

Popular Democratic Republic of Algeria
Ministry of High Education and Scientific Research
Abbes Laghrour 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 :

BOUTOBBA Sabrina

Thème

**Contribution à l'étude de la diversité des insectes
aquatiques dans la région de Tamza, wilaya de Khenchela**

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

Mme. DJEMIL Randa

MCA, Université Abbas Laghrour – Khenchela, Président

Mme. BOUAKKAZ Amel

MCA, Université Abbas Laghrour – Khenchela, Encadreur

Mr. BADIS Mehdi

MCB, Université Abbas Laghrour – Khenchela, Examineur

Année Universitaire 2024/2025

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Résumé

Résumé

Contribution à l'étude de la diversité des insectes aquatiques dans la région de Tamza, wilaya de Khenchela

Cette étude présente les données préliminaires sur les insectes aquatiques de l'oued Djemri, situé dans la région de Tamza de la wilaya de Khenchela.

L'objectif principal de notre étude consiste à analyser la diversité et la répartition des insectes aquatiques et de leurs groupes dans la zone étudiée. Les résultats affichés dans cette région expriment l'existence de 6 ordres appartenant à 17 familles avec 738 individus. Le peuplement est composé essentiellement des Éphéméroptères avec un pourcentage de 44,85 % (331 individus) ; par la suite, ce sont les Diptères notés par un taux de 26,29 % (194 individus) ; puis les Trichoptères avec 10,98 % (81 individus) ; suivis par les Coléoptères (73 individus) avec un taux de 9,89 %, et les Hémiptères (57 individus) avec un pourcentage de 7,99 %. Enfin, l'ordre des Odonates (0,27 %), présent par une seule famille avec un effectif de deux individus.

L'analyse de la variation des indices écologiques nous a permis de mettre en évidence la présence d'une richesse faunistique importante. De plus, le calcul de la richesse spécifique, des indices de diversité de Shannon et de l'Equitabilité montre que la zone étudiée regroupe une faune diversifiée et équilibrée. D'après ces résultats, on peut indiquer que la région de Khenchela est une zone diversifiée et peu étudiée en Algérie.

Mots clés : insectes aquatiques, la diversité, oued Djemri, Tamza, wilaya de Khenchela.

Abstract

Abstract

Contribution to the Study of Aquatic Insect Diversity in the Tamza Region, Khenchela Province

This study presents preliminary data on aquatic insects in Oued Djemri, located in the Tamza region of the Khenchela wilaya.

The main objective of our study is to analyze the diversity and distribution of aquatic insects and their taxonomic groups in the investigated area. The results reveal the presence of 6 orders comprising 17 families and a total of 738 individuals. The population is mainly composed of Ephemeroptera, representing 44.85% (331 individuals); followed by Diptera with 26.29% (194 individuals); then Trichoptera with 10.98% (81 individuals); Coleoptera with 9.89% (73 individuals); and Hemiptera with 7.99% (57 individuals). Finally, Odonata represent only 0.27%, with one family and two individuals recorded.

Analysis of the variation in ecological indices has enabled us to highlight the presence of significant faunal richness. In addition, calculations of species richness, Shannon diversity indices and equitability show that the area studied has a diverse and balanced fauna. These results suggest that the Khenchela region is a diverse and little-studied area in Algeria.

Keywords: aquatic insects, diversity, Oued Djemri, Tamza, Khenchela Province.

المساهمة في دراسة تنوع الحشرات المائية في منطقة طامزة، ولاية خنشلة

تقدم هذه الدراسة بيانات أولية عن الحشرات المائية في وادي جمري الواقع في منطقة طامزة بولاية خنشلة. يتمثل الهدف الرئيسي من هذه الدراسة في تحليل تنوع الحشرات المائية وتوزيع مجموعاتها في المنطقة المدروسة. أظهرت النتائج وجود 6 رتب تضم 17 عائلة بإجمالي 738 فردًا. يتكوّن المجتمع الحيواني بشكل أساسي من رتبة الذبابتات ذات الأجنحة المؤقتة (الإيفيميروبتيرا) بنسبة 44.85% (331 فردًا)، تليها رتبة الذبابتات (الدبتيرا) بنسبة 26.29% (194 فردًا)، ثم رتبة الذباب الشعري (التريكوبتيرا) بنسبة 10.98% (81 فردًا)، تليها الخنافس (الكوليوبتيرا) بنسبة 9.89% (73 فردًا)، ثم الحشرات نصفية الأجنحة (الهيميبتيرا) بنسبة 7.99% (57 فردًا). وأخيرًا، سجلت رتبة اليعاسيب (الأودوناتا) بنسبة 0.27%، ممثلة بعائلة واحدة وفردين فقط.

مكننا تحليل التباين في المؤشرات البيئية من تسليط الضوء على وجود ثروة حيوانية كبيرة. بالإضافة إلى ذلك، يُظهر حساب ثراء الأنواع ومؤشرات شانون للتنوع والتكافؤ أن المنطقة المدروسة تحتوي على حيوانات متنوعة ومتوازنة. بناءً على هذه النتائج، يمكننا القول إن منطقة خنشلة منطقة متنوعة وقليلة الدراسة في الجزائر.

الكلمات المفتاحية: الحشرات المائية، التنوع، وادي جمري، تامزة، ولاية خنشلة.

Remerciements

Avant tout, je remercie ALLAH, qui j'ai donné le courage, la volonté et la patience pour réaliser ce travail.

Mes vives gratitude vont également à Dr. DJEMIL Randa Maître de conférences à l'Université Abbés Laghrour Khenchela, qui nous a fait l'honneur d'accepter de présider le jury de ce mémoire.

Mon remerciement et ma reconnaissance vont à Dr. BADIS Mehdi Maître de conférences à l'Université Abbés Laghrour Khenchela, je suis très reconnaissante d'avoir accepté d'examiner ce travail et de l'enrichir par vos remarques et propositions.

Je remercie mon encadrante Madame DR: BOUAKKAZ Amel, pour ses précieux conseils. Je la remercie de m'avoir encadrée, orientée, aidée et conseillée pour réaliser ce travail de fin d'études et sa disponibilité et la richesse de ses conseils tout au long de ce travail.

De vifs remerciements au Dr. Kellil Hadia Maître de conférences à l'Université Abbés Laghrour Khenchela de nous avoir aidés à mener à bien ce travail.

Mes reconnaissances vont à toute l'équipe du Laboratoire pour leur aide.

Ma mère et mon grand frère qui par leurs prières et leurs encouragements, on a pu surmonter tous les obstacles.

Enfin, je remercie tous les gens qui nous ont aidés et soutenus dans ce travail de fin d'études, nous tenons à leur présenter mes sincères remerciements, mon respect et ma gratitude.

Dédicace

À mes plus grands soutiens et sources d'inspiration, je dédie ce travail avec tout mon amour et ma reconnaissance infinie.

À ma mère qui a toujours été mon port d'attachement et ma boussole, merci pour ton amour inconditionnel, ton dévouement et ton soutien inébranlable. Tu as été la lumière qui a éclairé mon chemin dans les moments sombres et tu as toujours cru en moi, même lorsque je doutais.

À mon père, j'ai atteint la promesse tant attendue, mais sans toi. Comme j'aurais souhaité que tu voies le jour de ma remise de diplôme, que tu me voies debout devant mes enseignants, pour que tu puisses voir ma fierté et que je puisse te serrer dans mes bras ce jour-là. Mais le destin a devancé ma joie. Que Dieu ait ton âme, mon père.

À mes frères Salim et Hamza qu'à ma seule sœur adorée Souha qui sont aussi mes meilleures amies, merci pour votre soutien constant, votre humour contagieux et votre présence réconfortante. Vous êtes ma source de joie et de bonheur, et je suis fière de vous avoir dans ma vie.

À mes nièces mes princesses Dihya et Lilia qui ont rempli ma vie de tant de bonheur et de joie.

À ma très chère amie surtout Samiha et Amina et chahra qui ont été mes piliers dans les moments difficiles et mes partenaires de fête dans les moments de joie, merci pour votre amitié sincère, votre soutien sans faille et votre amour inconditionnel

Enfin, à mes collègues Assia et douâa, Khouloud, Fattoum, Rima, Chaima, Khadidja qui sont devenues des amies chères et des collaborateurs talentueux, merci pour votre collaboration fructueuse et notre amitié.

Vous avez été une source d'inspiration et de motivation pour moi tout au long de ce parcours.

Au-delà des noms cités, il existe un cercle précieux de personnes qui ont joué un rôle significatif dans mon parcours.

Je vous exprime ma reconnaissance pour votre présence et votre soutien, qui ont marqué positivement ma vie

Sabrina

Table des matières

Table des matières

Table des matières	
Liste des figures.....	I
Liste des tableaux	II
Liste des Photographies.....	III
Liste des abréviations	IV
Introduction	1
<i>Chapitre I : Généralités sur les insectes aquatiques</i>	
I.Généralités sur les insectes aquatiques.....	3
I.1. Définition.....	3
I.2. Morphologie	3
I.3. Répartition et alimentation	4
I.4. Type de Cycle de développement.....	5
I.5. Respiration des insectes.....	6
I.6. Les habitats	7
I.7. Cycle de vie	8
I.7.1. Insectes qui vivent une partie de leur vie dans l'eau	8
I.7.2. Insectes qui vivent toute leur vie dans l'eau.....	9
I.8. Importance Ecologique des insectes aquatiques.....	9
I.8.1. Bio-indicateurs de la qualité de l'eau.....	9
I.8.2. Rôle dans les chaînes alimentaires.....	10
I.8.3. Contribution aux cycles biogéochimiques	10
I.8.4. Maintien de la biodiversité.....	10
I.8.5. Services écosystémiques	10
I.9. Présentation de quelques groupes de macro-invertébrés.....	11

Table des matières

1.9.1. Les éphéméroptères.....	11
I.9.2. Trichoptères (également appelés PHRYGANES)	12
I.9.3. Les hémiptères	13
I.9.4. Les plécoptères.....	14
I.9.5. Les odonates.....	15
I.9.6 Les coléoptères.....	16
I.9.7. Les diptères	17
<i>Chapitre II : Matériel et Méthodes</i>	
II.Matériel et méthodes.....	19
II.1. Situation géographique de la wilaya de Khenchela	19
II.1.1. Hydrographie	20
II.1.2. Facteur abiotique	21
II.1.2. Situation géographique de la région de Tamza	21
II.2. Les Facteurs climatiques	22
II.2.1. La relation températures et précipitations	23
II.3. Matériel expérimental	25
II.4. Méthodes d'études	26
I.4.1. Sur le terrain.....	26
II.4.2. Au laboratoire	29
II.5. Analyse des données	30
II.5. 1. Quelques caractéristiques des espèces qui constituent un peuplement	30
<i>Chapitre III : Résultats et Discussion</i>	
III.1. Résultats et Discussion	32
III.1.1. Etude de la faune aquatique	32
III.1.2. Les Éphéméroptères.....	32
III.1.3. Les Diptères	33
III.1.4. Les Trichoptères	34

Table des matières

III.1.5. Les Coléoptères.....	35
III.1.6. Les Hémiptères	35
III.1.7. Les Odonates.....	36
III.2. Diversités stationnaires des insectes aquatiques.....	36
III.2.1. Familles des insectes aquatiques échantillonnés dans la zone d'étude.....	36
III.2.2. Les insectes échantillonnés au niveau de la première station	37
III.2.3. Les insectes échantillonnés au niveau de la deuxième station.....	38
III.2.4. Les insectes échantillonnés au niveau de la troisième station	39
III.2.5. Les insectes échantillonnés au niveau de la quatrième station	40
III.2.6. Les insectes échantillonnés au niveau de la cinquième station.....	41
III.3. Fréquence d'occurrence (C %).....	42
III.4. Exploitation des résultats par les indices de la diversité	43
III.4.1. La richesse spécifique	43
III.4.2. Indices de Shannon	44
III.4.3. L'équitabilité (Equirépartition).....	44
III.5. Discussion.....	45
Conclusion générale	49
Références bibliographiques.....	51
Annexes	

Liste des figures

Liste des figures

Figure 1: Vue latérale d'insecte adulte	4
Figure 2: La différence clé entre un holométabole et un hémimétabole	6
Figure 3: Cycle de vie des trichoptères	9
Figure 4: larve d'éphéméroptère	12
Figure 5: Larve de Trichoptère	13
Figure 6: Morphologie d'Hémiptères	14
Figure 7 : Morphologie de plécoptère (vue dorso-ventrale)	15
Figure 8 : Morphologie générale des principaux groupes taxonomiques de libellules	16
Figure 9 : Les coléoptères (Adulte et larve)	17
Figure 10: Différentes formes des larves des diptères.....	18
Figure 11. Situation géographique de la Wilaya de Khenchela	19
Figure 12 : Réseau hydrographique de la wilaya de Khenchela	20
Figure 13: Présentation de la zone d'étude avec les points d'échantillonnage (Google Earth)	22
Figure 14 : Diagramme ombrothermique de Gaussen (2006- 2018).....	23
Figure 15 : Climagramme d'EMBERGER pour la région d'étude "Khenchela" (2006-2018)	24
Figure 16. Répartition quantitative des insectes aquatiques récoltés au niveau des cinq stations d'Oued Djemri dans la région de Tamza, wilaya de khenchela.....	32
Figure 17. Pourcentage de différentes familles des Ephéméroptères échantillonnées au niveau de cinq stations de d'Oued Djemri dans la région de Tamza, wilaya de khenchela	33
Figure 18. Pourcentage de différentes familles des Diptères échantillonnés au niveau de cinq stations de d'Oued Djemri dans la région de Tamza, wilaya de khenchela	34
Figure 19 : Pourcentage de différentes familles des Trichoptères échantillonnés au niveau de cinq stations de d'Oued Djemri dans la région de Tamza, wilaya de khenchela	34
Figure 20 : Pourcentage de différentes familles des Coléoptères échantillonnés au niveau de cinq stations de d'Oued Djemri dans la région de Tamza, wilaya de khenchela	35
Figure 21 : Pourcentage de différentes familles des Hémiptères échantillonnés au niveau de cinq stations de d'oued djemri dans la région de Tamza, wilaya de khenchela.....	36
Figure 22 : Pourcentage de différentes familles des Odonates échantillonnés au niveau de cinq stations de d'Oued Djemri dans la région de Tamza, wilaya de khenchela	36

Liste des figures

Figure 23 : Pourcentage des différentes familles échantillonnées au niveau les cinq stations d'échantillonnage d'Oued Djemri, région de Tamza, wilaya de khenchel	37
Figure 24 : Pourcentage des différentes familles échantillonnées au niveau de la première station d'Oued Djemri la région de Tamza, wilaya de khenchela.....	38
Figure 25: Pourcentage des différentes familles échantillonnées au niveau de la deuxième station d'Oued Djemri la région de Tamza, wilaya de khenchela.....	39
Figure 26 : Pourcentage des différentes familles échantillonnées au niveau de la troisième station d'Oued Djemri la région de Tamza, wilaya de khenchela.....	40
Figure 27 : Pourcentage des différentes familles échantillonnées au niveau de la quatrième station d'Oued Djemri la région de Tamza, wilaya de khenchela.....	41
Figure 28 : Pourcentage des différentes familles échantillonnées au niveau de la cinquième station d'Oued Djemri la région de Tamza, wilaya de khenchela.....	42
Figure 29 : La richesse spécifique de la faune aquatique de l'oued Djemri dans la région de Tamza, wilaya de khenchela.....	43
Figure 30: Variation de l'indice de diversité et l'équitabilité de la faune récoltée dans la zone d'étude.....	44

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau 1: Distribution des étages bioclimatiques du site d'étude selon l'altitude et les conditions climatiques locales	25
Tableau 2: Caractéristiques des lieux de prélèvement des échantillons.....	27
Tableau 3 : Dates des sorties réalisées lors de la période d'échantillonnage au niveau des cinq stations d'oued Djemri.....	27
Tableau 4 : Présentation des résultats de fréquence d'apparition ou indice de constance au niveau de la zone d'étude.	42

Liste des Photographies

Liste des Photographies

Photographie 1 : Le matériel utilisé au laboratoire.....	26
Photographie 2 : Stations d'échantillonnage	28
Photographie 3 : Méthode d'échantillonnage sur terrain.....	29
Photographie 4 : L'identification des espèces.....	29

Liste des abréviations

Liste des abréviations

A : L'abondance

°C : Degré Celsius

C : Fréquence d'occurrence

E : indice de l'Équitabilité

E : Est

H' : indice de biodiversité de Shannon

Log : logarithme népérien

M : La moyenne des maximas

m : La moyenne des minima

Max : Maximum

Min : Minimum

Mm : Millimètre

Moy : Moyenne

n_i : Le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

N : Nord

P : Pluviométrie

% : Pourcentage

S : la richesse spécifique

Introduction

Introduction

La biodiversité désigne l'ensemble de la diversité des organismes vivants, des communautés biologiques et des processus écologiques présents sur une zone donnée (**Aubertin, 2012**). Elle joue un rôle fondamental dans la stabilité des écosystèmes, grâce aux nombreuses interactions entre les espèces qui les constituent (**Blondel, 1982**).

Dans les écosystèmes aquatiques, l'évaluation de la qualité écologique des cours d'eau repose actuellement sur quatre compartiments biologiques définis par la réglementation : les diatomées, les macrophytes, les poissons et les macro-invertébrés benthiques (**Djamai, 2020**). Ces derniers ont fait l'objet de nombreuses recherches et sont largement reconnus comme d'excellents indicateurs de l'état de santé des écosystèmes aquatiques (**Resh, 1995 ; Tachet *et al.*, 2006 ; Moisan et Pelletier, 2008 ; Tchatcho, 2014**).

Les macro-invertébrés sont des êtres vivants sans colonne vertébrale que l'on peut observer à l'œil nu. Selon **Lee *et al.*, (2006)**, les insectes aquatiques constituent près de 95% des macro-invertébrés que l'on trouve dans les zones lotiques. Cette catégorie comprend les larves d'insectes aquatiques, certains insectes aquatiques adultes, les crustacés, les mollusques et les vers. Cette catégorie d'organismes comprend plusieurs ordres d'insectes aquatiques majeurs : Éphémères, Plécoptères, Trichoptères, Diptères, Coléoptères, Mégaloptères, Hémiptères, Odonates et Lépidoptères (**Gagnon et Pedneau, 2006**).

Les insectes aquatiques occupent une place fondamentale dans les écosystèmes tant aquatiques que terrestres. Ces organismes, qui vivent entièrement ou partiellement dans l'eau, englobent une variété remarquable d'espèces appartenant à divers ordres, tels que les Éphéméroptères, les Plécoptères et les Trichoptères. Leur présence est indispensable non seulement pour préserver la biodiversité, mais également pour assurer le bon fonctionnement des chaînes alimentaires dans les milieux aquatiques (**Tachet *et al.*, 2010**).

L'avancement de nos connaissances en matière d'écologie et de biologie des insectes aquatiques est crucial pour approfondir notre compréhension de leurs contributions à la qualité de l'eau, à l'écologie des maladies, en tant qu'indicateurs du changement climatique, de la biodiversité, ainsi que de la structure des communautés et du fonctionnement des écosystèmes (**Scott & John, 2021**).

Au cours du dernier siècle, des progrès significatifs ont été réalisés dans la recherche sur ces insectes, ce qui a permis d'enrichir notre compréhension de leur diversité, de leur cycle de vie, de leur potentiel en tant que substituts des attributs des écosystèmes, ainsi que de la dynamique énergétique des écosystèmes (**Scott & John, 2021**).

Les écosystèmes aquatiques en Algérie présentent une grande diversité de milieux, tous marqués par la présence permanente de l'eau, qu'elle soit douce ou salée, vive ou stagnante. Les écosystèmes d'eau douce se répartissent en deux grandes catégories : les écosystèmes lentiques et lotiques. Les milieux lentiques, caractérisés par une eau stagnante, se différencient selon leur taille et leur profondeur, et incluent notamment les mares, les étangs et les lacs. Bien qu'ils soient parfois alimentés par des affluents ou reliés à des confluents, ces systèmes restent relativement fermés, à la différence des milieux d'eaux courantes (**Blondel, 1982**).

Le but de notre travail est l'étude la diversité des insectes aquatiques présents dans la région de Tamza, située dans la wilaya de Khenchela, d'analyser les différents groupes taxonomiques auxquels ils appartiennent, afin de mieux comprendre leur répartition, leur écologie et leur rôle dans cet écosystème spécifique.

Cette étude est divisée en trois chapitres :

- Un premier chapitre présente une revue bibliographique sur les insectes aquatiques.
- Un second chapitre est consacré à la description générale de la région d'étude, aux matériel et méthodes employés pour la réalisation de ce travail.
- Un troisième chapitre expose les résultats avec une discussion des résultats obtenus.

