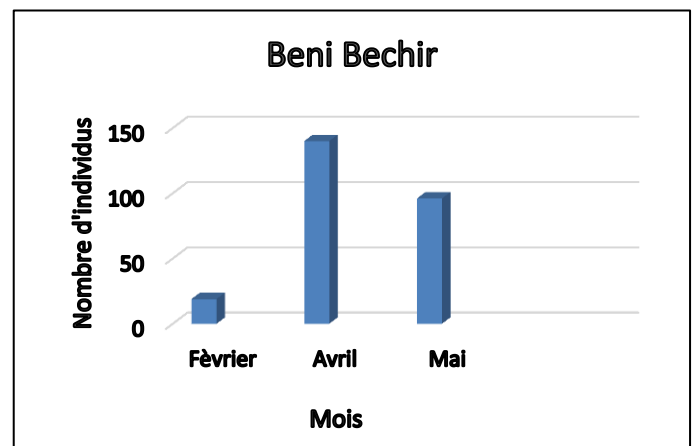
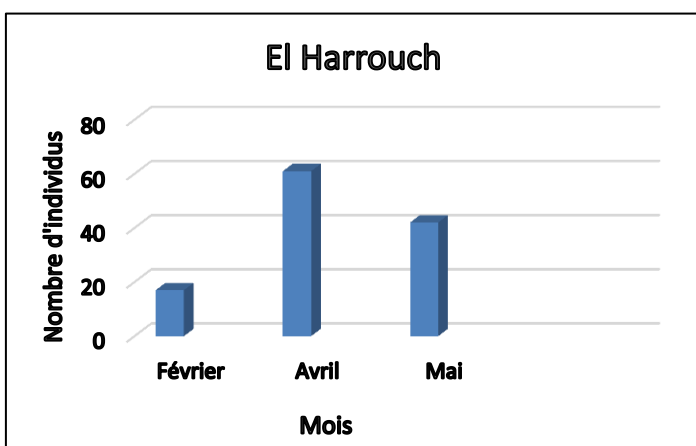
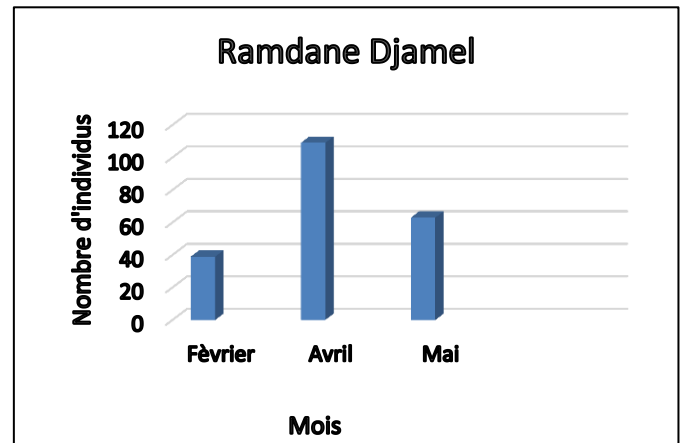
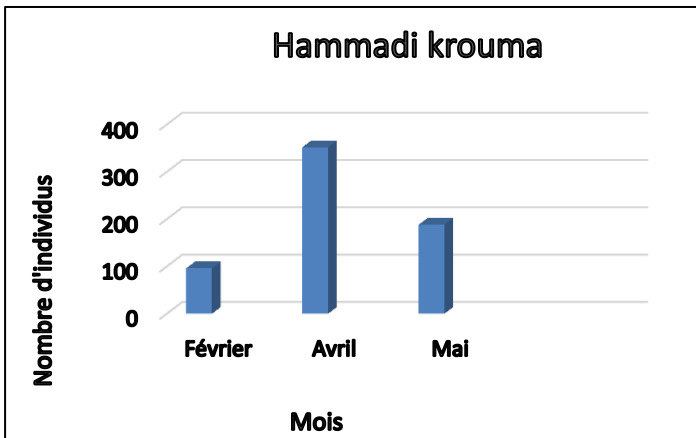
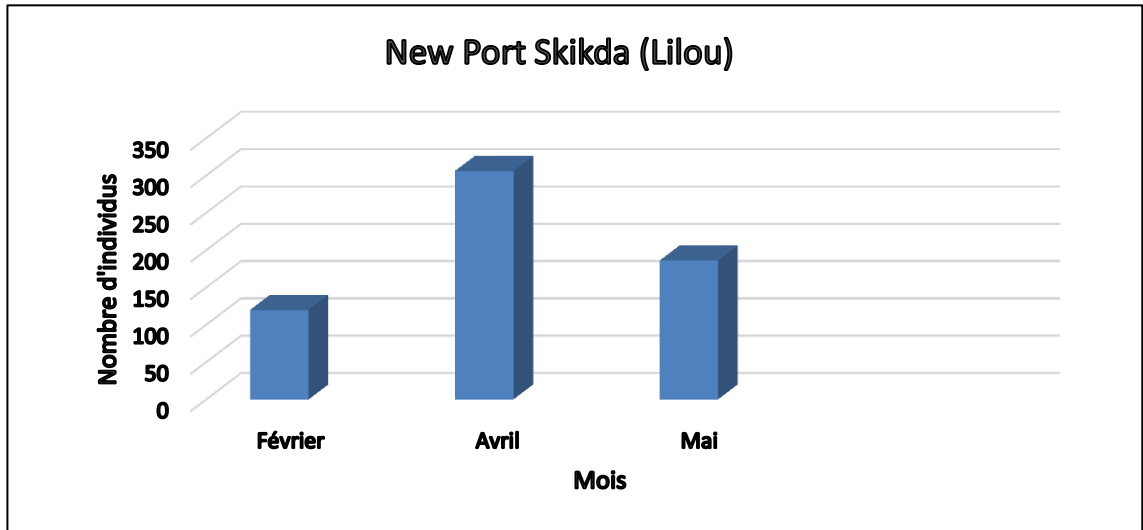


