

Popular Democratic Republic of Algeria
Ministry of High Education and Scientific Research
Abbes Laghrou University- Khenchela-
Natural and life sciences Faculty
Molecular and Cellular Biology Department



N° de série :

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

Domaine : **Sciences de la Nature et de la Vie**

Filière : **Sciences Biologiques**

Spécialité : **Biologie et contrôle des populations des insectes**

Présenté par :

Fattoum BAR

Rima AZIZI

Thème

**Diversité et distribution des insectes
aquatiques et leur faune associée dans Oued
El Kissane, El Hamma Khenchela**

Mémoire soutenu publiquement le 19/06/ 2025 Devant le jury composé de :

Mme Noujoud MAGHNI

MCB, Université Abbes Laghrou-Khenchela, Président

Mme Lynda RAIS

MCB, Université Abbes Laghrou-Khenchela, Encadreur

Mle Khaoula AROUA

MCA, Université Abbes Laghrou-Khenchela, Examinateur

Année Universitaire 2024/2025

Remerciement

Louange à Allah qui nous a accordé la capacité et la patience nécessaires pour mener à bien ce travail scientifique.

*Avant tout, nous exprimons notre profonde gratitude à Madame **Raïs Lynda**, notre chère encadrante, pour son soutien constant et ses orientations précieuses qui nous ont permis de développer nos idées et de structurer ce projet. Ce travail n'aurait pu aboutir sans ses conseils éclairés et son souci du détail.*

À Mme Maghni Noudjoud

Docteur à la faculté des sciences de la nature, Université de Khenchela. Je la remercie vivement, d'avoir accepté de présider le jury, elle a été une merveilleuse enseignante

J'adresse mes remerciements particuliers à M^{lle} **Aroua Khaoula**, Docteur à la faculté des sciences de la nature, Université de Khenchela d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail et d'être membre du jury de la soutenance, et je lui en suis très reconnaissante.

Nous adressons aussi nos sincères remerciements à l'ensemble du personnel administratif de notre faculté pour leur collaboration et leur appui continus, qui ont grandement contribué à la réalisation de ce mémoire. Leur accompagnement logistique a facilité notre cheminement académique.

Nous n'oublions pas les ingénieurs et les techniciens des laboratoires, dont l'aide pratique et technique fut essentielle durant la période expérimentale. Leur présence a marqué un tournant important dans la progression de notre travail.

Nos remerciements vont également à tous les enseignants et membres du personnel de l'université qui nous ont offert un enseignement de haute qualité, et un soutien scientifique précieux ayant enrichi nos compétences et élargi nos horizons.

Enfin, nous remercions chaleureusement tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à cette réalisation : amis, proches, et famille, pour leur soutien moral constant et leurs encouragements sincères.

Dédicace

À ceux qui reposent sous terre sans jamais quitter la mémoire...

À l'âme de mon père bien-aimé, Abdallah,

Que Dieu te fasse miséricorde autant que tu nous as aimés, et autant que ton absence nous pèse.

Que ta tombe soit un jardin parmi les jardins du Paradis, et qu'Il nous réunisse auprès de toi dans une demeure éternelle.

À ma chère mère, Noura, prière inlassable et montagne de patience...

Chaque mot, chaque effort, t'est dédié, car tu es, après Dieu, la source de cet accomplissement.

À mon grand-père Mohamed, qui nous a quittés,

et à mon cher grand-père Belkacem, que Dieu préserve,

merci à vous deux pour la sagesse, l'amour et votre présence inspirante.

À mes grand-mères bien-aimées, Warda et Malika, vous êtes la tendresse, la bonté, et une mémoire vivante que rien n'efface.

À ma sœur Malak, complice du cœur et lumière de ma vie,

Tu es bien plus qu'une sœur :

Tu es un pilier, une amie fidèle, une seconde mère.

Ta présence est une bénédiction inestimable.

À mon frère Abdelaziz, mon ombre dans l'absence, mon appui dans la vie.

Et à toute ma famille,

À mes oncles, tantes, et à tous ceux dont le soutien fut une prière, une parole ou un sourire, j'offre ce travail comme un témoignage de gratitude et de fidélité, dans l'espoir qu'il touche vos cœurs, comme vous avez touché ma vie.

Rima

Dédicace

Tout d'abord, je remercie allah, notre créateur de m'avoir donné la force, la volonté et le courage afin d'accomplir ce travail modeste.

Je dédie ce travail

à ma mère, la source de tendresse et la lumière qui guide mes routes et qui m'emmène aux chemins de la réussite, pour tous ses sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie.

A mon père que je le remercie énormément pour ses efforts, ses conseils et sa surveillance.

À mes chers frère et sœurs : hayat farida khaoula mayssa adel et ramzi

À ma meilleure amie : ounessa rima hasna et roumaïsa

Au mari de ma sœur : faycel

À tout ce que je connais sans exceptions.

A tous mes enseignants sans exception

Enfin, j'offre mes bénédictions à tous ceux qui m'ont soutenu dans l'accomplissement de ce travail.

Fattoum

Résumé

Résumé

Dans le cadre de notre travail, nous présentons des données préliminaires sur la diversité des insectes aquatiques dans la région de l'Oued El Kissane, située à El Hamma (wilaya de Khenchela), recueillies durant la période allant de décembre 2024 à avril 2025. Cette étude inclut également une analyse de la qualité physico-chimique de l'eau de l'oued. L'échantillonnage a été réalisé en trois points distincts le long de l'oued.

Les résultats obtenus mettent en évidence l'existence de 547 spécimens appartenant à 12 familles appartenant et 6 ordres (Ephemeroptera, Trichoptera, Diptera, Odonata, Coleoptera et Hemiptera). En calculant les abondances des différents ordres lors de cette étude, nous signalons que les Ephemeroptera sont les plus abondants (69,65%) à raison de (381 individus), en seconde position les Diptera par un taux de 15,17% (83 individus), les Trichoptera avec de 9,32% (51 individus), ensuite, les Odonates par un taux de 4,02% (22 individus) suivi par les Coléoptères à raison de 1,46% (8 individus), et enfin les Hemiptera 0,36% (2 individus) qui est l'ordre le moins abondant. Concernant la faune associée aux insectes aquatiques, d'Oued de El Kissane, nous avons remarqué la présence des individus appartenant aux Arthropoda ; Arachnida et crustacea et aussi des vertébrés ; les Reptiles (les serpents), les amphibiens et les poissons (Actinopterygii).

Le calcul de la richesse spécifique, des indices de diversité de Shannon montre que la zone étudiée regroupe une faune diversifiée

Mots clés : Biodiversité, insectes aquatiques, Khenchela, Oued El Kissane, El Hamma

Abstract

Diversity and Distribution of Aquatic Insects and Their Associated Fauna in the Wetland of Oued El Kissane (El Hamma, Khenchela Province, Algeria)

Abstract

As part of our work, we present preliminary data on the diversity of aquatic insects in the Oued El Kissane region, located in El Hamma (Khenchela Province), collected during the period from December 2024 to April 2025. This study also includes an analysis of the physico-chemical quality of the oued's water. Sampling was carried out at three distinct points along the stream.

The results revealed the presence of 547 specimens belonging to 12 families and 6 orders: Ephemeroptera, Trichoptera, Diptera, Odonata, Coleoptera, and Hemiptera. In terms of abundance, Ephemeroptera were the most dominant (69.65%, 381 individuals), followed by Diptera (15.17%, 83 individuals), Trichoptera (9.32%, 51 individuals), Odonata (4.02%, 22 individuals), Coleoptera (1.46%, 8 individuals), and finally Hemiptera, the least abundant group (0.36%, 2 individuals).

Regarding the associated fauna in Oued El Kissane, we noted the presence of individuals from other arthropod groups such as Arachnida and Crustacea, as well as vertebrates including reptiles (snakes), amphibians, and fish (Actinopterygii).

Species richness and Shannon diversity index calculations indicate that the study area hosts a diversified fauna.

Keywords: biodiversity, aquatic insects, Oued El Kissane, El Hamma, Khenchela.

ملخص

تنوع وتوزيع الحشرات المائية والأنواع الحيوانية المصاحبة لها في المنطقة الرطبة لوادي الكيسان (الحامة، ولاية خنشلة، الجزائر)

ملخص

في إطار عملنا، نقدم بيانات أولية حول تنوع الحشرات المائية في منطقة وادي الكيسان، الواقعة في الحامة (ولاية خنشلة)، تم جمعها خلال الفترة الممتدة من ديسمبر 2024 إلى أبريل 2025. تشمل هذه الدراسة أيضًا تحليلًا لجودة المياه الفيزيائية والكيميائية للوادي. تم تنفيذ عملية أخذ العينات في ثلاث نقاط مختلفة على طول مجرى الوادي. أظهرت النتائج وجود 547 عينة تنتمي إلى 12 عائلة و6 رتب هي: رُعاشات الأجنحة (Ephemeroptera)، شعريات الأجنحة (Trichoptera)، ذبابيات (Diptera)، الرعاشات (Odonata)، غمديات الأجنحة (Coleoptera)، ونصفيات الأجنحة (Hemiptera). وبحساب وفرة كل رتبة، تبين أن رتبة الـ Ephemeroptera كانت الأكثر وفرة بنسبة 69.65% (381 فردًا)، تلتها رتبة Diptera بنسبة 15.17% (83 فردًا)، ثم Trichoptera بنسبة 9.32% (51 فردًا)، تليها Odonata بنسبة 4.02% (22 فردًا)، ثم Coleoptera بنسبة 1.46% (8 أفراد)، وأخيرًا Hemiptera بنسبة 0.36% (فردان)، وهي الأقل وفرة. فيما يتعلق بالكائنات المصاحبة للحشرات المائية في وادي الكيسان، لوحظ وجود أفراد ينتمون إلى مفصليات الأرجل الأخرى مثل العناكب (Arachnida) والقشريات (Crustacea)، وكذلك فقاريات تشمل الزواحف (الثعابين)، البرمائيات، والأسماك (Actinopterygii). تشير حسابات الغنى النوعي ومؤشر التنوع لشانون إلى أن المنطقة المدروسة تضم تنوعًا بيولوجيًا غنيًا.

الكلمات المفتاحية: التنوع البيولوجي، الحشرات المائية، وادي الكيسان، الحامة، خنشلة.

Liste des figures

Liste des figures

Figure 1. Types d'écosystèmes aquatiques à eau stagnante (A : Lacs, B : Mares et étangs, C : Flaques temporaires, D : Espaces péri-fluviaux).....	5
Figure 2. Écosystème d'eau courante (site 5).....	6
Figure 3. Important type de cours d'eau (site 5).....	7
Figure 4. Les spongiaires	12
Figure 5. Un Gammaridae (Branchiours).....	14
Figure 6. Les coléoptères (Larve et Adulte)	15
Figure 7. Déficients larve de diptères	16
Figure 8. Larves de zygoptères	16
Figure 9. Larve de Anisoptères	17
Figure 10. Larve de hémiptères.....	18
Figure 11. Les trichoptères.....	19
Figure 12. Larve Les éphéméroptères	20
Figure 13 . Carte administrative de la Wilaya de Khenchela modifiée	22
Figure 14. Photo personnelle d'oued El Hamma.....	23
Figure 15. Évolution mensuelle de la température (2022–2024).....	25
Figure 16. Distribution mensuelle des précipitations (2022–2024).....	27
Figure 17. Diagramme ombrothermique de la station de Khenchela.....	28
Figure 18. Matériel de terrain.....	31
Figure 19. Matériel de laboratoire.....	31
Figure 20. Photos originales des trois stations d'étude A : station 1, B : station 2,.....	32
Figure 21. Photos personnelles des méthodes d'échantillonnage.....	33
Figure 22. Évolution des paramètres physico-chimiques de l'eau au niveau des trois stations durant la période d'étude.....	38
Figure 23. Distribution des pourcentages des ordres d'insectes aquatiques collectés dans les trois stations pendant la période d'étude	39
Figure 24. Répartition des familles d'insectes aquatiques au niveau de la station 01.....	40
Figure 25. Répartition des familles d'insectes aquatiques au niveau de la station 02.....	40
Figure 26. Répartition des familles d'insectes aquatiques au niveau de la station 03.....	41
Figure 27. Photos des familles des insecte.....	43
Figure 28. La faune associée.....	45

Liste des figures

Figure 29. L'histogramme représente les valeurs de l'indice de Shannon (H') calculées pour les trois stations d'échantillonnage45

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau 1. Distribution des taxons de la faune associée observée mensuellement dans les stations durant la période d'étude.	44
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Liste des abréviations

Liste des abréviations

- °C Degré Celsius
- $\mu\text{S/cm}$: Microsiemens par centimètre (conductivité électrique)
- CE Conductivité électrique
- GPI Indice de pollution des eaux souterraines
- GPS Système mondial de positionnement
- H' Indice de Shannon-Wiener
- m^2 Mètre carré
- m^3 Mètre cube
- MES Matières en suspension totales
- N Nombre total d'individus
- n_i Nombre d'individus de la famille i
- NPI Indice de pollution par les nitrates
- O_2 Oxygène dissous
- PH Potentiel hydrogène
- P_i Fréquence relative de la famille i ($P_i = n_i / N$)
- PI Indice de perméabilité
- PM Pourcentage de mortalité
- PV Pourcentage de viabilité
- S Nombre de familles représentées

Table des matières

Table des matières

Table des matières

Remerciement

Dédicace

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des figures

Liste des abréviations

1. Introduction Générale 1

Chapitre I: Synthèse bibliographique

1. L'écosystème aquatique 4

2. Types d'écosystèmes aquatiques 4

2.1.Eaux stagnantes4

2.2.Les Eaux courantes 6

2.3.Les eaux souterraines 7

3 Importances des systèmes aquatiques 7

3.1.Production d'oxygène 7

3.2.Cycle de l'eau7

3.3.Habitat pour la biodiversité 7

3.4.Filtration et purification 7

3.5.Ressources alimentaires 7

3.6.Protection contre les catastrophes naturelles 8

3.7.Services culturels et économiques 8

4. La Biodiversité des écosystèmes aquatiques8

4.1.Flore aquatique8

4.2.Les micro-organismes aquatiques 10

4.3.La faune aquatique 10

Table des matières

4.3.1. Les Poissons	10
4.3.2. Les Amphibiens	11
4.3.3. Les oiseaux	11
4.3.4. Les Invertébrés aquatiques	11
4.3.5. Les spongiaires	12
4.3.6. Les Cnidaires	12
4.3.7. Les Bryozoaires	12
4.3.8. Les Plathelminthes	13
4.3.9. Les Nemathelminthes	13
4.3.10. Les Nemertiens	13
4.3.11. Les Annélides	13
4.3.12. Les Mollusques	13
4.3.13. Les Arthropodes	13
4.3.14. Les Crustacés	14
4.3.15. Les Arachnides	14
5. Les insectes aquatiques	14
5.1. Types des insectes aquatiques	14
5.1.1. Les coléoptères	14
5.1.2. Les diptères	15
5.1.3. Les Odonates	16
5.1.4. Les hémiptères	17
5.1.5. Les Trichoptères	18
5.1.6. Les Ephéméroptères	19