Et enfin, le manuscrit sera achevé par une conclusion.

*Chapitre I : Généralités
sur les insectes aquatiques*

I. Généralités sur les insectes aquatiques

I.1. Définition

On désigne sous le terme « macro-invertébré » les invertébrés aquatiques visibles sans équipement optique. En termes pratiques, ces animaux sont ceux capturés dans des filets ayant une maille de 200 à 500 μm (**Rosenberg & Resh, 1993**). Les macro-invertébrés sont présents dans tous les environnements aquatiques d'eau douce, même s'ils sont peu nombreux dans la zone pélagique des lacs. En revanche, dans les autres zones d'eau douce, de la région benthique des plans d'eau permanents aux mares temporaires, en passant par les ruisseaux intermittents et les plaines inondables des grands fleuves, on observe la formation de communautés significatives de macro-invertébrés (**Lalonde & Downing, 1992**).

La majorité des insectes d'eau traversent une phase immature aquatique avant de devenir adultes sur terre (comme les éphémères, odonates, plécoptères, trichoptères et mégaloptères). Même lorsque la larve et l'adulte vivent dans l'eau, l'adulte a souvent la capacité de quitter cette dernière et/ou le stade nymphal est terrestre. Dans quelques cas exceptionnels, la larve vit sur terre tandis que l'adulte évolue dans l'eau (comme c'est le cas chez Dryopidae). Par ailleurs, un nombre d'espèces prises en compte sont semi-aquatiques et se trouvent uniquement en association avec la végétation aquatique et subaquatique, à la surface de l'eau ou sur les bords des milieux aquatiques (**Bouchard, 2004**).

On fait souvent appel aux macro-invertébrés en tant qu'indicateurs biologiques pour comprendre l'effet des modifications des propriétés de l'environnement et les stratégies écologiques mises en place par diverses espèces pour restituer certaines de ces propriétés (**Lounaci, 2011**).

I.2. Morphologie

Le mot insecte vient du latin « Insectum » qui veut dire « coupé en sections ». Les insectes font partis des Invertébrés et des Arthropodes. Les Arthropodes sont des animaux constitués :

1. Un exosquelette segmenté et articulé en chitine (formé de plaques nommées sclérites), cette caractéristique qui les distingue des Invertébrés, contrairement aux vertébrés qui ont un squelette interne tels que les poissons, les oiseaux ou encore les mammifères. Dans le cas des insectes, cet exosquelette est désigné sous le nom de cuticule. (**Site 1**)

2. Ils présentent une symétrie bilatérale (symétrie gauche/droite), et un système nerveux central situé à la face ventrale, contrairement aux vertébrés dotés d'un système nerveux central dorsal (colonne vertébrale) (**Site 1**).
3. Possédant un système nerveux central situé ventralement, à l'opposé des vertébrés qui ont un système nerveux central dorsal (présent dans la colonne vertébrale), et aussi d'un système « cardiaque » en position dorsale (**Site 1**).
4. D'un système « cardiaque » en position dorsal, Outre les Arthropodes, le groupe des Invertébrés comprend aussi l'Ordre des Mollusques (comme les moules et le poulpe), les Crustacés (par exemple, les crabes et les crevettes), les Arachnides (tels que les araignées, les scorpions et les mille-pattes) ainsi que les Echinodermes (comme les oursins et les étoiles de mer), entre autres (voir illustration) (**Site 1**).

Un insecte est défini et décrit morphologiquement par un corps formé de (Fig. 1) :

- 3 parties principales : tête – thorax – abdomen
- 3 paires de pattes (antérieures, médianes et postérieures)
- D'yeux composés (ou ommatidies)
- D'une paire d'antennes sur la tête (**Site 1**).

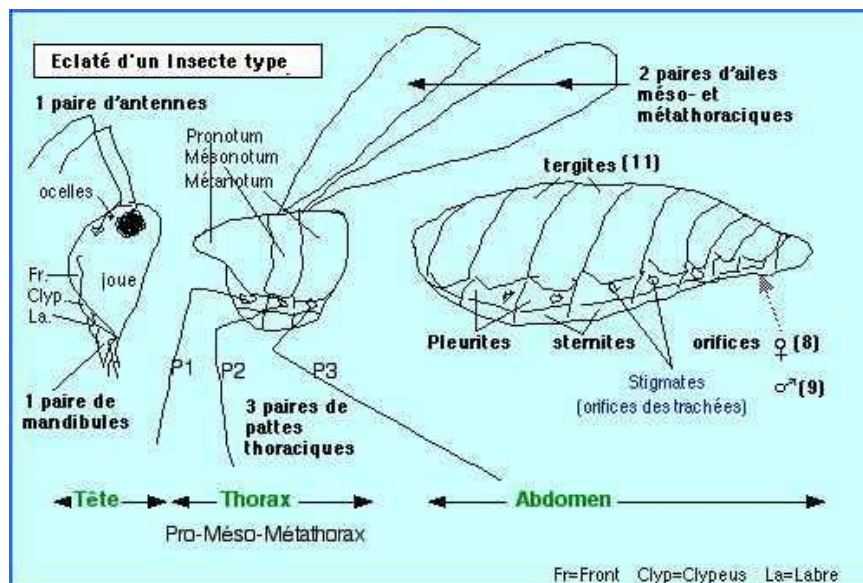


Figure 1: Vue latérale d'insecte adulte (Site 2)

I.3. Répartition et alimentation

Les insectes aquatiques possèdent une vaste gamme d'adaptations morphologiques, physiologiques et comportementales qui leur confèrent la capacité de vivre dans presque

tous les types de milieux aquatiques. Les insectes se trouvent dans les mares, les étangs, les ruisseaux et les rivières (**Mebarki & Oumeddour, 2013**).

Les modes de vie des insectes d'eau présentent une grande diversité. Il y en a qui, comme les gerris, passent une grande partie de leur vie dans l'eau (**Mebarki & Oumeddour, 2013**) d'autres étant aquatiques durant leur stade larvaire, mais au stade adulte, ils deviennent terrestres et ont la capacité de voler, tels que les libellules ou les moustiques (**Mebarki & Oumeddour, 2013**).

De plus, les pratiques alimentaires varient grandement. Il existe des organismes qui se nourrissent de bactéries et de petites particules présentes dans l'eau, tels que les larves de moustiques (Détritivores), tandis que d'autres préfèrent consommer des plantes aquatiques (Herbivores), comme les Coléoptères et Hydrophilidae (**Mebarki & Oumeddour, 2013**).

Les insectes aquatiques ont beaucoup de prédateurs, ils sont mangés par différents poissons carnivores, comme les truites, qui peuvent se rassasier aux dépens des insectes emportés par le courant dans les cours d'eau, et parfois, par des oiseaux tels que le héron ou le canard les consomment. Il arrive parfois que l'Homme utilise des insectes dans diverses activités. L'utilisation d'appâts vivants dans la pêche à la mouche implique l'emploi de phryganes adultes (**Mebarki & Oumeddour, 2013**).

I.4. Type de Cycle de développement

Il y a deux formes de cycles de vie ou métamorphoses chez les insectes aquatiques. Le premier est une métamorphose hémimétabolique ou incomplète (hétérométabole). Les ordres qui subissent cette métamorphose incomplète comprennent les éphéméroptères, les plécoptères et les odonates. Dans ces cas, la transformation se fait de l'œuf à la larve (nymphe), puis vers l'adulte sans stade pupal, et les nymphes ont une forte ressemblance avec les adultes. La seconde forme de métamorphose est holométabolique, c'est-à-dire qu'elle comprend une transformation complète (holométabole) avec un stade pupal, comme c'est le cas pour les Trichoptères, les Coléoptères, les Mégaloptères et les Diptères (**Charabidzé & Bourel, 2007**).

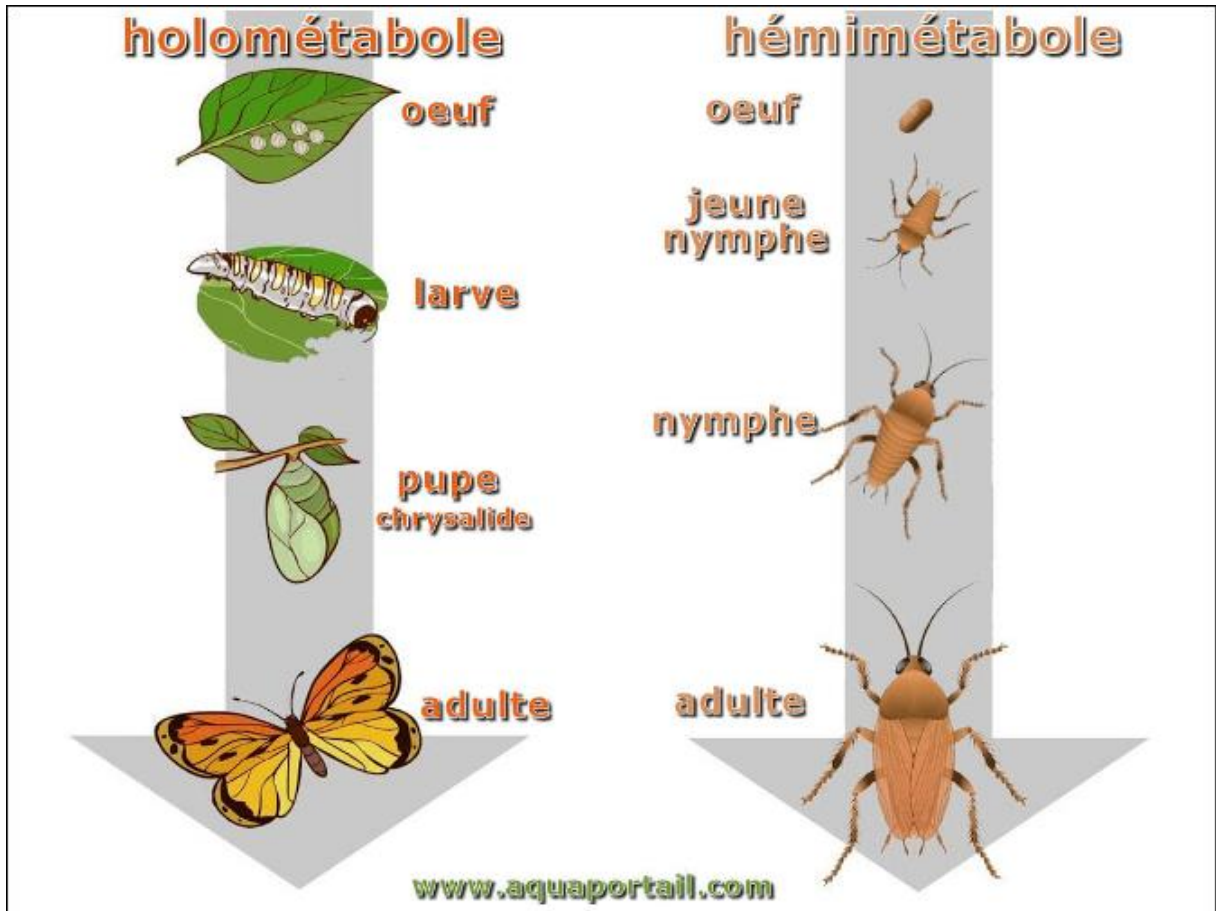


Figure 2: La différence clé entre un holométabole et un hémimétabole (Site 3)

I.5. Respiration des insectes

Chaque animal a besoin de respirer. Pour accomplir cette tâche, ces derniers assimilent de l'oxygène, qui est ensuite réparti dans l'ensemble du corps de l'animal. Cependant, cette procédure diffère d'un groupe à l'autre en raison des diverses modifications morphologiques chez les animaux.

En ce qui concerne les insectes, il est important de comprendre qu'ils n'ont pas de poumons. Ils possèdent plutôt des trous situés sur certaines parties de leur corps, connus sous le nom de spiracles, qui permettent à l'oxygène d'entrer et de passer ensuite à travers des structures en forme de branches appelées trachées, chargées de distribuer l'oxygène dans tous leurs tissus (Nick & Romero, 2024).

Par rapport à les insectes aquatiques, ils ont aussi développé un parcours d'adaptations qui leur permet de respirer dans l'eau. En effet, le système trachéal de ces insectes peut être ouvert ou fermé, et la manière dont ils réalisent leur respiration sous

l'eau varie selon le type de système trachéal en spécifique. Dans le cas du système trachéal ouvert, les insectes aquatiques peuvent respirer de plusieurs façons dans le système ouvert : les structures respiratoires doivent obligatoirement se connecter avec l'air pour respirer l'oxygène. Par contre dans le système fermé, les insectes n'ont pas besoin d'une connexion directe avec l'air, car ils peuvent absorber l'oxygène de l'eau (**Nick & Romero, 2024**).

Chez les espèces qui possèdent un système trachéal ouvert, les insectes aquatiques peuvent respirer d'une des manières suivantes :

- ✚ Grâce à une structure appelée siphon : l'animal peut sortir de l'eau pour respirer tout en restant immergé par le biais de villosités présentes sur l'abdomen : celles-ci établissent un contact avec l'air en surface et diffusent l'oxygène vers les spiracles.
- ✚ Quelques espèces assurent leur respiration en brisant des portions de végétation immergée : elle sabsorbent directement l'oxygène stocké dans le tissu végétal.
- ✚ Certaines espèces refont surface pour saisir une bulle d'air : cette bulle entoure l'insecte qui respire tout en restant à l'intérieur et nageant ; quand la bulle est sur le point de se tarir ou d'exploser, l'animal recommence la procédure ((**Nick & Romero, 2024**).
- ✚ Dans le modèle de respiration trachéenne fermée, les insectes aquatiques respirent soit :
 - ❖ Par leur peau car l'oxygène contenu dans l'eau traverse la peau de l'animal par diffusion afin d'atteindre chaque tissu.
 - ❖ Par ailleurs, d'autres espèces ont évolué pour développer des prolongements du tissu externe, connus sous le nom de branchies, qui leur permettent d'extraire l'oxygène de manière extrêmement efficace (**Nick & Romero., 2024**)

I.6. Les habitats

Les insectes aquatiques sont principalement répartis dans les plans d'eau douce tels que les étangs, les lacs et les rivières, petits étangs et plantes temporaires (récipients d'eau, tels que des troncs d'arbres et des feuilles) : très peu ont réussi dans les environnements marins et estuariens. Ils sont courants dans les eaux riches en oxygène et sont essentiellement exempts de contaminants. Ils tolèrent de vivre dans une eau au pH variable. Ils peuvent aussi vivre à des températures inférieures à 40 degrés Celsius. Il existe des espèces d'eau profonde, benthiques et du biote (**Hanson et al., 2010**).

I.7. Cycle de vie

I.7.1. Insectes qui vivent une partie de leur vie dans l'eau

Chez de nombreuses espèces d'insectes aquatiques, le développement des œufs, des larves et fréquemment des nymphes s'effectue seulement dans l'eau. Pour ces espèces, les nymphes quittent l'eau pour que les adultes puissent émerger et prendre leur envol. L'utilisation de divers habitats réduit la concurrence entre les jeunes et les adultes. De ce fait, les libellules adultes agissent en tant que prédateurs terrestres et ne poursuivent pas les mêmes proies que leurs larves aquatiques. D'autres, comme les éphémères et trichoptères amassent de l'énergie durant leurs phases larvaires. Arrivés à l'âge adulte, ils ne se nourrissent plus et se consacrent uniquement à la reproduction, sur terre (**Site 4**).

Phase aquatique : Les larves ou nymphes d'insectes aquatiques vivent dans des milieux d'eau douce (étangs, rivières, mares) et adoptent différents modes de déplacement selon les espèces : nage, reptation, fouissage ou aplatissement (**Merritt *et al.*, 2008**).

Phase terrestre : À l'état adulte, ces insectes quittent l'eau pour vivre sur terre, capables de voler. Les femelles pondent leurs œufs près ou dans l'eau, perpétuant un cycle de vie partagé entre milieu aquatique et terrestre (**Merritt *et al.*, 2008**).

- **Éphémères** : Leur phase larvaire est aquatique, mais les adultes vivent peu de temps dans l'air.
- **Trichoptères** : Les larves vivent sous l'eau, tandis que les adultes ressemblent à des papillons

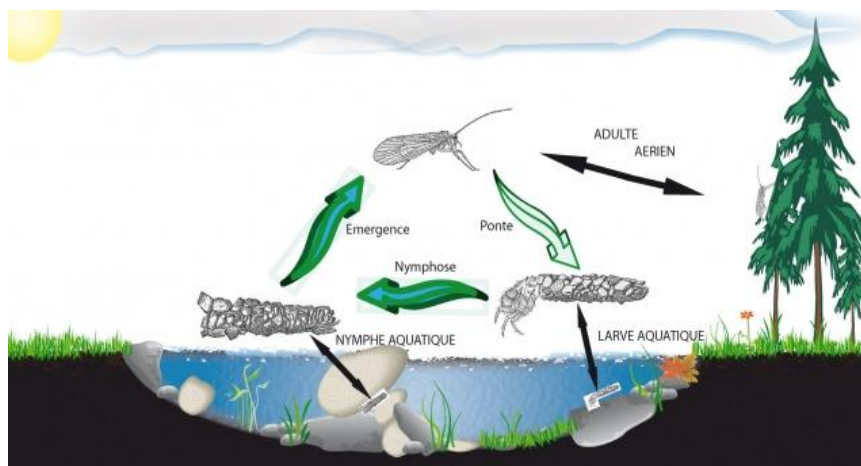


Figure 3: Cycle de vie des trichoptères (Site 5)

I.7.2. Insectes qui vivent toute leur vie dans l'eau

- **Dytique (*Dytiscidae*)** : Ces coléoptères aquatiques passent leur vie sous l'eau, où ils nagent et se nourrissent de petits poissons et d'autres insectes aquatiques. Ils respirent de l'air qu'ils stockent sous leurs ailes, ce qui leur permet de rester immergés pendant un certain temps. (Bouchard, 2004)
- **Hydrophile (*Hydrophilidae*)** : Ces coléoptères vivent dans des milieux aquatiques (mares, étangs, rivières) et sont des décomposeurs. Ils respirent grâce à une réserve d'air qu'ils conservent sous leur corps ou leurs ailes. (Bouchard, 2004)
- Ces insectes respirent sous l'eau ou à la surface grâce à des adaptations spéciales, comme des poils ou des structures qui retiennent l'air. (Bouchard, 2004)

I.8. Importance Ecologique des insectes aquatiques

Les insectes aquatiques jouent un rôle fondamental dans le bon fonctionnement des écosystèmes d'eau douce. Leur diversité, leur distribution, ainsi que leurs interactions avec les autres composantes biotiques et abiotiques de leur environnement, en font des acteurs clés dans le maintien de l'équilibre écologique (Bonada *et al.*, 2006).

I.8.1. Bio-indicateurs de la qualité de l'eau

Les insectes aquatiques, notamment les larves d'éphémères (*Ephemeroptera*), de plécoptères (*Plecoptera*) et de trichoptères (*Trichoptera*), sont souvent utilisés comme bio-indicateurs en écologie aquatique. Leur sensibilité aux variations de la qualité de l'eau, à la pollution et aux modifications de l'habitat permet de les utiliser pour évaluer l'état

écologique des cours d'eau. Leur présence ou absence donne des indices sur les niveaux de pollution organique, de métaux lourds, ou de perturbations physiques des habitats (**Bonada et al., 2006**).

I.8.2. Rôle dans les chaînes alimentaires

Ces insectes occupent divers niveaux trophiques. Certaines espèces, comme les *chironomidae*, sont des décomposeurs qui participent au recyclage de la matière organique, en se nourrissant de débris et de micro-organismes. D'autres sont des prédateurs (par exemple, certaines larves de libellules) qui régulent les populations d'autres invertébrés aquatiques. De plus, ils constituent une source de nourriture essentielle pour de nombreux poissons, amphibiens et oiseaux (**Wallace & Webster, 1996**).

I.8.3. Contribution aux cycles biogéochimiques

En décomposant la matière organique, les insectes aquatiques participent activement aux cycles du carbone et de l'azote dans les écosystèmes aquatiques. Par leurs activités de broutage, filtration, ou prédation, ils influencent la structure des communautés microbiennes et le transfert d'énergie entre les niveaux trophiques (**Covich et al., 1999**).

I.8.4. Maintien de la biodiversité

Les insectes aquatiques, par leur diversité taxonomique et fonctionnelle, contribuent à la résilience des écosystèmes face aux perturbations. Leur diversité permet une redondance fonctionnelle qui assure la continuité des processus écologiques essentiels, même en cas de perturbation (**Resh & Rosenberg, 2010**).

I.8.5. Services écosystémiques

En plus de leurs fonctions écologiques internes, les insectes aquatiques fournissent des services écosystémiques directs et indirects à l'homme, notamment dans la régulation de la qualité de l'eau, la pêche, la recherche scientifique, et même l'écotourisme (notamment l'observation de libellules dans certaines zones humides protégées) (**Resh & Rosenberg, 2010**).

