

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques



Mémoire de fin d'étude
En vue de l'obtention du diplôme de
Master
En sciences de la Nature et de la vie
Filière : Ecologie & Environnement
Spécialité : Ecologie Animale



Thème :

**Contribution à la connaissance des Diptères aquatiques
du réseau hydrographique de l'Assif Ouadhias (Tizi-
Ouzou)**

Réalisé par :

- ❖ **SADAOUI Kenza**
- ❖ **SADAOUI Ounissa**

Membre de jury :

- | | | | |
|-----------------------|------------------|-----|-----------|
| ❖ Président | Mr MEZANIS | MCA | à l'UMMTO |
| ❖ Promotrice | Mme SEKHI. S | MCB | à l'UMMTO |
| ❖ Examinatrice | Mme HAOUCHINE. S | MAA | à l'UMMTO |

Promotion 2024-2025

Liste des photos

| | |
|---|----|
| Photo 1: Exemples de larves eucéphales | 6 |
| Photo 2: Exemples de larves hémicéphales | 6 |
| Photo 3 : Exemple de larve acéphale | 7 |
| Photo 4: Exemples de Nymphes de Diptères | 7 |
| Photo 5 : Adulte de Diptère..... | 8 |
| Photo 6 : Station O1 | 21 |
| Photo 7: Station O2..... | 21 |
| Photo 8: Station O3 | 22 |
| Photo 9 : Station O4..... | 22 |
| Photo 10: Station O5 | 22 |
| Photo 11 : Station O6..... | 23 |
| Photo 12 : Station O7 | 23 |
| Photo 13 : Matériels utilisés pour le lavage | 33 |
| Photo 14 : Matériel utilisé pour le tri et la détermination au laboratoire | 33 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Dessin schématique du cycle de vie d'un moucheron commun Chironomidae) (GULLAN CRANSTON, 2010) | 10 |
| Figure 2 : Situation géographique de la région d'étude (LOUNACI, 2005)..... | 14 |
| Figure 3 : Situation géologique de la grande Kabylie..... | 15 |
| Figure 4 : Précipitations moyennes mensuelles (en mm) d'Ath-Djemâa durant la période 2008-2018 (source A.N.R.H de Tizi-ouzou) | 17 |
| Figure 5 : Température de l'aire à Tizi-Ouzou 2024..... | 18 |
| Figure 6 : Cours d'eau étudiés et emplacement des stations..... | 20 |
| Figure 7 : Températures ponctuelles de l'eau enregistrée dans les stations étudiées..... | 26 |
| Figure 8 : Températures ponctuelles de l'eau enregistrées aux stations étudiées | 39 |
| Figure 9 : Représentation du nombre de genres par familles des Diptères recensé | 41 |
| Figure 10 : Abondance des Diptères dans des stations étudiées | 43 |
| Figure 11 : Richesse générique des Diptères aux stations étudiées | 44 |
| Figure 12 : Occurrence relative des diptères récoltes | 45 |
| Figure 13 : Abandance relative des diptères récoltes..... | 45 |
| Figure 14 : Abondance des familles des Diptères dans les stations étudiés..... | 48 |
| Figure 15 : Evolution des indices de SHANNON (H') et d'équitabilité (E) dans les stations étudiées | 51 |

Liste de tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1 : La classification des Diptères (TACHET et <i>al.</i> , 2010)..... | 5 |
| Tableau 2 : Altitudes et pentes des stations étudiées..... | 38 |
| Tableau 3 : Températures ponctuelles de l'eau enregistrées aux stations étudiées | 38 |
| Tableau 4 : La vitesse d'écoulement (cm/s) des stations étudiées..... | 39 |
| Tableau 5 : Nature des substrats dans les stations étudiées | 40 |
| Tableau 6 : répartition des Diptères dans les stations étudiées..... | 41 |
| Tableau 7 : Limites altitudinales des Diptères récoltés | 47 |
| Tableau 8 : Indice de Shannon (H') et d'Equitabilité (E) dans les stations d'etude | 51 |

REMERCIEMENTS

En tout premier lieu, je tiens à remercier le bon Dieu tout puissant qui nous a donné toute la volonté et la patience pour réaliser ce modeste travail.

*Au terme de ce travail, nos sincères remerciements s'adressent tout d'abord à **Madame SERHA S.**, Maître assistante à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour avoir accepté de nous encadrer ainsi que pour ses encouragements, ses conseils et son soutien durant la période de la réalisation de notre travail.*

*Nous tenons également à remercier **Monsieur le Professeur Mizani**, du département D'Écologie et de l'Environnement de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, pour avoir accepté d'assurer la présidence du jury de notre mémoire de Master. Qu'il trouve ici l'expression de notre plus grand respect.*

*Nous souhaitons également exprimer notre gratitude à **Madame Haouchine** pour le temps qu'il a consacré à l'évaluation de notre travail. Nous lui sommes particulièrement reconnaissantes pour ses conseils éclairés, qui ont grandement contribué à l'amélioration de notre mémoire.*

*Nous tenons aussi à remercier les deux doctorates **Tahanut.M** et **Bougrida.W** pour leurs conseils et aides durant notre travail.*

Nous tenons également à remercier nos familles, nos proches, tous nos amis et toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

La nuit ne devient agréable que par sa gratitude, et le jour ne devient beau que par sa lenteur... Et les moments ne sont doux qu'en mentionnant.

Le voyage a été long, parsemé de douceur et d'amertume. Me voici aujourd'hui, et avec la grâce de Dieu, ce travail est achevé.

Je dédie mon travail à celui qui a élevé et lutté pour moi... À celui dont je porte fièrement le nom :

*Je prie Dieu que ta vie soit longue et que tu voies les fruits de tes efforts, car l'heure de la récolte est arrivée après une longue attente. Tes paroles resteront des étoiles qui me guideront aujourd'hui, demain, et pour toujours... **À toi, mon cher papa.***

À ma première passion, à celle qui incarne l'amour et la tendresse, à la source du sourire et du secret de l'existence... À celle dont les prières m'ont accompagné dans mes réussites, et dont la tendresse guéri mes blessures...

*O Allah, garde-la et comble-la de santé et de bien-être... **À toi, ma chère mère.***

*Ma binôme **Ounissa** avec qui j'ai passé des moments inoubliables, ainsi que sa famille .*

Aussi à mes amis pour leur présence , leur soutien, leurs fous rires et leurs encouragements tout au long de ce parcours.

*À toi **Lyasmine** , ma meilleure copine, ma dose quotidienne de bonne humeur, ta présence a été un véritable pilier tout au long de cette aventure. Merci pour ton amour et d'avoir été ma source d'inspiration, de réconfort et de courage.*

*Aussi pour **Kamelia** et **Tinhinan** , votre amitié a été un vrai pilier tout au long de ce chemin. Merci du fond du cœur.*

*Sans oublier **Bilal** pour son aide précieux et ses encouragements dans les bons moments comme dans les plus difficiles tout au long de mon parcours .*

Et enfin, à moi-même, qui aujourd'hui accomplis se rêve avec foi et gratitude envers Dieu, qui m'a permis d'atteindre cette étape et d'ériger ma réussite comme une preuve à présenter devant lui.

Sommaire

| | |
|---|-----------|
| Introduction..... | 1 |
| Chapitre I : Généralités sur les Diptères. | |
| 1. Généralités sur les Diptères | 4 |
| 1.1. La systématique..... | 4 |
| 1.2.La classification..... | 5 |
| 1.2.1. Les Nématocères..... | 5 |
| 1.2.2. Les Brachycères..... | 5 |
| 1.3. La morphologie des Diptères | 6 |
| 1.3.1. La Larve..... | 6 |
| 1.3.2. La nymphe..... | 7 |
| 1.3.3. L'adulte | 8 |
| 1.4. Le régime alimentaire des Diptères | 8 |
| 2. Le cycle biologique des Diptères..... | 9 |
| 2.1. L'œuf..... | 9 |
| 2.2. La larve | 9 |
| 2.3. La pupe | 9 |
| 2.4. L'adulte..... | 10 |
| 3. L'écologie des Diptères aquatiques | 10 |
| 4. Les Diptères, vecteurs de maladies | 11 |
| Chapitre II : Cite d'étude..... | |
| 1. Situation géographique de la zone d'étude..... | 13 |
| 1.2. Structure géologique..... | 15 |
| 1.3.Climatologie..... | 16 |
| 1.4. Précipitations..... | 16 |
| 1.5.Température de l'air..... | 17 |
| 1.6. Couvert végétal..... | 18 |
| 2.Description des cours d'eau et des stations d'études | 19 |
| 2.1.Assif Tamdha..... | 20 |
| 2.2. Assif Aghalladh | 21 |
| 2.3. Assif Ouadhias..... | 23 |
| 3.Caractéristique physique des stations..... | 24 |
| 3.1 La pente | 24 |

| | |
|--|-----------|
| 3.2. Vitesse du courant..... | 24 |
| 3.3. Le débit et l'écoulement de l'eau | 25 |
| 3.4. Température de l'eau | 25 |
| 3.5. Le substrat | 26 |
| 4. Perturbations d'origine anthropique | 27 |
| 5. Les conséquences de la pollution des cours d'eau | 28 |
| Chapitre III : Matériels et Méthodes | |
| 1. Matériels et Techniques d'échantillonnage | 31 |
| 1.1. Echantillonnage benthique..... | 31 |
| 1.2. La chasse d'adultes | 32 |
| 1.3. Conservation des échantillons..... | 32 |
| 1.4. Tri et identification | 32 |
| 2. Méthode d'analyse de la structure du peuplement..... | 34 |
| 2.1. Indice de diversité | 34 |
| 2.1.1. Richesse spécifique..... | 34 |
| 2.1.2. Abondance relative des espèces | 34 |
| 2.1.3. Occurrence relative des espèces..... | 34 |
| 2.2. Indice de structure | 35 |
| 2.2.1. Indice de diversité de Shannon H' | 35 |
| 2.2.2. Equitabilité (PIELOU, 1969) | 35 |
| Chapitre IV: Résultats et discussion | |
| 1. Paramètres mésologiques..... | 38 |
| 1.1 La pente | 38 |
| 1.2 La température de l'eau | 38 |
| 1.3 L'écoulement et la vitesse du courant | 39 |
| 1.4. Le substrat | 40 |
| 2. Résultats faunistiques..... | 41 |
| 2.1-Analyse des peuplements des Diptères | 41 |
| 2.1. Abondance stationnelle..... | 43 |
| 2.2. La richesse générique | 43 |
| 2.3. Abondance et occurrence relative des genres recensés..... | 44 |
| 3. limites altitudinales des genres recensés | 45 |
| 4. Analyse quantitative et qualitative des Diptères..... | 48 |
| 4.1. La famille des Simuliidae | 48 |
| 4.2. Chironomidae..... | 49 |
| 4.3. tipulididae | 49 |

| | |
|---|-----------|
| 4.4.limonidae..... | 49 |
| 4.5.Famille des Dixidae | 49 |
| 4.6.Famille des psychodidae | 49 |
| 4.7.Famille des Ceratopogonidae..... | 50 |
| 4.8. Famille Blephariceridae | 50 |
| 4.9. Famille Empididae | 50 |
| 4.10. Famille Stratiomyidae | 50 |
| 4.11.Famille Muscidae | 50 |
| 4.12. Famille Anthomyidae..... | 50 |
| 5. Analyse de la diversité..... | 50 |
| 6. Discussion | 52 |
| Conclusion..... | 54 |

Références bibliographique

Annexes

Résumé

Introduction

L'eau est un élément indispensable à la vie, constituant environ 60 % du corps humain et recouvrant près de 70 % de la surface terrestre (UNESCO, 2021). Elle est essentielle non seulement à la survie des êtres vivants, mais aussi au bon fonctionnement des écosystèmes et au développement des sociétés humaines. L'agriculture, qui utilise environ 70 % des ressources en eau douce dans le monde, dépend fortement de sa disponibilité (FAO, 2017). De même, l'accès à une eau potable sûre est reconnu comme un droit fondamental par les Nations Unies depuis 2010.

Malgré son importance, l'eau douce ne représente qu'environ 2,5 % de l'eau présente sur Terre, et une grande partie de cette quantité est difficilement accessible, piégée dans les glaciers ou les nappes profondes (UN-Water, 2023).