Chapitre II : Description Générale De La Zone D'étude

1. Situation géographique de la wilaya de Khenchela	22
2. Site d'étude et stations d'observation	22
2.1. Présentation du site	22

Table des matières

2.2.Géographie	23
3.Occupation du terrain.....	23
4. Météorologies de région	25
4.1.Température	25
4.1.1. Analyse des données météorologiques	26
4.2.Précipitation	27
4.2.1. Analyse des données météorologiques	27
4.3.Diagramme ombrothermique	28

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Matériel expérimental	31
A.Matériel de terrain	31
B.Matériel de laboratoire	31
2. Méthodes	32
A.Choix du site d'étude	32
B.Analyse physico-chimiques de l'eau	33
C.Le prélèvement des macroinvertébrés	33
D. Le tri des échantillonnages	33
E.L abondance	34
F.Indice de Shannon-Wiener H'	34

Chapitre IV: Résultats et discussion

1. Résultats	37
1.1.Influence des variables abiotique	37
1.2.Etude de diversité entomologique de Oued el Khissane	39
1.2.1.Distribution entomologique par ordre d'insectes	39
1.2.2.Distribution entomologique par famille d'insectes	40
1.2.3.Distribution de la faune associée par order	44

Table des matières

1.2.4. Indice de shannon-weavre des trois stations de Oued el Kissane	45
2. Discussion	46
Conclusion générale	51
Références bibliographiques	54

Introduction

Introduction

1. Introduction Générale

Les milieux aquatiques jouent un rôle essentiel dans le maintien de la stabilité écologique globale. Ils assurent plusieurs fonctions écologiques clés telles que la régulation du climat, la purification de l'eau, le cycle des nutriments et le soutien à la biodiversité (**Malmqvist & Rundle, 2002**). Bien qu'ils n'occupent qu'une faible part de la surface terrestre, ces écosystèmes hébergent une biodiversité remarquable, en particulier au sein des cours d'eau et des zones humides (**Strayer & Dudgeon, 2010**).

L'équilibre des écosystèmes d'eau douce est maintenu par un équilibre établi par, la flore aquatique ainsi que les microorganismes et la faune associée. Les plantes aquatiques, qu'elles soient immergées, émergentes ou flottantes, favorisent l'oxygénation de l'eau, limitent l'érosion des substrats, et servent d'abri ainsi que de ressource alimentaire pour une grande diversité d'espèces (**Chambers *et al.*, 2008 ; Wetzel, 2001**). De leur côté, les microorganismes et les petits invertébrés aquatiques interviennent dans les processus de décomposition de la matière organique, les cycles biogéochimiques, et contribuent de manière significative à la qualité de l'eau (**Battin *et al.*, 2003 ; Findlay, 2010**). Leur répartition est fortement influencée par les paramètres physico-chimiques de l'environnement, ce qui en fait des indicateurs importants du fonctionnement écologique global.

Parmi les organismes qui composent ces milieux, les insectes aquatiques occupent une place centrale, ils interviennent dans le recyclage de la matière organique, la régulation des populations biologiques, et constituent un maillon essentiel des réseaux trophiques aquatiques (**Suter & Cormier, 2015**). Grâce à leur sensibilité aux perturbations environnementales, ils sont largement utilisés comme bioindicateurs de la qualité des eaux (**Bonada *et al.*, 2006 ; Resh, 2008**).

Les insectes aquatiques sont présents dans tous les écosystèmes d'eau douce, des rivières aux lacs, en passant par les mares temporaires et les cours d'eau intermittents. Ils représentent près de 100 000 espèces, réparties dans treize ordres différents (Morse 2009). Chaque groupe présente une stratégie adaptative propre. Parmi les plus représentés, on trouve les Éphéméroptères, les Plécoptères, les Trichoptères, les Diptères (notamment les Chironomidés), ainsi que certains Coléoptères et Hémiptères aquatiques (**Merritt & Cummins, 2008 ; Williams & Feltmate, 1992**). Ces groupes se distinguent par leurs préférences écologiques, leurs modes de locomotion, et leur degré de tolérance aux variations

Introduction

de qualité de l'eau. Cette diversité fonctionnelle confère à ces insectes un rôle central dans l'évaluation biologique des milieux aquatiques (**Rosenberg & Resh, 1993**).

La structure et la diversité de leurs communautés varient selon plusieurs paramètres physico-chimiques, notamment la température, le pH, la conductivité électrique, la concentration en oxygène dissous et les nutriments présents dans l'eau (**Allan & Castillo, 2007 ; Rosenberg & Resh, 1993**). L'analyse de ces relations permet une évaluation pertinente de l'état écologique des milieux lotiques, particulièrement dans les zones où les moyens d'analyses techniques sont limités.

Plusieurs facteurs environnementaux influencent la diversité et la répartition des insectes aquatiques dans les zones humides. Ces insectes interagissent-ils avec la faune associée et participent-ils à l'équilibre écologique de cet écosystème. Cette question complexe est d'autant plus pertinente lorsque l'on considère les variations dans la qualité de l'eau, les caractéristiques du substrat, ainsi que l'interdépendance avec d'autres espèces animales. Ces facteurs influencent non seulement leur présence et abondance, mais aussi leur rôle écologique au sein de l'écosystème.

Cette étude a été menée au niveau de l'oued El Kissane, dans la commune d'El Hama (wilaya de Khenchela), dont l'objectif principal de cette étude est la diversité et la distribution des insectes aquatiques présentes dans l'écosystème étudié. La diversité et la répartition des insectes aquatiques en fonction des facteurs environnementaux et des facteurs abiotiques du milieu à savoir, température, PH, salinité et taux d'oxygène dissous. Enfin Analyser les interactions écologiques entre les insectes aquatiques et la faune associée.

Ce mémoire est structuré en quatre chapitres ; Le premier chapitre est une synthèse bibliographique, dans laquelle nous avons présenté la description des zones aquatiques, les différents types de zones humides dans le monde en plus une description de diversité de la faune des zones humides. Le deuxième chapitre se focalise sur la description des stations d'étude et les équipements et les méthodes nécessaires pour la récolte et d'identification des insectes, tout en évoquant la météorologie (température, vent et pluie). Le chapitre 3 a pour objectif de présenter les résultats obtenus par chacune des approches, de les confronter à la littérature existante, puis de proposer une conclusion mettant en évidence les points essentiels avant d'ouvrir sur de nouvelles perspectives de recherche.

Chapitre I

Synthèse bibliographique



1. L'écosystème aquatique

Un écosystème aquatique est une unité fonctionnelle formée d'un biotope (milieu physique et chimique) et d'une biocénose (ensemble des organismes vivants) qui interagissent de manière étroite. Ces écosystèmes dépendent fortement de l'eau, qu'elle soit présente en permanence (comme dans les lacs et les cours d'eau) ou de façon temporaire (comme dans les zones humides). Le biotope aquatique inclut des éléments physiques et chimiques tels que le climat, la profondeur, le débit, la vitesse de l'eau, la température, l'oxygénation, la composition chimique de l'eau et la nature des fonds, qui influencent directement le fonctionnement de l'écosystème. La biocénose aquatique, quant à elle, regroupe l'ensemble des organismes vivants, qu'ils soient permanents, saisonniers ou occasionnels. Ces organismes se classent en trois grandes catégories : les producteurs (végétaux autotrophes comme les plantes chlorophylliennes qui réalisent la photosynthèse), les consommateurs (organismes hétérotrophes se nourrissant de matière organique vivante, répartis en consommateurs primaires, secondaires, etc.) et les décomposeurs (organismes hétérotrophes comme les vers, bactéries et champignons qui transforment la matière organique morte en éléments minéraux, réutilisables par les producteurs). Les écosystèmes aquatiques, qui peuvent être étudiés de manière isolée, se divisent généralement en écosystèmes marins et écosystèmes continentaux (lacs, rivières, zones humides), bien que certaines zones, comme les estuaires, se situent à la frontière entre ces deux catégories (Lêvêque, 1996).

2. Types d'écosystèmes aquatiques

2.1.Eaux stagnantes

Les eaux stagnantes sont représentées par :

❖ Les Lacs

Ils ont des origines diverses (comme les lacs glaciaires tels que le lac Léman, ou les lacs de cratère comme le lac Pavin), et se caractérisent par leur profondeur, empêchant le développement de la végétation sur le fond. Cependant, une bande étroite de végétation peut se trouver dans la zone littorale. Certains lacs sont totalement isolés, tandis que la plupart, comme le Léman, reçoivent des affluents ou possèdent un ou plusieurs émissaires.

❖ Mares et étangs

Ces plans d'eau se forment généralement dans des dépressions sur un sol imperméable, où l'eau est maintenue par des sources permanentes ou par les pluies. Ils varient en taille, et il est difficile de distinguer clairement les mares des étangs. La principale caractéristique de ces milieux est leur faible profondeur, permettant le développement de végétation aquatique sur le fond.

❖ Flaques temporaires

Dans certaines régions sur sols argileux, de larges flaques peuvent se former, où l'eau persiste pendant plusieurs semaines, voire plusieurs mois. Ces types de flaques sont des milieux propices au développement de Crustacés Branchiopodes.

❖ Espaces péri-fluviaux

Formés par la dynamique fluviale au fil du temps, ces espaces peuvent être en communication permanente ou ponctuelle avec le fleuve. Ils présentent une gamme variée de conditions, allant des eaux courantes aux eaux stagnantes, notamment dans leurs formes les plus matures, qui se rapprochent des mares ou des étangs (Tachet *et al.*,1957).



Figure 1. Types d'écosystèmes aquatiques à eau stagnante (A : Lacs, B : Mares et étangs, C : Flaques temporaires, D : Espaces péri-fluviaux)

2.2. Les Eaux courantes

Les eaux courantes représentent une petite fraction des réserves d'eau douce, mais leur taux de renouvellement est élevé. Elles se caractérisent par une structure bien définie, où la longueur du cours d'eau est bien plus grande que sa largeur, avec un flux hydraulique continu entre l'amont et l'aval (Tachet *et al.*, 1957).



Figure 2. Écosystème d'eau courante (site 5)

Les eaux courantes caractérisent les ruisselets, ruisseaux, rivières et les fleuves. Il s'agit d'écosystèmes où l'eau est en mouvement plus ou moins rapide en fonction du débit, de la déclivité – c'est-à-dire du relief –, de la surface de friction et de la rugosité du fond du cours d'eau (site 5).

- **Les ruisselets et ruisseaux**

Un **ruisseau** précise la petite taille d'un cours d'eau confiné dans un lit et des berges, le définissant comme un petit cours d'eau en affluent naturel, de largeur comprise entre un et cinq mètres, supérieur au ruisselet mais inférieur à la rivière. Ils ne sont généralement pas navigables, sauf pour les très petits navires et lorsqu'ils présentent un débit considérable et une pente réduite (site 5).

- **Les Oueds**

Un oued est un lit de rivière asséché spécialement conçu pour la conduction et l'absorption des eaux de pluie. Le concept est basé sur les pratiques traditionnelles de gestion de l'eau, où l'excès d'eau de pluie est détourné vers des zones spécialement désignées. Au lieu de simplement drainer l'eau, un oued lui permet de s'infiltrer dans le sol et de reconstituer les nappes phréatiques.



Figure 3. Important type de cours d'eau (site 5)

(a : Oued ; b : Un ruisseau ; c : une rivière)

2.3. Les eaux souterraines

- Les eaux souterraines sont des quantités d'eau stockées sous la surface de la Terre dans des formations rocheuses appelées aquifères. Elles se trouvent dans les espaces poreux du sol ou dans les fractures des roches. Ces eaux se forment lorsque les précipitations, comme la pluie ou la neige fondue, s'infiltrent à travers le sol jusqu'à atteindre une zone saturée appelée la nappe phréatique. Les eaux souterraines représentent une ressource essentielle pour l'agriculture, l'industrie et l'approvisionnement en eau potable, mais elles sont vulnérables à la pollution et à la surexploitation (Aquaportail, 2025).

3. Importances des systèmes aquatiques

➤ Production d'oxygène

Le phytoplancton des océans produit une part importante de l'oxygène atmosphérique.

➤ Cycle de l'eau

Les écosystèmes aquatiques participent activement au cycle de l'eau en facilitant l'évaporation et les précipitations, essentiels pour la disponibilité de l'eau douce (Wetzel, 2001).

➤ Habitat pour la biodiversité

Ces écosystèmes abritent une grande diversité d'espèces, allant des petits organismes planctoniques aux grands mammifères marins (Wetzel, 2001).

➤ Filtration et purification

Les zones humides filtrent les polluants, réduisant ainsi la charge de contaminants présents dans les eaux (Wetzel, 2001).

➤ Ressources alimentaires

Les écosystèmes aquatiques fournissent des ressources importantes comme le poisson, les algues et d'autres produits marins (Wetzel, 2001).

➤ **Protection contre les catastrophes naturelles**

Les mangroves, récifs coralliens et zones humides protègent les côtes contre l'érosion, les tempêtes et les inondations (Wetzel, 2001).

➤ **Services culturels et économiques**

Ces milieux sont importants pour le tourisme, la recherche scientifique et les activités récréatives. La protection des écosystèmes aquatiques est cruciale pour maintenir l'équilibre écologique et assurer la survie des générations futures (Wetzel, 2001).

Les écosystèmes aquatiques sont essentiels pour maintenir un équilibre écologique durable, car ils fournissent des ressources en eau douce qui sont rapidement surexploitées en raison des activités humaines. Cela souligne la nécessité de contrôler la consommation de l'eau afin d'éviter une crise mondiale à l'avenir. De plus, l'étude de la limnologie aide à comprendre l'impact des facteurs environnementaux sur les organismes vivants et les cycles de l'énergie et des matériaux dans ces écosystèmes (Wetzel, 2001).