Figure n° 34 : Abondance mensuelle des taxis par chaque station.

4-2-3-La richesse spécifique des taxons faunistiques :

On observe dans la Figure n°33 qui présente la richesse des taxons dans chaque station le nombre des taxons est maximal dans les deux stations New Port et Beni Bechir avec 16 familles, et le nombre minimal dans la station de Hammadi Krouma avec 8 familles, Ramdane Djamel avec 11 familles et El Harrouch avec 12 familles.

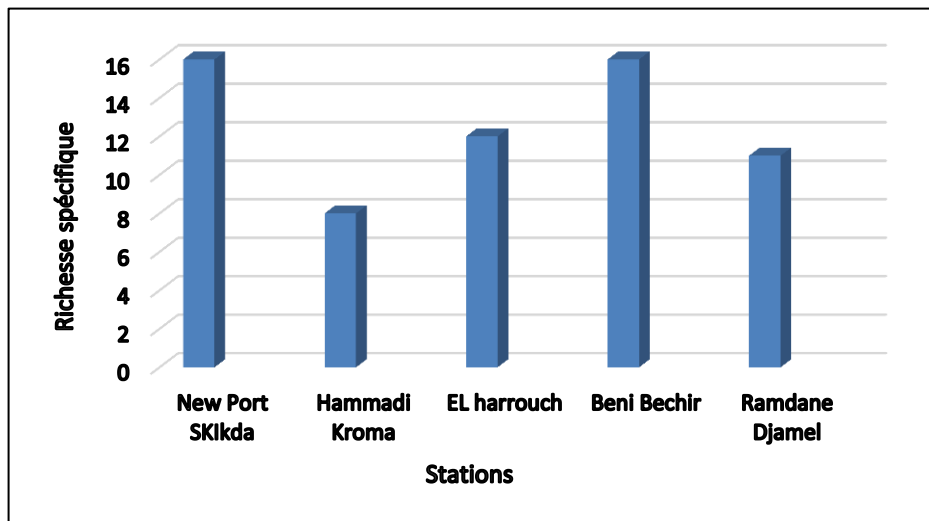
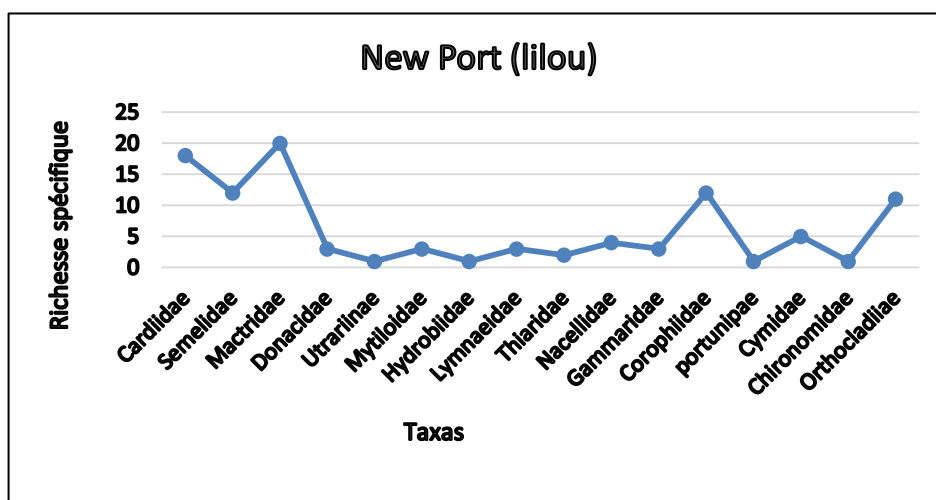