L'Algérie est riche en zones humides qui font parties des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle. Ces milieux jouent un rôle important dans les processus vitaux, entretenant des cycles hydrologiques et constituent également un habitat privilégié pour une flore et une faune importantes (SAIFOUNI, 2009).

Les cours d'eau sont parmi les écosystèmes les plus complexes et dynamiques (DYNESIUS & NILSSON, 1994). Ils sont indispensables pour préserver la biodiversité, pour le bon fonctionnement des organismes et pour le cycle de la matière organique. Les activités humaines ont plus ou moins altéré les réseaux hydrographiques du monde entier (EVERARD & POWELL, 2002). Malheureusement, les différentes activités humaines modifient les réseaux hydrographiques partout dans le monde (EVERARD & POWELL, 2002), et ce qui dégrade aussi la qualité de l'eau.

Parmi les communautés biologiques, les communautés de macro-invertébrés benthiques sont les plus utilisées pour évaluer l'état de santé global des écosystèmes aquatiques (HELLAWELL, 1986 ; BARBOUR et *al.*, 1999). Ils constituent les organismes les plus performants et les plus utilisés pour réaliser un Eco-diagnostic des milieux aquatiques (BEBBA, 2017). C'est un groupe très diversifié, qui sont très important.

Les Diptères constituent l'un des groupes les plus mal connus parmi les invertébrés totalement ou partiellement aquatiques. La difficulté de leur étude tient surtout à l'extrême diversité de leurs formes et de leurs modes de vie.

Les larves de Diptères vivent dans des milieux aussi variés que les cours d'eau de haute montagne, la terre humide, les substances organiques en décomposition ou les mares. En outre, la plupart des familles de Diptères ne sont pas exclusivement aquatiques. Il est fréquent de trouver chez une même famille, un nombre variable d'espèces « subaquatiques » et « terrestres » aux côtés d'espèces « aquatiques ». Ces dernières peuvent d'ailleurs souvent supporter un assèchement plus ou moins long de leur habitat (ARAMBOUROU, 2013).

L'objectif de cette étude est donc d'examiner en détail les Diptères de la région des Ouadias, en mettant l'accent sur leur composition taxonomique, leur abondance relative, leur répartition spatiale et leurs préférences d'habitat. Nous chercherons également à évaluer le potentiel des Diptères, en tant qu'indicateurs écologiques, capables de fournir des informations précieuses sur l'état de santé des cours d'eau et sur les pressions environnementales auxquelles ils sont soumis.

Ce modeste travail vient éclairer modestement ce monde d'insectes méconnu et se veut une contribution à la connaissance des Diptères de l'Assif Ouadhias. Il vise à fournir de nouvelles connaissances sur la biodiversité et l'écologie de ces insectes aquatiques importants. Les résultats obtenus pourront servir de base scientifique pour la conservation et la gestion des ressources aquatiques dans la région.

L'ensemble du présent travail est scindé en quatre chapitres :

- Le premier, traite les généralités sur les Diptères position systématique, reproduction, cycle biologique, faunistique et données écologiques.
- Le deuxième, résume les principales caractéristiques générales de la région d'étude géographie, géologie, climatologie, végétation et impact anthropique, la description du milieu, répartition des stations.
- Le troisième, est consacré aux matériels et les méthodes utilisés dans l'étude des Diptères.
- Le quatrième met en avant les résultats obtenus ainsi que leur discussion.

Chapitre I :

Généralités sur les Diptères

1. Généralités sur les Diptères

Le nom Diptera est dérivé des mots grecs « di » signifiant deux et « ptera » signifiant ici ailes, ce qui fait référence au fait que les vraies mouches n'ont qu'une seule paire d'ailes fonctionnelles (deux ailes) (WIEGMANN et *al.*, 2011 ; DUVALLET, 2017 ; SARWAR, 2020).

Les Diptères sont apparus au début du Mésozoïque et ont connu une grande diversification au cours de l'évolution.

La plupart des Diptères sont terrestres, mais certaines familles ont des larves aquatiques, comme les Chironomidés, les Stratiomyidés, les Ephydridés ou les Tabanidés. D'autres familles ont des larves semi-aquatiques, qui vivent dans des milieux humides ou marécageux, comme les Psychodidés, les Scatopsidés ou les Sarcophagidés (DUVALLET, 2017).

Les Diptères, un ordre des macro-invertébrés, c'est un groupe qui inclut les mouches, les moucheron et les moustiques, se caractérisent par une grande diversité d'aspects et de mode de vie. Bien que la majorité des Diptères évoluent sur terre, certaines familles se sont adaptées à la vie aquatique, notamment à l'état larvaire et nymphal. Toutefois, cela ne concerne que quelques genres ou espèces.

Les larves de Diptères se distinguent par l'absence de pattes articulées. Elles possèdent souvent des fausses pattes au niveau thoracique et/ou abdominal. L'extrémité de l'abdomen peut également présenter des soies et/ou des appendices. La tête des Diptères peut être soit nettement définie, soit moins distincte. On trouve également des nymphes, qui représentent l'état intermédiaire entre la larve et l'adulte (MOISAN, 2010).

1.1. La systématique

En 1758, Linnaeus décrit la systématique des Diptères comme suit :

- **Règne** : Animalia
- **Embranchement** : Arthropoda
- **Sous-ordre** : Hexapoda
- **Classe** : Insecta
- **Sous-classe** : Pterygota
- **Infra-classe** : Neoptera
- **Super-ordre** : Holometabola
- **Ordre** : Diptera

1.2. La classification

Les Diptères se sont différenciés au début du Secondaire. Deux sous-ordres sont distingués sur la base de la structure des antennes des adultes (tableau 1) :

1.2.1. Les Nématocères : le plus primitif, chez qui les antennes, même courtes comme chez les Simuliidae, sont toujours constituées de plus de trois articles. Ils sont représentés par environ 40 familles et plus de 55 000 espèces dans le monde (PAPE et *al.*, 2011).

1.2.2. Les Brachycères : plus évolués, chez qui les antennes sont toujours courtes et sont constituées de trois articles. Ils totalisent 24 000 espèces réparties en 20 familles dans le monde (YEATES et *al.*, 2007).

Tableau 1: La classification des Diptères (TACHET et *al.*, 2010)

| Sous-ordre | Sous-famille | Famille |
|--------------------|---------------------------------|-----------------|
| Nématocères | Psychodoidea | Psychodidae |
| | Psychopteroidea | Ptychopteridae |
| | Culicoidea | Blephariciridae |
| | | Dixidae |
| | | Chaoboridae |
| | | Culicidae |
| Chironomoidea | Simuliidae | |
| | Thaumaledea | |
| | Ceratopogonidae Chironomidae | |
| Tipuloidea | Tipulidae | |
| | Clindrotomidae | |
| | Limoniidae | |
| Brachycères | Empidoidea | Empididae |
| | | Dolicopididae |
| | Tabanoidea | Rhagionidae |
| | | Athericidae |
| | | Tabanidae |
| | Syrphodea | Syrphidae |
| Ephidroidea | Ephidridae | |
| Sciomyzoidea | Sciomyzidae | |
| Muscoidea | Anthomyidae | |

1.3. La morphologie des Diptères

1.3.1. La Larve

Les Diptères sont des insectes holométaboliques, c'est-à-dire à métamorphoses complètes. La larve qui vient d'éclore ne ressemble pas à l'adulte et son genre de vie est totalement différent. Le corps de la larve est ordinairement helminthoïde, cylindro-conique, atténué en avant ou cylindroïde. Pas d'appareil locomoteur. Toutes les larves peuvent se reporter à deux types principaux qui sont caractérisés par le développement plus ou moins considérable de la capsule céphalique .

La capsule céphalique est la partie dure qui recouvre la tête des larves de Diptères. Elle peut avoir des formes et des tailles très variées selon les espèces et elle est liée aux adaptations alimentaires et locomotrices des larves de diptères (MCALPINE, 1981). On peut distinguer trois types principaux de capsules céphaliques :

- **Larves eucéphales**

La capsule céphalique est bien séparée du reste du corps et possède des antennes et des mandibules articulées (photo 1).



Photo 1: Exemples de larves eucéphales (Originale) (Sadaoui &Sadaoui, 2024)
a :Chironomidae, b : Blephariceridae, c : Psychodidae, d :Dixidae

- **Larves hémicéphales**

La capsule céphalique est partiellement enfouie dans le thorax et a des pièces buccales réduites (photo 2).

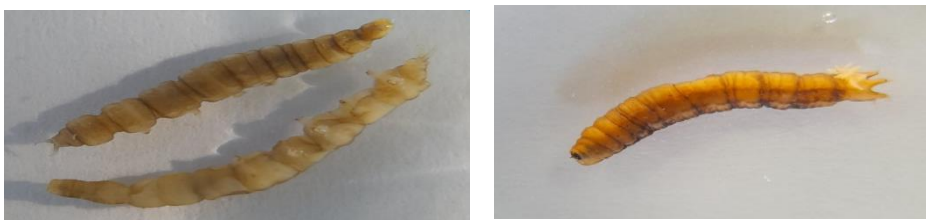


Photo1 :Exemples de larves hémicéphales (Originale) (Sadaoui &Sadaoui, 2024)
a :Limoniidae, b : Tipulidae

- **Larves acéphales**

La capsule céphalique est complètement absente et les pièces buccales sont réduites à des crochets mobiles (photo 3).



Photo2 : Exemple de larve acéphale (Empididae) (Originale) (Sadaoui &Sadaoui, 2024)

1.3.2. La nymphe

La nymphe est mobile et équipée de palettes natatoires à l'extrémité de l'abdomen. Elle peut se présenter sous différentes formes :

- Aquatique et mobile, comme chez les Chironomidae.
- Aquatique et fixée au substrat, à l'image des Simuliidae.
- Aquatique et peu mobile, comme certaines espèces d'Empididae et de Psychodidae.
- Terrestre : dans ce cas, la larve au dernier stade émerge de l'eau et subit sa mue nymphale dans un milieu terrestre humide (TACHET et *al.*, 2010).



Photo4: Exemples de Nymphes de Diptères (Simuliidae) (Originale) (Sadaoui &Sadaoui, 2024)

1.3.3. L'adulte

Les adultes se caractérisent par une paire d'ailes antérieures, tandis que les ailes postérieures se transforment en un organe d'équilibre appelé balancier. Leur tête est très mobile, et le prothorax ainsi que le métathorax sont petits et fusionnés avec le mésothorax, qui est très développé.

Les insectes possèdent six pattes (hexapodes), qui se terminent par un tarse muni d'une paire de griffes, le tout étant recouvert par un pulvillus leur permettant de marcher sur des surfaces lisses. L'appareil buccal est de type lécheur pour la majorité des diptères, mais on le trouve également en forme de lécheur-piqueur chez les Simuliidae, ou piqueur chez les Culicidae. Certaines espèces se montrent même prédatrices d'autres invertébrés terrestres (TACHET *et al.*, 2010)

Les yeux composés occupent une large partie de la tête, et leur développement est généralement plus prononcé chez les mâles que chez les femelles. La trompe est souvent présente, parfois épaisse et courte, mais elle peut également être mince et pointue. Le thorax est parfois recouvert de poils, d'écailles ou de soies, et les pattes varient en forme et en taille selon les familles.



Photo5 : Adulte de Diptère (Originale) (Sadaoui &Sadaoui, 2024)

1.4. Le régime alimentaire des Diptères

Les Diptères ont une grande variété de régimes alimentaires, selon leur écologie et leur évolution. La majorité se nourrit de liquides, comme le nectar des fleurs, la sève des plantes ou les liquides en décomposition. Certains se nourrissent de sang ou d'autres liquides corporels, comme les moustiques, les simulies ou les taons. D'autres sont prédateurs et se nourrissent d'autres invertébrés terrestres, comme les mouches à scie, certains moucheron ou les empidés.

Les Diptères sont équipés de labelles munis d'épines, qui leur permettent de capturer et de tuer leurs proies (DUVALLET, 2012).

Certaines larves de Diptères sont fouisseuses, comme les tipules, qui creusent le substrat à la recherche de nourriture. D'autres larves sont détritivores, comme les psychodidae, qui se nourrissent de matière organique en décomposition.

Les larves d'Empididae capturent leurs proies avec leurs pièces buccales modifiées en crochets (GAUMON, 1987).