4. La Biodiversité des écosystèmes aquatiques

Dans les milieux aquatiques, cette biodiversité joue un rôle essentiel, tout comme dans les autres écosystèmes, en contribuant de manière cruciale à l'équilibre et au bon fonctionnement de la planète (Fouillet, 2018).

4.1. Flore aquatique

- **Les macroalgues**

Sont des organismes aquatiques eucaryotes, multicellulaires et photosynthétiques contenant de la chlorophylle. Leur taille varie de quelques millimètres à environ 30 mètres. Historiquement, elles étaient regroupées sous le terme de thallophytes, en opposition aux cormophytes qui possèdent des structures différenciées (racines, tiges, feuilles). Cependant, cette classification est devenue obsolète car elle ne reflète pas la réalité évolutive des algues. Aujourd'hui, les algues sont réparties en différentes lignées évolutives distinctes et ne forment pas un groupe unique (taxon). Les macroalgues se divisent en trois principaux groupes.

- Macroalgues vertes (Viridiplantae)

- Macroalgues rouges (Rhodophyta)
- Macroalgues brunes (Phaeophyta)

Les macroalgues rouges et vertes sont proches des plantes terrestres, tandis que les brunes appartiennent au groupe des Straménopiles, sans lien de parenté direct avec les plantes. Ces groupes sont donc fortement polyphylétiques, avec des histoires évolutives distinctes (**Bourgougnon & Gervois, 2021**)

- **Adaptations et Répartition des Plantes Aquatiques**

Les plantes aquatiques présentent des adaptations variées au milieu aquatique, visibles tant au niveau de leur appareil végétatif (présence de tissus permettant la flottaison, tels que les aéranchymes, ou de modifications morphologiques pour résister aux courants, comme les feuilles filiformes ou allongées) que de leur appareil reproducteur.

On trouve parmi ces plantes des espèces complètement immergées, tandis que d'autres, plus nombreuses, sont partiellement émergées ou possèdent des feuilles flottantes.

La plupart de ces plantes sont fixées au fond de l'eau, bien que certaines se trouvent sur des substrats durs comme le bois immergé ou la roche, et parfois se présentent sous forme de croûtes. Quelques espèces sont libres, dérivant dans l'eau ou flottant à la surface, comme la lentille d'eau.

Très peu de plantes vasculaires sont véritablement hydrogames (ayant une fécondation dans l'eau). La majorité de ces plantes portent leurs fleurs à la surface de l'eau, et leur fécondation se fait généralement par le vent (plantes anémogames, souvent sans pétales) ou par les insectes (plantes entomogames).

Les plantes aquatiques se trouvent dans des milieux variés, comme les eaux douces, salées ou saumâtres, stagnantes ou courantes, et sous des températures diverses. Ces milieux incluent des lacs, étangs, mares, rivières, deltas, estuaires et lagunes. Dans les environnements marins, ces plantes sont généralement appelées phanérogames marines (**Sculthorpe, 1967**).

- **Les micro-organismes aquatiques**

Les bactéries jouent un rôle important dans le milieu aquatique, car elles contribuent à l'épuration de l'eau en dégradant les matières organiques, un processus essentiel utilisé pour déterminer l'indicateur de la Demande Biologique en Oxygène (D.B.O), qui mesure la capacité de l'eau à se décomposer biologiquement. Elles sont également capables de s'adapter pour dégrader certains produits chimiques, soit spontanément, soit après une période d'adaptation. Cependant, lorsque la quantité de matières organiques dépasse la capacité naturelle des bactéries à les dégrader, des conditions anaérobies apparaissent, entraînant la production de substances malodorantes et inesthétiques, ce qui constitue un problème environnemental majeur (**Madigan, Bender, Buckley, Sattley, & Stahl, 2018**).

4.2. La faune aquatique

4.2.1. Les Poissons

Le poisson est un animal vertébré aquatique doté de nageoires et respirant par des branchies. Sur le plan évolutif, morphologique et anatomique, les poissons se répartissent en deux groupes :

1. Les Agnathes

Poissons dépourvus de mâchoire, représentés par les lamproies et les myxines.

2. Les Gnathostomes

Poissons possédant une mâchoire, regroupant deux sous-catégories

- Les Ostéichthyens : poissons à squelette osseux.
- Les Chondrichthyens : poissons à squelette cartilagineux.

Les poissons représentent le groupe le plus important des vertébrés, constituant environ la moitié des espèces de cet embranchement. Ils évoluent dans des milieux variés : eaux salées, douces et saumâtres. On recense environ 25 000 espèces de poissons, dont 60 % vivent en milieu marin et 40 % en eau douce. Certaines espèces, comme les salmonidés et les anguilles, peuvent migrer entre ces différents milieux. Parmi les espèces marines, plus des trois quarts occupent les zones littorales jusqu'à une profondeur de 200 m (**Nelson, Grande & Wilson, 2016**).

4.2.2. Les Amphibiens

Les Amphibiens sont des Vertébrés Tétrapodes à peau nue (sans écailles) et humide. Ce sont des animaux poïkilothermes - leur température interne dépend de celle du milieu - présentent la majeure partie de l'hiver un stade de vie ralentie, se traduisant par une immobilité complète. Ils s'abritent sous la terre, sous une souche ou une pierre, voire au fond de l'eau dans la vase (**Grosselet *et al.*, 2001**).

4.2.3. Les oiseaux

Les oiseaux occupent l'ensemble des types de milieux humides de la région, certains y sont strictement inféodés et présentent des adaptations morphologiques (au niveau du bec et des pattes, par exemple). Les oiseaux des zones humides se distinguent des autres oiseaux par leur dépendance plus ou moins marquée aux surfaces aquatiques. L'Algérie accueille plusieurs espèces d'oiseaux nicheuses directement liées aux zones humides. Elles représentent une part importante de la diversité ornithologique régionale et se répartissent en deux groupes selon les grands types de milieux qu'ils occupent :

- Les espèces directement liées à la présence d'eau libre plus ou moins profonde (oiseaux d'eau au sens strict) : ces oiseaux recherchent des plans d'eau entourés de ceintures de végétation plus ou moins denses et étendues et des fossés. Exemples : Canards, Grèbes, Sarcelles, etc. ;
- Les espèces indirectement liées à l'eau (oiseaux d'eau au sens large) et utilisant des formations végétales sur sols hydromorphes : roselières, mégaphorbiaies, prairies hygrophiles, boisements humides, etc. Exemples : Rousserolles, Locustelles, Blongios nain... Les régimes alimentaires varient d'une espèce à l'autre : piscivore, insectivore, végétarien, etc. (**Gasmi *et al.*, 2014**).

4.2.4. Les Invertébrés aquatiques

Dans les environnements aquatiques, les invertébrés sont souvent peu connus, bien qu'ils jouent un rôle crucial dans la compréhension des écosystèmes et de leur fonctionnement. Les macros invertébrées aquatiques d'eau douce regroupent plusieurs embranchements, parmi lesquels figurent les Spongiaires, les Cnidaires, les Bryozoaires, les Mollusques, les Annélides et les Arthropodes (**Cheriet & Mellak, 2020**).

4.2.4.1. Les spongiaires

Les Spongiaires sont un groupe d'animaux représenté principalement par une seule sous-famille de Démos pongés, les Spongillidae. Ces animaux prennent l'apparence d'une croûte molle, de couleur grisâtre à blanc verdâtre, qui se trouve souvent sur les pierres ou les branches. La classification de ce groupe repose sur la structure des spicules, qui servent à protéger les gemmules (Cheriet & Mellak.,2020).



Figure 4. Les spongiaires (Cheriet & Mellak.,2020)

4.2.4.2 Les Cnidaires

Les Cnidaires sont représentés principalement par trois familles : les Clavidae, les Olindiidae et les Hydridae. Ils sont caractérisés par leur petite taille, ne dépassant généralement pas quelques millimètres. Leur corps est constitué d'un tube creux, souvent entouré de tentacules. La plupart de ces animaux sont coloniaux (Cheriet & Mellak, 2020).

4.2.4.3. Les Bryozoaires

Les Bryozoaires sont des animaux fixés et discrets, souvent difficiles à repérer. De taille modeste (quelques centimètres en moyenne), ces animaux sont rarement visibles par les plongeurs, nécessitant une attention particulière pour être remarqués. Ils vivent en colonies, qui peuvent être rigides ou molles, mais sont toujours fragiles. L'individu est difficilement discernable à l'œil nu. À ce jour, environ 5000 espèces de bryozoaires sont recensées, pouvant être trouvées sur différents types de substrats (roches, sable, animaux,

etc.) et à diverses profondeurs. Quelques genres de bryozoaires se rencontrent dans les eaux douces, notamment ceux des sous-classes Gymnolemes et Phylactolemes (**Cheriet & Mellak, 2020**).

4.2.4.4. Les Plathelminthes

Ce groupe comprend principalement les Triclades (Planaires) appartenant à diverses familles, facilement identifiables lorsqu'ils sont vivants.

4.2.4.5. Les Nemathelminthes

Vers à corps allongé, non segmenté et effilé aux extrémités, souvent blanchâtres et translucides, avec une tolérance moyenne à la pollution (**Cheriet & Mellak, 2020**).

4.2.4.6. Les Nemertiens

Vers mous, non segmentés, dotés de plusieurs paires d'yeux et d'une trompe, principalement marins mais avec quelques espèces d'eau douce, capables de tolérer la pollution (**Cheriet & Mellak, 2020**).

4.2.4.7. Les Annélides

Vers à symétrie bilatérale et corps segmenté, souvent allongé et divisé en anneaux, avec du sang rouge. Ils regroupent les classes des Oligochètes et des Achètes (**Cheriet & Mellak, 2020**).

4.2.4.8. Les Mollusques

Invertébrés à corps mou, dont la majorité possède une coquille dure. Ils incluent principalement les bivalves et les gastéropodes, représentant une grande diversité biologique (**Cheriet & Mellak, 2020**).

4.2.4.9. Les Arthropodes

Embranchement animal le plus diversifié, avec un exosquelette segmenté et des appendices articulés. Il comprend les classes des Crustacés, Insectes, Arachnides et Myriapodes (**Cheriet & Mellak, 2020**).

4.2.4.10. Les Crustacés

Animaux aquatiques possédant au moins cinq paires de pattes articulées et deux paires d'antennes, incluant des microcrustacés et macrocrustacés divisés en sous-classes comme les Branchiopodes (Cheriet & Mellak, 2020).

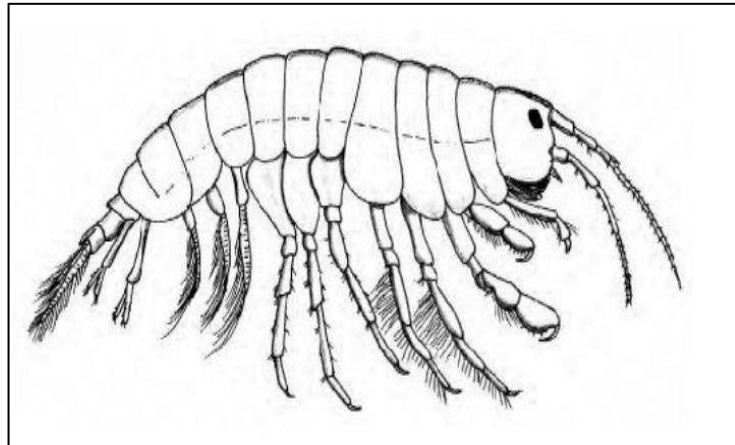


Figure 5. Un Gammaridae (Branchiures)(Cheriet& Mellak, 2020)

4.2.4.11. Les Arachnides

Les arachnides d'eau douce se limitent à un seul ordre appelé Trombidiformes (Hydracariens). Cet ordre se caractérise par une fusion entre la tête et le corps, ainsi que quatre paires de pattes à l'âge adulte (Cheriet & Mellak, 2020).

4.2.4.12. Les insectes aquatiques

Les insectes aquatiques sont des invertébrés qui passent une partie de leur cycle de vie dans l'eau. La plupart ont un stade immature aquatique, suivi d'un stade adulte terrestre, bien que certains restent aquatiques à différents stades. Certains insectes semi-aquatiques sont associés à la végétation aquatique, à la surface de l'eau ou aux bords des habitats aquatiques (Arbaoui & Ayadi., 2024). Les types des insectes aquatiques sont

❖ Les coléoptères

Les coléoptères sont des insectes holométaboles vivant à la fois sous forme adulte et larvaire dans des milieux aquatiques variés. Environ 15% des espèces sont aquatiques. Leurs larves sont polymorphes, avec une taille variant de quelques millimètres à plusieurs centimètres. Elles possèdent une capsule céphalique dure, des yeux à tige, des antennes à quatre segments et des mandibules broyeuses. Leur abdomen, constitué de 8 à 10 segments, peut présenter des variations à son extrémité. La transformation des premières ailes en élytres est caractéristique de cet ordre (Arbaoui & Ayadi., 2024).