Figure n°35 : La richesse des taxons faunistiques des cinq stations



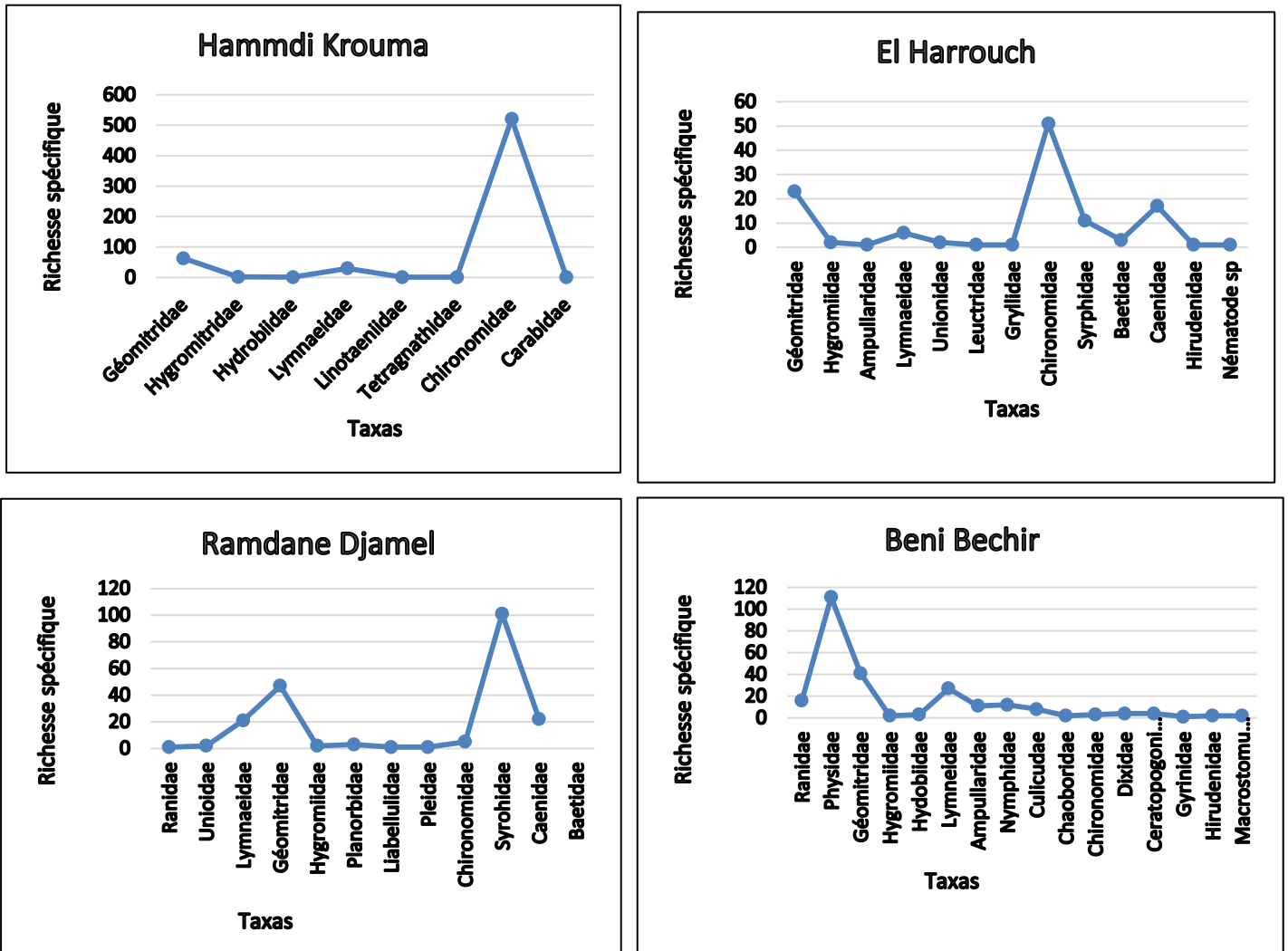


Figure n° 36: La richesse des taxa par chaque station

Discussion :

La biodiversité de la faune d'Oued Saf-Saf qui compte 2017 individus sont agencés à 5 groupes faunistiques : Arthropodes, Molluscs, Annelides, Nématodes et Plathelminthes.

La quasi-totalité de ces peuplements faunistiques appartient aux d'invertébrés 63,61% et de vertèbres avec 36,39% prédominés par Arthropodes (63%) où l'on note une forte présence des Insecta (98%) qui sont dominants, Mallacostraca (2%), Chilopoda et Archnida sont très faible avec 1 individu des invertébrés recensés.

L'échantillonnage des macro-invertébrés dans notre site d'étude nous a permis d'identifier 2017 inférieurs à celle observé par (**BOUZERAA.et al., 2022**) avec 3300 individus pendant une période de 5 mois (Décembre à Avril) et (**ALLDALI.et al.,2024**) avec 2384 individus pendant une période de 4 mois (Février à Mai) dans le même plan d'eaux (Oued Saf-Saf).

La majorité des nombres taxons sont élevés pendant les mois d'avril et mai à cause de l'augmentation de la température.

Les prélèvements ont été étalés sur 3 mois de 12 Février 2025 à 8 mai 2025 où l'on enregistre des variations importantes des plusieurs facteurs la température, la conductivité, la vitesse du l'eau, la profondeur et PH qui sont probablement. La cause de cette richesse sans oubliés la diversité des habitats (altitude, courant d'eau, substrat, végétation).