2. Le cycle biologique des Diptères

Les Diptères, qui sont des insectes holométaboles, suivent un cycle de développement comportant plusieurs étapes, comme l'illustre la figure 1.

2.1. L'œuf

L'œuf des Diptères présente certaines caractéristiques distinctives, telles que le chorion, le micropyle, le plastron et la ligne d'éclosion. Le chorion constitue la couche externe de l'œuf, offrant une protection contre les agressions extérieures. Le micropyle, quant à lui, est une petite ouverture située à l'extrémité antérieure de l'œuf, permettant au spermatozoïde de pénétrer lors de la fécondation. Sous le chorion se trouve le plastron, une membrane qui entoure le cytoplasme de l'œuf et facilite les échanges gazeux avec l'environnement. Enfin, la ligne d'éclosion est une zone fragile sur l'œuf qui se fend, permettant ainsi à la larve de s'échapper (MCALPINE, 1981).

2.2. La larve

Cette phase représente le deuxième stade de développement. La larve se nourrit de diverses sources, notamment de matière organique en décomposition ou de sang. Elle progresse à travers trois à quatre stades larvaires, jusqu'à atteindre une taille et un développement suffisants pour passer au stade de la puppe.

2.3. La puppe

Le stade de la puppe représente la troisième étape du développement. À ce moment, la larve subit une métamorphose pour devenir un adulte. Généralement immobile, la puppe est souvent protégée par un cocon ou une enveloppe. C'est durant cette phase que les organes internes de la larve se modifient en profondeur pour se transformer en organes d'adulte. La durée de ce stade pupal varie en fonction des espèces et des conditions environnementales (BORROR et *al.*, 1989).

2. 4. L'adulte

L'adulte constitue la dernière étape du développement. Ce stade se définit par la présence d'une paire d'ailes antérieures, tandis que les ailes postérieures se transforment en balanciers, des organes importants pour l'équilibre. L'appareil buccal présente des variations selon le régime alimentaire, allant de structures conçues pour lécher à celles adaptées pour piquer, comme c'est le cas chez les moustiques. Figure 1

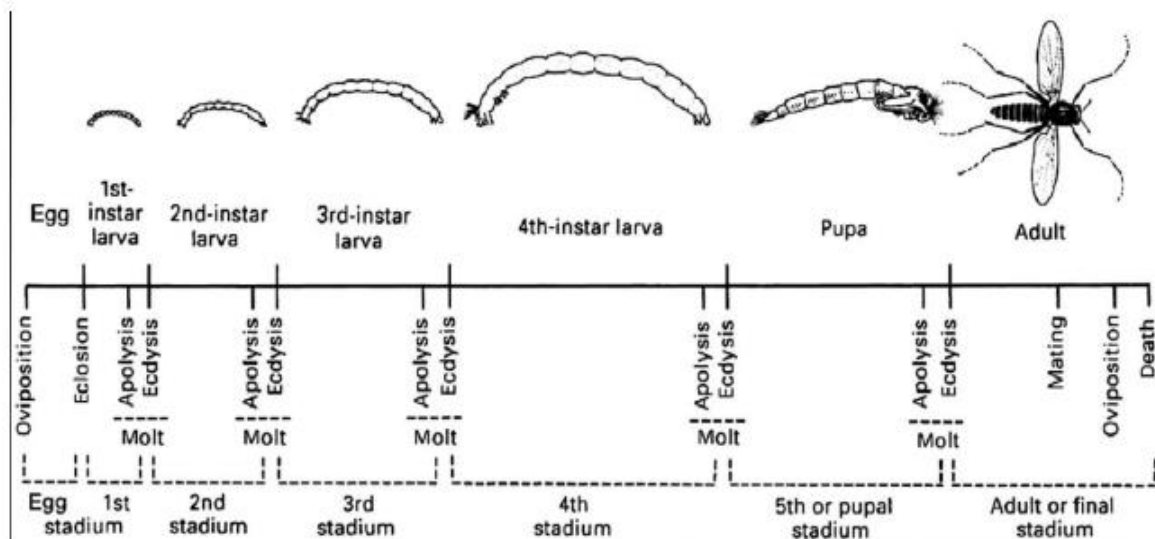


Figure 1 : Dessin schématique du cycle de vie d'un moucheron commun Chironomidae) (GULLAN & CRANSTON, 2010).

3. L'écologie des Diptères aquatiques

Certains Diptères ont des larves qui vivent dans l'eau, et qui s'adaptent à des conditions variées, voire extrêmes. Les *Chironomus* peuvent coloniser des eaux très froides, comme les glaciers, ou très chaudes, comme les sources thermales. Les éristales peuvent survivre dans des eaux très polluées, comme les fosses septiques, grâce à leur tube respiratoire qui leur permet de capter l'air à la surface (BEATTY et al., 2010)

Les larves de Diptères ont des comportements et des adaptations diversifiées, selon leur habitat et leur régime alimentaire. Certaines larves sont planctoniques qui se déplacent librement dans la colonne d'eau.

Les Diptères aquatiques ont un rôle écologique important dans les écosystèmes aquatiques. Ils participent au recyclage de la matière organique et à la régulation des populations d'autres invertébrés. Ils constituent également une source de nourriture pour de nombreux poissons et oiseaux. Ils jouent aussi un rôle important dans la pollinisation des plantes.

Les Diptères aquatiques sont présents dans tous les types d'habitats aquatiques, qu'ils soient doux ou salés, stagnants ou courants, permanents ou temporaires. Ils peuvent s'adapter à

des conditions physico-chimiques variées, comme le pH, la salinité, la température ou l'oxygène dissous.

Certains Diptères aquatiques peuvent même coloniser des habitats inhabituels ou hostiles pour d'autres organismes. Par exemple, les scatelles peuvent vivre dans des sources chaudes acides (pH 2-3) et riches en soufre (BOUVIER *et al.* , 2017). Les ephydres peuvent vivre dans des lacs salés hypersalins (supérieurs à 300 g/L) (HAMMER *et al.*, 2019).

4. Les Diptères, vecteurs de maladies

Certains Diptères aquatiques peuvent avoir un impact négatif sur l'environnement et la santé humaine. Les chironomes peuvent provoquer des nuisances par leurs pullulations massives et leurs vols en essaims. Les moustiques, les simulies, les taons et d'autres Diptères hématophages peuvent transmettre des maladies infectieuses ou parasitaires (DUVALLET, 2012)

Ces Diptères hématophages jouent un rôle majeur dans la transmission de maladies vectorielles, comme le paludisme, la fièvre jaune ou la filariose et Onchocercose (FONTENILLE *et al.*, 2017).

Chapitre II :

Sites d'étude

1. Situation géographique de la zone d'étude

La Kabylie du Djurdjura est située au centre Nord d'Algérie, à 100 km à l'Est d'Alger et à environ 50 km au Sud du littoral méditerranéen. Elle s'étend des plaines de la Mitidja à l'Ouest jusqu'au massif de l'Akfadou à l'Est, elle comprend (figure 2) :

- Au Nord, une chaîne côtière de moyenne montagne 800 m qui s'étend de Dellys à Azeffoun
- Au Sud, la chaîne calcaire du Djurdjura, surplombant au Nord-Ouest la dépression Drâa El Mizan-Ouadhias, et culminant au LallaKhedidja (TamgutAâlayen), plus haut sommet de l'Atlas tellien (2308 m).

Le bassin versant de l'Oued Sébaou qui draine le principal cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura compte trois principaux sous-bassins : le sous bassin versant de l'Oued Boubhir, le sous bassin versant de l'Oued Aissi et le sous bassin versant de l'Oued Bougdoura.

L'Oued Aissi, l'un des principaux affluents de l'Oued Sébaou draine l'ensemble des écoulements du flanc Nord de la dorsale médiane du Djurdjura. L'importance de son débit est due aux écoulements de l'Oued Djemâa, de l'AssifLarbâa et de l'Assif Ouadhias.

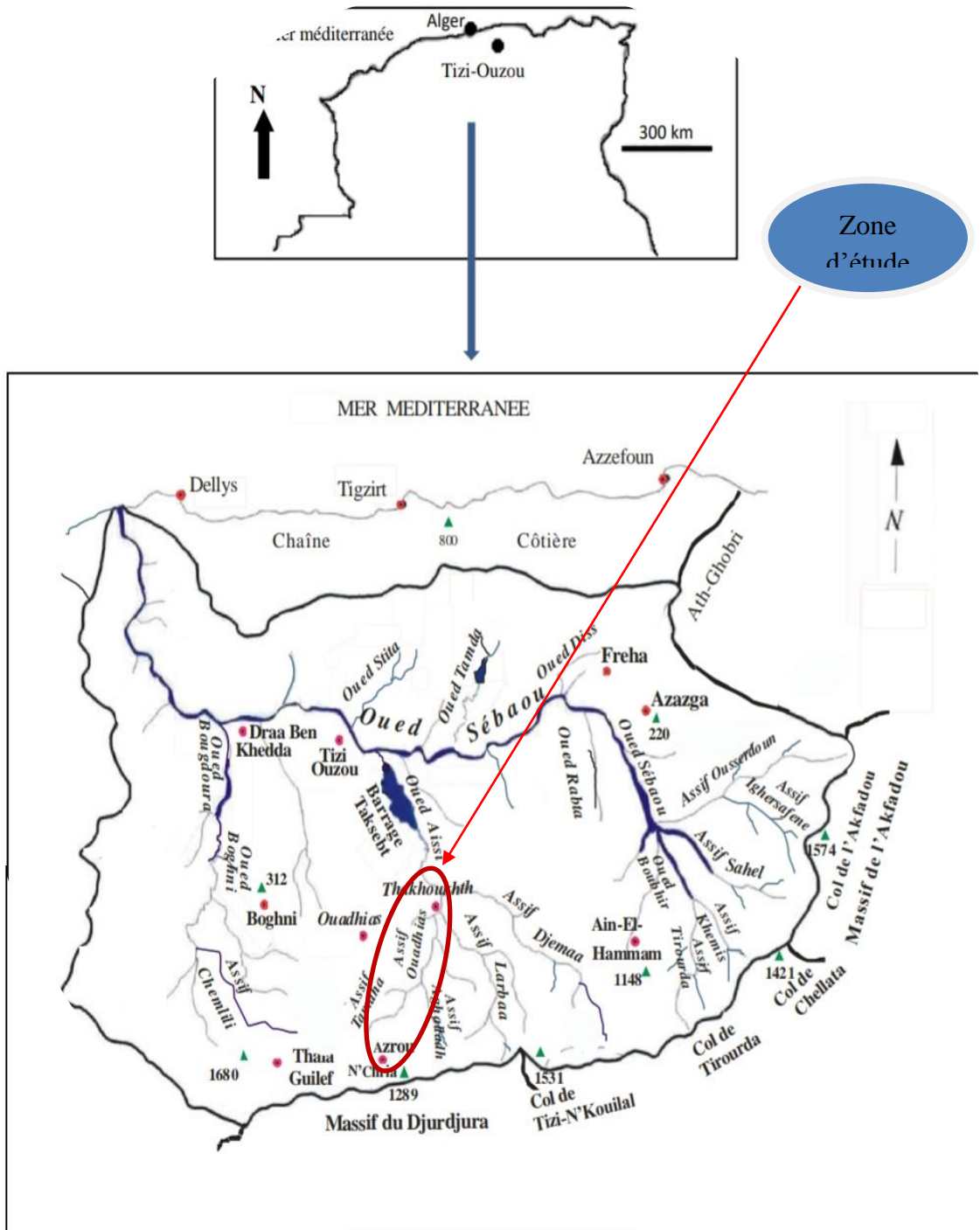


Figure 2 : Situation géographique de la région d'étude (SEKHI, 2022).

1.2. Structure géologique

La Kabylie a connu diverses études géologiques et hydrogéologiques. Les lithologies associées à la tectonique ont imposé à la Grande Kabylie une topographie. En particulier, il y a des formations géologiques imperméables qui contribuent à l'évacuation. Les eaux de surface sont rapidement transportées vers l'embouchure (YAKOUB, 1996) (figure 3).