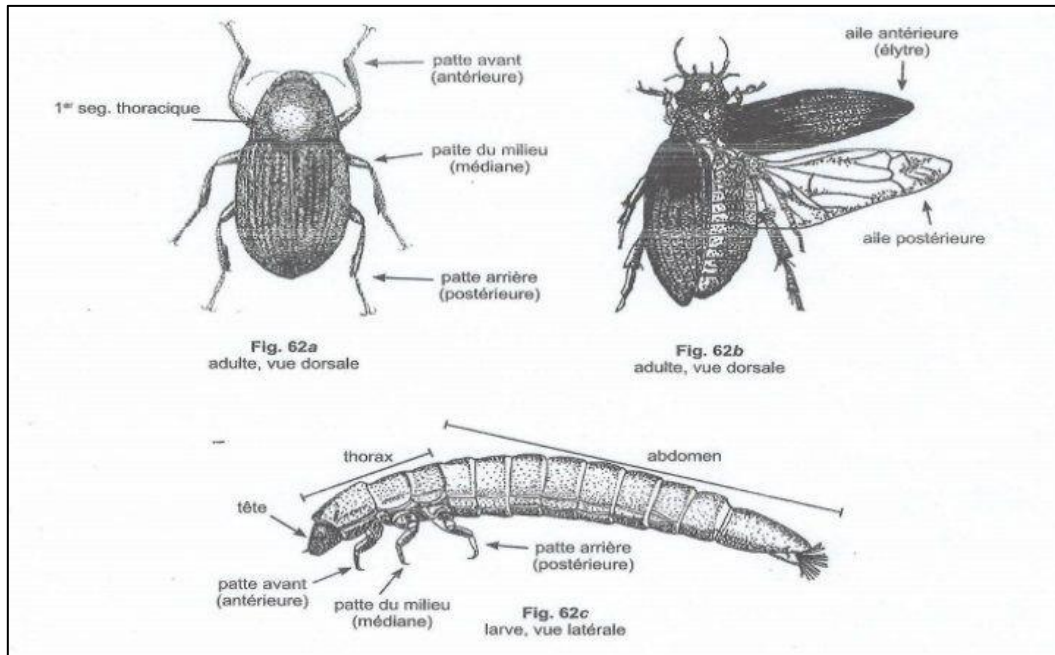


Figure 6. Les coléoptères (Larve et Adulte) (Gharbi & Seridi, 2018)

❖ Les Diptères

Les diptères (mouches) sont le deuxième ordre d'insectes en importance après les coléoptères. Bien que la majorité des diptères soient terrestres, certaines familles sont adaptées à la vie aquatique durant les stades larvaires et nymphaux. Ces insectes se distinguent par leur grande capacité d'adaptation à des conditions extrêmes. Les larves de diptères, dépourvues de pattes articulées, possèdent parfois des appendices thoraciques et/ou abdominaux et sont caractérisées par une morphologie avec de 11 à 15 segments. Leur tête peut être distincte ou indistincte, et leur abdomen peut présenter des soies ou des appendices. Les nymphes sont un stade intermédiaire entre larve et adulte (Arbaoui & Ayadi, 2024,).

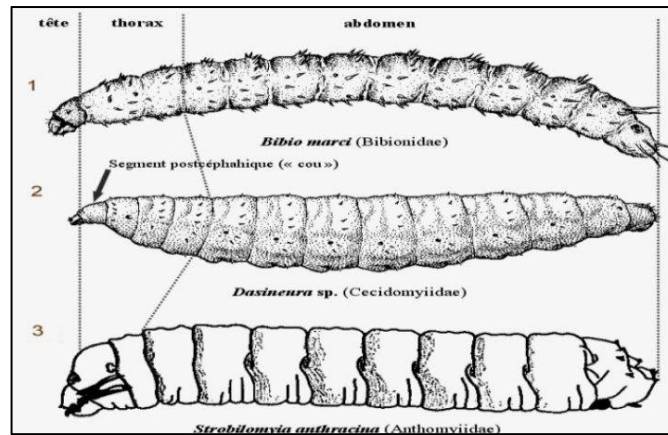


Figure 7. Déférénts larve de diptères (Arbaoui & Ayadi, 2024).

❖ Les Odonates

L'ordre des Odonates regroupe environ 6 000 espèces d'insectes, dont les libellules et les demoiselles. Ces insectes se distinguent par un corps allongé et de grandes ailes qui peuvent soit rester déployées, soit se replier le long du dos. Ils possèdent également des yeux composés ainsi que des mandibules puissantes utilisées pour capturer leurs proies en plein vol. Les Odonates sont principalement des prédateurs aquatiques, présents dans des habitats d'eau douce tels que les lacs, les étangs, les ruisseaux et les rivières

Apparus pour la première fois au cours du Permien, les véritables Odonates se divisent aujourd'hui en deux sous-ordres majeurs : les Zygoptères et les Anisoptères. D'un point de vue phylogénétique, les Zygoptères sont considérés comme plus primitifs que les Anisoptères (Arbaoui & Ayadi., 2024).

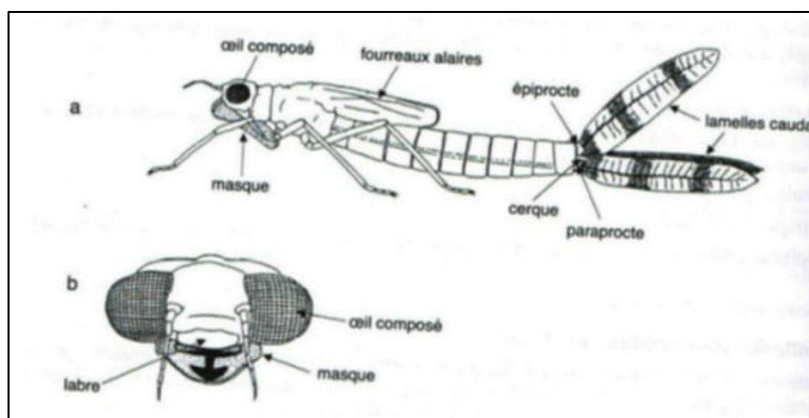


Figure 8. Larves de zygoptères (Gharbi & Seridi, 2018).

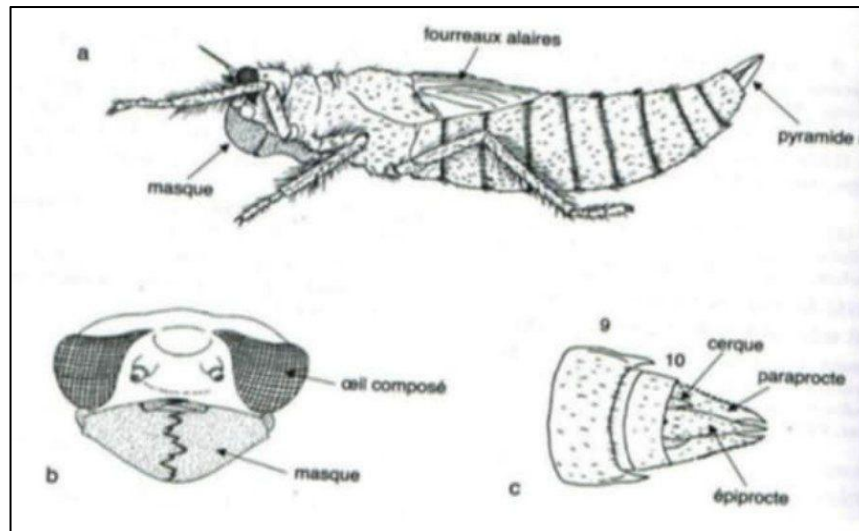


Figure 9. Larve de Anisoptères (Gharbi & Seridi, 2018)

❖ Les Hémiptères

Se divisent en deux sous-ordres : les hétéroptères et les homoptères, tous deux caractérisés par des pièces buccales transformées en un rostre perforant et suceur. Ce dernier comporte deux canaux distincts : l'un servant à l'injection de salive et l'autre à l'absorption des liquides dans le pharynx. Les hétéroptères se distinguent des homoptères par la structure de leurs ailes antérieures, appelées hémi-élytres. Ces ailes présentent une base cornée ou coriace, tandis que leur extrémité reste membraneuse. Leur corps est composé de deux parties inégales : une zone sclérifiée, appelée corie, et des sections membraneuses.

Ces insectes colonisent divers milieux aquatiques ou semi-aquatiques et peuvent être observés à l'état larvaire ou adulte (Arbaoui & Ayadi., 2024).

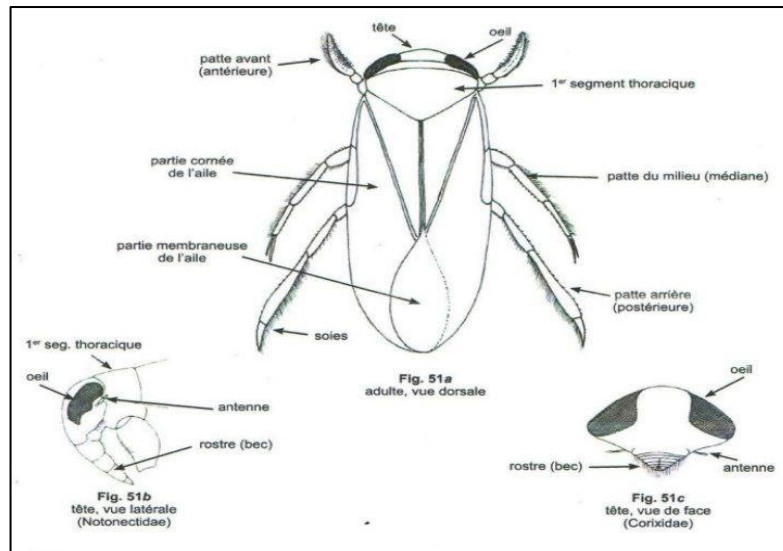


Figure 10. Larve de hémiptères (Gharbi & Seridi,2018).

❖ Les Trichoptères

Ces insectes sont des insectes holométaboles, dont la majorité des larves vivent dans l'eau et se cachent dans des gaines souvent ornées. Un seul genre de la famille des Trichoptères a évolué pour vivre sur terre. Ces insectes, qui ressemblent aux papillons de nuit, sont attirés par la lumière. Durant la journée, ils restent immobiles et se dissimulent dans la végétation. En général, les mouches cadis sont sensibles à la pollution

La taille des trichoptères varie considérablement, allant de quelques millimètres à environ 50 à 60 millimètres. Leur corps est élancé et généralement de couleur brun jaunâtre ou gris clair (Arbaoui & Ayadi, 2024).

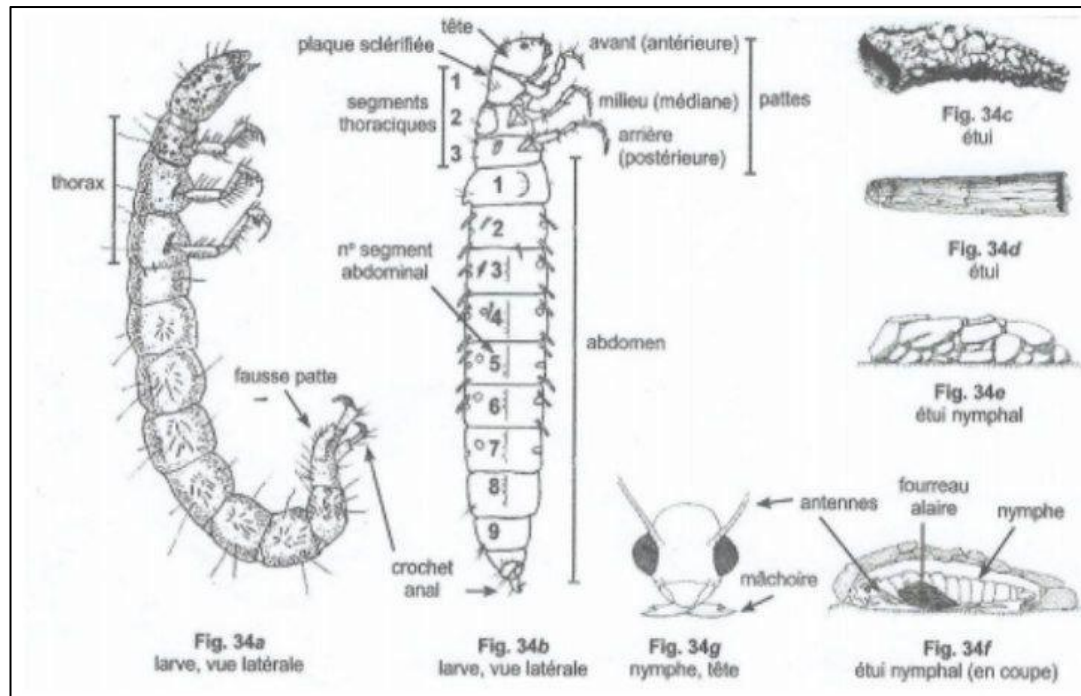


Figure 11. Les trichoptères (Gharbi & Seridi, 2018).

❖ Les Ephéméroptères

Forment un ordre d'insectes hémimétaboles dont les larves vivent exclusivement dans l'eau. Ces dernières se distinguent par la présence d'yeux composés, de cerques multiarticulés (généralement trois, parfois deux), de pattes dotées d'une seule griffe au niveau du tarse, ainsi que de branchies abdominales, visibles chez les larves plus âgées, situées latéralement ou latéro-dorsalement.

On les retrouve fréquemment près des rivières et des étangs, car leur développement larvaire se déroule en milieu aquatique. Les larves respirent à l'aide de branchies trachéales en forme de plaques ou de plumes, visibles sur les côtés de l'abdomen. Elles privilégient l'eau courante, mais peuvent aussi vivre dans des eaux stagnantes.

Les éphémères sont des insectes étroitement liés à la vie aquatique et sont particulièrement sensibles à la pollution et aux modifications des milieux naturels. De ce fait, ils servent de bio-indicateurs efficaces pour évaluer la qualité de l'eau (Arbaoui & Ayadi, 2024).

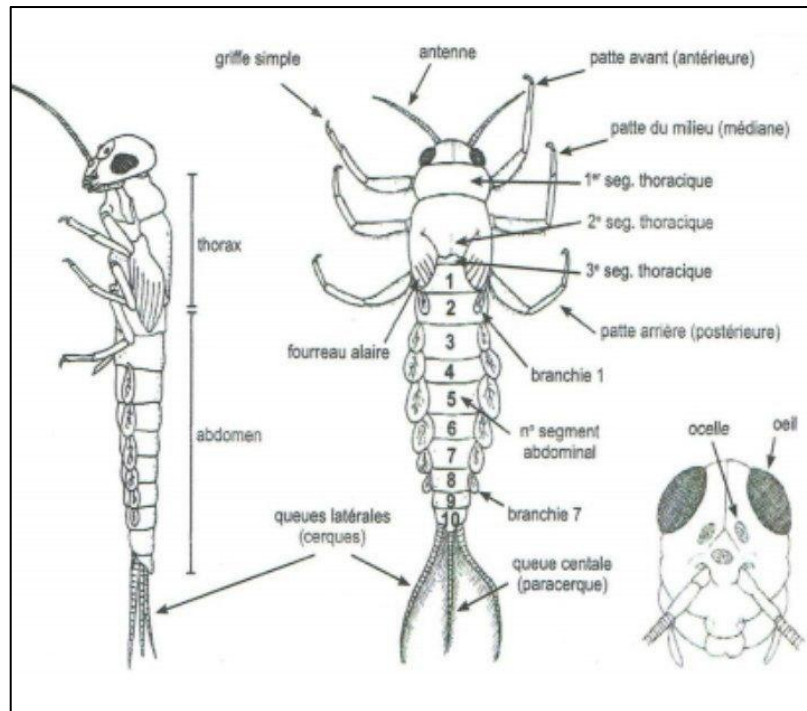


Figure 12. Larve Les éphéméroptères (Gharbi & Seridi, 2018)

Chapitre II :

Description Générale De

La Zone D'étude



1. Situation géographique de la wilaya de Khenchela

Selon le ministère de l'intérieur d'Algérie (site 1), La wilaya de Khenchela est située à l'est de l'Algérie, au pied des monts des Aurès, dans une zone géographique comprise entre les latitudes 34° 06' 36" et 35° 41' 21" Nord, et les longitudes 06° 34' 12" et 07° 35' 56" Est. Elle est délimitée géographiquement par

- Au nord : la wilaya d'Oum El Bouaghi
- Au sud : la wilaya d'El Oued
- À l'est : la wilaya de Tébessa
- À l'ouest : la wilaya de Batna
- Au sud-ouest : la wilaya de Biskra (Aoues, Ghomrassi, & Hemida, 2022)



Figure 13 . Carte administrative de la Wilaya de Khenchela modifiée (site 2)

2. Site d'étude et stations d'observation

2.1Présentation du site

La ville d'El Hamma est située à 5 km du chef-lieu de la wilaya de Khenchela, à 14 km de la commune de Kais, et à seulement 2 km de Hammam Essalihine. Elle est traversée par l'Oued El Hamma, un cours d'eau permanent qui prend sa source dans les eaux thermales de Hammam Essalihine pour se diriger vers la plaine de Remila.