En premier lieu, on note sur l'ensemble des stations étudiées la prédominance des Chironomidés (Diptère) et leur large distribution. Ce taxon est dit euryèces, car il ne semble pas présenter d'exigences écologiques particulières (**Bouhala et al., 2012**).

De plus, les Chironomidés sont polluoerésistants car leur abondance est élevée dans deux stations d'oued Saf-Saf (Hammadi krouma et El Harrouch) ou on frouve les rejets des eaux usées et le moulin d'olive.

L'augmentation de nombre des Chironomidés liée à l'augmentation de température qui est nécessaire pour la terminasson de leur cycle de vie et l'éclosion des œufs ça observé dans les mois de février, mars et avril ou leur nombre est élevé avec l'augmentation de la température.

La présence des poissons affecté la profusion des Chironomidés d'une façon contraire par ce que se sont des prédateurs qui causé leur rareté.

Les Ephéméroptères forment un groupe peu diversifié mais d'une abondance élevée Les larves d'éphémères sont fragiles face à la pollution des eaux (polluosensibles) et sont parmi les premiers êtres vivants à disparaître lorsque les conditions du milieu sont modifiées par la pollution. Ils sont donc utilisés comme bio-indicateurs de la qualité des milieux aquatiques (**Babaci et al.,2020**)

Les. Ephéméroptères sont représentés par 48 individus répartis en 2 familles Caenidae (82 %) forment la moitié d'ensemble des Ephéméroptères, Baetidae (18%). Les Ephéméroptères sont réparti en deux stations qui sont (El harrouch, Ramdane Djamel) donc l'abondance des Ephéméroptères dans notre étude inférieure par apport les résultats de (**BOUZERAA.et al., 2022**) qui montrent qu'abondance est très élevée.