Le bassin versant de l'oueds baou est composé de trois formations géologiques indispensables :

***Les dépressions sédimentaires :** Elles proviennent d'un matériel hétérogène. brut (galets, graviers)

***Le socle métamorphique :** est un ensemble composé principalement de cinq ensembles.

par les schistes. En raison de sa présence Les schistes, les micaschistes, les gneiss, les granites et les pegmatites sont formés. Le socle Kabyle est un outil qui favorise la convergence des eaux de pluies vers les principaux principaux affluents de l'oued Sébaou (YAKOUB, 1996)

***La chaîne calcaire :** Elle est responsable de plusieurs flux de surface et saisonniers. Elle encourage le processus de classification qui entraîne fréquemment la création de sources en hauteur et l'apparition de gouffres majeurs (YAKOUB, 1996).

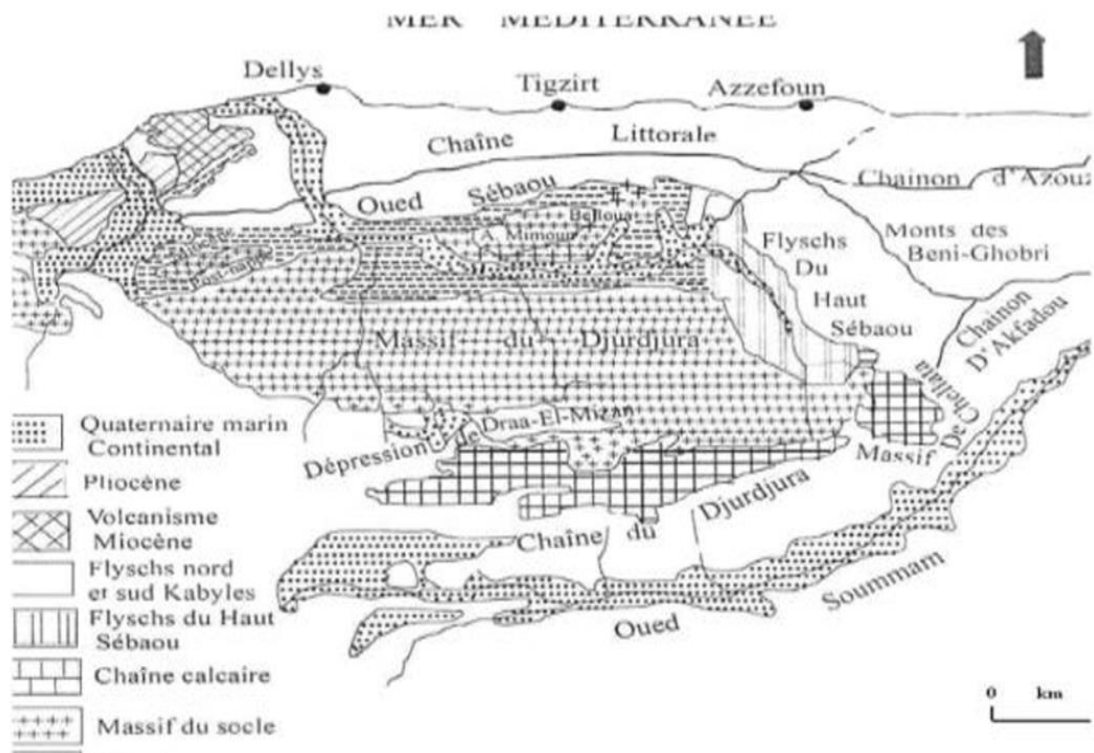


Figure 3 : Structure géologique de la grande Kabylie (FLANDRIN , 1952)

1.3. Climatologie

La répartition des êtres vivants est largement influencée par le climat (FAURIE et *al.*, 1980). En raison de sa localisation géographique, la Kabylie du Djurdjura est exposée aux influences du climat méditerranéen. Cela autorise les flux d'air provenant du Nord à instaurer une saison hivernale froide et humide qui s'étend de décembre à février.

Au cours des autres mois de l'année, les masses d'air tropical venant du Sud provoquent la chaleur et la sécheresse, entraînant un été prolongé, chaud et sec (BELKAID, 2016)

1.4. Précipitations

Selon les cartes de précipitation d'Algérie établies par SELTZER(1946) et CHAUMONT(1968) dans l'ouvrage de BENNABI (1985), la distribution des pluies en Algérie est influencée par trois facteurs principaux :

- la quantité de pluie augmente avec l'altitude ;
 - les précipitations s'accroissent en se déplaçant d'Ouest en Est ;
 - on observe une diminution des pluies à mesure que l'on s'éloigne de la côte.

LOUNACI(2005) indique que la pluviosité est particulièrement élevée sur les pentes soumises aux vents humides. Elle dépend de la durée et de l'intensité des chutes de pluie, et présente une répartition inégale tant d'un lieu à un autre que d'une saison à l'autre (HAOUCHINE, 2011).

La région de la Kabylie du Djurdjura est parmi les plus arrosées, avec des précipitations variant de 1200 mm en altitude (plus de 1000 m) à 800 mm en plaine (SEKHI et *al.*, 2016).

Les données pluviométriques recueillies dans la localité d'Ath-Djemâa pour la période de 2008 à 2018 sont présentées en annexe 1. Ces informations ont été fournies par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H) de Tizi-Ouzou.

La moyenne annuelle des précipitations pour la région d'Ath Djemâa (altitude 840 m) est de 935,99 mm.

L'analyse de la figure 6 révèle que les précipitations les plus significatives se produisent entre octobre et mai, atteignant un pic en novembre (124,34 mm) et en janvier (137,16 mm), à l'exception de décembre, qui connaît une légère baisse à environ 97 mm. Par la suite, les précipitations diminuent progressivement, atteignant environ 1,54 mm en juillet, avant de reprendre en septembre.

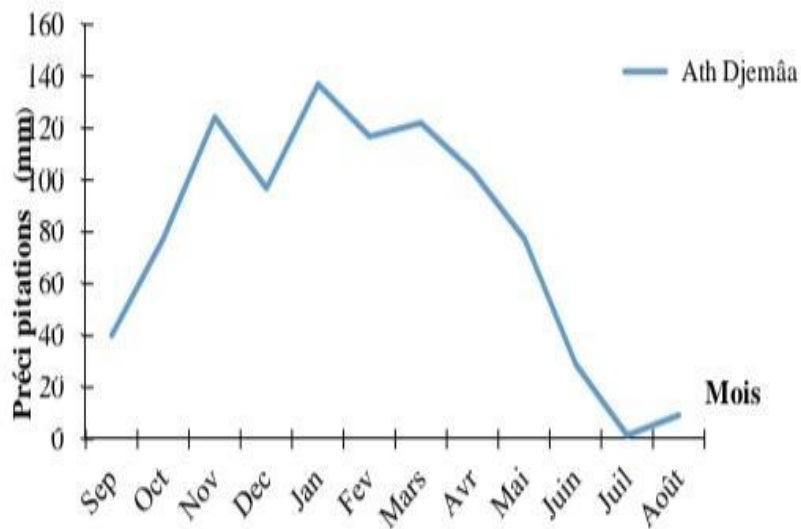


Figure 4: Pluviométrie moyennes mensuelles (en mm) d'Ath-Djemâa durant la période 2008-2025 (source A.N.R.H de Tizi-Ouzou).

1.5. Température de l'air

DAJOZ (1979), la température constitue un élément écologique essentiel pour l'évaluation du bilan hydrique. Elle agit comme un facteur limitant, car elle régle l'ensemble des processus métaboliques, influençant ainsi la distribution des espèces dans la biosphère (RAMADE, 1984). L'analyse des températures moyennes mensuelles et annuelles est cruciale, car elle permet d'estimer le déficit d'écoulement des bassins versants.

Nous avons collecté les valeurs moyennes mensuelles, ainsi que les températures minimales et maximales de l'air mesurées à Tizi-Ouzou 2024. Ces données ont été fournies par l'Office National de la Météorologie de Tizi-Ouzou (O.N.M) . Représenté par le tableau 2(annex 1I)

La région étudiée se distingue par un écart thermique significatif d'environ 29 °C, entre la température moyenne minimale (m=11.7 °C) du mois le plus froid (février) et la température moyenne maximale (M=45 °C) du mois le plus chaud (aout).

L'examen de la figure 7 révèle que :

- Les mois les plus chauds sont juillet et août, avec des températures moyennes respectives de 25 C et 30°C, et des maximas atteignant 40°C et 45°C.

- Les mois les plus froids sont décembre, janvier et février, affichant des températures moyennes de 12.2 °C, 13.9 °C et 14.4 °C, avec des minimas de 13.1 °C, 16.6 °C et 16.2°C.

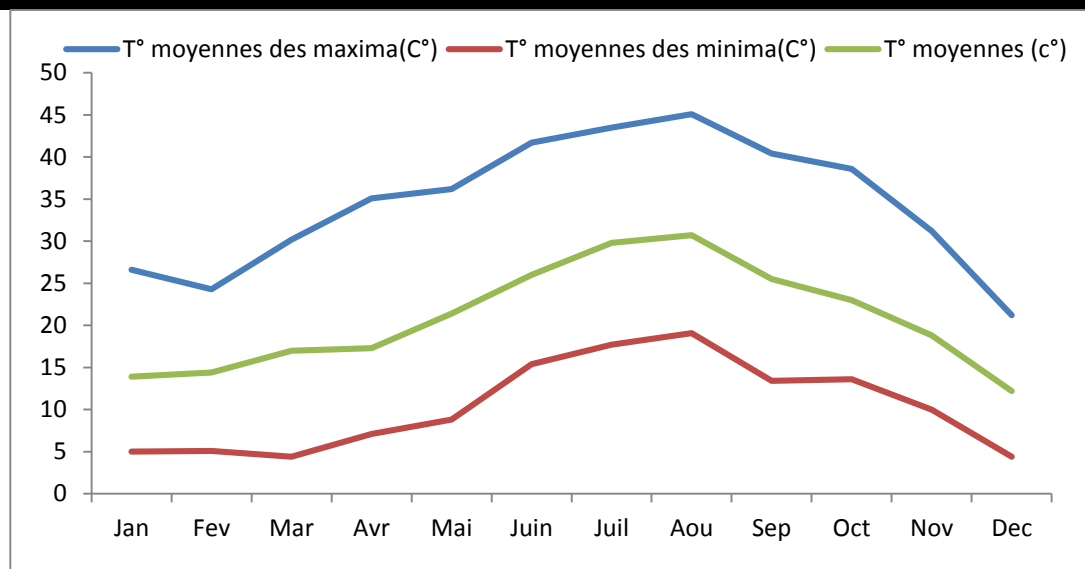


Figure 5 : Température de l'aire à Tizi-Ouzou 2024. (Source A.N.R.H de Tizi-Ouzou).

❖ Pour obtenir des détails sur les stations d'étude, il convient de se référer au chapitre 2.

L'examen du tableau 1 révèle que :

- Les températures mesurées dans les stations situées en altitude, à savoir O1, O3 et O4, oscillent entre 12 °C et 16 °C. Ces sites, caractérisés par des altitudes élevées, sont alimentés par des sources et la fonte des neiges.
- En revanche, les stations de moyenne et basse altitude, notamment O2, O5, O6 et O7, affichent des températures de l'eau comprises entre 18 °C et 20 °C. Cette hausse des températures peut s'expliquer par une plus grande exposition au soleil, en particulier sur les piémonts et dans les zones de basse altitude, ainsi que par une diminution de l'ombrage le long des cours d'eau et la présence de pollution.

1.6. Couvert végétal

Le couvert végétal est un facteur écologique très important qui influe sur les écoulements superficiels, l'évapotranspiration et la capacité de rétention.

La flore de la Kabylie du Djurdjura fait partie de la flore Nord-Africain, de type méditerranéen, elle est assez dense et varie en fonction de l'altitude et de l'exposition des versants.

Selon, MESSAOUDEN et *al.*, (2007), le couvert végétal est très dense en Kabylie, il varie en fonction de l'altitude et présente un étagement visible de type méditerranéen :

- En altitude supérieur à 1100 m, une forêt mixte, des sommets couverts par des pelouses écorchées à xérophytes épineux et rampants : ronces (*Rubus* sp), genets (*Genista* sp) et quelques pieds de cèdres (*Cedrus atlantica*).