Le sous-bassin versant de l'Oued El Kissane s'étend entre les latitudes 35°00' et 35°30' N, ainsi que les longitudes 7°00' et 7°06'05" E. Il couvre une superficie de 37,5 km²

et se caractérise par des altitudes variant de 850 m à 1900 m. (Aoues, Ghomrassi, & Hemida, 2022)



Figure 14. Photo originale d'oued El Hamma

2.2.Géographie

La wilaya de Khenchela s'étend sur une superficie totale de 9 715 km². Sur le plan géographique, elle fait partie intégrante des Hauts Plateaux, une vaste région occupant la zone médiane du territoire national, délimitée par deux chaînes montagneuses ; l'Atlas tellien au nord et l'Atlas saharien au sud.

Grâce à ses caractéristiques physiques distinctives, la wilaya de Khenchela se distingue comme une région unique, aux côtés de la wilaya de Batna. La surrection des Aurès au cours du Quaternaire confère à cette partie de l'Atlas saharien un relief rappelant les paysages montagneux du nord. Cette diversité géographique se traduit par des milieux physiques et naturels variés, offrant une mosaïque de paysages :

Paysages telliens : composés de zones de haute montagne bien arrosées et boisées, avec des espaces verdoyants tels que les monts des Aurès, situés à l'ouest de la wilaya.

Paysages des hautes plaines : principalement des plaines céréalières semi-arides situées dans la partie nord de la région.

Paysages steppiques et sahariens : caractérisés par des montagnes dénudées et érodées comme les monts des Némemchas à l'est, des oasis (Siar, Khirane, El Oueldja) ainsi que des basses plaines telles qu'El Meita et Quazerne. (Delartigue, 1904 ; Boukhechem, 2010)

La région possède une vocation agro-sylvo-pastorale marquée. L'occupation des sols se répartit ainsi : 22 % de la superficie totale est dédiée à l'agriculture, 12 % sont couverts de forêts, et la steppe occupe près de 49 % du territoire (Delartigue, 1904 ; Boukhechem, 2010).

3.Occupation des terrains

- **Les reliefs**

Le relief de la wilaya de Khenchela se divise en quatre grands ensembles géographiques (Ballais, 1981)

- **Les montagnes**

Représentants (35 % de la superficie totale) ; à l'ouest s'élèvent les plus hauts sommets du massif des Aurès, dont le mont Chelia culminant à 2 328 m. La zone centrale est dominée par les monts des Némemchas, tandis qu'au nord-est se trouvent les montagnes de Tafrent (Aïn Touila).

- **Les plateaux**

Situés au nord-est, notamment dans les régions de Mahmel et Ouled Rechache.

- **Les plaines**

Comprenant la plaine de Remila au nord, ainsi que les hautes plaines de Bouhmama et M'toussa à l'ouest

- **Les parcours steppiques, sahariens et les chotts**

Situés au sud de la wilaya de Khenchela, ces parcours couvrent près de la moitié de sa superficie, soit environ 49 %. Ils se caractérisent principalement par des terres sablonneuses. À l'extrême sud, le paysage est marqué par des dépressions appelées chotts, ainsi que par des zones dunaires étendues.

- **Les sols et la végétation**

À l'exception des plaines du nord, dotées d'un réseau hydrographique dense et de sols profonds et riches, la plupart des sols de la wilaya de Khenchela sont pauvres et peu profonds. Dans ces plaines fertiles, la végétation naturelle est dominée par des espèces telles que l'armoise (Chih), l'helba (*Artemisia helba alba*), le guettal (*Atriplex*), la salsola, ainsi que le jujubier.

Les zones nord-ouest et centrales sont principalement montagneuses. Dans les monts des Aurès, les sols sont humifères insaturés ou calcaires humifères, avec de rares affleurements de la roche mère. Sur les plateaux de Mahmel et de Oued El Arab, où la roche mère est visible sur les hauteurs, les sols sont majoritairement calciques. Cette région abrite, à l'ouest, de magnifiques forêts composées de cèdres, de pins d'Alep et de chênes verts, ainsi que d'autres essences telles que le cyprès, le pin noir, le frêne, sans oublier des espèces steppiques comme l'alfa, l'armoise, le jujubier, le R'tèm, l'acacia, le genévrier et le romarin.

➤ À l'est, les monts de Nememcha présentent un relief érodé avec une forêt fortement dégradée. La roche mère y affleure presque partout, à l'exception d'une étroite bande centrale où subsistent des sols calciques (**Boukhechem, 2010**).

4.Météorologies de région

4.1. Température

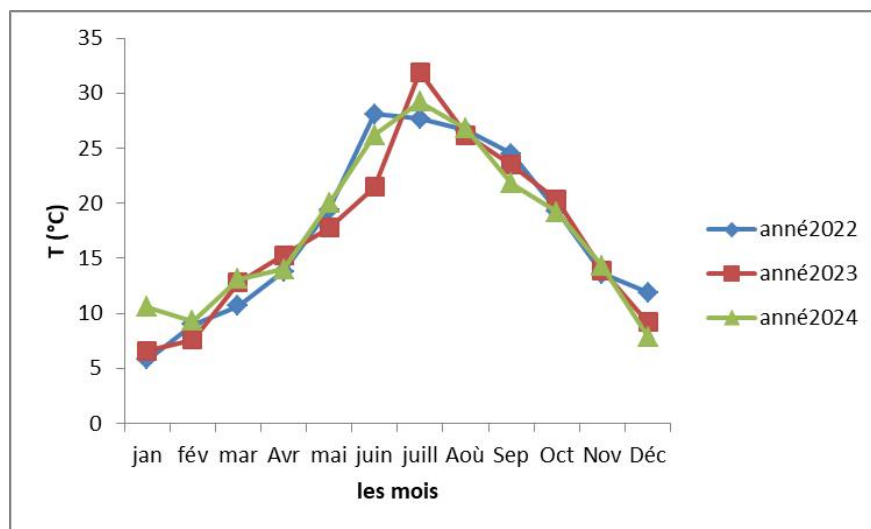


Figure 15. Évolution mensuelle de la température (2022–2024) (**Infoclimat, 2025**)

4.1.1. Analyse des données météorologiques

Nous avons récolté, dans cette étude, les températures moyennes mensuelles relevées au cours des années 2022, 2023 et 2024. Ces données, étalées sur les douze mois de chaque année, permettent de voir les tendances climatiques et d'apprécier l'évolution saisonnière des températures.

Nous remarquons tout d'abord une tendance générale à la hausse des températures, en particulier durant les mois de janvier, février et mars. Par exemple, la température moyenne en janvier est passée de 5,8 °C en 2022 à 10,6 °C en 2024, ce qui représente une augmentation significative d'environ 4,8 °C. Une évolution similaire est observée en février et en mars.

En été (juin, juillet, août), les températures restent relativement stables mais demeurent élevées. En juin 2022, on relève 28,1°C, contre 26,2°C en 2024. Bien que les écarts soient moindres, ces données confirment un maintien des températures estivales à un niveau élevé.

Enfin, on note une légère baisse des températures en automne et en hiver vers décembre, mais celle-ci reste moins marquée qu'en début de période. En décembre 202; la température moyenne était de 11,9°C, contre 7,9°C en 2024.

Cette évolution globale suggère un réchauffement progressif sur la période analysée, ce qui pourrait s'inscrire dans le cadre plus large du changement climatique. Une analyse complémentaire des précipitations et de l'humidité serait nécessaire pour affiner cette observation.

4.2. Précipitation

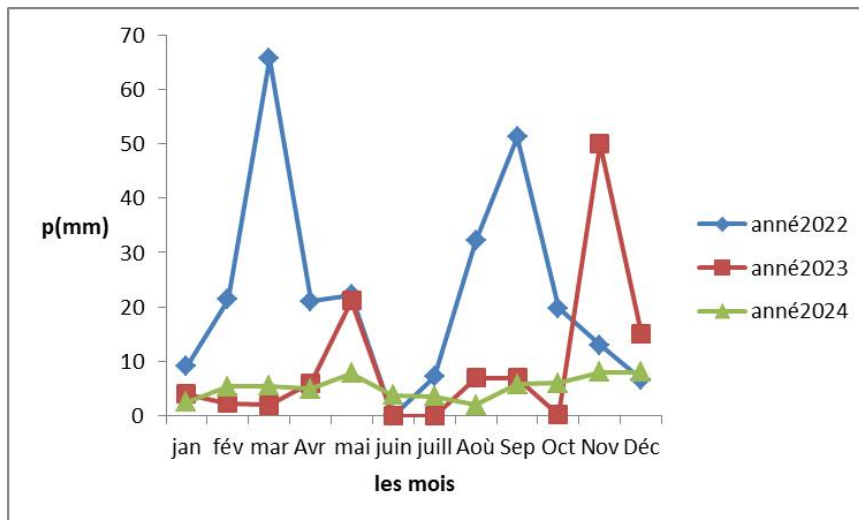


Figure 16. Distribution mensuelle des précipitations (2022–2024) (Infoclimat, 2025)

4.2.1 Analyse des données météorologiques

Les données mensuelles des précipitations pour les années 2022, 2023 et 2024 révèlent une variation significative des quantités de pluie, reflétant une grande variabilité du régime pluviométrique dans la région étudiée.

L'année 2022 s'est caractérisée par un régime pluviométrique irrégulier, avec des pics de précipitations importants enregistrés en février et en septembre (plus de 60 mm), contrastant avec une quasi-absence de pluie durant les mois d'été. Ce schéma reflète un climat typiquement méditerranéen, marqué par des hivers humides et des étés secs.

En 2023, une baisse notable des précipitations a été observée, les moyennes mensuelles ne dépassant pas 10 mm pendant la majeure partie de l'année, indiquant des conditions allant du semi-aride à l'aride.

Quant à l'année 2024, elle a enregistré de faibles précipitations, mais relativement bien réparties tout au long de l'année, sans pics marqués, ce qui traduit une certaine stabilité du régime pluviométrique, mais avec des valeurs faibles, suggérant un climat semi-aride à aride.

Ces différences interannuelles mettent en évidence l'importance d'analyser les précipitations à moyen terme afin de déterminer les tendances climatiques précises, notamment dans le contexte des changements climatiques.

4.3. Diagramme ombrothermique

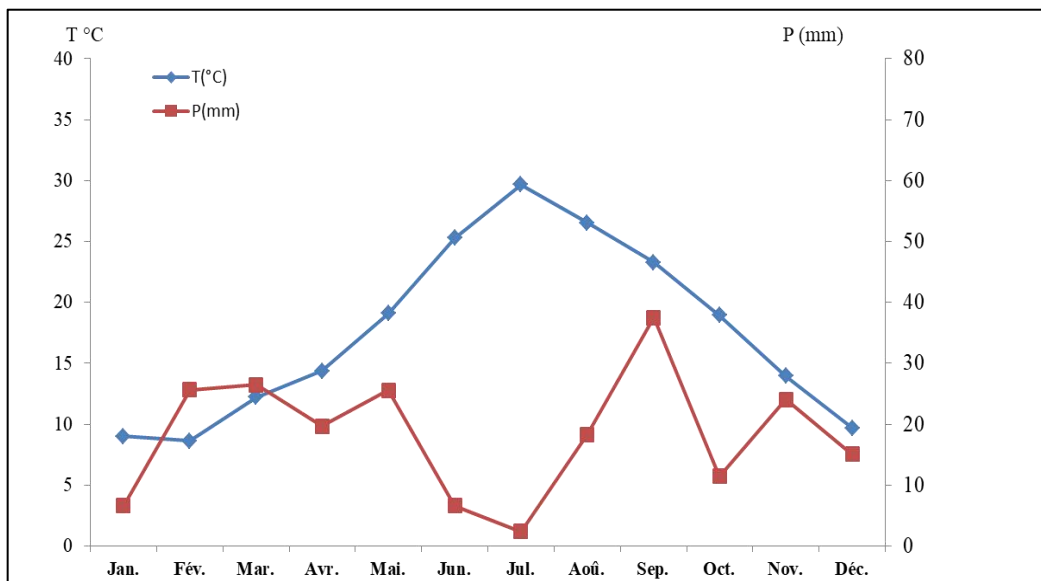


Figure 17. Diagramme ombrothermique de la station de Khenchela

L'ombrothermique diagramme montre la variation mensuelle des températures moyennes et des précipitations à Khenchela. On note nettement l'augmentation des températures à partir de février, avec un maximum en juillet avec une température moyenne de 29,65°C, puis diminuant progressivement jusqu'en décembre. Ce profil thermique traduit un été chaud et hiver modérément froid, typique d'un climat semi-aride.

En ce qui concerne les précipitations, leur répartition est irrégulière. Les mois estivaux (juin à août) sont particulièrement secs, avec un minimum en juillet (2,4 mm), tandis que les précipitations atteignent un maximum relatif en septembre (37,47 mm). Ce pic automnal est peu commun mais reflète la variabilité interannuelle des régimes pluviométriques.

L'observation simultanée des températures et des précipitations révèle une saison sèche bien définie en été, parallèlement aux températures maximales. Ce déséquilibre entre les apports en eau et la demande évaporative accentue les contraintes climatiques, notamment sur l'activité agricole et les ressources en eau.