I.9. Présentation de quelques groupes de macro-invertébrés

1.9.1. Les éphéméroptères

Les larves des insectes de l'ordre des éphéméroptères vivent uniquement dans l'eau. Ils se distinguent par la présence de deux (rarement) ou trois queues (deux cerques et un paracerque) (figure 4) espèces. Certains de ces segments n'en ont pas. La forme et la position de ces branchies sont capitales pour leur identification. De façon générale, ils sont sensibles à la pollution (**Bouchard, 2004**).

Les larves d'Ephéméroptères sont particulièrement présentes dans les eaux vives, elles habitent le biotope prédominant des torrents, ruisseaux et rivières et elles occupent la position dominante parmi les insectes aquatiques (**Thomas, 1981**). On les reconnaît à leurs trois cerques (parfois deux) situés à l'extrémité de l'abdomen et à leurs branchies qui forment des plaques ou des espèces de plumes fixées sur le côté de l'abdomen. Ils se différencient des plécoptères par le fait que leurs pattes ne possèdent qu'une seule griffe. Ils possèdent des branchies abdominales sur les segments 4 à 7, et en fonction du sexe, sur les segments 1 à 3. L'identification de ces branchies dépend largement de leur forme et de leur emplacement (**Moisan, 2010**).

Les éphémères apparaissent généralement le soir dans l'eau et, de manière particulière, sous une forme postlarvaire nommé sous le nom de sub-imago (qui a l'apparence d'un adulte mais est recouverte d'une peau opaque). L'apparition se produit généralement durant des périodes nuageuses et sans vent fort. L'insecte parfait émerge ensuite après une ultime mue, généralement dans les 24 à 48 heures qui suivent, parfois même en quelques minutes. Les mâles présentent un comportement à la fois spécifique et caractéristique : des vols nuptiaux en groupe, accompagnés d'une danse typique de l'espèce (**Moisan, 2010**).

En ce qui concerne leur régime alimentaire, ils peuvent être classés comme des broyeurs insectivores, racleurs de substrat, filtreurs ou prédateurs. Les éphémères représentent un ordre d'insectes étroitement associé à la vie dans l'eau. Ils réagissent fortement aussi bien aux contaminations qu'aux changements causés par l'homme dans les environnements. Ils représentent donc un instrument de biomonitoring fréquemment employé (De bons témoins de la qualité des eaux) (**Moisan, 2010**).

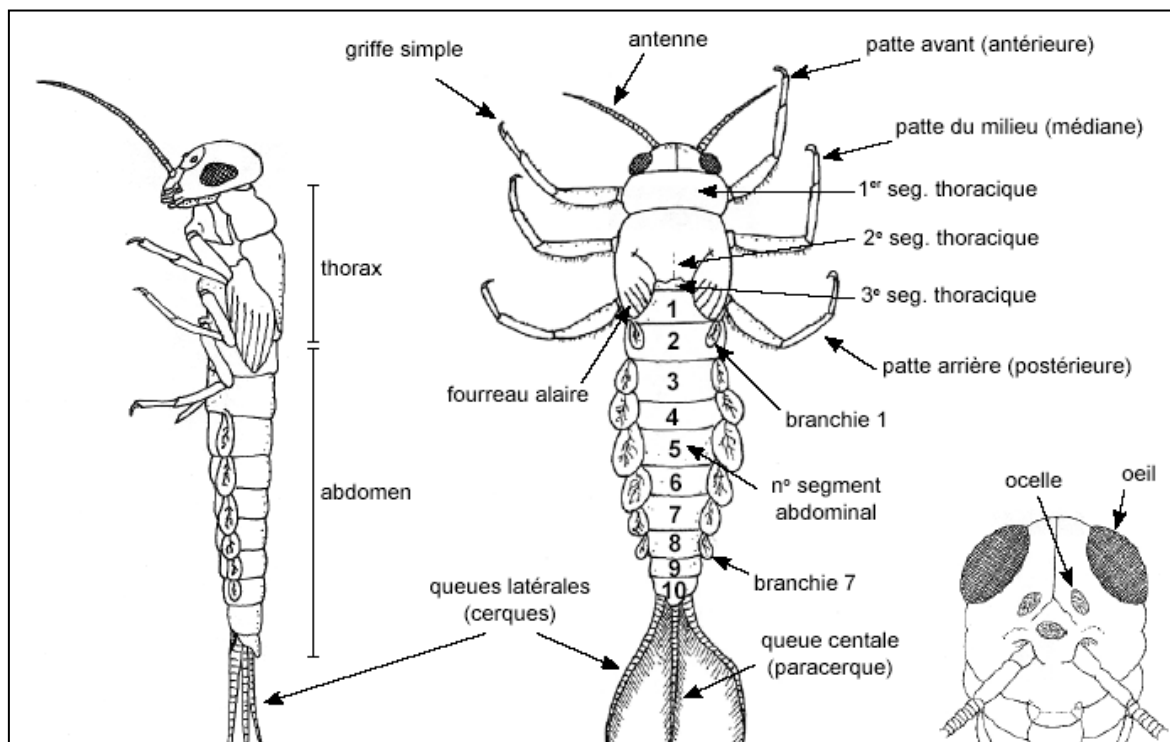


Figure 4: Larve d'éphéméroptère (Moisan *et al.*, 2008)

I.9.2. Trichoptères (également appelés PHRYGANES)

Les Trichoptères forment un ordre d'insectes dont les larves et les nymphes évoluent en milieu aquatique (Figure 05). Une caractéristique principale des larves est la présence de deux crochets anaux, localisés soit de chaque côté de l'extrémité de l'abdomen, soit sur des structures similaires à des fausses pattes. Par ailleurs, la tête et au moins un segment thoracique présentent une sclérification (**site 8**).

Certaines larves de Trichoptères construisent un étui à partir de matériaux d'origine végétale ou minérale, souvent caractéristiques du genre. Il est donc essentiel de ne pas retirer les larves de leur étui avant de procéder à leur identification. Quant aux nymphes, elles demeurent toujours dans un étui. Elles se distinguent par de longues antennes et deux paires de fourreaux alaires (**site 8**).

De manière générale, les Trichoptères sont sensibles à la pollution. Cependant, la famille des Hydropsychidae présente une tolérance moyenne à la pollution (**Tachet *et al.*, 2010**).

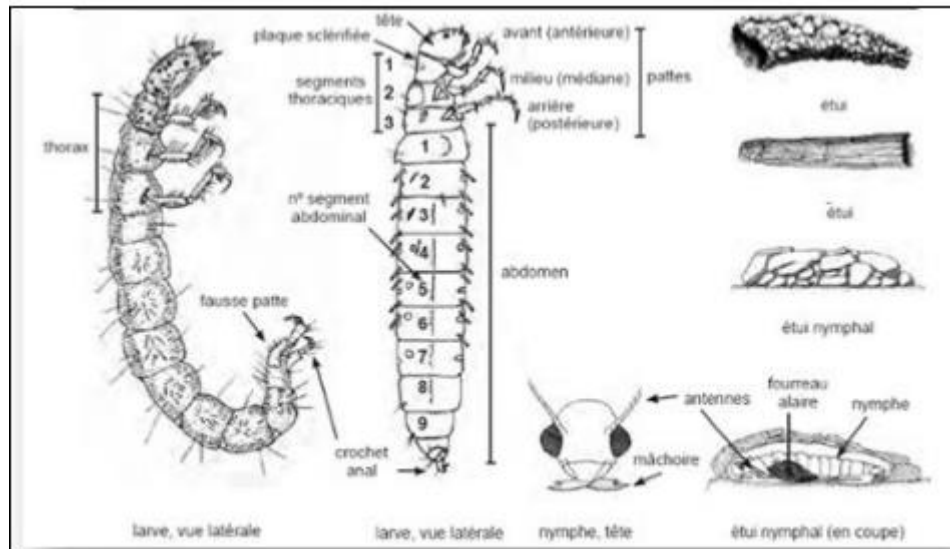


Figure 5: Larve de Trichoptère (Moisan *et al.*, 2008).

I.9.3. Les hémiptères

Dans les environnements aquatiques ou semi-aquatiques, on peut observer les hémiptères à différents stades : adulte ou larvaire. Les larves et les adultes se ressemblent presque identiquement, à l'exception que les adultes possèdent généralement des ailes. Toutefois, certains hémiptères adultes ne possèdent pas d'ailes. Quand elles existent, les ailes sont sclérifiées à la base (en direction du devant) et dotées d'une membrane à l'extrémité (Tachet *et al.*, 2003).

Leur corps peut prendre une forme allant de l'ovale à l'allongée. Les hémiptères n'ont pas de branchies. Ce qui les distingue principalement, c'est la transformation de leur appareil buccal. Ce dernier, nommé rostre, peut être de forme prolongée comme un bec (conçu pour une alimentation liquide), ou en forme de cône (Figure 06). Selon Tachet *et al.*, (2003), leur résistance à la pollution est moyenne.

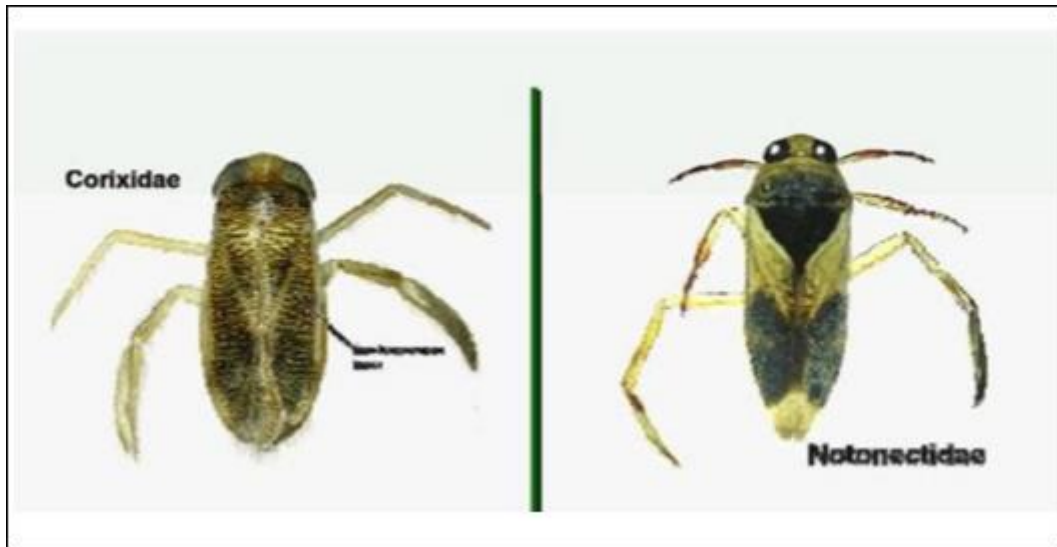


Figure 6: Morphologie d'Hémiptères (Fodé & Vall, 2018).

I.9.4. Les plécoptères

Les plécoptères constituent un ordre d'insectes dont les larves vivent uniquement dans l'eau et sont principalement liées aux milieux aquatiques clairs et froids. Elles sont similaires aux éphéméroptères, mais on peut les identifier grâce aux deux griffes qu'elles possèdent à l'extrémité de leurs pattes, contrairement aux larves d'éphéméroptères qui n'en ont qu'une. Les plécoptères possèdent deux cerques, tandis que les éphéméroptères en détiennent généralement trois et rarement seulement deux. Les antennes sont divisées en plusieurs segments et possèdent une longueur nettement supérieure à celle de la tête (Bouchard, 2004).

Il est possible que les branchies soient présentes ou qu'elles fassent défaut. Elles peuvent se localiser à divers emplacements : sous le cou (cervicales), à la rencontre des pattes et de l'abdomen (coxales), sur le thorax (thoraciques), au bout de l'abdomen (anales) ou sur les deux premiers segments abdominaux (abdominales) (Bouchard, 2004) (Fig. 7).

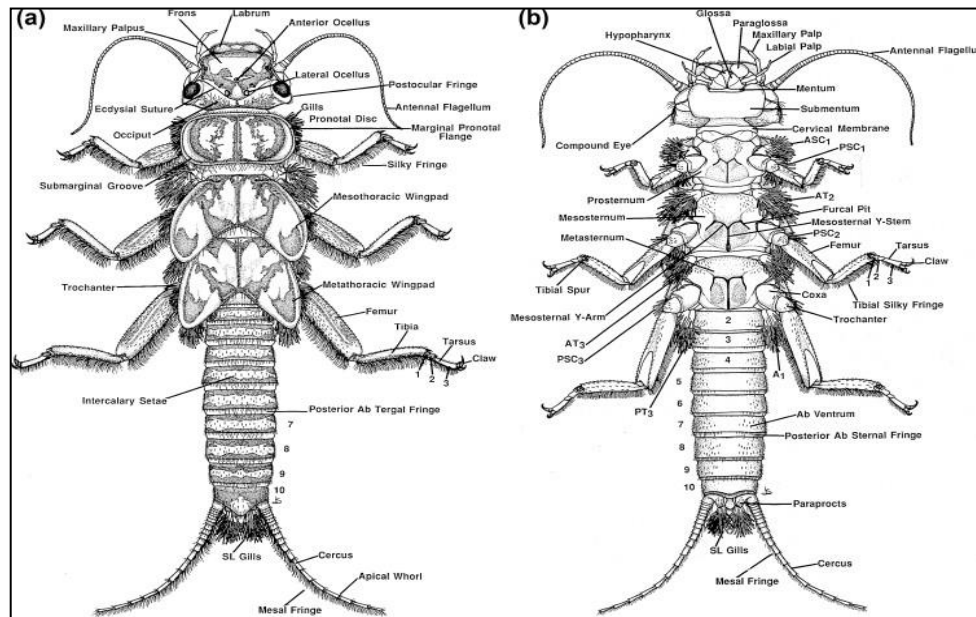


Figure 7 : Morphologie de plécoptère (vue dorso-ventrale) (DeWalt, 2015)

I.9.5. Les odonates

Les odonates, qui incluent les libellules et les demoiselles, font partie d'un ordre d'insectes dont toutes les larves sont strictement aquatiques. On les répartit en deux sous-groupes : les Anisoptères et les Zygoptères. Sans aucun doute, la caractéristique majeure est la lèvre inférieure (labium), qui a évolué en un masque rétractable utilisé pour attraper les proies. Elles ont aussi de grands yeux. Ces espèces favorisent les eaux tranquilles et sont couramment liées à la présence de la végétation. La distinction entre les deux sous-ordres peut être réalisée en observant l'extrémité de l'abdomen. Selon la société générale d'odontologie (Bouchelaghem, 2008), leur résistance à la pollution est moyenne.

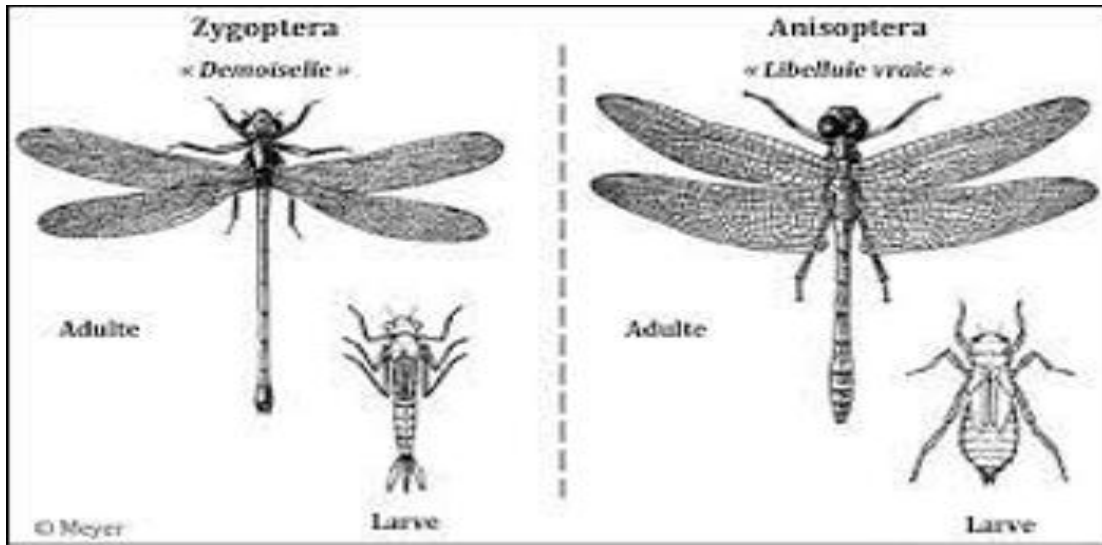


Figure 8 : Morphologie générale des principaux groupes taxonomiques de libellules (Meyer, 2009)

I.9.6 Les coléoptères

Les Coléoptères représentent l'un des ordres les plus abondants en termes d'espèces au sein de la classe des insectes. Ils sont holométaboles, ce qui signifie qu'ils subissent des métamorphoses (Ouchtati, 1993). Elles se développent et traversent au moins quatre stades : œuf, larve, nymphe et imago (Auber, 1999). Les coléoptères sont des insectes qui possèdent deux paires d'ailes (Figure 09) (Mathieu, 1995). Les antérieures sont repliées sous les ailes postérieures, qui ont été transformées en étuis protecteurs ou élytres (Figure). Type de mâchoire broyeur (Blot, 1993). Tous les habitats d'eaux douces ont été colonisés par les Coléoptères. On les trouve à la fois dans des environnements superficiels et phréatiques, en zones eutrophes tout comme en zones oligotrophes, aussi bien en eau douce qu'en milieu saumâtre (Tachet *et al.*, 2000).

Les larves de coléoptères présentent une grande polymorphie. Elles présentent aussi une diversité de tailles, allant du millimètre pour l'hydroscapha jusqu'à 6 centimètres pour l'Hydrophilus. La tête est totalement sclérifiée (Tachet *et al.*, 2010). La tête forme une capsule céphalique intégralement sclérifiée, avec des yeux formés de téguments. Les antennes se composent de quatre segments ; les mandibules adoptent le style broyeur. Les trois paires de pattes présentent généralement une morphologie semblable. De 8 à 10 segments peuvent être observés sur l'abdomen. Des variations significatives peuvent être observées à l'extrémité de l'abdomen (Tachet *et al.*, 2000).

Les larves possèdent généralement une pièce buccale broyeuse et adoptent divers régimes alimentaires : herbivores, détritivores, algivores ou carnivores. Les larves respirent de quatre manières principales : par le biais du tégument, via des stigmates localisés à l'extrémité de l'abdomen, au moyen de branchies trachéennes, et finalement grâce à des crochets stigmatiques que la larve insère dans les canaux aériens d'une plante hydrophyte pour les Donaciinae (Djebnoui & Nouar, 2015). Les Coléoptères ont colonisé tous les écosystèmes d'eau douce, leurs larves étant capables de vivre dans les environnements interstitiels à plusieurs centimètres des sédiments. Les larves se déplacent en marchant, de même que de nombreux adultes appartenant à divers genres. Toutefois, certains genres sont aquatiques (Dytiscidae et Hydrophilidae) et nagent dans l'eau (Girinidae) (Fodé & VallZouboye, 2018).

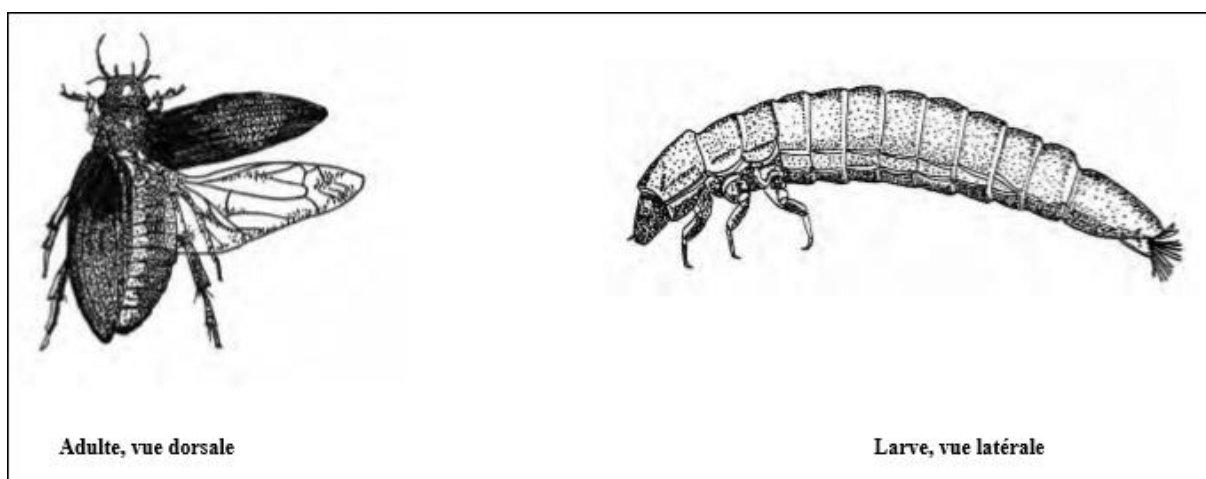


Figure 9 : Les coléoptères (Adulte et larve) (Moisan *et al.*, 2008)

I.9.7. Les diptères

Les diptères, qui incluent les mouches, constituent le second ordre d'insectes le plus crucial après celui des Coléoptères. La majorité des diptères vivent sur terre. D'après (Moisan, 2006), seules quelques familles sont aptes à mener une existence aquatique durant les phases larvaires et nymphales. Les larves de diptères se distinguent par l'absence de pattes articulées. Il arrive fréquemment qu'elles arborent des pattes thoraciques et/ou abdominales factices (Moisan, 2006). Il existe deux sous-ordres.