- En altitude inférieure à 1100m, la végétation est formée essentiellement de chêne vert (*Quercus rotundifolia*), de chêne liège (*Quercus suber*) et de frêne (*Fraxinus* sp.). Ce sont des feuillus qui empêchent le réchauffement de l'eau en été.
- En moyenne montagne (altitude inférieure à 800m), on rencontre des arbres du domaine agricole (Cultures fruitières) comme l'olivier (*Olea europaea*), le figuier (*Ficus carica*), le grenadier (*Punicagranatum*) et le cerisier (*Prunus cerasus*).
- En plaines, les formations végétales sont présentées essentiellement par des vergers: pommiers, poiriers, figuiers, orangers...

Quant à la végétation aquatique, elle est représentée par les mousses dans la partie supérieure des cours d'eau, les algues et les macrophytes dans la partie inférieure des cours d'eau.

2-Description des cours d'eau et des stations d'études:

L'objectif de cette étude est double : d'une part, établir des listes faunistiques des Diptères présents dans le réseau hydrographique de l'AssifOuadhias et, d'autre part, analyser les relations entre les caractéristiques de cet environnement et sa faune. Parallèlement, ce travail vise à fournir un bilan complet, dans la mesure des connaissances actuelles, des Diptères connus en Grande-Kabylie et en Algérie.

Nous avons retenu sept stations le long de l'AssifOuadhias. Ce choix a été effectué sur la base de plusieurs critères tels que l'altitude, la pente, la distance à la source, la diversité des biotopes (nature du substrat, couvert végétal) et la présence éventuelle de sources de perturbations, notamment d'origine anthropique. De plus, la répartition des stations le long des cours d'eau a également été conditionnée par leur accessibilité.

Les stations se répartissent comme suit :

- Deux stations sont situées sur AssifTamdha : O1 et O2
- Trois stations sur AssifAghalladh: O3, O4 et O5
- Deux stations sur AssifOuadhias: O6 et O7.

Les stations retenues sont indiquées sur la figure 6. Pour chaque station étudiée, nous indiquons :

- la localité la plus proche ;
- l'altitude ;
- la pente de la station ;
- la largeur moyenne du cours d'eau ;
- la profondeur moyenne de la lame d'eau ;
- la vitesse du courant ;
- la nature substrat ;
- la végétation ;
- la température de l'eau ;
- le recouvrement ;
- et l'action anthropique lorsqu'il en a.

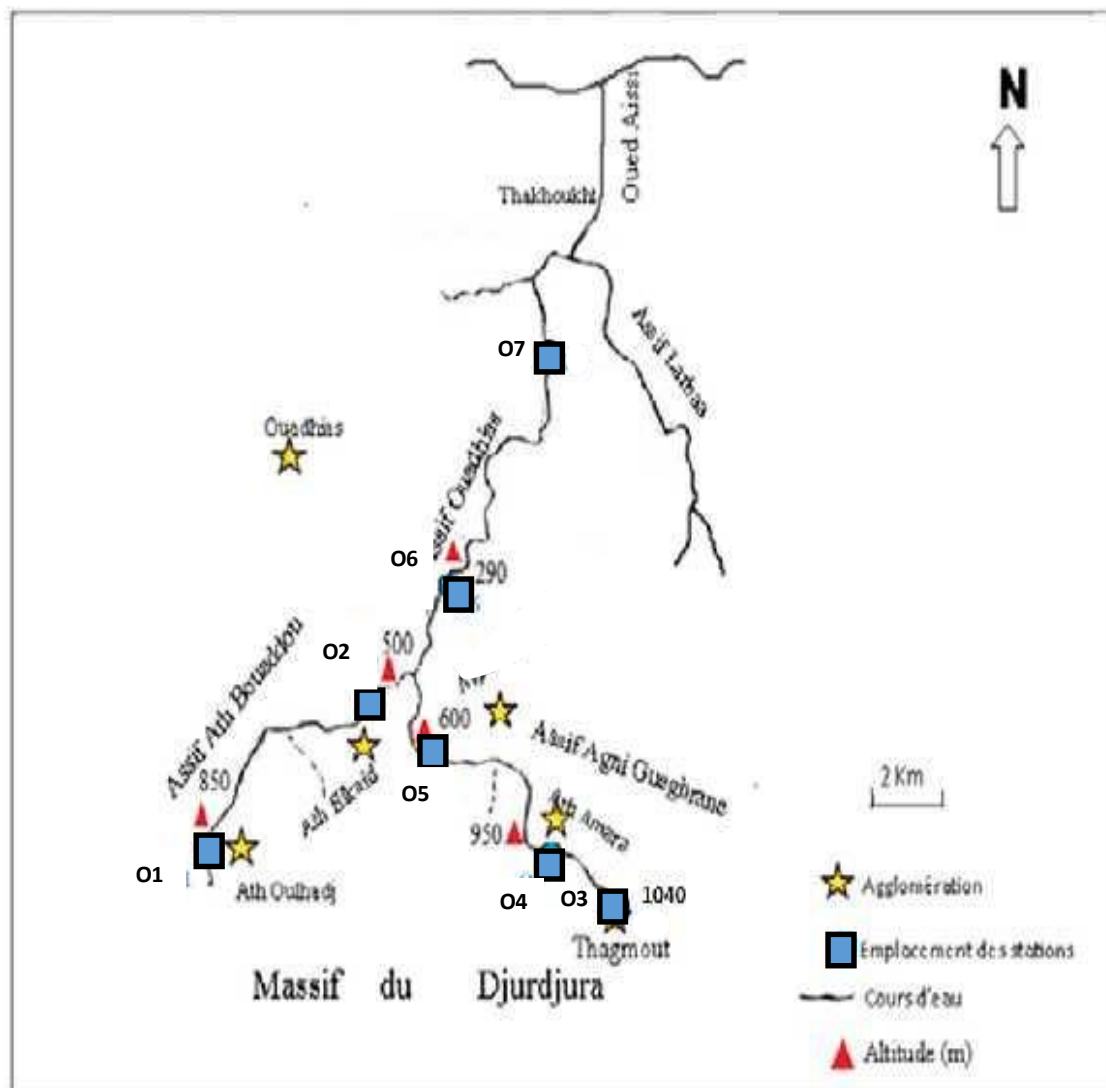


Figure 6 : Cours d'eau étudiés et emplacement des stations.

2.1. AssifTamdha

Il prend naissance dans le Djebel Ath Bouadou (flanc nord-ouest de la dorsale médiane du Djurdjura) à 1100 m d'altitude à partir des sources et des ruisseaux alimentés par les eaux de pluie et de fonte de neige. Il coule en orientation Sud / Nord-Est sur une distance d'environ 15km entre 1100 m et 380 m d'altitude avant de se jeter dans l'assif Ouadhias. De pente moyenne de l'ordre de 5 %, sa largeur peut atteindre par endroit 4 m.

Deux stations sont retenues sur ce cours d'eau : O1 et O2.

❖ Station O1(Photo 6)

Elle est localisée à 500 m en amont du village d'Ath Oulhadj qui est situé à environ 18 Km au Sud de la ville des Ouadhias.

– Heure : 14h10 ;

- Altitude: 850 m ;
- Pente de la station: 10% ;
- Largeur du lit: 3 m ;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 15 cm ;
- Température de l'eau: 12°C ;
- Vitesse du courant: rapide ; 100cm/s ;

- Nature du substrat: blocs, roches, graviers et galets ;
- Végétation aquatique: mousses et débris végétaux ;
- Végétation bordante: strates arborée et arbustive ;
- Recouvrement: 50 % ;
- Action anthropique: la baignade.



Photo 6 : Station O1

❖ Station O2 (Photo 7)

Cette station est située à 300m en aval du village Ath El-Kaid, à environ 14 km au Sud de la ville des Ouadhias.

- Altitude: 500m;
- Pente de la station: 8%;
- Largeur du lit: 5 m;
- Température de l'eau: 14°C ;
- Vitesse du courant: rapide ; 90cm/s
- Profondeur moyenne de la lame d'eau: 25cm;
- Végétation aquatique: mousses et débris végétaux;
- Végétation bordante: strates arborée, arbustive et herbacée ;
- Recouvrement: 10% ;
- Nature du substrat: gros galets, blocs, sable et matière organique;
- Action anthropique: rejets urbains par les villages d'Ath El-kaid, baignade, pompage de l'eau pur l'irrigation.



Photo 7: Station O2

2.2. AssifAghalladh

Cours d'eau de montagne, il prend naissance à 1250 m d'altitude. Il collecte l'ensemble des écoulements en provenance du Djebel AgouniGueghrane. Doté d'une pente de l'ordre de 6%, il coule en orientation Sud/Nord-Ouest sur une distance de 16 km entre 1250 m et 380 m d'altitude, avant de rejoindre assifTamdha au lieu-dit " TamdhaErahma".

Trois stations sont retenues sur ce cours d'eau : O3, O4 et O5

❖ Station O3 (Photo 8)

Station située à Ath-Regane, elle est localisée à 1,2 km en amont du village AthAmara, à environ 23 km au Sud de la ville des Ouadhias.

- Heure : 10h54 ;
- Altitude: 1100 m;
- Pente de la station: 19 %;
- Largeur du lit: 2m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau: 20cm;
- Température de l'eau: 8°C;
- Vitesse du courant: rapide; 20cm/s ;
- Nature du substrat: blocs, gros galets et galets ;
- Végétation aquatique : débris végétaux, mousse;
- Végétation bordante: strates arborée et herbacée;
- Action anthropique: pompage de l'eau pour l'irrigation.



Photo 8: Station O3

❖ Station O4 (Photo 9)

Elle est localisée à environ 600 m en amont du village AthAmara.

- Altitude: 950 m;
- Pente de la station: 11%;
- Largeur du lit: 3 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau: 20cm;
- Température de l'eau: 10°C;
- Vitesse du courant: rapide; 25cm/s ;
- Végétation aquatique: mousses, débris végétaux;
- Végétation bordante: strates arborée et herbacée;
- Recouvrement: 50% ;



Photo 9 :Station O4

- Action anthropique : pâturage, rejets d'un poulailler en amont ;
- Nature du substrat: gros galets, blocs, graviers, limons et dépôt de matière organique.

❖ Station O5(Photo 10)

Cette station est située à 2 km en aval du chef-lieu d'AgouniGueghrane, à environ 12 km au Sud de la ville des Ouadhias.

- Altitude: 600 m;
- Pente de la station: 8 %;
- Largeur du lit: 3.5 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau: 25 cm;
- Température de l'eau: 16°C;
- Végétation aquatique: quelques mousses ;
- Recouvrement: 70%;
- Action anthropique : rejets urbains ;

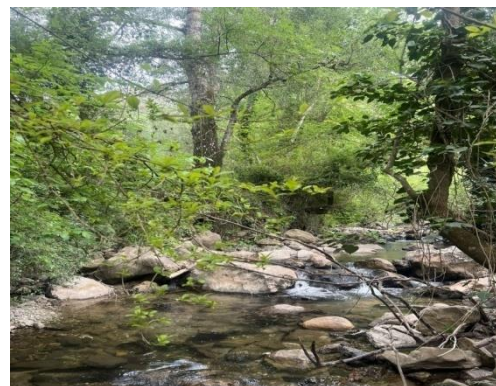


Photo 10: Station O5

- Végétation bordante : strates arborée, arbustive et herbacée ;
- Vitesse du courant: rapide; 40cm/s ;
- Nature du substrat: galets, blocs, graviers et sables.

2.3. AssifOuadhias

Il prend naissance au lieu-dit "TamdhaErahma", point de confluence des assifs Tamdha et Aghalladh. Il coule en orientation Sud/ Nord-Est entre 380 m et 190 m d'altitude sur une distance de 12 km avant de se jeter dans l'oued Aïssi. Sa pente moyenne est de l'ordre de 1,6% et sa largeur peut atteindre en certains endroits 10 m.

Deux stations sont retenues sur ce cours d'eau : O6 et O7 .

❖ Station O6 (Photo 11)

Cette station se situe en aval de village Agouni-Gueghran, localisée à environ 5.5 km à l'est de la ville des Ouadhias.

- Heure : 8h08 ;
- Altitude: 290 m;
- Pente de la station: 3 % ;
- Largeur du lit: 6 m ;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau: 35cm;
- Température de l'eau: 19°C;
- Vitesse du courant: rapide; 50cm/s ;
- Végétation aquatique: mousses et débris végétaux;
- Végétation bordante: strates arborée et herbacée
- Recouvrement: 50% ;
- Action anthropique: rejets domestiques, pompage de l'eau ;
- Nature du substrat: blocs, graviers, sables, limons et matière organique;



Photo 11 : Station O6

❖ Station O7(Photo 12)

Cette station est localisée à environ 10 km à l'Est de la ville des Ouadhias au lieu- dit thakhoukht.