En résumé, le climat de Khenchela, selon ce diagramme, est semi-aride avec une tendance méditerranéenne, des étés chauds et secs et des hivers plus humides et plus doux.

Chapitre III

Matériel et méthodes

1. Matériel expérimental

A. Matériel de terrain

Selon la figure 18, sur terrain, on a utilisé le matériel suivant

- Un filet d'échantillonnage et un tamis
- Ethanol a 99%
- Des flacons en plastique
- GPS
- Etiquettes
- Appareil photo représenté par un téléphone portable marque « galaxie »
- Une Pince entomologique
- Un Thermomètre
- Un carnet de notes



Figure 18. Matériel de terrain

B. Matériel de laboratoire

Au laboratoire le matériel utilisé est le suivant (figure 19)

- Loupe Binoculaire
- Microscope Optique
- Boîte De Pétri
- Tubes Eppendorf
- Pinces
- Glycérine
- Un Carnet De Notes
- PH Mètre
- Salinomètre et Oxymètre
- Conductivité Mètre
- Des Lames
- Guide d'identification



Figure 19. Matériel de laboratoire

2. Méthodes

A. Choix du site d'étude

Notre travail de recherche a été réalisé dans Oued El-Keissan situé dans la commune d'El Hamma dont les coordonnées géographiques sont : (35°25'53''N, 7°08'39''E, alt. 1148). Ce choix est basé sur plusieurs raisons ; premièrement sur l'accessibilité de la zone, ainsi que sur le nombre réduit de travaux sur la biodiversité de cette zone humide, et enfin que sa proximité des laboratoires pédagogiques.

Dans Oued El-Keissan, les échantillonnages ont été réalisés au niveau de trois stations (Fig. 20), la distance entre deux stations consécutives est environ 2,5 km, durant la période allant de décembre 2024 à avril 2025, avec une fréquence de sortie toutes les deux semaines.



Figure 20. Photos originales des trois stations d'étude: **A** : station 1, **B** : station 2, **C** : station 3

B. Analyse physico-chimiques de l'eau

Les paramètres physico-chimiques de l'eau ont été mesurés dans chaque station après chaque sortie :

- Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre de marque WTW.
- La teneur en oxygène dissous a été mesurée à l'aide d'un oxymètre de table HANNA HI 2400, permettant également l'enregistrement des données.
- La conductivité électrique et la salinité ont été déterminées à l'aide d'un conductimètre.
- Température de l'eau a été mesurée sur le terrain à l'aide d'un thermomètre.

C. Prélèvement des macroinvertébrés

Le prélèvement des macroinvertébrés aquatiques a été effectué dans les trois stations à l'aide de tamis à émailles. Dans chaque station, dix traits de filet ont été réalisés au niveau du fond, en ciblant principalement les zones riches en végétation aquatique, telles que les berges et les zones centrales. Cette opération a été répétée autant de fois que nécessaire afin d'obtenir un échantillon représentatif de la diversité spécifique présente dans chaque station. Après le prélèvement, Les échantillons collectés ont été conservés immédiatement sur le terrain dans de l'éthanol à 99 %, en vue de leur identification ultérieure en laboratoire.



Figure 21. Photos originales des méthodes d'échantillonnage

D.Tri des échantillonnages

Le tri des différents groupes taxonomiques a été réalisé au laboratoire sous une loupe binoculaire et d'un microscope optique, en suivant les étapes suivantes :

- Séchage des échantillons à l'aide de papier absorbant.

- Séparation des spécimens selon les grands groupes taxonomiques à l'œil nu ou à la loupe binoculaire.
- Dénombrement des individus appartenant à chaque groupe pour chaque station.
- Identification des spécimens appartenant à chaque taxon sous la loupe binoculaire ou le microscope optique en se basant sur des critères taxonomiques propre pour chaque taxon jusqu'au niveau famille et prendre.

Conservation et l'identification des spécimens

Les spécimens prélevés au cours des différentes campagnes d'échantillonnage ont été conservés dans des flacons hermétiques contenant de l'alcool à 90 %. Leur identification taxonomique a été effectuée à l'aide des clés de détermination de Tachet et al. (2010) et en utilisant une loupe binoculaire et un microscope optique.

E.Calcul de l'abondance

L'abondance est définie comme le nombre d'individus appartenant à une espèce ou à une unité taxonomique donnée, rapporté à une unité de surface (m²) ou de volume (m³). Elle constitue un paramètre fondamental pour l'évaluation de la densité et de la distribution des organismes dans un écosystème donné. Dans la présente étude, l'abondance des organismes a été normalisée et exprimée en nombre d'individus pour 100 litres d'eau, afin de permettre une comparaison standardisée entre les différents échantillons.

F.Calcul de Indice de Shannon-Wiener H'

L'indice de Shannon-Wiener est utilisé pour estimer la biodiversité d'un milieu donné. Dans cette étude, il a été appliqué au niveau des familles, en raison de l'absence d'identification précise au niveau des espèces. Cet indice permet de suivre l'évolution de la diversité au fil du temps ou entre différents sites, sans supposer de distribution préalable des individus.

$H' = -2 (P_i \log_2 P_i)$ où $P_i = n_i / N$

- S : nombre de familles représentées dans l'échantillon,
- n_i : nombre d'individus appartenant à la famille i,

-
-
- N : nombre total d'individus,
 - P_i : fréquence relative de la famille i .

Cet indice est exprimé en bits, et sa valeur dépend du nombre de familles, de la répartition des individus entre elles, ainsi que de la base logarithmique utilisée.

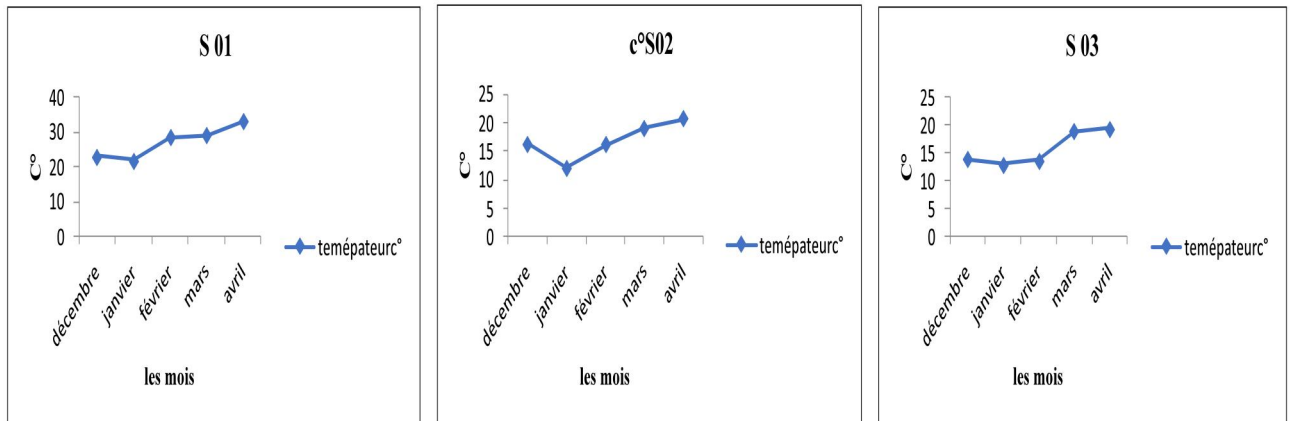
Chapitre IV

Résultats et discussion

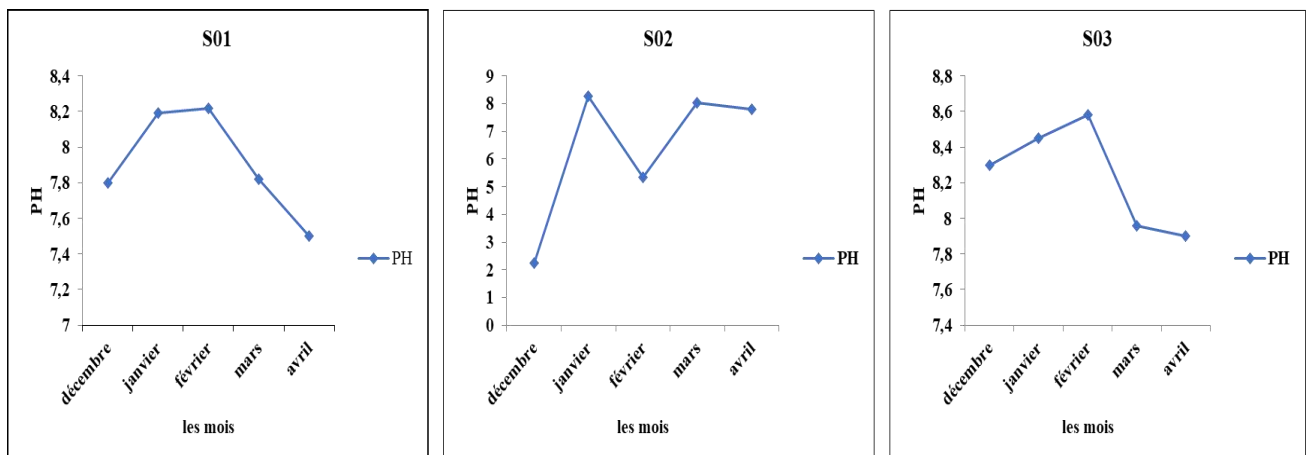
1. Résultats

1.1. Influence des variables abiotiques

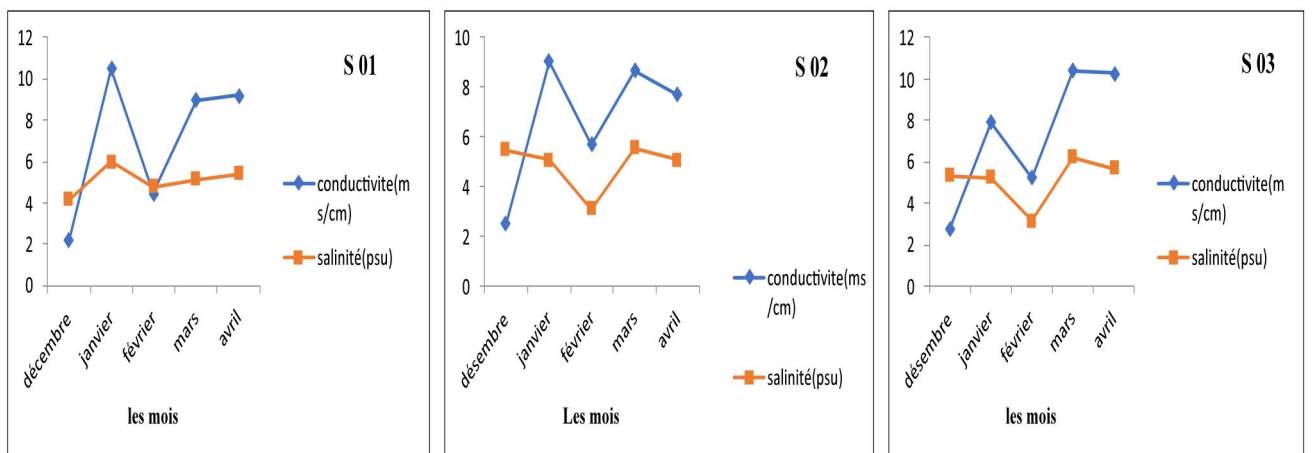
➤ Température



➤ PH



➤ Conductivité électrique (μS/cm) et Salinité (psu)



➤ Oxygène dissous (%)

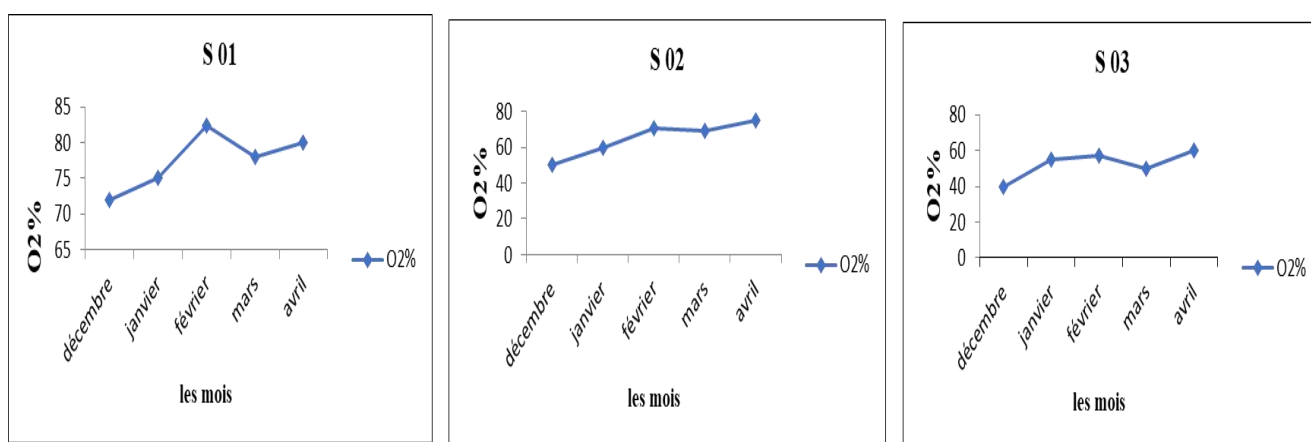


Figure 22. Évolution des paramètres physico-chimiques de l'eau au niveau des trois stations durant la période d'étude.

Les graphiques combinés illustrent l'évolution des paramètres physico-chimiques de l'eau entre décembre et avril dans les trois stations :

➤ Température

Les valeurs varient entre 13°C et 33°C. Les températures les plus élevées sont enregistrées à la station 01, notamment en avril par contre les températures les plus basses sont observées dans la station 03 en janvier.

➤ Conductivité électrique ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Les valeurs les plus élevées sont relevées à la station 03, surtout au mois de mars. La station 01 montre une augmentation progressive de la conductivité au fil des mois.

➤ Salinité (psu)

Les variations suivent la même tendance que la conductivité. La station 03 présente globalement les valeurs les plus élevées.

➤ Oxygène dissous (%)

Un pic est observé en février aux stations 01 et 03. La station 02 présente des variations plus faibles et reste relativement stable.

➤ PH

Les valeurs se situent entre 7.5 et 8.6. La station 03 enregistre la valeur la plus élevée en février (8.58). Les autres stations montrent une stabilité relative de ce paramètre.