- **Les Brachycères** : Ils possèdent les antennes sont de courte longueur, sont toujours composés de trois segments (Moisan, 2006).

- **Les Nématocères** : Ils possèdent des antennes composées de plus de trois segments, allant jusqu'à six (Moisan, 2006).

Les larves de certains Diptères aquatiques, telles que celles des moustiques ou d'Eristalistenax, communément appelées vers à queue, ont la capacité de respirer à la surface comme elles le feraient en tant que moustiques. Elles habitent dans des eaux très polluées et possèdent un long tube respiratoire rétractable (siphon) situé à l'extrémité postérieure de leur abdomen (Coulibaly & Mariko, 2019).

Les Diptères possèdent une grande capacité à s'adapter et vivre dans des conditions extrêmes. La diète est très diverse :

- Des organismes détritivores broyeur (Tipulidae)
- Des organismes racleurs de substrat (Chironomidae)
- Des organismes filtreurs (Culicidae, Syrphidae, Chironomidae et Simuliidae)
- Des parasites qui s'attaquent à certaines larves de Chironomidés au détriment des larves d'Éphéméroptères (Coulibaly & Mariko, 2019).

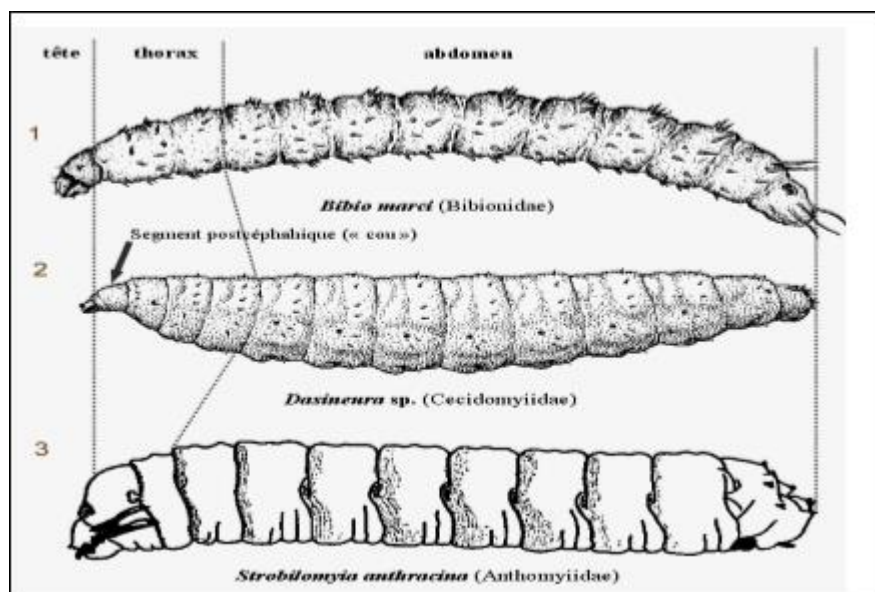


Figure 10: Différentes formes des larves des diptères (Moisan, 2006)

Chapitre II : Matériel et Méthodes

II. Matériel et méthodes

II.1. Situation géographique de la wilaya de Khenchela

La wilaya de Khenchela, qui se localise à l'est du pays et au sud-est du Constantinois, se situe sur les pentes du Mont des Aurès. Entre les altitudes des Nord $34^{\circ}06'36''$ et $35^{\circ}4'21''$, et les longitudes $06^{\circ}34'12''$ et $07^{\circ}35'56''$. Elle couvre une superficie de 9715 km². (Anonyme, 2001). Elle se compose de 21 communes, représentées par 08 daïras, et divise ses limites avec les wilayas de Oum.El Bouaghi se situe au nord, El Oued au sud, Tébessa à l'est, Batna à l'ouest et Biskra au sud-ouest. L'étude hydrogéologique de cette région vise à identifier le système aquifère en place, à en déterminer la géométrie, les limites ainsi que les mécanismes d'alimentation. Le système d'écoulement souterrain est appréhendé à travers l'analyse piézométrique des différentes structures et unités géologiques. Ce système est composé de quatre types de nappes qui forment l'ensemble du système aquifère de la région de Khenchela. (Boubelli, 2009).

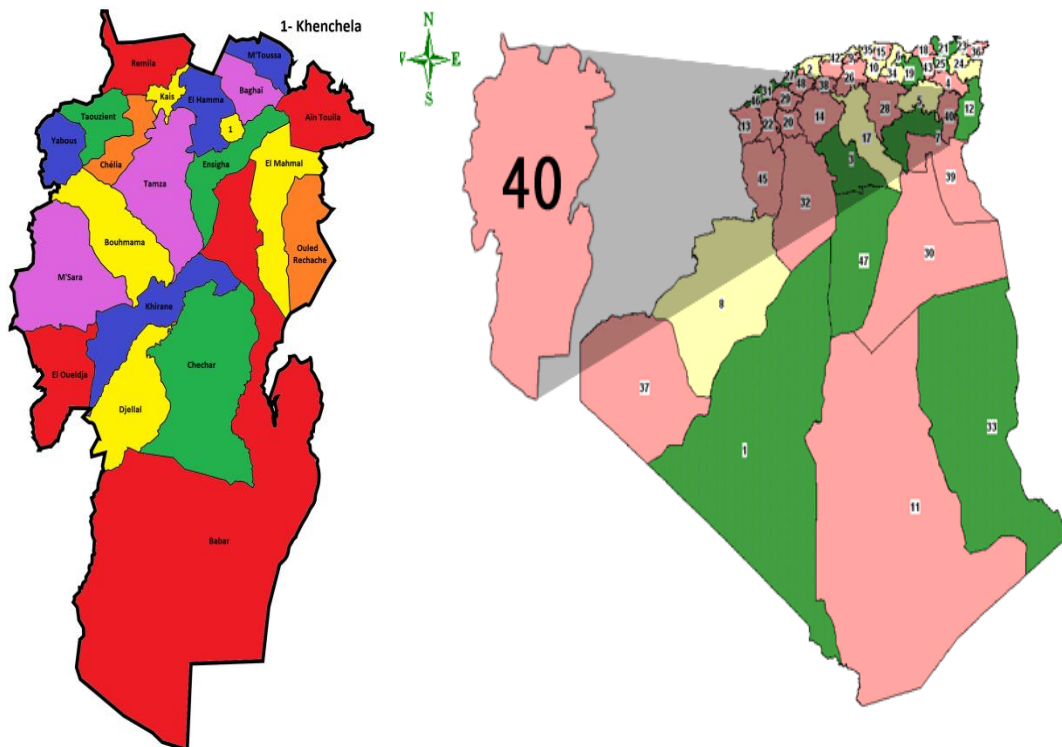


Figure 11. Situation géographique de la Wilaya de Khenchela (Site 6)

II.1.1. Hydrographie

Le réseau hydrographique dans wilaya de khenchela est plutôt dense à sec certains jours de l'année (fig. 12) :

- Les oueds qui coulent au nord (oued Baghai, Oued Kais et Oued Tamza...).
- Les oueds qui s'écoulent vers le sud et se jettent dans les chotts (Oued- El -Arab, oued Bidjer). (Khalidoun, 2014).

Quant aux eaux souterraines de la région de Khenchela, elles se divisent en 3 couches principales.

- Dans les hautes plaines et dans le nord.
- Au milieu, il n'y a pas moins de puits 192.
- Dans la région sud, les eaux souterraines sont considérées comme inexploitées (Khalidoun, 2014).

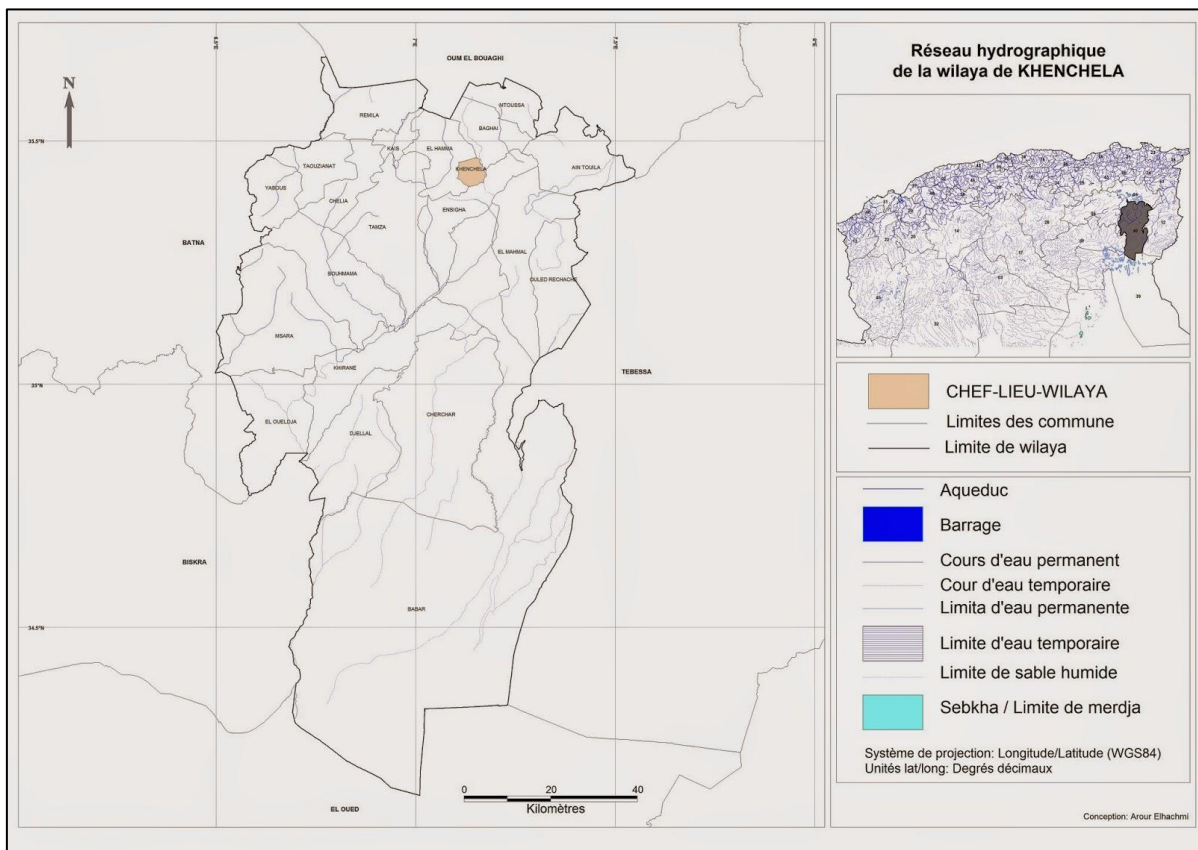


Figure 12 : Réseau hydrographique de la wilaya de Khenchela (ANDIA 2013).

II.1.2. Facteur abiotique

Le relief de la wilaya de Khenchela est composé de quatre grands ensembles géographiques (ANIREF, 2021) :

- **Les montagnes** : elles se situent principalement dans la partie ouest de la wilaya (les Aurès), dans la zone centrale (les monts des Nememchas) ainsi qu'au nord-est (Ain Touila). (ANIREF, 2021).
- **Les plateaux** : ils se localisent au nord-est (plateau d'Ouled Rechache) et couvrent les régions de Mahmel et d'Ouled Rechache. (ANIREF, 2021).
- **Les plaines** : elles se situent au nord et au nord-ouest de la wilaya et englobent les plaines de Remila, Bouhmama et M'toussa. (ANIREF, 2021).
- **Les parcours steppiques** : ils se situent dans la partie sud de la wilaya. Ils se caractérisent par des sols sablonneux et l'existence de chotts. Ces éléments représentent le lieu de convergence et d'évacuation pour les oueds qui traversent le sud de la wilaya. (ANIREF, 2021).

II.1.2. Situation géographique de la région de Tamza

Tamza est une commune située dans la wilaya de Khenchela, au nord-est de l'Algérie. Elle fait partie de la daïra d'El Hamma, à environ 40 km à l'ouest du chef-lieu de la wilaya pour les coordonnées géographiques on a latitude 35.3149° N, longitude 6.8304° Est, soit 35° 19' 0" Nord et 6° 49' 60" Est, avec une altitude environ 1 255 mètres au-dessus du niveau de la mer, la commune de Tamza se trouve dans la région montagneuse des Aurès. De plus, la commune de Tamza couvre une superficie de 38 700 hectares, équivalant à environ 387 km², et présente un territoire étendu caractérisé par des paysages montagneux diversifiés (Site 8).

D'après la Direction des Ressources en Eau de la wilaya de Khenchela, au sein du service de mobilisation, on dénombre deux oueds dans la zone de Tamza : Oued LAGHROUR et Oued DJEMRI. Concernant Oued Djemri, des paysages de montagne caractérisent la région entourant cet Oued. Le cours d'eau d'oued Djemri débute dans la commune de Tamza et se termine dans la commune de N'sigha, avec une longueur de 5,2 km (Fig.13).

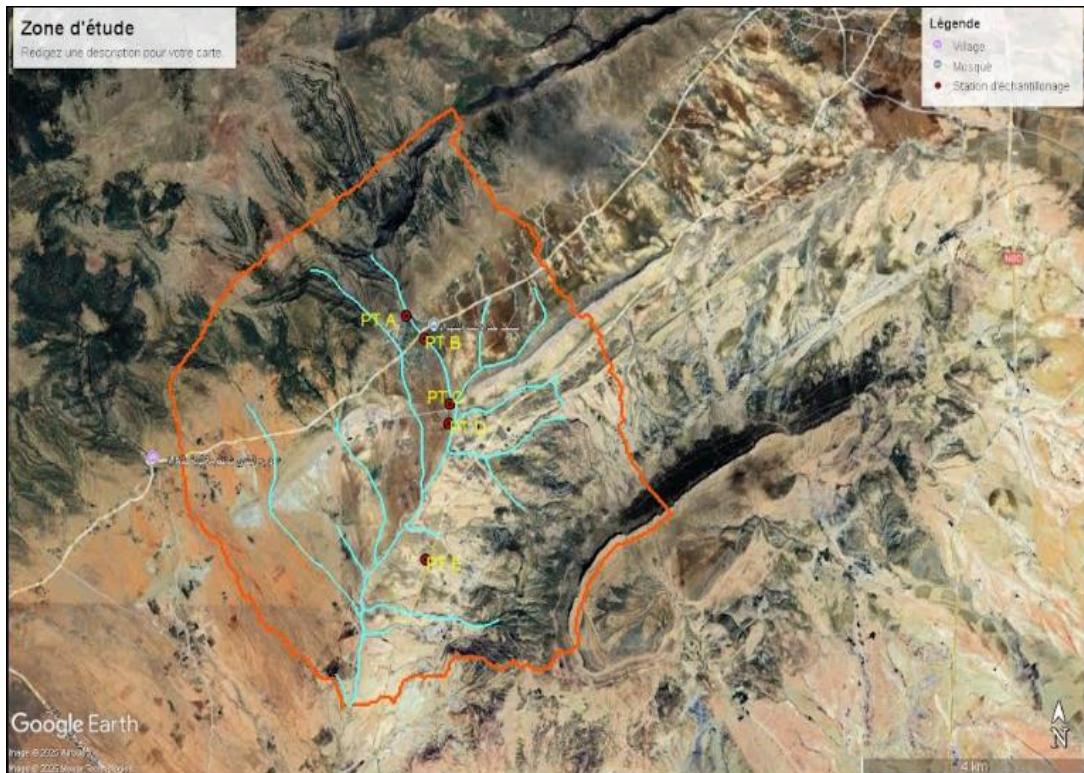
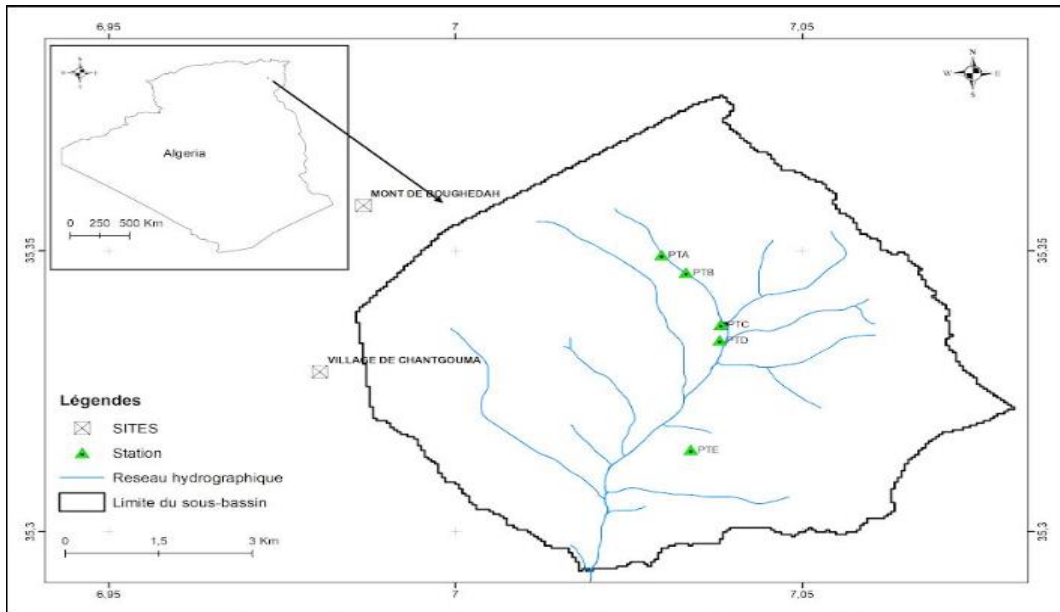


Figure 13: Présentation de la zone d'étude avec les points d'échantillonnage (Google Earth)

II.2. Les Facteurs climatiques

Les facteurs climatiques sont des paramètres écologiques reliés aux conditions météorologiques et atmosphériques d'une région donnée. Les paramètres climatiques sont

présents dans les communautés biologiques, dont les caractéristiques majeures incluent le climat, en particulièrement la température et les précipitations.

L'eau provient principalement des précipitations. Trois paramètres principaux caractérisent ces dernières : leur volume, leur intensité et leur fréquence, qui fluctuent en fonction des lieux, des jours, des mois et également des années. Elles agissent en tant qu'élément écologique contrôlant les activités biologiques (Ramade, 1984).

La caractérisation du climat se réfère à la température comme l'un de ses éléments essentiels (Dajoz, 1985). La température est un élément crucial qui détermine tous les phénomènes métaboliques, influençant ainsi la distribution intégrale des espèces et des communautés d'organismes vivants dans la biosphère (Ramade, 2002).

II.2.1. La relation températures et précipitations

a) Diagramme ombrothermique de Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls est une méthode graphique qui permet de définir les périodes sèches et humides de l'année où sont portés en abscisses les mois, et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T), avec $P=2T$ (Belkharouché & Larifi, 2019).

Selon les études de Alioui & Boukhallat, (2019), le diagramme ombrothermique de la wilaya de Khenchela (Fig. 13), présente deux périodes : une période sèche s'étale dès le mois de Juin jusqu'au mois d'Aout, elle coïncide avec la période la plus chaude (l'été) et une période humide dès le mois de Septembre jusqu'au le mois de Mai.