- Heure: 6h59 ;
- Altitude: 200m;
- Pente de la station: 1 %;
- Largeur du lit: 7 m;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau: 35 cm;
- Température de l'eau: 12°C;
- Vitesse du courant: moyenne; 20cm/s ;
- Nature du substrat : graviers, sables et limons;
- Végétation aquatique: mousses et algues filamenteuses;



Photo 12 : Station O7

- Végétation bordante: strate arbustive éparse et n'assure aucun recouvrement;
- Action anthropique: rejets domestiques, extraction de sable, pâturage et pompage de l'eau pour l'irrigation.

3-Caractéristiques physiques des stations

Les macro-invertébrés benthiques se répartissent spatialement en fonction de divers facteurs environnementaux tels que l'altitude, la distance à la source, la pente, la végétation, le substrat et l'hydrologie (vitesse du courant, débit, hauteur d'eau).

Plusieurs recherches ont révélé que les changements observés dans la structure des communautés sont plus ou moins directement liés aux changements de ces facteurs (HYNES, 1970 ; LAVANDIER, 1979 ; MINSHALL, 1984 ; ANGELIER et al. 1985 ; WILLIAMS & FELTMATE, 1992).

La particularité écologique fondamentale de cours d'eau est que leur structure en termes d'habitat physique évolue naturellement de l'amont vers l'aval (PHILIPPART, 2000).

Les exigences de la faune aquatique pour l'habitat physique concernent les différentes fonctions vitales (se reproduire, se nourrir, s'abriter, effectuer divers stades de développement...).

3.1 La pente

La pente exerce une influence significative sur de multiples aspects de l'écosystème aquatique, notamment la vitesse du courant, la taille des particules du substrat, ainsi que la distribution des populations de diptères.

La pente affecte la taille des éléments du substrat. Dans des zones à forte pente, les matériaux du fond du cours d'eau ont tendance à être plus gros et plus anguleux, ce qui influe sur la disponibilité des micro habitats pour les larves de diptères. Des gradients de pente variés créent ainsi une diversité de niches écologiques pour les diptères aquatiques (Doe, 2007 ; Smith, 2012 ; Brown, 2015).

3.2 Vitesse du courant

La vitesse du courant est un facteur écologique primordial. Elle conditionne les possibilités d'existence des organismes en fonction de leurs limites de tolérance (CHAMPOUX & CLAUD, 1993).

La vitesse du courant est la vitesse à laquelle une masse d'eau se déplace. Elle est mesurée à l'aide d'un flotteur lâché dans le sens du courant en même temps que le déclenchement du chronomètre.

Le temps en second (s) mis par le flotteur pour parcourir une distance en (m) donne une estimation de la vitesse du courant (m/s).

La vitesse du courant dépend du débit, du substrat du fond et de la largeur du lit, de la pente, des précipitations et de la fonte des neiges qui en provoquent de grandes variations (LOUNACI, 1987).

Les relevés de la vitesse de l'eau sont classés selon l'échelle de Berg :

- Vitesse très lente : inférieur à 10 cm/s
- Vitesse lente : 10 à 25 cm/s
- Vitesse moyenne : 25 à 50 cm/s
- Vitesse rapide : 50 à 100 cm/s
- Vitesse très rapide : supérieur à 100cm/s

3.3.Le débit et l'écoulement de l'eau

L'écoulement de l'eau et le débit sont considérés comme des facteurs qui agissent sur la répartition des peuplements aquatiques.

Le débit est le volume d'eau liquide traversant une section transversale de l'écoulement, il comprend tout ce qui est transporté avec cette eau, comme les matières solides en suspension, les produits chimiques dissous et des éléments biologiques. Il dépend de l'altitude, de la distance à la source, de la nature des terrains traversés, des précipitations et de la fonte des neiges en amont.

Les débits annuels moyens présentent une grande variabilité entre les années. Les plus grands débits de l'année sont liés à la fonte du manteau neigeux au printemps, avec une augmentation des précipitations souvent abondantes à cette période de l'année (ABDESSELEM, 1995) Les fortes pluies, à l'origine des crues, augmentent la vitesse du transport des substances solides et dissoutes et beaucoup d'organismes sont alors emportés.

D'après LOUNACI (2005), Les cours d'eau de montagne ont un régime hydrologique pluvionival de décembre à mi-avril et pluvial de mi-avril au début du mois de juin. Les fortes précipitations qui provoquent les crues augmentent la vitesse de transport des substances solides et dissoutes, ce qui entraîne l'emport de nombreux organismes et la modification de la composition chimique des eaux.

L'écoulement est l'un des facteurs essentiels qui agit sur les peuplements aquatiques. En effet, sa présence exerce une influence sur le comportement, la distribution et le métabolisme des communautés (LEVÊQUE, 1996).

3.4. Température de l'eau

D'après ANGELIER (2000), la température de l'eau constitue un facteur écologique essentiel dans les milieux aquatiques. En effet, elle influence de manière significative le développement et la durée du cycle biologique de chaque espèce. De plus, elle est déterminante dans la répartition longitudinale des zoocénoses (LOUNACI, 2005).

La température de l'eau varie de manière régulière le long du profil longitudinal d'un cours d'eau. À chaque point de ce profil, plusieurs facteurs interviennent, tels que l'altitude, la distance à la source, la température ambiante, l'ombrage (qui dépend de la densité de la végétation riveraine) et le régime hydrologique.

En Grande-Kabylie, on observe que dans les zones supérieures des cours d'eau, les températures maximales ne dépassent généralement pas 20 °C. En revanche, dans les sections moyennes et inférieures, les températures maximales sont plus élevées, oscillant entre 25 °C et 30 °C (SEKHI *et al.*, 2016).

Les températures de l'eau ont été mesurées in situ à l'aide d'un thermomètre à mercure à titre indicatif. Les relevés ponctuels des températures dans les stations d'étude sont présentés dans le tableau 2.(annex 2)
Représenté comme suivant :

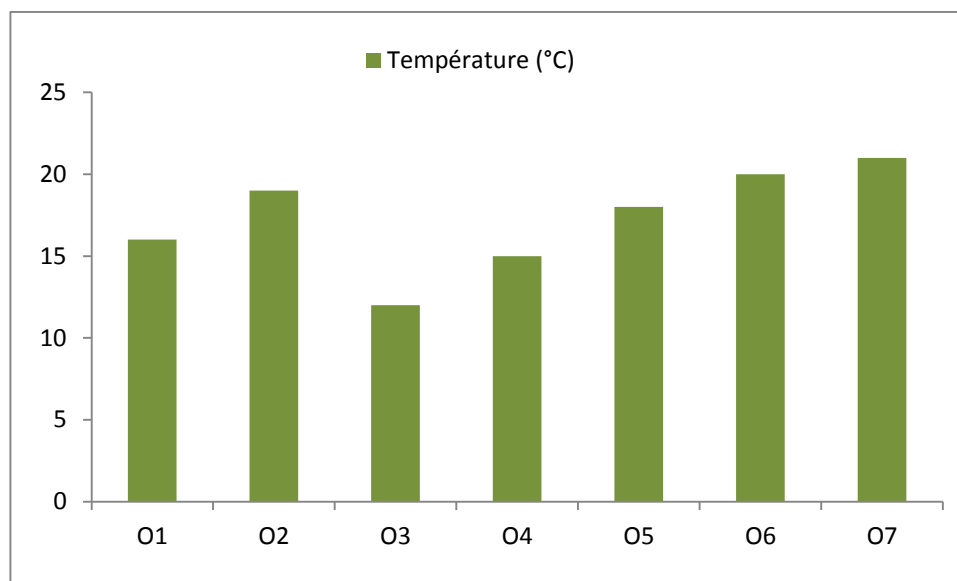


Figure 7: Températures ponctuelles de l'eau enregistrée dans les stations étudiées

3.5.Le substrat

Le substrat est une structure physique qui offre un environnement propice au développement du benthos, composé d'un mélange d'éléments minéraux ou/et végétaux (et organique pour certains environnements).

La nature des terrains traversée ainsi que les mouvements des matériaux, font que le substrat qui constituent le fond des cours d'eau varie. Certains substrats comme Les sédiments grossiers tels que les blocs, les galets ou le gravier sont des substrats pouvant former des abris ou pouvant permettre aux macro-invertébrés de s'y accrocher. Quant aux sédiments fins tels que le sable, le limon et l'argile, ils sont des substrats potentiels pour les frayères de certaines espèces de poissons.

BOURNAUD (1983) considère que cette composante est l'un des éléments clés qui ont une influence significative sur la micro distribution des communautés des macros invertébrées benthiques. Effectivement, on distingue deux grandes catégories de substrats :

Le substrat minéral (sédiment) : On distingue plusieurs catégories en fonction du diamètre moyen des éléments qui le composent : Le sable, le gravier, les galets et les blocs.

En utilisant une échelle visuelle pour déterminer les classes de granulométrie, il est possible de faire la distinction entre les limites de taille pour les substrats :

Blocs et pierres : $\varnothing > 20\text{cm}$;

Caillaux et galets : $2\text{cm} < \varnothing < 2\text{cm}$;

Sable : $0,2\text{ cm} \leq \varnothing < 0,02\text{cm}$;

Limons : $\varnothing < 0,02\text{ cm}$;

Argile : $\bullet < 2\text{ N}$;

\varnothing : Désigne le diamètre.

Le substrat végétal : D'après DAKKI (1987), ce genre de substrat peut servir à la fois de support inerte et de ressource animale. La végétation aquatique (algues ou mousses) évalue son recouvrement en se basant sur quatre catégories d'abondance, allant de très abondante à abondante.

3. Perturbations d'origine anthropique

La pollution constitue une dégradation de l'environnement naturel, causée par des substances chimiques ainsi que par des déchets industriels ou domestiques, altérant ainsi la qualité de l'eau et perturbant le milieu aquatique.

Dans le réseau hydrographique que nous avons examiné, l'impact des activités humaines varie d'une station à l'autre, en fonction de l'altitude. Dans la zone amont, les principales sources de pollution proviennent des petites agglomérations, où les activités humaines conservent encore un caractère traditionnel, avec principalement de l'élevage et des cultures non irriguées.

En revanche, dans la partie aval, la pollution a des sources multiples :

Origine urbaine

L'expansion urbaine intensifie le déversement d'eaux usées dans les cours d'eau. Les Volumes considérables de ces effluents, combinés à des débits récepteurs relativement faibles et à des températures élevées, aggravent la situation, surtout en l'absence de stations d'épuration. Ce phénomène entraîne des bouleversements manifestes, tels qu'un changement dans la composition des espèces animales présentes.

Origine agricole

L'utilisation de pesticides et d'engrais chimiques pour les cultures affecte gravement la qualité des eaux. Pendant l'été, la demande accrue en eau a entraîné une augmentation des superficies consacrées à l'irrigation et aux pompages, réduisant ainsi considérablement le débit des cours d'eau et provoquant l'assèchement de larges portions. De plus, le déversement de margines dans les oueds constitue une forme de pollution toxique, car la matière organique qu'elles contiennent forme un film en surface, entravant la pénétration de la lumière et les échanges gazeux, ce qui conduit à la destruction des écosystèmes aquatiques.

Origine mécanique

L'exploitation anarchique du sable perturbe le lit des cours d'eau, provoquant des modifications de leur morphologie et une remise en suspension accrue des particules fines. Cela entraîne une altération significative des écosystèmes aquatiques.

5.. Les conséquences de la pollution des cours d'eau

Tout d'abord, l'eutrophisation représente un processus lent au cours duquel les écosystèmes aquatiques s'étouffent à cause de la prolifération excessive de plantes aquatiques. Ces dernières consomment l'oxygène essentiel à la survie de l'écosystème. Parmi les principaux inconvénients de l'eutrophisation, on constate une diminution de la biodiversité et une dégradation de la qualité de l'eau, qui perd ainsi de sa valeur en tant que ressource.