1.2. Etude de diversité entomologique d'Oued el Khissane

1.2.1 Distribution entomologique par ordre d'insectes

La figure 23, présente le diagramme circulaire de la distribution des ordres d'insectes aquatiques selon leur abondance relative (%). On remarque que Ephemeroptera sont les plus abondance (69,65 %) dans les stations pendant toute la période de travail, le deuxième ordre le plus représenté est Diptera avec (15,17 %). Puis les Trichoptera Représentant (9,32 %). Suivie par les Odonata Avec 4,02 %, les Coleoptera sont Faiblement représenté (1,46 %) et enfin les Hemiptera est le dernier ordre avec seulement (0,36 %).

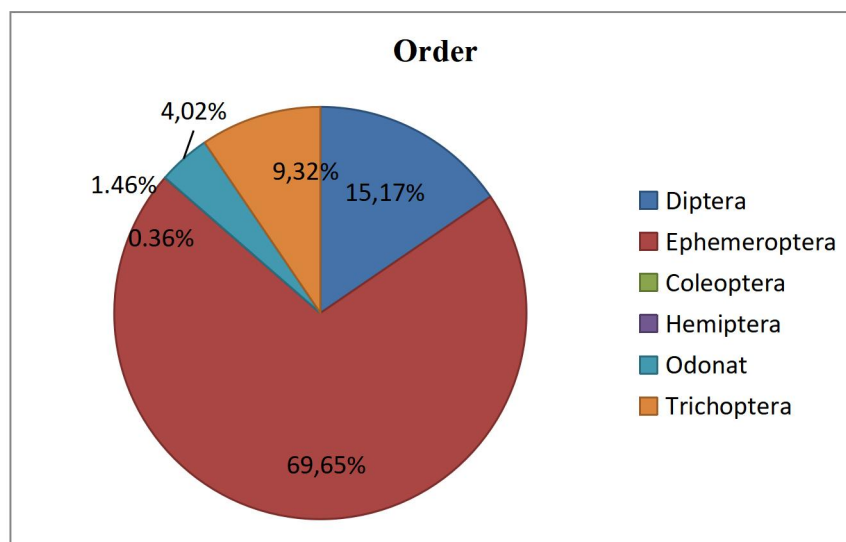


Figure 23. Distribution des pourcentages des ordres d'insectes aquatiques collectés dans les trois stations pendant la période d'étude.

1.2.2. Distribution entomologique par familles d'insectes

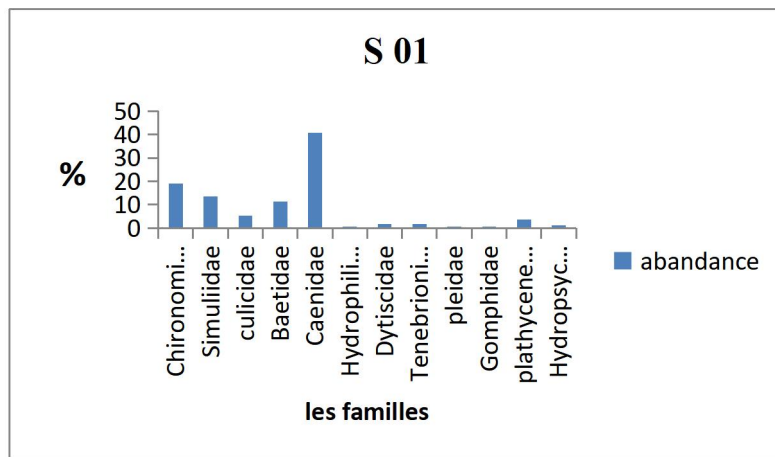


Figure 24. Répartition des familles d'insectes aquatiques au niveau de la station 01.

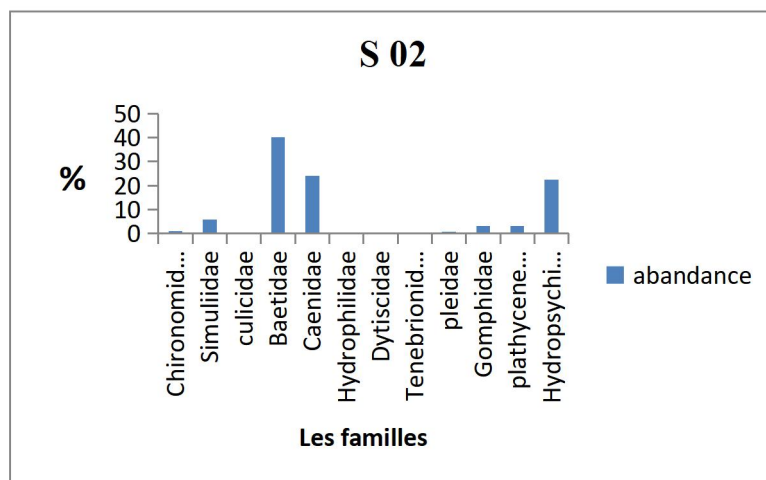


Figure 25. Répartition des familles d'insectes aquatiques au niveau de la station 02

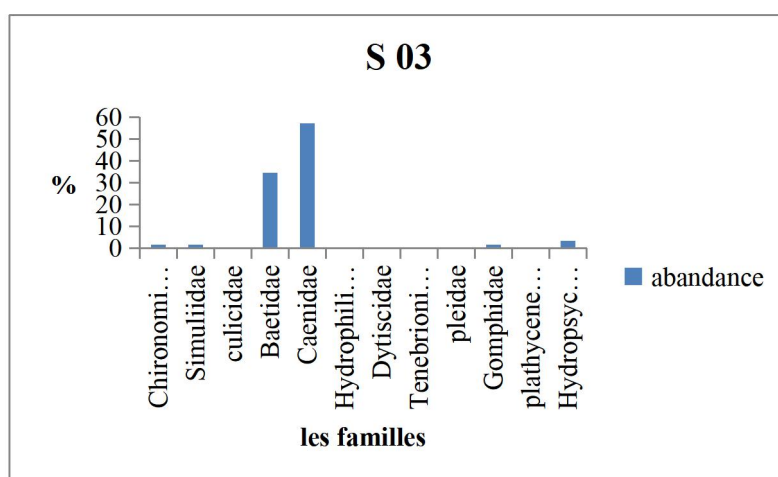


Figure 26. Répartition des familles d'insectes aquatiques au niveau de la station 03

Les courbes représentent la répartition des pourcentages d'abondance des différentes familles d'insectes aquatiques dans les trois stations d'échantillonnage (Station1, Station 2 et Station 3).

À la station 1, la famille Caenidae est la plus abondante avec un pourcentage avoisinant les 40 %, suivie de Baetidae avec environ 15 %, les deux familles sont des Ephemeroptera. Chironomidae avec 10 %. Les familles Simuliidae, Culicidae et Hydrophilidae présentent des pourcentages compris entre 5 % et 8 %. Les autres familles comme Hydropsychidae, Platycnemididae et Gomphidae affichent des abondances faibles, inférieures à 5 %, tandis que les coléoptera représentés par les familles des Dytiscidae, Tenebrionidae et Pleidae enregistrent des pourcentages très faibles, de l'ordre de 1 % ou moins.

À la station Station 2, la famille Baetidae est la plus représentée avec environ 35 %, suivie de Hydropsychidae avec 25 %, puis Caenidae avec 15 %. Les familles Simuliidae, Culicidae et Hydrophilidae présentent des valeurs comprises entre 5 % et 8 %. Les autres familles, telles que Platycnemididae, Gomphidae, Chironomidae, Dytiscidae, Tenebrionidae et Pleidae, présentent des pourcentages faibles ne dépassant pas 2 % à 4 %.

À la station Station 3, une dominance nette de la famille Caenidae est observée avec un taux avoisinant les 55 %, suivie de Baetidae avec environ 30 %. Les familles Hydropsychidae, Platycnemididae, Gomphidae et Chironomidae présentent des abondances faibles comprises entre 2 % et 4 %. Les autres familles, notamment Simuliidae,

Culicidae, Hydrophilidae, Dytiscidae, Tenebrionidae et Pleidae, sont très faiblement représentées, avec des pourcentages inférieurs à 1 %.

1.2.3. Présentation photographique des spécimens de famille d'insectes

Les spécimens collectés au cours des différentes sorties ont été photographiés lors de leur identification, et sont présentés à la figure 27.



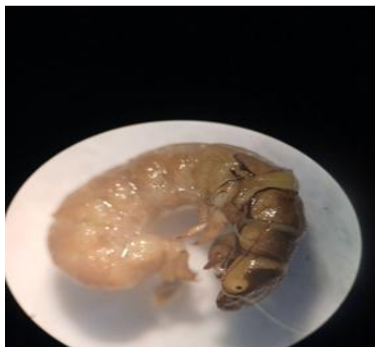
La famille caenidae



La famille Tenebrionidae



La famille Similidae



La famille hydrochloride



La famille Plathycenemididae



La famille Chironomidae



La famille gomphidae



La famille Dytiscidae



La famille Pleidae



La famille Hydrophilidae



La famille Baetidae

Figure 27. Photos des familles des insecte

1.2.4. Distribution de la faune associée par ordre

Le tableau 01 présente les observations de la faune associée relevées au niveau des trois stations entre décembre et avril. On remarque la distribution d'une faune associée aux insectes aquatiques pendant la période de décembre jusqu'au mois de mars. En revanche le mois d'avril a connu l'apparition de plusieurs spécimens appartenant à divers taxons ; d'invertébrés et de Vertébrés.

Tableau 1. Distribution des taxons de la faune associée observée mensuellement dans les stations durant la période d'étude.

	Station 1	Station 2	Station 3
Décembre	0	0	0
Janvier	0	0	0
Février	0	0	0
Mars	0	0	0
	0	Arachnida	0
	0	Invertebra Crustacea	0
	0	Amphibia	0
	0	Actinopterygii	0
	0	Vertebra Reptilia	0



Le serpent(Reptilia)

Les poissons(Actinopterygii)

L'araignée (Arachnida)

Figure 28. Photos personnelles de la faune associée

Aucune espèce associée n'a été observée durant les mois de décembre, janvier, février et mars dans les trois stations choisies de Oued El Kissane. Cependant, au mois d'avril, seule la station 02 a enregistré la présence de quelques espèces associées appartenant au Invertebra :à savoir Arachnida et Crustacea et quelques individus de poissons (Actinopterygii), un serpent (Reptilia), une grenouille (Amphibia).

1.2.5. Indice de shannon-weavre des trois stations d'Oued el Kissane

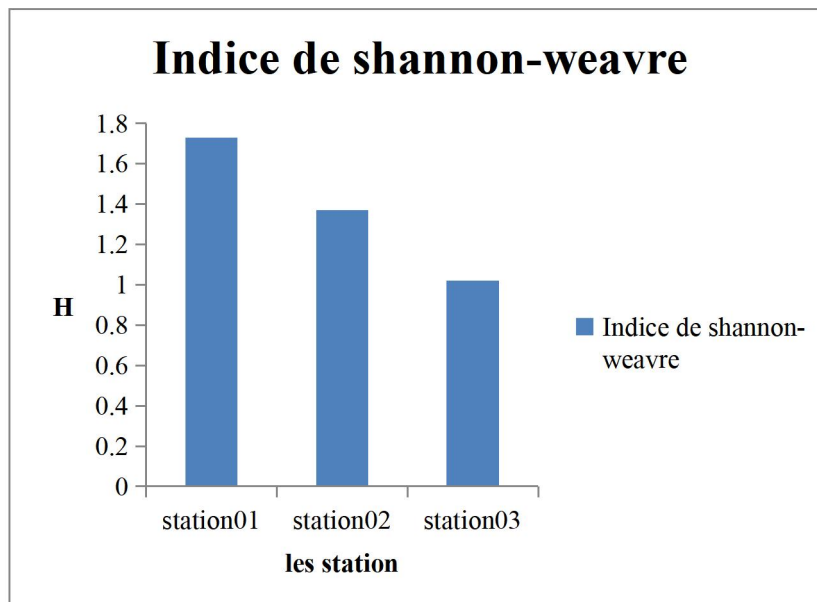


Figure 29. L'histogramme représente les valeurs de l'indice de Shannon (H') calculées pour les trois stations d'échantillonnage

La figure 29, représente l'histogramme représente les valeurs de l'indice de Shannon (H') calculées pour les trois stations d'échantillonnage. Chaque barre verticale correspond à une station, et sa hauteur indique le niveau de diversité spécifique enregistré. La Station 1 affiche la valeur la plus élevée ($H' = 1,73$), suivie par la Station 02 ($H' = 1,37$). La Station 03, quant à elle, présente la valeur la plus faible ($H' = 1,02$).

Le graphique met ainsi en évidence des différences de diversité biologique entre les stations, visualisées clairement par la variation des hauteurs des colonnes.

2. Discussion

L'étude menée dans la région humide de l'Oued el Kissane, à Hammam (wilaya de Khenchela), met en évidence l'interaction complexe entre les paramètres physico-chimiques de l'eau et la diversité des insectes aquatiques ainsi que la faune associée. Entre décembre et avril 2025. Les données montrent une variabilité notable des conditions environnementales influençant la composition et l'abondance des communautés biologiques.

La station 01, située à proximité de Hammam Salihine, reçoit un apport constant d'eau thermale, ce qui se traduit par des températures élevées atteignant 33°C en avril. Ce réchauffement local s'accompagne d'une augmentation progressive de la conductivité électrique et de la salinité, reflétant la richesse en éléments dissous des eaux thermales (**Chapman, 1996 ; Wetzl, 2001**). Ces conditions particulières créent un microhabitat favorable à certaines familles d'insectes aquatiques telles que les Caenidae et Chironomidae, capables de tolérer des conditions physico-chimiques extrêmes.

À l'inverse, la station 3 enregistre les valeurs les plus élevées de conductivité et de salinité, particulièrement en mars, ce qui s'accompagne d'un indice de diversité de Shannon ($H' = 1,02$) relativement faible. Cette faible diversité suggère un environnement plus stressant, où seules quelques espèces adaptées peuvent persister (**Magurran, 2004**).

La station 02 montre un profil plus équilibré avec un indice H' de 1,37, et une répartition plus homogène entre les familles telles que Baetidae et Hydropsychidae, indiquant des conditions physico-chimiques plus stables.