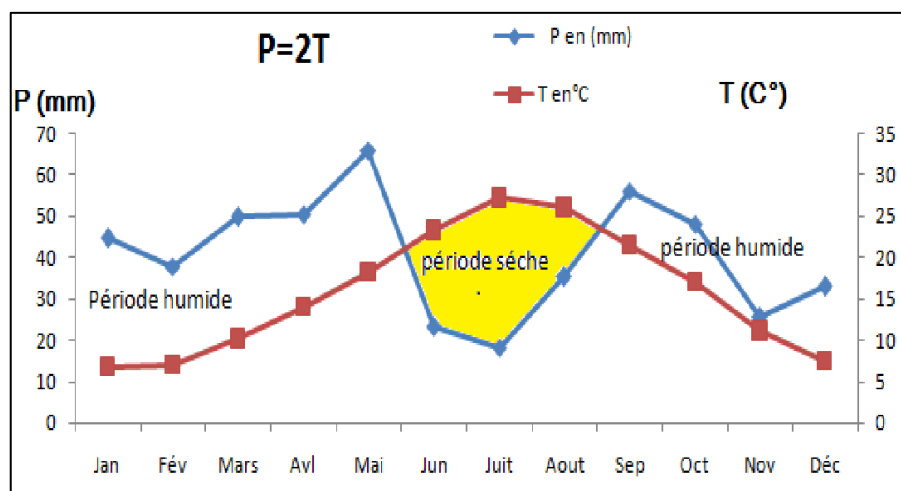


Figure 14 : Diagramme ombrothermique de Gaussen (2006- 2018) (Alioui & Boukhallat, 2019)

b) L'indice de Martonne 1927 Martonne

Martonne a suggéré une classification des climats basée sur les valeurs de l'indice d'aridité. Cet indice sert à déterminer le niveau de sécheresse dans la région, il est établi en prenant en compte la température et les précipitations.

Selon l'étude d'Alioui & Boukhallat, (2019), on peut déterminer le climat de la wilaya de Khenchela comme étant semi-aride à hiver frais. (Fig. 14).

Dans ce contexte, une autre étude a été réalisée par Badis, M. (2022) sur la distribution des étages bioclimatiques selon l'altitude et les conditions climatiques dans la région de Khenchela, confirme que le climat dans la région de Tamza (Altitude 1255 m) est semi-aride à hiver frais (Tableau 1).

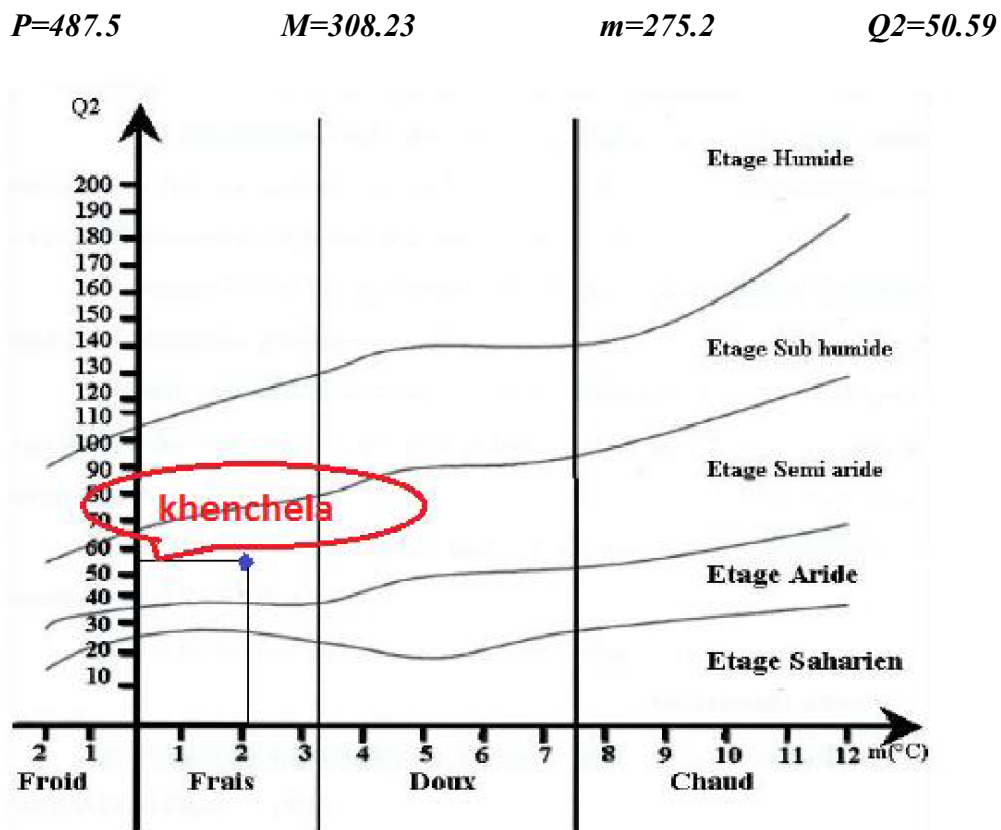


Figure 15 : Climagramme d'EMBERGER pour la région d'étude "Khenchela" (2006-2018) (Alioui & Boukhallat, 2019)

Tableau 1: Distribution des étages bioclimatiques du site d'étude selon l'altitude et les conditions climatiques locales (Badis, 2022).

Étage Bioclimatique	Altitude (m)	Pluviométrie (ml)	T° (min – max)
Humide à hiver froid	1950 – 2173	837	1,22 – 32,08
Subhumide à hiver froid	1700 – 1950	777	0,72 – 32,96
Subhumide à hiver frais	1450 – 1700	672	0,15 – 34,5
Semi-aride à hiver frais	1150 – 1450	594	0,9 – 35,8

II.3. Matériel expérimental

a. Sur le terrain

- Au cours des sorties sur terrain, nous avons utilisé le matériel suivant :
- Un filet
- Une épuisette pour la collecte des insectes.
- Cuvettes
- Des fiches techniques
- Carnet de notes et des étiquettes.
- Flacons en plastique
- Ethanol (100%) pour la conservation des échantillons.
- GPS
- Un téléphone portable Samsung

b. Au laboratoire

- Au laboratoire nous avons utilisé le matériel suivant :
- Une Loupe binoculaire. (Optika)
- Des pinceaux
- Des Boîtes de pétri.
- Des Etiquettes

- Guides pour l'identification des spécimens (Tachet *et al.*, 2010 ; Bouchard, 2004).
- Ethanol 100% (pour la conservation les espèces)
- Carnet de notes



Guide d'identification



boite pétri



La loupe binoculaire



Pinceau

Photographie 1 : Le matériel utilisé au laboratoire

II.4. Méthodes d'études

I.4.1. Sur le terrain

a. *Choix de la zone d'étude*

Pour cette étude, on a choisi l'Oued Djemri, région de Tamza, wilaya de khenchela.

Le choix de ce site repose sur plusieurs raisons comme :

- Milieu favorable pour le développement des larves des insectes.
- Végétation peu dense.
- L'originalité et la richesse faunistique.

b. Echantillonnage des peuplements

Un échantillonnage est effectué au niveau du site aquatique dans la région de Tamza, Oued Djemri, wilaya de Khenchela, pendant une période de quatre mois dès le mois de Février jusqu'au le mois de Mai 2024. Le prélèvement des échantillons est effectué sur cinq points différents (Tableau 2) et six sorties ont été réalisées au niveau de chaque point d'échantillonnage (Tableau 3). Le but de l'échantillonnage est de collecter une variété d'insectes qui soit la plus représentative possible de ce lieu. La méthode de collecte nécessite l'utilisation d'une époussette équipée d'une maille vide de 1 mm. Les coups de filets se font au centre et sur les bords dans les régions où la végétation aquatique est épaisse, ainsi qu'au fond dans les secteurs boueux et sablonneux.

Tableau 2: Caractéristiques des lieux de prélèvement des échantillons.

Coordonnées	Latitude	Longitude	Altitude	Végétaion
Station 1	7.029' E	35.349'N	1288.07m	Dense
Station 2	7.033'E	34.346'N	1266.69m	Peu dense
Station 3	7.038' E	35.336'N	1244.06m	Faible
Station 4	7.038'E	35.334'N	1238.85m	Faible
Station 5	7.033'E	35.314'N	1220.62m	Très faible

Tableau 3 : Dates des sorties réalisées lors de la période d'échantillonnage au niveau des cinq stations d'oued Djemri.

Sortie	Sortie 1	Sortie 2	Sortie 3	Sortie 4	Sortie 5	Sortie 6
Date	14/02/2025	28/02/2025	10/03/2025	05/04/2025	30/04/2025	19/05/2025



Station 01



Station 02



Station 03



Station 04

Photographie 2 : Stations d'échantillonnage

c. Collecte sous les pierres

La méthode pour recueillir les insectes situés sous les pierres est la suivante :

1. On soulève avec précaution les pierres afin de ne pas perturber les insectes.
2. Les insectes sont par la suite séparés des herbes et des débris.
3. Ils sont manuellement séparés en utilisant des pinces.
4. Puis, ils sont disposés dans des flacons contenant une solution d'éthanol à 100 %, où les étiquettes précisent l'endroit, la date et l'heure de prélèvement.



Photographie 3 : Méthode d'échantillonnage sur terrain

II.4.2. Au laboratoire

On commence par isoler et compter les individus appartenant au même taxon. Au début, les spécimens sont placés sur une boîte de Pétri pour le comptage. Ensuite, on identifie les espèces, ce qui nécessite une observation à l'aide d'une loupe binoculaire et l'utilisation d'un guide d'identification des insectes aquatiques. (Tachet *et al.*, 2010).



Photographie 4: L'identification des espèces

II.5. Analyse des données

II.5.1. Indice de composition

a. Richesse taxonomique

La richesse taxonomique est égale le nombre de familles dans chaque station.

II.5.2. Indices de structure

a. L'abondance

L'abondance (A) est un paramètre pour analyser la structure du peuplement.

A = Nombre d'individus d'une espèce.

b. La fréquence d'abondance

La fréquence centésimale en nombre représente l'abondance relative et correspond au pourcentage du nombre d'individus d'une espèce (n_i) par rapport au total des individus recensés (N). (**Dajoz, 1985**). Elle peut s'exprimer sous forme de pourcentage d'où :

$$FC = n_i / N \times 100$$

n_i : Le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

N : Le nombre total de relevés effectués.

c. Fréquence d'occurrence (C %)

La fréquence d'occurrence de l'espèce i (C_i), appelée aussi fréquence d'apparition ou indice de constance est le pourcentage du rapport du nombre de relevés contenant l'espèce i (r_i) au total des relevés réalisés (R) (**Dajoz, 1985**). La constance est calculée selon la formule suivante

$$C_i = r_i / R \times 100$$

r_i : Nombre de relevés contenant l'espèce i

R : total des relevés réalisés

Bigot et Bodot (1973), distinguent des groupes d'espèces en fonction de leur fréquence d'occurrence :

- Les espèces constantes sont présentes dans 50 % ou plus des relevés effectués ;
- Les espèces accessoires sont présentes dans 25 à 49 % des prélèvements ;
- Les espèces accidentelles sont celles dont la fréquence est inférieure à 25 % et supérieure ou égale à 10 % ;
- Les espèces très accidentelles qualifiées de sporadiques ont une fréquence inférieure à 10 %.

d. Indice de Shannon

Cet indice à l'avantage de faire intervenir l'abondance des espèces, il se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$H = -\sum [p_i \times \log_2 (p_i)]$$

H : indice de biodiversité de Shannon

i : une espèce du milieu d'étude

P_i : Proportion d'une espèce i par rapport au nombre total d'espèces (S) dans le milieu d'étude ou richesse spécifique du milieu, qui se calcule de la façon suivante :

$$S(i) = n_i/N$$

n_i : effectif de l'espèce i

N : effectif total d'un peuplement

Cet indice exprime en bit (unité d'information) et mesure le niveau de complexité d'un peuplement. Un indice de diversité élevé correspond à un peuplement à grand nombre d'espèce pour un petit nombre d'individus.

e. Equitabilité

Afin de pouvoir comparer les diversités de deux peuplements ayant des richesses spécifiques différentes, on définit l'équitabilité ou « régularité » comme étant le rapport :

$$E = H / H_{\max}$$

Où : H : indice de diversité

H_{max} : étant la diversité maximale (H_{max} = log₂ S),

S : la richesse spécifique (Nombre total d'espèces différentes)

Une valeur de E proche de 1 traduit un peuplement plus équilibré.

Chapitre III :
Résultats et Discussion

III.1. Résultats et Discussion

L'étude a été réalisée entre le mois de février et le mois de mai 2025 pour étudier la diversité des insectes aquatiques à Oued Djemri, région de Tamza, de la wilaya de Khenchela. L'échantillonnage a été effectué au niveau de Cinq stations différentes pour chaque sortie. De ce fait, Nous vous présenterons nos résultats et en discuterons dans le contexte d'autres études liées à nos travaux.

III.1.1. Etude de la faune aquatique

Au cours de notre étude, nous avons récoltés 738 individus avec 06 ordres appartenant à 17 familles. Les peuplements de ces stations sont composés essentiellement des Éphéméroptères avec pourcentage de (44,85 %), les Diptères occupant la 2^{ème} position avec (26,29 %), puis les Trichoptères (10,98 %). En quatrième proposition, les Coléoptères avec un taux de (9,89 %), suivi par les Hémiptères avec un pourcentage de (7,72 %) et les Odonates ont les plus faibles proportions avec (0,27 %) (Fig. 16).

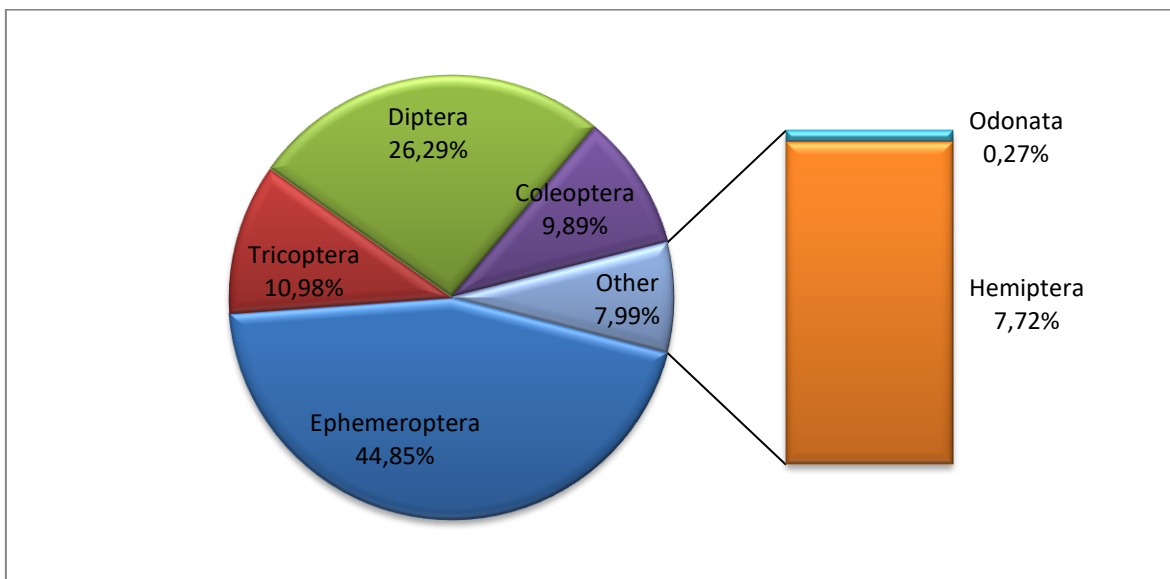


Figure 16. Répartition quantitative des insectes aquatiques récoltés au niveau des cinq stations d'Oued Djemri dans la région de Tamza, wilaya de khenchela

III.1.2. Les Éphéméroptères

L'ordre Éphéméroptères est représenté par 331 individus. Ils appartiennent à 04 familles : Batidae, Heptagonidae, Canidae, Ephemerellidae. La famille la plus fréquente est Batidae avec 169 individus, soit 51% du total des captures. Ensuite la famille d'Heptagonidae avec 68 individus, soit 21 %, suivi par la famille Canidae avec 56 individus

(soit 17 %) . La dernière position est occupée par la famille d'Ephémérellidae avec 38 individus, soit 11% (Fig.17).

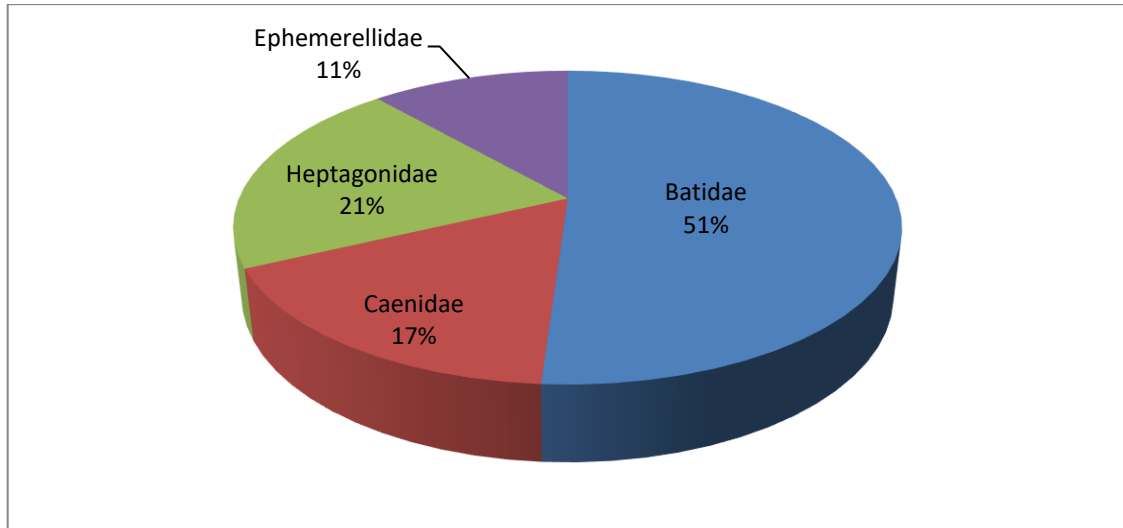


Figure 17. Pourcentage de différentes familles des Ephéméroptères échantillonnées au niveau de cinq stations de d'Oued Djemri dans la région de Tamza, wilaya de kenchela

III.1.3. Les Diptères

Les Diptères sont le deuxième groupe le plus représenté dans notre étude. Nous avons permis de recenser un totale de 194 individus appartenant à 4 familles. La famille des Simuliidae viennent en première position avec 101 individus (soit 52 %). La deuxième famille est Culicidae avec 37 individus (soit 19 %) et la troisième position est occupée par les Tabanidae avec 30 individus (soit 16%), la dernière position est occupée par les Chironomidae avec 26 individus, soit 13 % (fig.18).

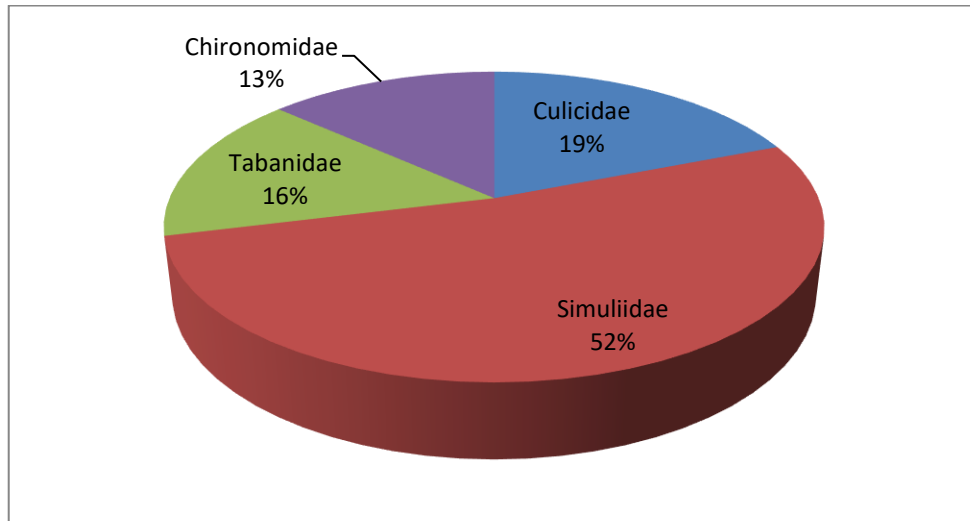


Figure 18. Pourcentage de différentes familles des Diptères échantillonnés au niveau de cinq stations de d'Oued Djemri dans la région de Tamza, wilaya de kenchela

III.1.4. Les Trichoptères

L'ordre des Trichoptères est représenté uniquement par 3 familles. Dans cet ordre, nous avons récolté 81 individus dont 33 individus appartiennent à la famille des Lepidostomatidae qui représentent 41% des Trichoptères, puis au second rang c'est la famille des Limnephilidae avec 28 individus, soit 34 %, et les Goeridae avec 20 individus qui présentent 25 % des Trichoptères (Fig.19).