Par ailleurs, la pollution entraîne l'empoisonnement et la dégradation de la flore et de la faune par des composés toxiques, tels que les hydrocarbures ainsi que les nitrates et phosphates (KIM et *al.*, 2013). Il est également crucial de noter qu'au niveau mondial, plus de deux milliards de personnes n'ont pas accès à l'eau potable, ceci étant souvent lié à des problèmes sanitaires.

La santé humaine se trouve ainsi menacée par l'ingestion d'eau polluée. Cependant, les traitements de potabilisation s'efforcent de prévenir ce risque en éliminant les substances toxiques de l'eau destinée à la consommation. Néanmoins, lorsque la pollution est trop intense, il peut être impossible de respecter les normes de potabilisation, malgré les efforts de traitement ; l'eau ne peut alors pas être distribuée.

De plus, les risques pour la santé humaine peuvent découler de la consommation d'organismes aquatiques tels que les poissons, les mollusques et les crustacés, qui peuvent accumuler des polluants dans leurs tissus. Les organismes pathogènes présents dans l'eau sont souvent responsables de diarrhées et de gastro-entérites, mais peuvent également entraîner des maladies graves comme le choléra ou la salmonellose.

La contamination de l'homme peut se faire par ingestion, que ce soit lors d'un repas ou d'une baignade, ou à travers des blessures cutanées au contact de l'eau contaminée. La consommation de coquillages, tels que les moules ou les huîtres, représente également un risque puisque ces animaux concentrent les microorganismes dans leur chair.

Heureusement, une surveillance rigoureuse de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine ou à la baignade permet de réduire considérablement les risques de transmission des maladies à l'homme.

Chapitre III :

Matériels et méthodes

L'objectif de ce travail est l'établissement de listes faunistiques des Diptères et de rechercher les relations entre les caractéristiques du milieu et sa faune. La démarche a été d'échantillonner les habitats représentatifs et de l'Assif Ouadhias sur la base d'un protocole établi après une étude bibliographique.

Selon (DAVIS,2013), la longueur est dix fois largeur une méthode essentielle pour recueillir une représentation diversifiée de la faune présente dans un environnement aquatique donné. Cette approche vise à obtenir un panorama le plus exhaustif possible des taxons de diptères présents dans le cours d'eau étudié, afin de mieux comprendre la biodiversité de cet écosystème.

Dans le présent travail, l'unité de base de l'échantillonnage est la station qui correspond à un tronçon de cours d'eau dont la longueur est sensiblement égale à dix fois la largeur du lit mouillé au moment du prélèvement (GENIN et *al.*, 2003).

1. Matériels et Techniques d'échantillonnage

Le but de l'échantillonnage est d'obtenir une grande diversité faunistique représentative du milieu étudié afin d'établir un bilan le plus complet possible des taxons présents dans les cours d'eau.

L'unité de base d'échantillonnage utilisé au moment de prélèvement est la station. Elle correspond à un tronçon du cours d'eau dont la longueur est égale à dix fois la largeur du lit mouillé (GENIN et *al.*;2003).

1.1. Echantillonnage benthique

La récolte du matériel biologique a été effectuée à l'aide d'un filet Surber pour le faciès lotique et d'un filet Troubleau pour le faciès lentique.

Ces deux choix de faciès constituent un bon linéaire pour la recherche d'une grande diversité des diptères de chaque station.

- **Milieu lotique :**

Les prélèvements benthiques ont été effectués sur des surfaces de l'ordre de 0,1m², à l'aide d'un filet Surber (vide de maille de 275 µm), dans des zones peu profondes (inférieures à 40 cm). Le filet est placé sur le fond du lit, l'ouverture face au courant.

Le substrat se trouvant dans la surface d'échantillonnage est lavé, récupérant ainsi les larves, les nymphes et les adultes dans le filet. Les organismes fixés sont détachés à l'aide d'une pince et la faune interstitielle est récupérée par raclage du fond. Le courant entraîne ainsi les organismes dans le filet.

- **Milieu lentique :**

Pour les zones d'eau calme, le dispositif utilisé pour la récolte du matériel biologique est le filet Troubleau. Ce dernier est à manche présente une ouverture circulaire de 30 cm de diamètre. Afin de déloger les organismes enfouis, on drague le fond des sédiments meubles avec le filet et au même temps on fait des mouvements de va et vient sur une distance d'un mètre environ. Le filet est retiré à contre-courant.

1.2. La chasse d'adultes

La chasse d'adultes aux abords des cours d'eau permettant d'une part, de compléter l'échantillonnage benthique et, d'autre part de confirmer les déterminations de certains taxons difficiles à séparer au stade larvaire.

Cette technique consiste à secouer vigoureusement les branches basses des arbres et des arbustes situés le long des rives des cours d'eau, puis à recueillir les imagos qui tombent dans le parapluie japonais, dont la toile forme une légère dépression. Les insectes ainsi collectés sont capturés rapidement à l'aide de pinces pour éviter leur évasion puis conserver dans de l'alcool à 70%.

1.3 Conservation des échantillons

Les échantillons récoltés sont recueillis dans des sachets en plastique contenant un liquide de conservation : formol à 8%. Chaque sachet porte une étiquette sur laquelle sont mentionnées la date, le numéro et les caractéristiques de la station à chaque prélèvement.

1.4. Tri et identification

Cette opération s'effectue au laboratoire et consiste à extraire la faune du substrat contenu dans les échantillons. Les récoltes sont lavées et débarrassées des particules indésirables (graviers, débris végétaux...) dans une série de tamis de mailles de taille décroissante (diamètre 5 ; 2.5 ; 0.3mm) afin d'éliminer au maximum le substrat fin restant et les éléments grossiers (graviers, plantes, feuilles...) Le contenu des tamis est ensuite versé dans une bassine contenant de l'eau puis transvasé dans des béciers de 250 ml (figure 15)



Photo 13 : Matériels utilisés pour le lavage

1 : Tamis ,2 : Bac, 3 : Echantillon, 4 : Bécher , 5 : Boite de pétri , 6 : Ciseau , 7 : Pince.

Un pré-tri et une identification de la faune est faite sous la loupe binoculaire. Les organismes sont manipulés à l'aide d'une pince fine dans des boites à pétrie à fond quadrillé.

La conservation se fait avec de l'éthanol à 75% dans des piluliers en verre en mettant des étiquettes indiquant le type de prélèvement, la date de capture, le nom de la station et la famille récoltée (figure 16).



Photo 14 : Matériels utilisés pour le tri et la détermination.

1: Loupe binoculaire, 2: Clé de détermination, 3: Boite de Pétri, 4: Alcool à 70%, 5: Pincés, 6: Piluliers

L'unité taxonomique retenue dans ce travail est le genre. Pour se faire, la détermination a été effectuée avec l'appui de Madame SEKHI et aussi à l'aide des clés de détermination suivantes : TACHET et *al* ;(1980,2000). Et la Clé des nymphes RIVOSECCHI, L. (1984). Et ANDERS.1997 et Sekhi

2. Méthode d'analyse de la structure du peuplement

2.1. Indice de diversité

un certain nombre d'indices de diversité doit être utilisé pour la caractérisation d'un peuplement, la comparaison globale de peuplement différents ou de l'état étudiés à des moments différents (BARBAULT, 1995).

Il s'agit de la richesse taxonomique, l'abondance et l'occurrence des espèces. Ils permettent aussi de comparer entre deux peuplements et de voir comment ceux-ci évoluent dans l'espace et dans le temps (DAJOZ, 2006).

2.1.1. Richesse spécifique

L'étape de base dans l'étude des communautés consiste à évaluer la structure générale des peuplements à partir de la richesse spécifique ou taxonomique, c'est à dire le nombre total d'espaces effectivement présentes sur un site a un moment donne (RAMADE, 2003).

La richesse taxonomique est fréquemment utilisée comme une variable qui intervient souvent dans les efforts de gestion et de conservation de la biodiversité. Cette mesure est jugée insuffisante puisqu'elle ne permet pas de différencier des peuplements qui comporteraient un même nombre d'espèces mais avec des abondances relatives très différentes (BARBAULT, 2008).

2.1.2. Abondance relative des espèces

C'est un paramètre importe pour la description d'un peuplement. Elle représente le nombre d'individus du taxon (i) par unité de surface ou de volume par rapport au nombre total d'individus (RAMADE, 2003). Cet indice est variable dans l'espace et dans le temps.

L'abondance relative d'une espèce est en fonction de la façon de partager des ressources naturelles dans son biotope, ses valeurs sont données par la formule suivante :

ni : nombre d'individus de l'espèce ;

N : nombre total d'individus.

$$A(\%) = 100 * ni / N$$

2.1.3. Occurrence relative des espèces

Appelée aussi indice de constance au sens de DAJOZ (1985). La fréquence d'occurrence est le rapport exprime en pourcentage entre le nombre de relevés (Pi) ou l'on trouve l'espèce (i) et le nombre total de relevés réalisés (P) dans une même station. Elle est calculée par la formule suivante :

$$Oc(\%) = 100 * Pi / P$$

- **Pi** : nombre de prélèvements ou l'espèce (i) est présente ;

- **P** : nombre total de prélèvement

En fonction de la valeur de OC (%), nous qualifions les espèces de manière suivante :

OC >100 % Espèce omniprésente.

OC] 100% - 75%] Espèces constante.

OC] 75%- 50%] Espèce très fréquente.

OC [50% – 25%] Espèce fréquente.

OC] 25%- 5%] Espèce accessoire.

OC < 5% Espèce rare.

2.2 Indice de structure

2.2.1. Indice de diversité de Shannon H'

De tous les indices, l'indice de diversité de Shannon est le plus utilisé dans l'étude comparative des peuplements (SHANNON, 1963). Il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon et prend en compte à la fois la richesse spécifique et l'abondance relative de chaque espèce.

Cet indice a pour unité << Bit >> et est calculer à partir de la formule suivante :

Avec $P_i = n_i/N$.

$$H' = -\sum (n_i/N) \log_2(n_i/N)$$

n_i : nombre d'individus de l'espèce de rang (i).

N : nombre total d'individus.

H' est d'autant plus petit (proche de 0) que le nombre d'espèces est faible ou quelques espèces dominant ; il est d'autant plus grand que le nombre d'espèces est élevé et réparti équitablement. Autrement dit, la diversité est minimale quant H' tend vers zéro (0), et est maximale quant H' tend vers 5.

2.2.2. Equitabilité (PIELOU, 1969)

L'indice d'équitabilité a été mis au point pour rendre compte de l'abondance relative de chaque taxon. Cet indice est dérivé de celui de Shannon. On peut calculer l'équitabilité à partir de diversité maximale (H' max),. Dans ce cas :

H' : Indices de Shannon

S : Richesse spécifique.

Log₂ : Logarithme a base 2.

Ln 2=0.30.

$$E = H' / H'_{\max} = H' \log_2 S$$

L'équitable varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce, et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par un nombre d'individus.

Chapitre IV :

Résultats et Discussion

Le but de cette partie de travail est d'essayer d'expliquer l'organisation spatiale des Diptères des cours d'eau étudiés en fonction des paramètres mésologiques.

1. Paramètres mésologiques

1.1. La pente

La lecture du tableau 2 montre que les pentes aux stations présentent des fluctuations qui varient de 1,5 % à 19 %. Les secteurs les plus pentus correspondent aux stations dont l'altitude varie entre 500m et 1100m, la pente est comprise entre 8 % et 19 % (stations : O1, O2, O4 et O5). Dans les stations de piémont et de basse altitude, on assiste à une rupture de pente et à l'élargissement des cours d'eau. La pente fluctue entre 3 % et 1,5 % (stations O6 et O7).

Tableau 2 : Altitudes et pentes des stations étudiées.

| Stations | O1 | O2 | O3 | O4 | O5 | O6 | O7 |
|----------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| Alt (m) | 850 | 500 | 1100 | 950 | 600 | 290 | 200 |
| Pente(%) | 10 | 8 | 19 | 11 | 8 | 3 | 1,5 |

1.2 La température de l'eau

Les températures de l'eau enregistrées dans les différentes stations étudiées sont consignées dans le tableau 3 et la figure 8

Tableau 3 : Températures ponctuelles de l'eau enregistrées aux stations étudiées

| Stations | O1 | O2 | O3 | O4 | O5 | O6 | O7 |
|-----------------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| Altitude(m) | 850 | 500 | 1100 | 950 | 600 | 290 | 200 |
| T (°C) de l'eau | 12 | 14 | 8 | 10 | 16 | 19 | 23 |
| Recouvrement(%) | 70 | 10 | 90 | 60 | 90 | 50 | 0 |

Du point de vue thermique, les stations peuvent être classées en deux groupes de stations :

- **Le premier groupe** renferme le secteur amont (O3 et O4) et de moyenne montagne (O1), elles sont alimentées par les sources et la fonte des neiges, ces stations sont ombragées (recouvrement compris entre 60% et 90%). Ce qui contribue fortement au maintien d'une température de l'eau assez basse ne dépassant pas 12 °C.