La domination des Ephemeroptera (69,65 %) au sein des communautés d'insectes aquatiques confirme la bonne qualité de l'eau, ces insectes étant des bioindicateurs reconnus d'eaux oxygénées et peu polluées (**Rosenberg & Resh, 1993**). Les présences de Diptera (15,17 %) et Trichoptera (9,32 %) complètent ce tableau écologique, suggérant une diversité fonctionnelle suffisante permettant le maintien de chaînes trophiques complexes (**Tachet et al., 2010**).

Par ailleurs, l'absence quasi totale de faune associée (poissons, amphibiens, reptiles, arachnides les crustacé) durant la majeure partie de la période d'échantillonnage, à l'exception d'avril à la station 02, peut s'expliquer par des conditions environnementales fluctuantes ou par des pressions anthropiques. L'apparition ponctuelle de poissons, d'un serpent, d'une grenouille et d'une araignée reflète une amélioration temporaire des conditions écologiques permettant l'installation de ces groupes (**Dudgeon et al., 2006**).

En comparant globalement nos résultats avec des travaux similaires obtenues dans les différentes régions d'Algérie, nous constatons des points de similitudes concernant l'ordre des Trichoptères, une seule famille échantillonnée dans notre travail est celle des Hydropsychidae ; cette famille est plus abondants dans la station 2, sont typiques des eaux courantes, bien oxygénées. Leur présence indique la stabilité hydrodynamique de la station et une bonne qualité d'eau, car ils filtrent les particules organiques en suspension (**Merritt & Cummins, 1996 ; Tachet et al., 2010**). Celle-ci a été signalée dans les cours d'eau de Kabylie et dans les réseaux hydrographiques rifains (**HAJJI et al., 2013**), ce même résultat a été démontré au lac Tonga au parc National d'el Kala par **Khedimallah & Tadjine (2016)**.

Concernant les Ephemeroptera sont représenté par les familles des Baetidae et les Coenidae. La dominance de la famille Caenidae dans les stations 1 et 3 peut s'expliquer par leur capacité d'adaptation à des eaux calmes, riches en matière organique fine, souvent observées dans les habitats à faible courant et à température élevée. Ces insectes colonisent facilement les substrats fins (limon, vase), ce qui correspond aux conditions observées à la station 1 (**Williams, 2006 ; Tachet et al., 2010**). En revanche, les Baetidae sont bien

représentés surtout à la station 2, caractérisée par un courant modéré et une meilleure oxygénation. Ces conditions sont idéales pour cette famille, qui préfère les eaux bien aérées et à substrat minéral (sable, gravier). Leur abondance indique un bon équilibre écologique (Rosenberg & Resh, 1993 ; Wetzel, 2001). Leur présence dans toutes les stations, notamment à la station 1 (10%), s'explique par leur grande tolérance aux conditions extrêmes, telles que les températures élevées, la faible teneur en oxygène dissous et la pollution organique. Ils jouent un rôle important dans la décomposition de la matière organique (Rosenberg & Resh, 1993)

Les Diptères (Simuliidae & Culicidae) sont plus fréquents dans les zones à courant modéré à fort (Simuliidae) ou stagnantes (Culicidae). Leur présence en pourcentages modérés à la station 2 reflète la variabilité des micro-habitats aquatiques. (Bonada et al., 2006). Ainsi que les Hydrophilidae ; coléoptères semi-aquatiques, sont souvent associés aux eaux riches en débris végétaux. Leur présence dans les stations 1 et 2 peut s'expliquer par l'abondance de matière organique et une faible prédation, (Tachet et al., 2010). Dytiscidae, Pleidae, Tenebrionidae. Ces coléoptères prédateurs ou détritivores sont apparus en très faibles proportions. Cela peut être dû à un manque de substrats adaptés (pierres, plantes aquatiques) ou à une compétition avec d'autres macroinvertébrés (Merritt & Cummins, 1996).

L'ordre des odonates représenté par les Platycnemididae & Gomphidae. Ce résultat a été signalé par Bouhlala (2023), leur faible abondance peut s'expliquer par leur préférence pour des eaux plus claires et plus oxygénées, ainsi que la présence de végétation aquatique, peu développée dans les stations 1 et 3 (Corbet, 1999).

Finalement, cette étude met en lumière la forte influence des paramètres physico-chimiques sur la diversité et la distribution des insectes aquatiques dans l'oued Kissan. La proximité des eaux thermales de Hammam Salihine impacte notablement la station 01, favorisant certaines familles adaptées à ces conditions, tandis que les variations de salinité et conductivité dans les autres stations expliquent les différences de diversité observées. Ces résultats soulignent l'importance d'une gestion durable de ces milieux humides, en tenant compte des particularités locales pour préserver leur biodiversité fragile. Nos Oueds sont soumis à des très fortes perturbations d'origine humaine ; organique, industrielle et/ou urbaine causant la dégradation des habitats et la disparition de la biodiversité.

Conclusion

Conclusion

Conclusion générale

Notre étude durant la période de décembre 2024 à avril 2025 au niveau de l'oued El Kissane (El Hamma, wilaya de Khenchela) avait pour objectif d'évaluer la diversité des insectes aquatiques et de la faune associée, tout en tenant compte des facteurs environnementaux influençant la structure et le fonctionnement des trois stations échantillonnées.

Nous avons récolté un total de 547 individus, appartenant à 6 ordres et 12 familles. La composition des peuplements révèle une forte dominance des Éphéméroptères avec 69,65 % (381 individus), suivis des Diptères (15,17 %), des Trichoptères (9,32 %), des Odonates (4,02 %), des Coléoptères (1,46 %) et enfin des Hémiptères (0,36 %), qui représentent l'ordre le moins abondant.

Concernant la faune associée, des espèces appartenant aux arthropodes (Arachnides), aux vertébrés (poissons, amphibiens et reptiles) ont été observées exclusivement à la station 02 durant le mois d'avril.

La richesse taxonomique varie entre les stations, la station 01 présentant la diversité la plus élevée. Cette situation s'explique par plusieurs facteurs tels que la température plus élevée de l'eau due aux rejets thermaux, la présence de végétation aquatique, ainsi qu'une meilleure adaptation des communautés aux conditions physico-chimiques locales.

Les résultats suggèrent que les facteurs physico-chimiques, notamment la température et la conductivité, influencent fortement la composition faunistique observée.

La dominance des Éphéméroptères et Trichoptères témoigne d'une qualité d'eau globalement favorable, ces groupes étant reconnus comme bioindicateurs de bon état écologique. Ainsi, même un petit cours d'eau comme l'oued El Kissane peut révéler une richesse biologique insoupçonnée lorsqu'on lui accorde une attention scientifique rigoureuse.

Ce travail contribue à une meilleure compréhension écologique de l'oued El Kissane, un site à la fois d'intérêt écologique et thermal pour la région de El Hamma. Il pose également les bases pour de futures recherches plus approfondies sur les écosystèmes aquatiques de la région.

Conclusion

Références
bibliographiques

Références bibliographiques

Allan, J. D., & Castillo, M. M. (2007). *Écologie des cours d'eau : structure et fonction des eaux courantes* (2e éd.). Springer Science & Business Media.

Arbaoui, Z., & Ayadi, C. (2024). *Contribution à l'étude des insectes aquatiques d'Oued Taghrist dans la région de Yabous de la wilaya de Khenchela* (Mémoire de Master non publié, Université Abbes Laghrour, Khenchela, Algérie, 70 pages).

Aoues, A., Ghomrassi, H., & Hemida, C. (2022). *Étude bioécologique des odonates d'Oued El Hamma - Khenchela* (Mémoire de Master académique, Université de Khenchela, Algérie), page 96

Ballais, J. L. (1981). *Recherches géomorphologiques dans les Aurès (Algérie)* (Thèse de doctorat, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne).

Battin, T., Kaplan, L. A., Newbold, J. D., & Hansen, C. M. (2003). Contributions des biofilms microbiens aux processus écosystémiques dans les mésocosmes des cours d'eau. *Nature*, 426(6965), 439–442. <https://doi.org/10.1038/nature02152>

Benmouffok, L., & Gagneur, J. (2009). Diversité des macroinvertébrés benthiques dans un oued tempéré d'Algérie et relations avec les paramètres environnementaux. *Science et Technologie*, 30, 33–40.

Bonada, N., Prat, N., Resh, V. H., & Statzner, B. (2006). Développements en matière de biosurveillance des insectes aquatiques : une analyse comparative des approches récentes. *Annual Review of Entomology*, 51, 495–523. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.150124>

Bouchard, R. W. (2004). *Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest* (208 p.). Water Resources Center, University of Minnesota.

Bouhlala, K. (2023). *Etude Descriptive des Zygoptères (Insecta : Odonata) de la région de Khenchela*. Mémoire de Master en biologie et contrôle des polulation d'insectes. Université Abbes Laghrour Khenchela, 59 pp.

Boukhechem, R. (2010). *Rapport sur le projet maghrébin de coopération avec le CRDI / Canada*. Institut National de Recherche Forestière (INRF), Algérie.

Références bibliographiques

Bourgougnon, N., & Gervois, A. (2021). *Les algues marines : biologie, écologie et utilisation*. Éditions Ellipses.

Bouzidi, A., Samraoui, B., & Hocine, H. (2018). Composition et distribution des macroinvertébrés benthiques dans la vallée de l'oued Tafna (Algérie occidentale). *Ecologia Mediterranea*, 44(1), 39–50.

Chambers, P. A., Lacoul, P., Murphy, K. J., & Thomaz, S. M. (2008). Diversité mondiale des macrophytes aquatiques en eau douce. *Hydrobiologia*, 595, 9–26. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9009-4>

Cheriet, B., & Mellak, S. (2020). *Contribution à l'étude des macrosinvertébrés aquatiques dans la région de Tébessa (Hammamet, Morsott, Bir-Ater, Bir-Moukadem)* (Mémoire de Master non publié, Université Larbi Tebessi, Tébessa, Algérie, 45 pages).

Delartigue, R. J. F. (1904). *Monographie de l'Aurès*. Imprimerie à vapeur Marie Audrino.

Dudgeon, D., Arthington, A. H., Gessner, M. O., Kawabata, Z.-I., Knowler, D. J., Lévêque, C., & Sullivan, C. A. (2006). Biodiversité d'eau douce : importance, menaces, état et défis de conservation. *Biological Reviews*, 81(2), 163–182. <https://doi.org/10.1017/S1464793105006950>

Findlay, S. E. G. (2010). *Écologie microbienne des cours d'eau*. *Journal of the North American Benthological Society*, 29(1), 170–181. <https://doi.org/10.1899/08-061.1>

Fouillet, M. (2019). *Dossier pédagogique – La biodiversité aquatique* (36 p.). Office International de l'Eau (OIEau). <https://www.oieau.fr/eaudoc/notice/Dossier-p%C3%A9dagogique-%E2%80%93-La-biodiversit%C3%A9-aquatique>.

Gagnieur J., Thomas, AGB., (1988). Contribution à la connaissance des Ephéméroptères d'Algérie. *Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse*, 124 ; 213-223.

Gasmi, B., Malbi, L., Djaidja, H., Nouidjem, Y., & Bensaci, E. (2014). Statut de protection et de conservation des oiseaux d'eau dans les zones humides des Hauts Plateaux centraux d'Algérie. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Vie*, 36, 41–50.

Références bibliographiques

Gharbi, M., & Seridi, N. E. H. (2018). *Initiation à l'identification des macroinvertébrés d'Oued Bouhamdane* (Mémoire de Master, Université 8 Mai 1945 Guelma, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 66 pages). Université de Guelma.

Grosselet, O., Bartheau, F., Dusoulier, F., & Gouret, L. (2001). *Guide de détermination des amphibiens et des reptiles du Massif armoricain*. Association De Mare en Mare.

Hajji, K., El Alami, M., Bonada I Caparrós, N. & Zamora-Munoz, C. (2013). Contribution à la connaissance des Trichoptères (Trichoptera) du Rif (Nord du Maroc). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 37 (3-4), 181-216.

Khedimallah, R. & Tadjine (2016) Contribution À La Connaissance Des Macroinvertébrés de L'écosystème Lacustre : Lac Tonga Au Parc National D'el Kala Bull. Soc. zool. Fr., , 141(3) : 121-140.

Lévêque, C. (1996). *Biodiversité des eaux continentales*. Rapport Sur La Science Et La Technologie No 25 Animateur : Ghislain de Marsily. Éditions EDP Sciences, 356 PP.

Madigan, M. T., Bender, K. S., Buckley, D. H., Sattley, W. M., & Stahl, D. A. (2017). *Brock biology of microorganisms* (15th ed.). Pearson Education.

Malmqvist, B., & Rundle, S. (2002). *Menaces pour les écosystèmes d'eau courante du monde*. *Environmental Conservation*, 29(2), 134–153.
<https://doi.org/10.1017/S0376892902000097>

Merritt, R. W., & Cummins, K. W. (2008). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America* (4th ed.). Kendall/Hunt Publishing Company..

Merritt, R. W., Cummins, K. W., & Berg, M. B. (2008). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America* (4th ed., 1158 p.). Kendall/Hunt Publishing Company.

Moisan, J. (2010). *Écologie des rivières* (384 p.). Éditions TEC & DOC.

Nelson, J. S., Grande, T. C., & Wilson, M. V. H. (2016). *Fishes of the world* (5th ed.). Wiley.

Pidwirny, M. (2018). *Écosystèmes aquatiques : importance et fonctions*. Dans *Encyclopédie des sciences de la Terre*. Retrieved from <https://www.eoearth.org>

Références bibliographiques

Resh, V. H. (2008). Le rôle des insectes aquatiques dans les écosystèmes d'eau douce. *BioScience*, 58(9), 737–746. <https://doi.org/10.1641/B580908>

Rosenberg, D. M., & Resh, V. H. (1993). *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Springer.

Sculthorpe, C. D. (1967). *The biology of aquatic vascular plants*. Edward Arnold Ltd.

Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., & Usseglio-Polatera, P. (2010). *Invertébrés d'eau douce: systématique, biologie, écologie* (2e éd., 588 p.). CNRS Éditions.

Sitographies

1. https://interieur.gov.dz/Monographie/article_detail.php?lien=604&wilaya=40 consulté le 07.04.2025
- 1- <https://www.cmap.comersis.com/carte.php?carte=cm1o3azaf78&lang=gb>. consulter le 07.04.2025
- 2- www.aquaportail.com consulter le 25/01/2025
- 3- (AquaPortail, « Eaux courantes, » www.aquaportail.com 25/01/2025
- 4- <https://www.aquaportail.com/dictionnaire/definition/6826/ruisseau> consulté le 1/05/2025.