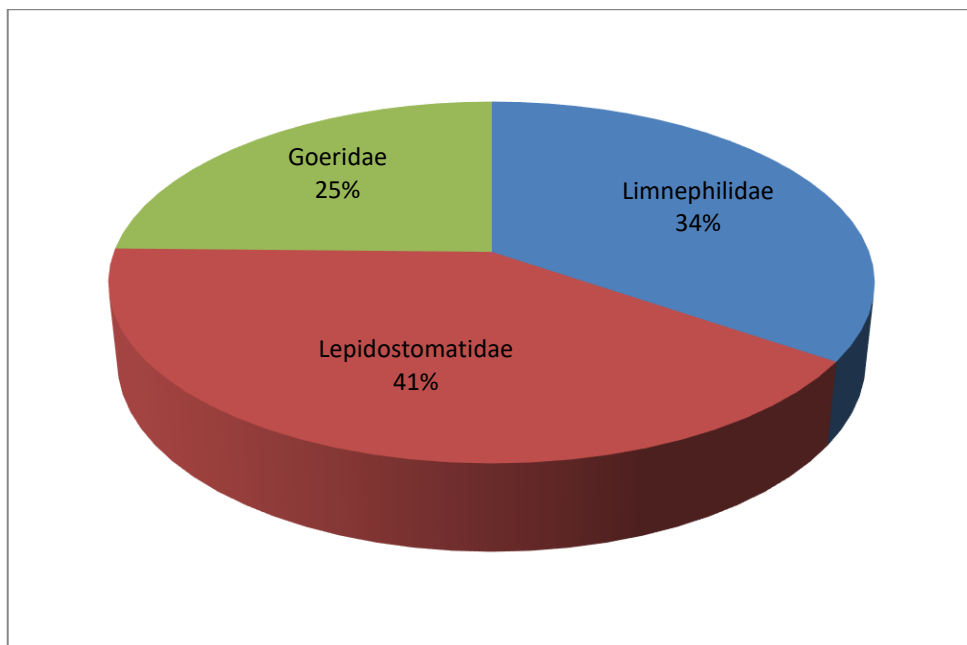


Figure 19 : Pourcentage de différentes familles des Trichoptères échantillonnés au niveau de cinq stations de d'Oued Djemri dans la région de Tamza, wilaya de kenchela

III.1.5. Les Coléoptères

Les Coléoptères sont représentés seulement par 2 familles. Suite à cette commande, nous avons échantillonné 73 individus dont 52 appartenaient à la famille des Dytiscidae, représentant 71 % tandis que les Hydrophilidae arrivent en deuxième position avec 21 individus, soit 29 % (Fig. 20).

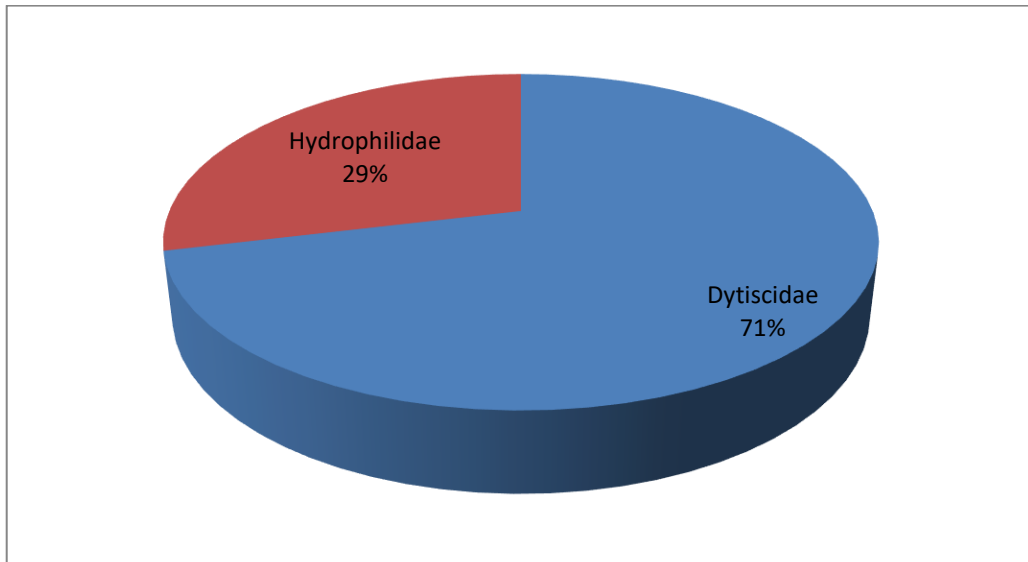


Figure 20 : Pourcentage de différentes familles des Coléoptères échantillonnés au niveau de cinq stations de d'Oued Djemri dans la région de Tamza, wilaya de kenchela

III.1.6. Les Hémiptères

L'ordre des Hémiptères est représenté par 3 familles. Dans cet ordre, nous avons prélevé 57 individus, dont 36 appartenaient à la famille des Notonectidae, représentant 63 % des Hémiptères. Les Hydrometridae viennent en deuxième position avec 13 individus, soit 23 %, tandis que les Valiidae arrivent en troisième position avec 8 individus (soit 14 %) (Fig. 21).

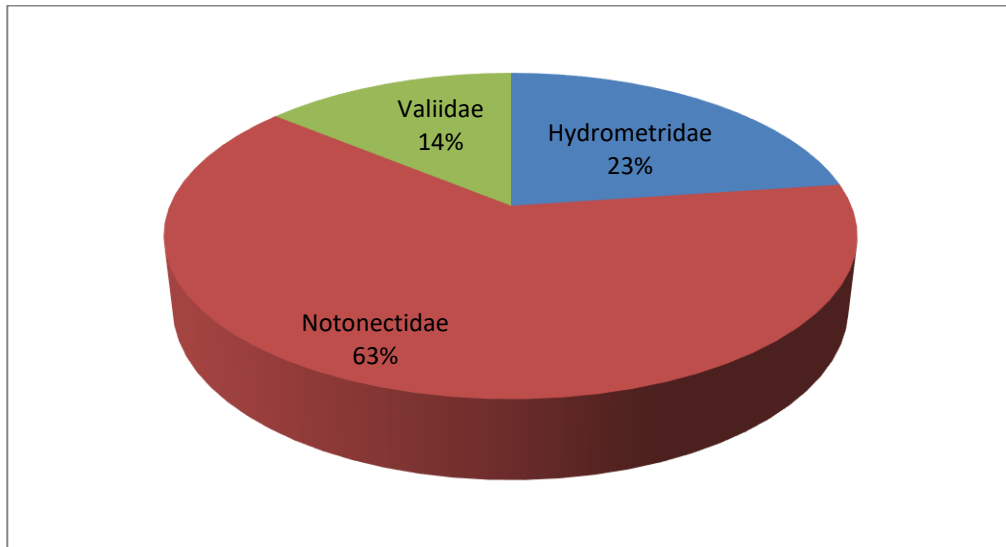


Figure 21 : Pourcentage de différentes familles des Hémiptères échantillonnés au niveau de cinq stations de d’oued djemri dans la région de Tamza, wilaya de kenchela

III.1.7. Les Odonates

Les odonates sont présentant que par une seule famille avec un effectif total de 2 d’individus appartenant à la famille des Corduliidae avec un pourcentage de 100% (Fig.22).



Figure 22 : Pourcentage de différentes familles des Odonates échantillonnés au niveau de cinq stations de d’Oued Djemri dans la région de Tamza, wilaya de kenchela

III.2. Diversités stationnaires des insectes aquatiques

III.2.1. Familles des insectes aquatiques échantillonnés dans la zone d’étude

Dans notre zone d’étude Oued Djemri, nous avons enregistré la présence de 17 familles, avec de 738 individus. Nous avons remarqué que la famille la plus représentée est

les Batidae avec 169 individus (soit 22.90 %), suivi par les Simuliidae avec 101 individus, soit 13.69 %, puis les Heptagonidae (9.21 %). D'autres familles a été enregistrée également avec des taux faibles (Caenidae, Dytiscidae, Ephemerellidae, Culicidae, Notonectidae, Lepidostomatida et Tabanidae) dont le pourcentage de ces familles est varié entre 9.21 % et 4.07 % et d'autres (Limnephilidae, Chironomidae, Hydrophilidae, Goeridae, Hydrometridae, Valiidae) avec un pourcentage entre 3.79 % et 1.08 %. La dernière position est occupée par la famille Corduliidae (soit 0.27 %) (Fig. 23).

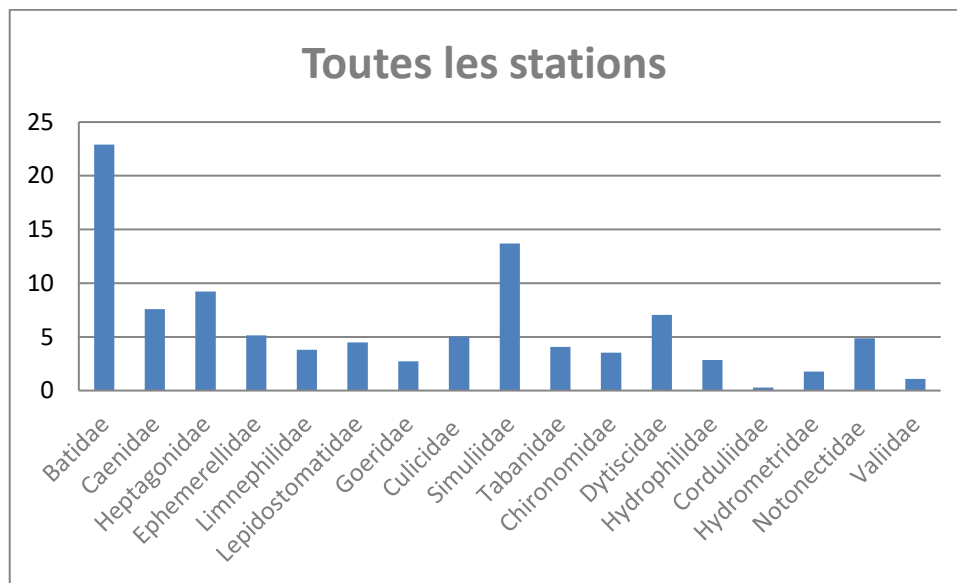


Figure 23 : Pourcentage des différentes familles échantillonnées au niveau les cinq stations d'échantillonnage d'Oued Djemri, région de Tamza, wilaya de khenchel

III.2.2. Les insectes échantillonnés au niveau de la première station

Dans la première station, nous avons enregistré la présence de 16 familles, avec de 172 individus. Nous avons remarqué que la famille la plus représentée est les Batidae (25,58 %), suivi par les Hyptagonidae avec un pourcentage de 10,47 %, puis les Canidae (9,88 %), tandis que les Ephemerellidae, Notonectidae et Dytiscidae sont représentées par un pourcentage de 7,56% pour chaque famille. En revanche, les familles Simuliidae, Lepidostomatidae, Culicidae sont représentées par un taux de 4,65 % pour chacune. Les pourcentages représentant les familles Limnephilidae et Tabanidae sont identiques, soit 3,49 % pour chacune d'elles. Il existe également d'autres familles avec des taux enregistrés entre 2.33 % et 1.16 % (Goeridae, Hydrophilidae, Valiidae, Hydrometridae et Chironomidae. La famille Corduliidae est totalement absente dans cette station (Fig. 24).

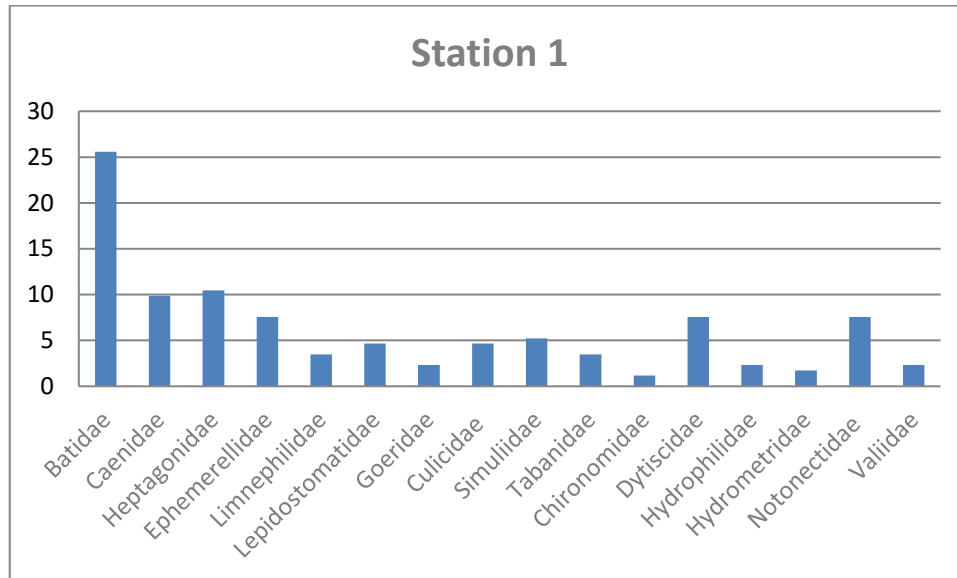


Figure 24 : Pourcentage des différentes familles échantillonnées au niveau de la première station d'Oued Djemri la région de Tamza, wilaya de khenchela

III.2.3. Les insectes échantillonnés au niveau de la deuxième station

Dans la deuxième Station, nous avons échantillonné 17 familles avec un total de 186 individus. La famille ayant enregistré le pourcentage le plus élevé est les Batidae avec un taux de 30,11 %, suivie par Heptagonidae, soit 13,44 %, en troisième position on trouve les Caenidae avec un taux de 9,14 %. En revanche, Les pourcentages moyens pour les familles Simuliidae, Goeridae, Notonectidae, Limnephilidae, Ephemerellidae, Lepidostomatidae et Hydrophilidae varient entre 4,30 % et 5,91 %, suivi par les Dytiscidae avec un taux de à 2,69 %.

En ce qui concerne les familles Culicidae, Tabanidae et Hydrometridae, elles ont été observées avec des proportions plus basses, soit de 2.15 %. Les familles les moins représentées sont Chironomidae, Corduliidae et Valiidae, avec des taux respectifs de 1,61 % et 1,08 %, ce qui indique une présence très faible dans cette station (Fig. 25).

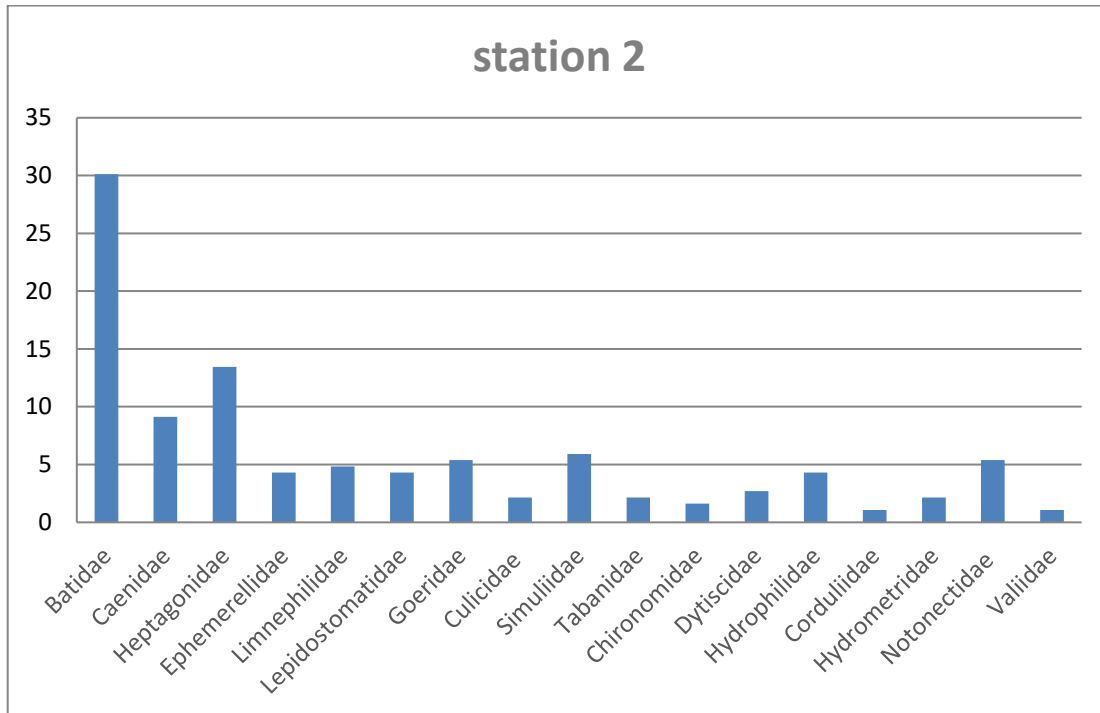


Figure 25: Pourcentage des différentes familles échantillonnées au niveau de la deuxième station d'Oued Djemri la région de Tamza, wilaya de kenchela

III.2.4. Les insectes échantillonnés au niveau de la troisième station

Dans la troisième station, nous avons enregistré une diversité de 15 familles pour un total de 176 individus. La famille la plus dominante est les Batidae avec un pourcentage de 23,86 %, suivie par les Heptagonidae et les Lepidostomatidae avec 9,66 % pour chaque famille. Les Dytiscidae viennent ensuite avec 7,95 %, tandis que Chaque famille, les Caenidae, les Limnephilidae et les Notonectidae, affiche un taux de 7,39 %. Les familles Ephemerellidae et Simuliidae montrent respectivement des pourcentages de 5,11 % et 4,55 %. Les Hydrophilidae constituent 3,97 % de la population, alors que les Goeridae et Hydrometridae sont chacune à 3,41%. Les Chironomidae constituent 2,84 %, alors que les familles Tabanidae et Valiidae affichent des taux de 2,27 % et de 1,14 % respectivement (Fig. 26).

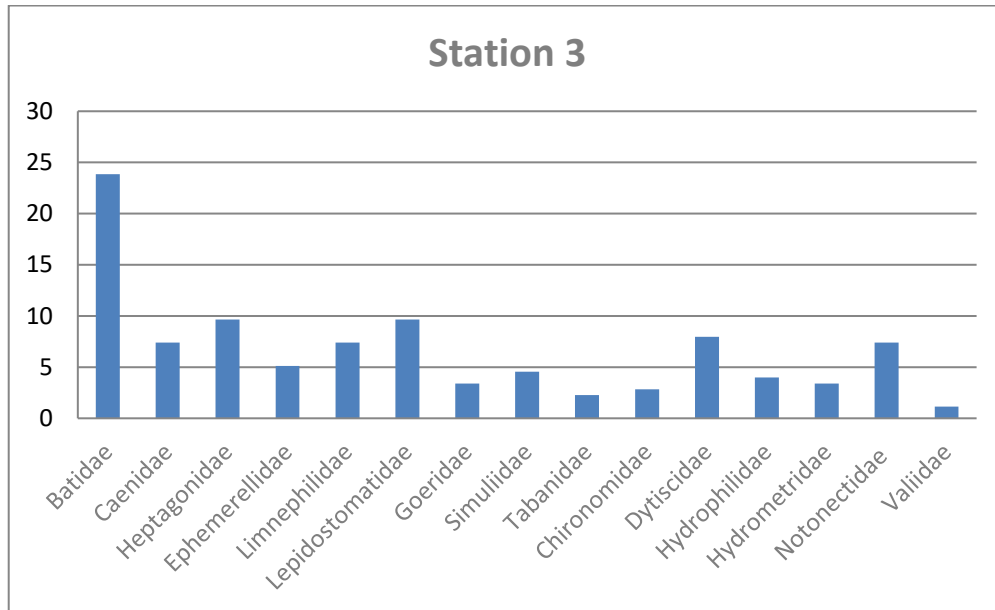


Figure 26 : Pourcentage des différentes familles échantillonnées au niveau de la troisième station d'Oued Djemri la région de Tamza, wilaya de khenchela

III.2.5. Les insectes échantillonnés au niveau de la quatrième station

Pour la quatrième station, nous avons enregistré la présence de 10 familles avec un total de 99 individus. Nous avons remarqué que la famille des Simuliidae est la plus représentée avec un pourcentage de 20,20 %, suivie par les Batidae avec un pourcentage 16,16 %, puis les Dytiscidae avec un taux de 14,14 %, viennent ensuite les Culicidae (10,10 %), les Chironomidae (9,09 %), les Ephemerellidae (8,08 %), puis la famille Heptagonidae et la famille Tabanidae présentent toutes deux un pourcentage identique de 7,07%. Suivi par les Canidae avec 6,06 %, tandis que les Hydrophilidae sont les moins représentés avec un taux 2,02 % (Fig. 27).