Les odonates sont regroupant les anisoptères (libellules) et zygoptère. Ils sont liés aux milieux aquatiques végétalisés dont, ils dépendent pour leur reproduction. Ils peuvent s'en éloigner à l'état adulte pour chasser, ils sont des insectes prédateurs, seraient le meilleur exemple puisqu'elles sont au sommet de la chaine trophique des macro-invertébrés benthiques (**Xavier. 2017**).

Les coléoptères sont présentés avec 2 individus de la faune dérivante, sont les seuls insectes holométaboles à se présenter à la fois sous la forme imaginale et sous la forme larvaire dans les milieux aquatiques. Les familles des Carabidae sont majoritaires. Les Carabidae constituent un des groupes les plus importants des Coléoptères aquatiques, groupe d'ailleurs bien homogène. Ils affectionnent principalement les milieux à

eau peu courante, coulant sur des fonds meubles (sable, limons, matières organiques) et riches en végétation aquatique (**Babaci et al., 2020**).

Les dytiscidae constituent un des groupes les plus importants des Coléoptères aquatiques, groupe d'ailleurs bien homogène. Ils affectionnent principalement les milieux à eau peu courante, coulant sur des fonds meubles (sable, limons, matières organiques) et riches en végétation aquatique (**Babaci et al., 2020**). Le nombre de dytiscidae augmente dans les mois de janvier et février et diminue dans les mois de mars et avril.

Les crustacés sont représentés par les Decapoda, Amphipoda et Isopode.

Elle est la principale proie pour les poissons, de faible résistance à pollution (**Keith, 2018**). Leur nombre et leur taille augmenté dans les mois mars et avril où la température élevée et végétation aquatique richesse.

Les crustacés sont présentés dans une seule station (New port Skikda) l'aval d'oued Saf-Saf qui déversée dans la mer.

Les mollusques sont présentés par 467 individus des faunes récoltés, notamment les gastéropodes 410 individus dominante que les bivalves de 57 individus.

La phénologie des taxa des affluents d'Oued Saf-Saf montre que les Diptères, Gastéropodes et Odonates sont présents tout au long de la période d'étude.

L'étude de l'évolution mensuelle de la richesse taxonomique révèle qu'elle est faible pendant les mois de Février par contre, elle est plus importante durant les autres mois, plus particulièrement au mois de Avril et Mai. La faible richesse pourrait être expliquée par la basse température qui prolonge le développement embryonnaire, ont observés une relation positive entre l'abondance des Hémeptère, Ephéméroptères,

Odonates, des Diptères (Chironomidae Ceratopogonidae) et les Gasteropode et la température, sauf que les dytisiidae et les gammares sont des espèces psychrophile.

La valeur du PH est entre $7 < PH < 8$ appropriée pour que les macroinvertébrés vivent et se reproduisent.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

Ce travail a pour but de faire l'inventaire des macro-invertébrés aquatiques dans oued Saf-Saf la région de Skikda. Nous avons réalisé cette étude durant une période de 3 mois (Février 2025 à Mai 2025) dans cinq stations. L'effectif de la totalité des macro-invertébrés recensé montre que parmi les 2017 individus récoltés, nous avons trouvé 5 groupes faunistiques : Arthropodes (63%) qui représente la majorité, Molluscs (36%), Annelides (1%) sont faible, et Nématodes et Plathelminthes et avec une valeur très faible 2 et 3 individus.

Le nombre des individus est maximal dans la première station New Port Skikda (Lilou) avec 795 individus, ensuite Hammadi Krouma avec un nombre de 636 individus puis Beni Bechir avec 255 individus, puis Ramdane Djamel avec 211 individus par contre la station de El Harrouch enregistre un nombre minimal avec 120 individus durant toute la période d'étude.

L'abondance maximal dans le mois de Avril avec 1020 individus, par contre il est minimal dans le mois de Février avec 187 individus et moyen dans les autre mois Mai avec 810 individus.