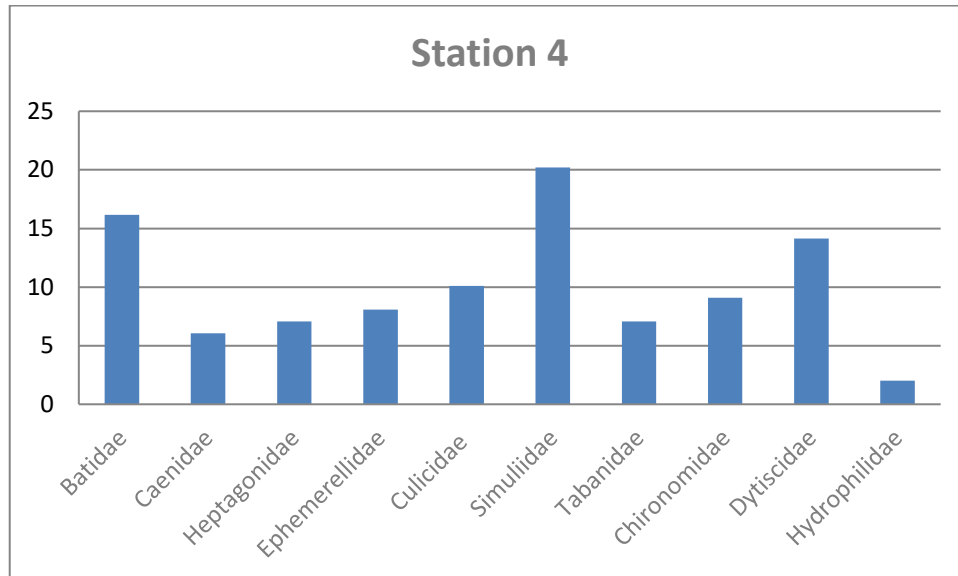


Figure 27 : Pourcentage des différentes familles échantillonnées au niveau de la quatrième station d'Oued Djemri la région de Tamza, wilaya de kenchela

III.2.6. Les insectes échantillonnés au niveau de la cinquième station

Au cinquième station (la dernière), nous avons enregistré uniquement la présence de 08 familles avec 105 individus. La première position est occupée par la famille Simuliidae avec un taux de 50.48 %, suivie par la famille, Chironomidae avec un taux de 14.29%, ensuite les Batidae avec un pourcentage de 10,48%, arrivent en quatrième position les Tabanidae avec un pourcentage de 8.57 %. Suivi par les Chironomidae (6.67 %), les Dytiscidae par un taux de 5.71%, les Caenidae avec des pourcentages 2,86 %. Il existe également la famille des Heptagonidae soit quasiment inexistantes avec un taux enregistré de (0,95%). (Fig.28).

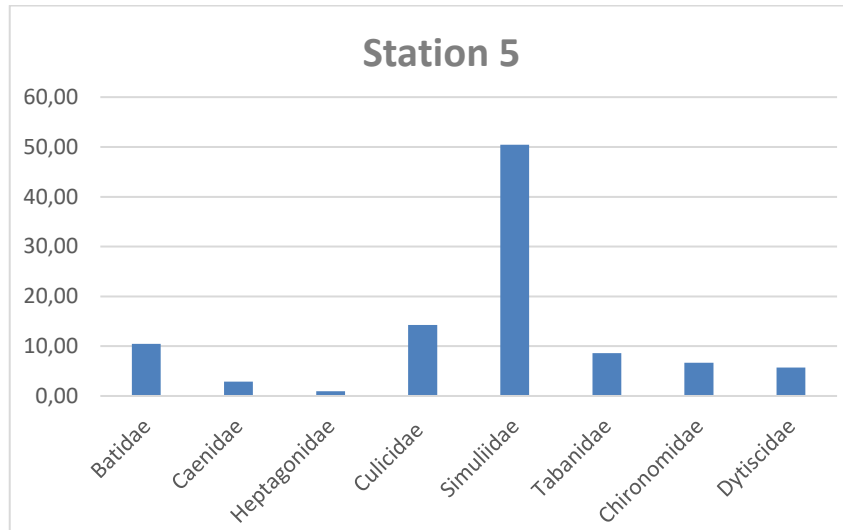


Figure 28 : Pourcentage des différentes familles échantillonnées au niveau de la cinquième station d'Oued Djemri la région de Tamza, wilaya de khenchela

III.3. Fréquence d'occurrence (C %)

À partir de la fréquence d'occurrence, on constate que les familles échantillonnées dans notre zone d'étude sont constantes, sauf la famille des Corduliidae est Accidentelle. Cela signifie que les familles constantes sont régulièrement présentes dans les échantillons de cinq stations, par contre la famille des Corduliidae est présente seulement dans la deuxième station et absente dans les autres stations (Tableau 03).

Tableau 4 : Présentation des résultats de fréquence d'apparition ou indice de constance au niveau de la zone d'étude.

Familles	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Nombre d'apparition	Fréquence d'occurrence (C%)	Echelle de constance
Batidae	1	1	1	1	1	5	100	Constante
Caenidae	1	1	1	1	1	5	100	Constante
Heptagonidae	1	1	1	1	1	5	100	Constante
Ephemerellidae	1	1	1	1	0	4	80	Constante
Limnephilidae	1	1	1	0	0	3	60	Constante
Lepidostomatidae	1	1	1	0	0	3	60	Constante
Goeridae	1	1	1	0	0	3	60	Constante
Culicidae	1	1	0	1	1	4	80	Constante
Simuliidae	1	1	1	1	1	5	100	Constante
Tabanidae	1	1	1	1	1	5	100	Constante

Chironomidae	1	1	1	1	1	5	100	Constante
Dytiscidae	1	1	1	1	1	5	100	Constante
Hydrophilidae	1	1	1	1	0	4	80	Constante
Corduliidae	0	1	0	0	0	1	20	Accidentelle
Hydrometridae	1	1	1	0	0	3	60	Constante
Notonectidae	1	1	1	0	0	3	60	Constante
Valiidae	1	1	1	0	0	3	60	Constante

III.4. Exploitation des résultats par les indices de la diversité

III.4.1. La richesse spécifique

Selon la figure 29, qui représente la richesse spécifique de la faune aquatique de l'Oued Djemri, région de Tamza de la wilaya de Khenchela, On constate que la Station 2 compte le plus d'individus, soit 186, suivie de près par la Station 3 avec 176 individus. La Station 1, quant à elle, présente un nombre moyen d'individus, soit 172, alors que Station 4 et Station 5 ont été enregistrées un nombre moins par rapport aux autres stations (Station 4 = 99 individus) (Station 5 = 105 individus). En ce qui concerne la Richesse totale, nous avons observé sa présence en quantités approximatives, variant entre 8 et 17. Nous avons recensé 738 individus dans toutes les stations analysées, tandis que la richesse totale d'espèces enregistrées s'élève à 17.

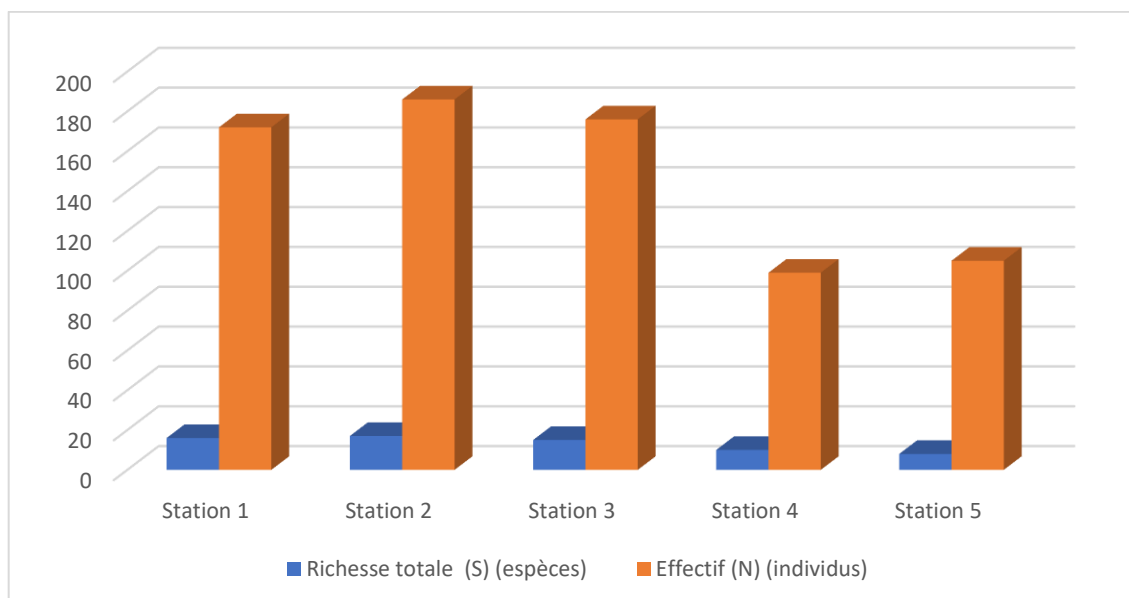


Figure 29 : La richesse spécifique de la faune aquatique de l'oued Djemri dans la région de Tamza, wilaya de khenchela

III.4.2. Indices de Shannon

Cet indice de diversité prend en considération l'abondance des espèces. On rappelle qu'un indice de Shannon élevé correspond à un peuplement diversifié et équilibré.

Au cours de notre étude nous avons calculé l'indice de Shannon pour chaque station et pour les cinq stations ensemble, et ceci dans le but de comparer la diversité des sites échantillonnés.

Selon la figure 30, on remarque que la valeur maximale de l'indice de Shannon est de 3,55 a été enregistrée dans la station 3, on note aussi que les quatre premières stations montrent un indice de Shannon élevé par rapport aux stations numéro 5.

III.4.3. L'équitabilité (Equirépartition)

Par définition, l'équitabilité E varie entre 0 et 1, elle tient compte de la richesse spécifique et sert à comparer les diversités de deux peuplements.

L'équitabilité calculée pour chaque station dans la zone d'étude est presque toujours élevée et les familles presque ont la même abondance dans toutes les stations étudiées sauf dans la cinquième station, on a enregistré $E = 0.75$. Selon le graphique des indices d'équitabilité, on note que les valeurs sont très proches dans les quatre premières stations, varie entre 0,82 et 0,94. (Fig.30).

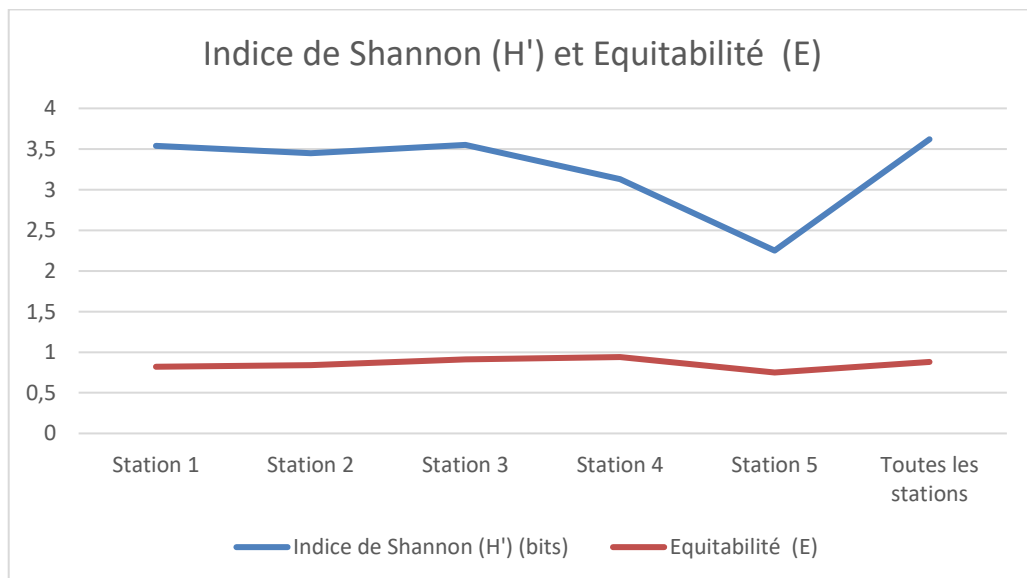


Figure 30: Variation de l'indice de diversité et l'équitabilité de la faune récoltée dans la zone d'étude.

III.5. Discussion

Au cours de la période d'étude s'étalant entre le mois de février au mois de mai 2025, on a étudié la diversité des insectes aquatiques de l'Oued Djemri, dans la région de Tamza de la wilaya de Khenchela. Ce travail s'inscrit dans le domaine de l'étude des insectes aquatiques des eaux courantes de l'Est Algérien.

Cette étude a été comparée à d'autres études menées dans plusieurs régions de l'est de l'Algérie, dans la même phase climatique semi-aride. Nous vous présenterons nos résultats préliminaires et en discuterons dans le contexte d'autres travaux de recherche liés au sujet de notre mémoire.

Ce travail, nous a permis de recenser un peuplement faunistique constitué de 738 individus qui appartiennent à 6 ordres et 17 familles. L'ordre des Éphéméroptères (44,85 %) est le plus abondant et est représenté par quatre familles, où la famille la plus dominante est les Batidae qui représentent (51 %). Ensuite, l'ordre des Diptères (26,29 %) appartient à quatre familles, la famille Simuliidae étant la plus dominante, avec une abondance de (52 %). Le troisième rang est occupé par l'ordre des Trichoptères avec un pourcentage de 10,98 %. Il comprend trois familles, dont la famille des Lepidostomatidae qui représente le plus grand nombre avec 41%. Ensuite, l'ordre des Coléoptères (9,89 %) est constitué de deux familles, dont la famille Dytiscidae représente 71% du total des Coléoptères. L'ordre des Hémiptères (7,72 %) se compose de trois familles, avec la famille des Notonectidae qui prédomine, représentant (63 %). Enfin, l'ordre des Odonates (0,27 %), présent par une seule famille avec un effectif de 2 individus appartenant à la famille des Corduliidae avec un pourcentage de 100%.

Dans ce contexte, Une étude a été réalisée par **Arbaoui, Z., et Ayadi, C. (2024)**, dans la région de Khenchela. Elles ont été dénombrées et constituées de 395 individus qui appartiennent à 8 ordres et 31 familles. L'ordre des Diptères (42%) sont les plus abondants, où les familles les plus dominantes sont les Ceratopogonidae et Chironomidae qui représentent 20% pour chaque famille. Ensuite, l'ordre des Ephéméroptères (18%) où la famille Leptophlebiidae est la plus dominante, avec une abondance de (54%). L'ordre Coléoptères vient en troisième position (13%), la famille des Dytisidae est le plus presentant avec un pourcentage de (21%). Après, l'ordre des Hémiptères (12%), la famille des Notonectidae, représentant (42%) des Hémiptères. L'ordre des trichoptères (6%), la famille des Hydropsychidae représentant (48 %). L'ordre des Plécoptères (4%), la famille des Perlodidae est la plus fréquente avec un pourcentage de (69%). L'ordre des odonates (3%)

présent uniquement par une seule famille les Pletycnemididae avec effectif de 12 individus. Enfin l'ordre des Mégaloptères (2%) présents également par une seule famille les Sialidae avec effectif de 6 individus.

Une deuxième étude a été réalisée dans la même région de notre étude par **Abouba, O. et Achba, D., (2023)**. Les résultats obtenus dans cette zone mettent en évidence l'existence de 6 ordres appartenant à 23 familles avec 805 individus. Le peuplement est composé essentiellement des Éphéméroptères avec un pourcentage de 85% (689 individus), par la suite c'est les Trichoptères noté par un taux de 5% (57 individus), puis les Coléoptères avec 4% (26 individus), suivi par les Hémiptères (15 individus) avec un taux de (3%) et les Diptères (14 individus) avec un pourcentage de (2%) et les Plécoptères ont les plus faibles proportions avec 1% (4 individus).

De plus, une analyse faunistique a été réalisée aussi dans la région de Bordj Bou Arreridj par **Bouederbala, S. et Bouchou, F., (2021)** ont été déterminés 317 individus, appartiennent à 4 ordres et 7 familles et sous ordre pour les odonates. L'ordre des Diptères (93%), présent par trois familles, les Culicidae (75%), les Chironomidae (19%) et Syrphidae (6%). En deuxième position sont les Éphéméroptères (04 %), présent aussi par trois familles : Isonychidae (70%), les Leptophlebidae (18%) et Ephémérelidae (12%). En troisième position, l'ordre des Hétéroptères (02%) présent par les Notonectidae (100%). Enfin, les odonates (01%).

Une étude a été réalisée par **Belela et al., (2020)**, ils ont été dénombrés 2072 individus qui appartiennent à 5 ordres. L'ordre éphéméroptères (43.9 %) sont les plus abondants, où la famille la plus dominante est des *Heptageniidae* qui exprime 67.02% des Éphéméroptères. En deuxième position les diptères (25.08 %), la famille *Chironomidae* est la plus dominante, avec une abondance de 33.14 %. En troisième position, l'ordre coléoptère (18.73 %), la famille des *Hydrophilidae* est la plus dominante avec (54.59 %), suivi par l'ordre des trichoptères (11.66 %) la famille *Philopotamidae* est la famille la plus dominante avec (67.62 %). Enfin, l'ordre des hémiptères qui présent par une seule famille, des *Notonectidae*.

Une autre étude a été réalisée par **Hadjab, R. (2018)**, il fait ses études dans deux zones d'étude : Ain Beida et Ksar S'bihi. Pour la première zone d'étude Ain Beida, l'analyse faunistique a conduit à la détermination de 2621 individus appartenant à 3 ordres et 4 familles. L'ordre des diptères (36%) présente par deux familles : les Culicidae (25%) et les Chironomidae (11%). En deuxième position, les Éphéméroptères présent par la famille

Baetidae (12%). En troisième position, l'ordre des coléoptères présent par la famille Hydrophilidae (3%). Pour la deuxième zone d'étude Ksar S'Bihi, l'analyse faunistique est déterminée 1590 individus appartenant à 3 ordres, 5 familles et des larves indéterminables. L'ordre des Diptères (48%), présent par 2 familles : les Culicidae (33%), les Chironomidae (15%). En deuxième position sont les éphéméroptères (23%), présent par deux familles : Leptophlebiidae (17%) et les Baetidae (6%). En troisième position, l'ordre des Coléoptères présent par les Hydrophilidae (17%). Enfin, des larves indéterminables (12%).

D'après ces recherches, on remarque que les résultats de notre étude concernant la diversité faunistique sont comparables à ceux observés dans d'autres zones de l'est algérien. (**Hadjab, R., 2018 ; Belela *et al.*, 2020 ; Bouederbala, S. et Bouchou, F., 2021 ; Abouba, O et Achba, D., 2023 et Arbaoui, Z. et Ayadi, C., 2024**). Cela pourrait être attribué aux conditions météorologiques (climat semi-aride).

De plus, nos résultats montrent l'existence des Ephéméroptères (44,85 %) et les Trichoptères et les Plécoptères cela indique que l'Oued Demri ne contient pas ou très peu de polluants car ces espèces d'insectes réagissent fortement à la pollution et aux changements induits par l'homme dans leur habitat. Ils servent donc d'instrument de biomonitoring largement employé (De bons indicateurs de la qualité des eaux) (**Moisan, 2010**).

On peut également suggérer que la distribution des insectes soit influencée par les caractéristiques physico-chimiques et la qualité de l'eau (**Fouzari, 2009 ; Meziane, 2009**).

Plusieurs études ont démontré que la répartition spatiale de macros invertébrées benthiques est influencée par un ensemble complexe de facteurs environnementaux qui diffèrent selon les régions. Des éléments tels que le type de substrat, la vitesse du courant et la hauteur de la lame d'eau sont généralement estimés comme des facteurs écologiques pouvant avoir un impact direct sur la distribution de la faune benthique (**Lavandier, 1979 ; Angelier, 2000**).

L'étude en cours révèle que l'ordre des Diptères se classe au deuxième rang dans la région étudiée tandis qu'il occupe la première place à la cinquième station. Dans ce cadre, des recherches ont démontré que les Diptères figuraient parmi les taxons nettement dominants dans le cas d'autres rivières méditerranéennes en Afrique du Nord (**Sellam *et al.*, 2017**). Cependant, la répartition réduite des Odonates dans la région étudiée peut être liée à la période ou à la méthode d'échantillonnage (**Khelifa *et al.*, 2016**).

Les insectes aquatiques sont aussi exploités comme des bio-indicateurs pour contrôler de la qualité de l'eau. Leur présence, leur absence ou leur nombre peut donner

beaucoup d'informations sur le niveau de pollution d'un cours d'eau. Par exemple, les Ephémères, les Plécoptères et les Trichoptères se retrouvent fréquemment en grand nombre dans les eaux propres et riches en oxygène, alors que certaines espèces de Chironomides sont capables de supporter des conditions plus polluées (Tachet *et al.*, 2010)

A partir de l'indice de Shannon et d'Équitabilité, on peut savoir la qualité d'un écosystème. Nos résultats présentent un indice de Shannon (H') égale 3.64 et un indice d'équitabilité (E) égale 0.88, ceci montre que Oued Djemri est un écosystème aquatique en bonne santé, équilibré et diversifié et presque toutes les espèces ont des effectifs similaires. Cela peut inclure une bonne qualité de l'eau, une diversité de micro-habitats, bien oxygéné, et des niveaux de perturbation relativement faibles (Lamri et Bekghyti, 2011).