Dans chaque station d'étude, La richesse taxonomique dépend de certaines conditions écologiques, si le biotope reste en bonne état ou bien hétérogène et moins influencée par quelques activités anthropiques, alors que la richesse taxonomique est plus élevée, par contre la présence de pollution peut modifier la composition du milieu, et donc sur toute la faune aquatique inféodée à ce milieu. Beaucoup reste à faire et l'étude que nous présentons n'est qu'une modeste contribution à une meilleure connaissance des macro-invertébrés dans oued Saf-Saf du Nord-est-algérien. Les résultats sont encourageants et pourraient servir de référence pour les études suivantes.

Références

Bibliographique

Références bibliographiques :

- Alliche, M. Boukeloua, A. Djerou, A. 2024. Les macro-invertébrés benthiques de la région de Skikda (Oued Saf-Saf). Mémoire de Master. Université 20 AOUT 1955- Skikda.
- Amiour, A. (2005). Les zones préférentielles de la mondialisation en Algérie. Exemple de Skikda, Université Mentouri Constantine, Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Magister, 156 p.
- Atamnia, R. Et Atamnia, M. 2023. Les macro-invertébrés de deux milieux aquatiques dans la wilaya de Guelma et leur relation avec la qualité de l'eau. Université 8 Mai 1945 Guelma/ 03 pages.
- Babaci, S. Et Moussai, A., 2020. Contribution à l'étude des macro-invertébrés dans la région ouest de Chott El Hodna (M'sila). Université Mohamed Boudiaf de M'Sila/ 62 pages.
- Barbour, M. T. J. Gerritsen, B. D. Snyder et J. B. Stribling. 1999. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers : periphyton, benthic macroinvertebrates and fish, 2^{ed}., U.S. Environmental Protection Agency. Office of Water, Washington, D.C. EPA 841-B-99-002.
- Bedoud, D., 2018. Contribution à l'inventaire des macro-invertébrés de la région de Guelma. Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945 Guelma.
- Belabed, B. 2010. La pollution par les métaux lourds dans la région d'Annaba « Sources de contamination des écosystèmes aquatiques ». Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba. 43 p.

- Benanira, F, 2017. Etude diachronique de l'évolution de la végétation forestière par télédétection : Cas de la wilaya de Skikda. Mémoire de Master. Université des Frères Menturi Constantine. 3-4 pages.
- Bouhala, Z. 2012. Contribution à l'étude des macro-invertébrés d'Oued Charef (Oued Seybouse Mémoire de Magister). Université 8 mai 1945 Guelma.
- Bouhala, Z. 2020. Contribution à l'étude des macro-invertébrés d'Oued Cheref. Mémoire de Doctorat. Université Badji Mokhtar-Annaba / 07-27 pages.
- Boumaza, M. Et Rabhi, k. 2020. Diversité des populations des macro-invertébrés benthiques dulcicoles dans trois stations du parc national de chréa (Oued el mardja, Oued el hamdania et Oued chiffa) ; Aspects faunistiques. Université Yahia Farès de Médéa/ 21 pages.
- Bouras, F. Et Mansouri, S A. Et Eulmi Nacer Eddine, W. Et Bouteraa, R. 2022-2023. Etude des analyses physico-chimiques de l'eau de l'oued Saf-Saf -Skikda. Université 20 Août 1955 Skikda/ 04 pages.
- Bourechak, M. Et Bechiri, S. 2019. Contribution à l'étude des macro-invertébrés de Gareat Sidi Makhoulf complexe des zones humides Guerbes- Sanhadja/ Mémoire de master. Université 20 août 1955 Skikda.
- Bouzeraa, B., Matouk, ch, Kolli, F Et Boutaghanne, L., 2022. Contribution à l'étude des macro-invertébrés d'Oued saf-Saf de la région de skikda. Mémoire de Master Université 20 Aout 1955 Skikda.
- Daphné, T. Et Michèle, R. 2008. Utilisation des macro-invertébrés benthiques pour évaluer la dégradation de la qualité de l'eau des rivières

au Québec. Faculté de sciences de l'agriculture et de l'alimentation.
Université Laval.