En outre, l'inventaire et l'étude des variations des indices écologiques ont mis en évidence la présence d'une richesse élevée. Les valeurs observées suggèrent que le milieu étudié est écologiquement équilibré, avec une biodiversité riche et bien répartie. Effectivement, cette diversité et abondance sont probablement dues à divers facteurs tels que la flore, l'écosystème aquatique et les conditions météorologiques. Par ailleurs, la disponibilité des aliments et la qualité de l'eau sont des paramètres essentiels qui déterminent l'abondance des macro-invertébrés benthiques (Uyanik, 2005 ; Bae, 2011).

De même, Cereghino *et al.*, (2002) et Azrina *et al.*, (2006), montrent que la richesse spécifique est affectée par l'intervention humaine dans les écosystèmes aquatiques, notamment les insectes d'eau qui sont fréquemment de bons indicateurs des conditions environnementales dans les cours d'eau et sont par conséquent très sensibles à la pollution.

Conclusion

Conclusion générale

Ce travail est une étude préliminaire de l'oued Djemri dans la région de Tamza de la wilaya de Khenchela, dans le but d'apporter une contribution à l'étude de la diversité des insectes aquatiques de la région. En effet, les inventaires ont été effectués durant six sorties du mois de février au mois de mai 2025.

L'objectif de cette étude était de réaliser un inventaire de la biodiversité des insectes aquatiques. Elle nous a permis de recenser un peuplement faunistique constitué de 738 individus qui appartiennent à 6 ordres et 17 familles. L'ordre des Éphéméroptères (44,85 %) est le plus abondant et est représenté par quatre familles, où la famille la plus dominante est les Batidae qui représentent (51 %). Ensuite, l'ordre des Diptères (26,29 %) appartient à quatre familles, la famille Simuliidae étant la plus dominante, avec une abondance de 52 %. Le troisième rang est occupé par l'ordre des Trichoptères avec un pourcentage de 10,98 %. Il comprend trois familles, dont la famille des Lepidostomatidae qui représente le plus grand nombre avec 41 %. Ensuite, l'ordre des Coléoptères (9,89%) est constitué de deux familles, dont la famille Dytiscidae représente 71% du total des Coléoptères. L'ordre des Hémiptères (7,72 %) se compose de trois familles, avec la famille des Notonectidae qui prédomine, représentant 63 %. Enfin, l'ordre des Odonates (0,27%), présent par une seule famille avec un effectif de 2 individus appartenant à la famille des Corduliidae avec un pourcentage de 100 %.

La présence des Éphéméroptères et des Trichoptères reflète une meilleure qualité des eaux des stations étudiées. Cependant, la présence des Simuliidae et leur prédominance dans la cinquième station explorée sont une indication de la dégradation de la qualité des eaux dans cette station liée à la présence de matières organiques.

La richesse taxonomique des stations étudiées révèle que les sites un, deux et trois présentent le taux de diversité taxonomique le plus élevé. Il y a plusieurs facteurs à prendre en compte : un courant qui va de moyen à rapide, une végétation aquatique et la température de l'eau.

Une richesse importante d'insectes aquatiques signale une biodiversité considérable, indiquant une qualité de l'eau et des conditions écologiques propices. Cependant, il demeure essentiel de maintenir une vigilance constante sur cet écosystème afin de comprendre les dynamiques qui le dirigent et d'assurer sa préservation sur le long terme.

Les insectes aquatiques jouent un rôle essentiel dans les écosystèmes aquatiques, participant au mécanisme de recyclage des nutriments, à l'aide des chaînes alimentaires et à

la régulation de la qualité de l'eau. Il est essentiel de préserver ces milieux pour maintenir la santé écologique des eaux et pour les nombreux êtres vivants, y compris les êtres humains, qui dépendent de ces écosystèmes.

Les résultats de cette recherche ne représentent pas une liste complète des insectes aquatiques de cette zone, mais peuvent servir de base pour des recherches futures (écologie, comportement, distribution, bio-indication...). Pour approfondir cette recherche, il est conseillé de réaliser des inventaires d'insectes aquatiques dans d'autres habitats et d'autres sites.

Références
bibliographiques

Références bibliographiques

Abouba, O., & Achba, D. (2023). *Contribution à l'étude des insectes aquatiques dans la région de Khenchela* [Mémoire de Master, Université Abbes Laghrour, Khenchela].

Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière (ANIREf). (2021). *Monographie de la wilaya de Khenchela* (p. 25).

Agence Nationale de Développement de l'Investissement (ANDI). (2013). *Rapport d'activités*. pp. 6, 10.

Alioui, K., & Boukhallat, K. (2019). *Étude de la qualité des eaux et inventaire des oiseaux d'eau au niveau de Sabkhet El Mahmel (Wilaya de Khenchela)* [Mémoire de Master, Université Abbas Laghrour, Khenchela].

Anonyme, 2001, Monographie de la Wilaya de Khenchela, Direction Générale du Budget DPAT de la Wilaya de Khenchela, 166p.

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].

Aubertin, C. (2012). Repenser le développement du monde : le Brésil se met en scène à Rio + 20. *Mouvements*, (2), 43–58.

Azrina, M. Z., Yap, C. K., Rahim Ismail, A., Ismail, A., & Tan, S. G. (2006). Anthropogenic impacts on the distribution and biodiversity of benthic macroinvertebrates and water quality of the Langat River, Peninsular Malaysia. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 64(3), 337–347. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2005.04.003>

Badis, M. (2022). Performances écologiques et conservation des oiseaux forestiers : Application aux piciformes des massifs forestiers des Aurès en Algérie. Thèse de doctorat. Université Tunis El Manar. Tunisie.

Balian, E. V., Lévêque, C., Segers, H., & Martens, K. (2008). The freshwater animal diversity assessment: An overview of the results. In E. V. Balian, C. Lévêque, H. Segers, & K. Martens (Eds.), *Freshwater animal diversity assessment* (pp 69).

Belala, S., Hadjab, R., Khammar, H., Saheb, M., & Merzoug, D. (2020). Biodiversity and ecology of surface water fauna of Oued Youks in Tebessa region (Northeast of Algeria).

Bigot, L., & Bodot, P. (1973). Contribution A L'étude Biocoenotique De La Garrigue A Quercus Coccifera Li.—Composition Biotique Du Peuplement Des Invertébrés. *Vie et milieu*, 23, 229-249.

Blondel, J. (1982). Caractérisation et mise en place des avifaunes dans le bassin méditerranéen. *Écologie méditerranéenne*, 8(1/2), 253–272.

Blot, J. (1993). *Le monde animal*. Paris : L'Édition de l'école.

Bonada, N., Prat, N., Resh, V. H., & Statzner, B. (2006). Developments in aquatic insect biomonitoring: A comparative analysis of recent approaches. *Annual Review of Entomology*, 51, 495–523.

Boubelli, S. (2009). *Identification et mise en évidence des formations hydrogéologiques de la wilaya de Khenchela (Nord-Est algérien)* (Thèse de doctorat, Université d'Annaba).

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

Bouchard, R. W., Jr. (2004). *Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest*. Water Resources Center, University of Minnesota, St. Paul, MN.

Bouchelaghem, H. (2008). *Caractérisation des peuplements odonatologiques du bassin de l'oued Cherf, Seybouse* [Mémoire de Magister, Université 8 Mai 1945 Guelma].

Bouderbala, S., & Bouchou, F. (2021). *Contribution à l'étude de la diversité des insectes aquatiques dans la région de Bourdj Bou Arreridj* [Mémoire de Master, Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi, B.B.A.].

Charabidzé, D., & Bourel, B. (2007). Entomologie médico-légale : Les insectes au service de la justice. *Insectes*, 147(4), 29–32.

Coulibaly, M. & Mariko M. (2019). Biodiversité des mares temporaires du nord-est algérien. Mémoire de Master, Université 8 MAI 1945 GUELMA, Algérie.

Covich, A. P., Palmer, M. A. (1999). The role of benthic invertebrate species in freshwater ecosystems.

DeWalt, R. E., Kondratieff, B. C., & Sandberg, J. B. (2015). Order Plecoptera. In *Thorp and Covich's Freshwater invertebrates* (pp. 933-949). Academic Press.

Djamai, S. (2020). Variations Spatiales des Macro-invertébrés benthiques dans le lac Tonga (El-Kala–Wilaya El-Tarf) (Doctoral dissertation, Doctoral dissertation, Doctoral dissertation, Thèse de doctorat Spécialité : Sciences Biologiques. Université Mohamed BOuediaf-M'sila, P : 27).

Djibouti, A., & Nour, M. (2015). *Contribution à l'étude des macroinvertébrés de la haute Seybouse* [Mémoire de Master, Université de Guelma].

Fodé, & Vall Zouboye. (2018). *Contribution à la recherche sur la faunistique et l'écologie des macro-invertébrés des cours d'eau du Mali* [Mémoire de Master, Université 8 Mai 1945 Guelma, Algérie].

Fouzari, A. (2009). *Contribution à l'étude des macroinvertébrés d'Oued Seybouse : Diptera, Coleoptera et Gasteropoda* [Mémoire de Magister, Université 8 Mai 1945, Guelma].

Gattollia, J.-L. (2000). Two new genera of Baetidae (Ephemeroptera; Insecta) from Madagascar.

Gladyshev, M. I., Kharitonov, A. Y., & Popova, O. N. (2011). Quantitative estimation of dragonfly role in transfer of essential polyunsaturated fatty acids from aquatic to terrestrial ecosystems. *Doklady Biochemistry and Biophysics*.

Hadjab, R. (2018). *Biodiversité, écologie et qualité des eaux souterraines de deux régions semi-arides du Nord-est algérien : Les régions d'Ain Beida et Ksar S'behi* (Thèse de doctorat, Université Larbi Ben M'hidi, Oum El Bouaghi).

Hasnon, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2010). *Introduction aux groupes d'invertébrés aquatiques et à la biologie tropicale*.

Houssam Eddin, K. (2021). *Etude bibliographique des chironomidae (Deptera insecta) dans le Nord-EST Algerien* (Doctoral dissertation, university center of abdalhafid boussouf-MILA).

Khabthane, H. (2010). *Contribution à l'étude du comportement écophysiological du genre Tamarix dans différents biotopes des zones arides de la région de Khenchela* [Mémoire de Magister, Université de Constantine].

Khelifa, R., Mellal, M. K., Zouaimia, A., Amari, H., Zebsa, R., Bensouilah, S., Laouar, A., & Houhamdi, M. (2016). On the restoration of the last relict population of a dragonfly *Urothemis edwardsii* Selys (Libellulidae: Odonata) in the Mediterranean. *Journal of Insect Conservation*, 20(5), 797–805.

Lalonde, S., & Downing, J. A. (1992). Macroinvertebrate standing crop in littoral regions of allochthonous detritus accumulation: Implications for forest management.

Lamri, D., & Belghyti, D. (2011). Bio-évaluation de la qualité des eaux par application des indices biotiques : Cas de l'oued Moulouya (Maroc). *Science Lib Editions Mersenne*, 3(110905), 21.

Lavandier, P. (1979). *Écologie d'un torrent pyrénéen de haute montagne : l'Estaragne* (Thèse de doctorat ès sciences, Université de Toulouse).

Lounaci, A. (2011). *Actes du congrès annuel de la SZF*. Parc Phoenix, Nice, 13–16 septembre 2011.

Mebarki, R., & Oumeddour, Z. (2013). *Contribution à l'étude des insectes aquatiques de l'oued Seybouse (Nord-est algérien)* [Mémoire de Master, Université 8 Mai 1945 Guelma, Algérie].

Merritt, R. W., Cummins, K. W., & Berg, M. B. (2008). *An introduction to the aquatic insects of North America* (4th ed.). Kendall Hunt Publishing Company.

Moisan, J. (2006). *Guide d'identification des principales 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, 82 p.

Moisan, J., Gagnon, E., Laporte, Y., Baillargeon, J. P., Pelletier, L., Piedboeuf, F., & André, M. (2008). *Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec : Cours d'eau peu profonds à substrat grossier*. Direction

du suivi de l'état de l'environnement, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. ISBN : 978-2-550-53591-1.

Moisan, J. (2010). *Guide d'identification des principaux macro-invertébrés benthiques d'eau douce du Québec (2010) – Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. ISBN : 978-2550-58416-2.

Ouchtati, M. (1993). *Inventaire et écologie des Cicindelidae, Carabidae, Branchinidae (ordre : Coleoptera) du Parc National d'El-Kala* [Thèse de Magister, Université Badji Mokhtar, Annaba].

Romero, N. A. (2022). Biologist and environmental educator. *Aquatic insects: Types of water insects*.

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

Sellam, N., Zougaghe, F., Pinel-Alloul, B., Mimouni, A., & Moulaï, R. (2017). Taxa richness and community structure of macroinvertebrates in rivers of different bioclimatic regions of Algeria. *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 8(5), 1574–1588.

Starr, S. M., & Wallace, J. R. (2021). Ecology and biology of aquatic insects. *Insects*, 12(1), 51.

Tachet, H., Bournaud, M., & Richoux ; P. (2000). Usseglio –Polatera, Invertébrés des eaux douces : Systématique, Ecologie, Biologie. Ed CNRS-Paris

Tachet H., (2003). Invertébrées d'eau douce : systématique, biologie, écologie, ed. Du CNRS, bayeux, 607p.

Tachet, H., Bournaud, M., Richoux, P., & Usseglio-Polatera, P. (2010). *Invertébrés des eaux douces : Systématique, biologie, écologie*. Éditions du CNRS, Paris.

Uyanik, S., Yilmaz, G., Yesilnacar, M. I., Aslan, M., & Demir, O. (2005). Rapid assessment of river water quality in Turkey using benthic macroinvertebrates. *Fresenius Environmental Bulletin*, 14(4), 268–272.

Wallace, J. B., & Webster, R. (1996). The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function.

Williams, D. D., & Feltmate, B. W. (1992). *Aquatic insects*. CAB International.

Sitographie

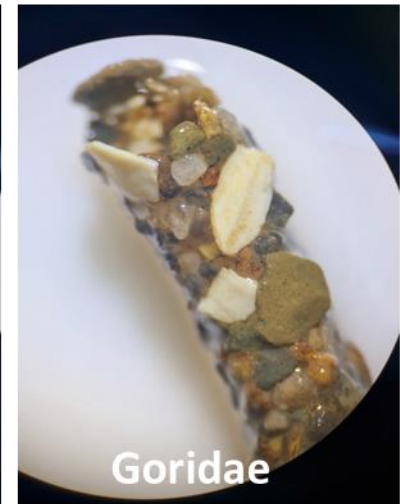
1. Passion Entomologie. (s.d.). *Accueil*. [https://www.google.com/search?q=\(passion-entomologie.fr\)](https://www.google.com/search?q=(passion-entomologie.fr)) . Consulté le 02.02.2025
2. Encyclopædia Universalis. (s.d.). *Éphéméroptères*.
<https://www.universalis.fr/encyclopedie/ephemeropteres/> Consulté le 04.02.2025
3. PMNVS Canalblog. (s.d.). *Les trichoptères*. <https://pmnvs.canalblog.com/pages/les-trichopteres/26447040.html>. Consulté le 05.02.2025
4. Google Scholar. (s.d.). (*Nick A. Romero H., 2024*).
[https://www.google.com/search?q=.\(Nick+A.+Romero+H.%2C+2024\)](https://www.google.com/search?q=.(Nick+A.+Romero+H.%2C+2024)) Consulté le 02.02.2025
5. Resh, V. H., & Cardé, R. T. (2012). Chapter 36 – Aquatic Insects. In *Encyclopedia of Insects* (2nd ed.). Elsevier. Consulté le 18.02.2025
6. Situation géographique de la wilaya de Khenchela.
https://interieur.gov.dz/Monographie/detail_axe.php?wilaya=40&type=potentialite#:~:text=De%20par%20sa%20position%20g%C3%A9ographique,pays%2C%20sont%20des%20plus%20importants. Consulté le 02.03.2025
7. Situation géographique de la région de Tamza DB-City. (s.d.). *Tamza (El-Hamma, Khenchela, Algérie)*.
<https://fr.db-city.com/Alg%C3%A9rie--Khenchela--El-Hamma--Tamza> Consulté le 06.03.2025.
8. http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/macroiinvertebre/guide.pdf
Consulté le 21 mars 2025.

Annexes

Annexes**Annexe N : 1****Liste des taxons Récoltés dans les 5 Stations**

ORDRE	<i>Familles</i>	Station1	Station2	Station3	Station4	Station5
Ephemeroptera	<i>Batidae</i>	+	+	+	+	+
	<i>Caenidae</i>	+	+	+	+	+
	<i>Heptagonidae</i>	+	+	+	+	+
	<i>Ephemereleiidae</i>	+	+	+	+	-
Tricoptera	<i>Limnephilidae</i>	+	+	+	-	-
	<i>Lepidostomatidae</i>	+	+	+	-	-
	<i>Goeridae</i>	+	+	+	-	-
Diptera	<i>Culicidae</i>	+	+	-	+	+
	<i>Simuliidae</i>	+	+	+	+	+
	<i>Tabanidae</i>	+	+	+	+	+
	<i>Chironomidae</i>	+	+	+	+	+
Coleoptera	<i>Dytiscidae</i>	+	+	+	+	+
	<i>Hydrophilidae</i>	+	+	+	+	-
Odonata	<i>Corduliidae</i>	-	+	-	-	-
Hemiptera	<i>Hydrometridae</i>	+	+	+	-	-
	<i>Notonectidae</i>	+	+	+	-	-
	<i>Valiidae</i>	+	+	+	-	-

Annexe N : 2



Quelques photos des espèces récoltées.

Abstract

Contribution to the Study of Aquatic Insect Diversity in the Tamza Region, Khenchela Province

This study presents preliminary data on aquatic insects in Oued Djemri, located in the Tamza region of the Khenchela wilaya.

The main objective of our study is to analyze the diversity and distribution of aquatic insects and their taxonomic groups in the investigated area. The results reveal the presence of 6 orders comprising 17 families and a total of 738 individuals. The population is mainly composed of Ephemeroptera, representing 44.85% (331 individuals); followed by Diptera with 26.29% (194 individuals); then Trichoptera with 10.98% (81 individuals); Coleoptera with 9.89% (73 individuals); and Hemiptera with 7.99% (57 individuals). Finally, Odonata represent only 0.27%, with one family and two individuals recorded.

Analysis of the variation in ecological indices has enabled us to highlight the presence of significant faunal richness. In addition, calculations of species richness, Shannon diversity indices and equitability show that the area studied has a diverse and balanced fauna. These results suggest that the Khenchela region is a diverse and little-studied area in Algeria.

Keywords: aquatic insects, diversity, Oued Djemri, Tamza, Khenchela Province

ملخص

المساهمة في دراسة تنوع الحشرات المائية في منطقة تامزة، ولاية خنشلة

تقدم هذه الدراسة بيانات أولية عن الحشرات المائية في وادي جمري الواقع في منطقة تامزة بولاية خنشلة. يتمثل الهدف الرئيسي من هذه الدراسة في تحليل تنوع الحشرات المائية وتوزيع مجموعاتها في المنطقة المدروسة. أظهرت النتائج وجود 6 رتب تضم 17 عائلة بإجمالي 738 فردًا. يتكوّن المجتمع الحيواني بشكل أساسي من رتبة الذبابت ذات الأجنحة المؤقتة (الإيفيميروبتيرا) بنسبة 44.85% (331 فردًا)، تليها رتبة الذبابت (الدبتيرا) بنسبة 26.29% (194 فردًا)، ثم رتبة الذباب الشعري (التريكوبتيرا) بنسبة 10.98% (81 فردًا)، تليها الخنافس (الكوليوبتيرا) بنسبة 9.89% (73 فردًا)، ثم الحشرات نصفية الأجنحة (الهيميبتيرا) بنسبة 7.99% (57 فردًا). وأخيرًا، سجلت رتبة اليعاسيب (الأودوناتا) بنسبة 0.27%، ممثلة بعائلة واحدة وفردين فقط.

مكننا تحليل التباين في المؤشرات البيئية من تسليط الضوء على وجود ثروة حيوانية كبيرة. بالإضافة إلى ذلك، يُظهر حساب ثراء الأنواع ومؤشرات شانون والتنوع والتكافؤ أن المنطقة المدروسة تحتوي على حيوانات متنوعة ومتوازنة. بناءً على هذه النتائج، يمكننا القول إن منطقة خنشلة منطقة متنوعة وقليلة الدراسة في الجزائر.

الكلمات المفتاحية: الحشرات المائية، التنوع، وادي جمري، تامزة، ولاية خنشلة.