- Djamani, S. 2020. Variations Spatiales des Macro-invertébrés benthiques dans le lac Tonga (El-Kala - Wilaya El-Tarf). Université Mohamed Boudiaf - M'sila/ 03 pages.
- Djeghader, ch. Ladaycai, w. 2023. Evaluation des rejets industriels liquides et leur impact sur l'oued Saf-Saf (Région de Skikda). Mémoire de Master. Université 20 AOUT 1955-Skikda/ 20 pages.
- Djemali, N. Et Rahal, Y. 2019. Les macro-invertébrés benthiques de quelques ruisseaux du parc national d'El kala : structure, diversité et qualité biologique de l'eau. Université Mohamed Khider de Biskra/ 03-04 pages.
- Dynesius, M. Nilsson, C. 1994. Fragmentation et régulation du débit des systèmes fluviaux dans le tiers nord du monde. Science, 266 5186, 753-762.
- Essalhi, R, 2022. Inventaire et structure des communautés des macro-invertébrés d'oued Seybouse. Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945 Guelma.
- Haddada, D. Souadkia, M. Zerimeche, A. 2021. La contribution a l'étude des macro-invertébrés dans un écosystème lotique dans la région de Guelma oued zimba. Université 8 Mai 1945 Guelma.
- Hallaci, s. Mahboubi, L. Influence des rejets liquides du complexe GL1/K sur la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de l'Oued Saf-Saf Skikda. Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master. Université 8 Mai 1945 Guelma/ 16pages.

- Haouchine, S. 2011. Recherches sur la faune et l'écologie des macro invertébrés des cours d'eau de Kabylie (magister, Université Mouloud Maameri de Tizi Ouzou).
- JM, Dernie., 2006. L'histoire des zones humides État des lieux Études rurales, 167_1781
- Keith, P. 2018. Diadromie, dispersion et histoire évolutive des complexe caridina nilotica et caridina weberi (crustaca : Decapoda : atyidae) dans les systèmes insulaires de l'indo-pacifique Québec 1988.
- Khelfaoui, F. Zouini, D. (2010). Gestion intégrée et qualité des eaux dans le bassin versant du Saf-Saf (wilaya de Skikda, nord-est algérien). Nature et Technologie/ 03 -51 pages.
- Lee, S, J. Park, J, H. et Ro, T, H. 2006. Ephemeropteran community structure and spatial stability of local populations of the major species group in the Keumho River.
- Lounaci, A. 2011 Congrès annuel de la SZF, Parc Phoenix, Nice, 13-16 septembre 2011
- Moisan, J. 2010. Guide d'identification des principaux macro invertébrés benthiques d'eau douce du Québec, surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs. 86 p.
- Moisan, J., Gagnon, E., Laporte, Y., Baillargeon, J. P., Pelletier, L. Piedboeuf. Ed Hendrycks, Johanne, R., Cloutier., Deschamps, D., Génier, F & André, M. 2008. Guide de surveillance biologique basée sur les macro-invertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Cours d'eau

peu profonds à substrat grossier, 2008. Direction du suivi de l'état de l'environnement.

- Nouar, M., 2020. Contribution à l'étude des macro-invertébrés des milieux lenthiques de la région de Skikda Nord-Est Algérien. Mémoire de master. Université 8 MAI 1945 Guelma.
- Xavier, j., 2017. Les Odonates. 3 pages.
- Zaoui, L. (2017). Evaluation de la pollution des sols et des eaux de la plaine de Bounamoussa et essais de dépollution. Université Badji Mokhtar - Annaba. 43p.

Les sites web

- 1-<https://fr.scribd.com/document/754475390/MONOGRAPHE-WILAYA-SKIKDA>
- 2-<https://wilayadeskikda-dz.com/presentation.php>
- 3-<https://www.historique-meteo.net/afrique/algerie/skikda/2011/>
- 4- https://www.g3e-ewag.ca/ressources-interactive/capsules/changements-climatiques/macroinvertebres_CC.html
- 5- https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Port_de_Skikda
- 6-<https://fr.db-city.com/Alg%C3%A9rie--Skikda--El-Harrouch--Zerdaza--Hamadi-Krouma>