- **Le deuxième groupe** concerne les stations de piémont et de basse altitude dont la température de l'eau est comprise entre 16 °C et 23°C. Cette élévation de la température de l'eau est due au réchauffement des eaux influencées par l'insolation et la réduction ou l'absence d'ombrage le long des cours d'eau.

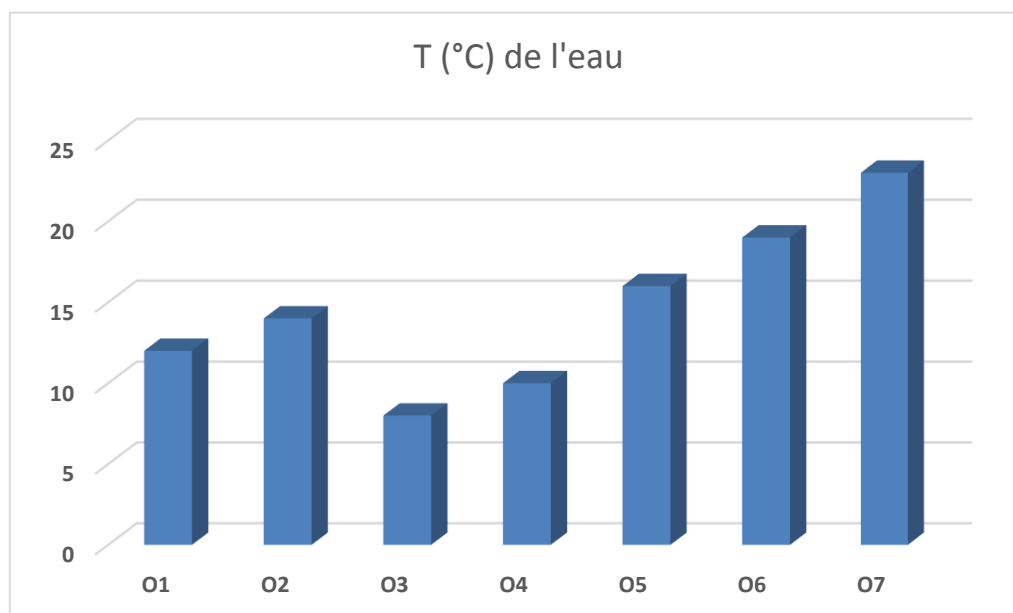


Figure 8: Températures ponctuelles de l'eau enregistrées aux stations étudiées

1.3 L'écoulement et la vitesse du courant

La lecture de tableau 4 montre que la vitesse du courant présente une irrégularité le long du réseau hydrographique étudié, ce qui est en relation directe avec la période d'échantillonnage (fin mai 2024). La station O1, torrent de montagne, enregistre la vitesse du courant la plus élevée. Elle est suivie par la station O2 (500m d'alt.). Les autres stations présentent une vitesse de courant qualifiée de lente à moyenne.

Tableau 4 : La vitesse d'écoulement (cm/s) des stations étudiées.

| Stations | O1 | O2 | O3 | O4 | O5 | O6 | O7 |
|-------------------------|--------|--------|-------|-------|---------|---------|-------|
| Altitude | 850 | 500 | 1100 | 950 | 600 | 290 | 200 |
| Largeur du lit (m) | 3 | 5 | 1 | 3 | 4 | 6 | 7 |
| Vitesse ducourant(cm/s) | 100 | 90 | 20 | 25 | 40 | 50 | 20 |
| Clas./Echelle de BERG | Rapide | Rapide | Lente | Lente | Moyenne | Moyenne | Lente |

1.4. Le substrat

Les cours d'eau que nous avons étudiés révèlent une grande variété d'habitats, caractérisés par une granulométrie assez hétérogène. Chaque type de substrat est évalué selon un pourcentage de recouvrement des surfaces aquatiques, déterminé par une observation directe à l'échelle des stations (voir tableau 4).

L'examen de la distribution des stations selon la nature du substrat met en évidence une hétérogénéité en fonction de l'altitude :

- Dans les stations alticoles (O1, O2 et O3), on observe une dominance du substrat grossier (blocs, gros galets, galets et de gravier.
- Pour les stations situées en moyenne montagne et en piémont, le substrat se révèle très hétérogène, comprenant galets, sable, limons et matière organique.
- À basse altitude, le substrat est essentiellement fin et riche en matière organique, comme l'illustrent les stations O6 et O7.

En ce qui concerne le substrat végétal, il se compose principalement de mousses en amont, tandis qu'on observe une variation dans les autres parties des stations, où algues et macrophytes prédominent. L'importance de la végétation au sein de chaque station est classée sur une échelle de quatre niveaux d'abondance : de "absente" (0) à "très abondante" (3).

Tableau 5: Nature du substrat dans les stations étudiées.

| Stations | O1 | O2 | O3 | O4 | O5 | O6 | O7 |
|-----------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| Altitude | 850 | 500 | 1100 | 950 | 600 | 290 | 200 |
| GG/G (%) | 90 | 50 | 70 | 65 | 60 | 30 | 20 |
| S/L (%) | 10 | 40 | 20 | 25 | 30 | 50 | 60 |
| M.O (%) | 0 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 20 |
| Vaq (%) | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |

2. Résultats faunistiques

2-1-Analyse du peuplement de Diptères

Dans l'ensemble des stations échantillonnées, un total de 1804 individus de Diptères est récolté appartenant à 12 familles et 24 genres (tableau 6).

La famille Chironomidae est la plus diversifiée avec cinq genres recensés. En deuxième position se placent les Limoniidae, Simuliidae et Ceratopogonidae avec trois genres chacune. Les Psychodidae et Empididae occupent la troisième position avec 2 genres chacune. Les autres familles sont monogénériques (figure 9).

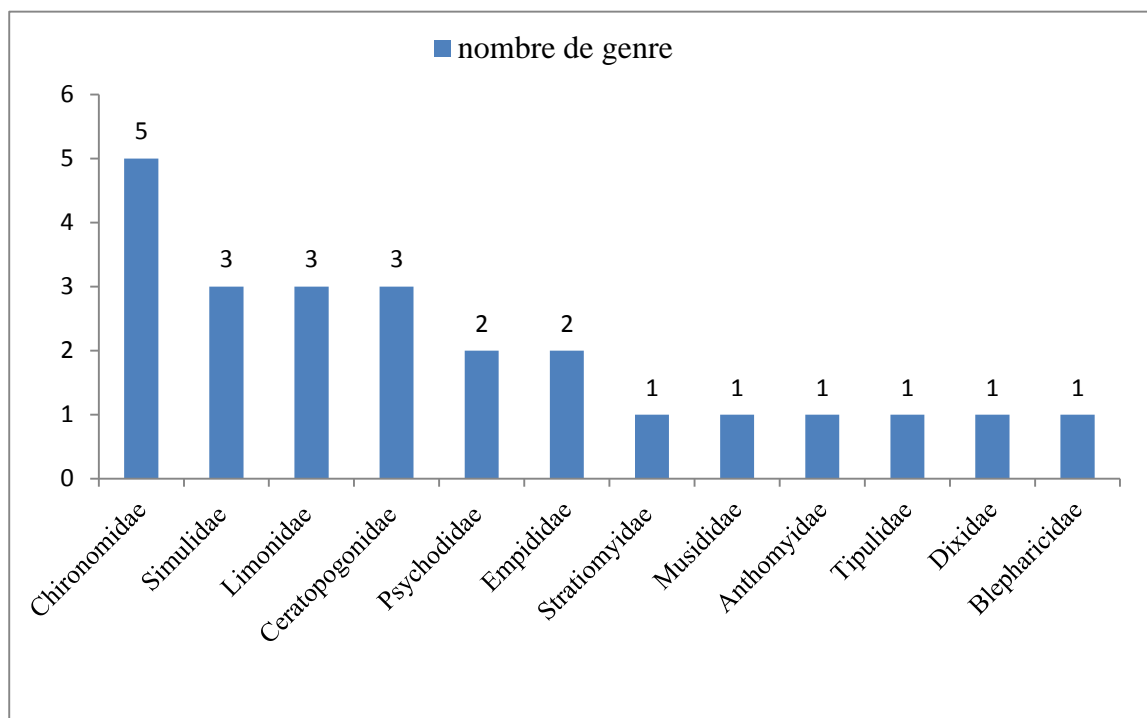


Figure 9 :Représentation du nombre de genres par familles des Diptères recensés

Tableau 6 : répartition des Diptères dans les stations étudiées.

| Station | | O1 | O2 | O3 | O4 | O5 | O6 | O7 | Ab | AbR (%) | Occ | OccR (%) |
|----------------------------|------|-----------|------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|-------------|--------------|-----|----------|
| Altitude | code | 850m | 500m | 1100m | 950m | 600 m | 290m | 200m | | | | |
| F : Simuliidae | | | | | | | | | 1373 | 76.10 | | |
| <i>G : Prosimulium</i> | Pro | 3 | 142 | 157 | 50 | | 120 | | | 34.37 | 5 | 71.42 |
| <i>G : Simulium</i> | Sim | 8 | 194 | 29 | 23 | | 185 | | | 31.97 | 5 | 71.42 |
| <i>G : Eusimulium</i> | Eus | 3 | 94 | 300 | | | 65 | | | 33.64 | 4 | 57.14 |
| F : Chironomidae | | | | | | | | | 226 | 12.52 | | |
| <i>G : Chironomus</i> | Chi | | 6 | 3 | 15 | 9 | 49 | 3 | | 36.28 | 6 | 85.71 |
| <i>G : Tanytarsus</i> | Tat | | 3 | | | | 32 | 22 | | 25.22 | 3 | 42.85 |
| <i>G : Tanypus</i> | Tap | | 3 | 36 | | 3 | 4 | | | 20.35 | 4 | 57.14 |
| <i>G : Orthocladus</i> | Ort | | 3 | 10 | | | 22 | | | 15.48 | 3 | 42.85 |
| <i>G : Podanomus</i> | Pod | | | | | 3 | | | | 1.32 | 1 | 14.28 |
| F : Tipulidae | | | | | | | | | 63 | 3.49 | | |
| <i>G : Tipula</i> | Tip | 3 | 21 | 3 | | 4 | 29 | 3 | | 100 | 6 | 85.71 |
| F : Limoniidae | | | | | | | | | 40 | 2.21 | | |
| <i>G : Limonini</i> | Limn | | | | | | 3 | | | 7.5 | 1 | 14.28 |
| <i>G : Dicranota</i> | Dic | 7 | | | 12 | 7 | | | | 65 | 3 | 42.85 |
| <i>G : Pedicia</i> | Ped | | 3 | | 8 | | | | | 27.5 | 2 | 28.57 |
| F : Dixidae | | | | | | | | | 31 | 1.71 | | |
| <i>G : Dixa</i> | Dix | 31 | | | | | | | | 100 | 1 | 14.28 |
| F : Psychodidae | | | | | | | | | 22 | 1.21 | | |
| <i>G : Berdeniella</i> | Ber | 3 | | | | 16 | | | | 86,36 | 2 | 28.57 |
| <i>G : Tonnoiriella</i> | Ton | 3 | | | | | | | | 13,63 | 1 | 14.28 |
| F : Ceratopogonidae | | | | | | | | | 20 | 1.10 | | |
| <i>G : Atrychopogon</i> | Atr | | | 6 | 5 | | | | | 55 | 2 | 28.57 |
| <i>G : Dasyhela</i> | Das | 3 | | | 3 | | | | | 30 | 2 | 28.57 |
| <i>G : Sphaeromias</i> | Sph | | | | 3 | | | | | 15 | 1 | 14.28 |
| F : Blephariceridae | | | | | | | | | 14 | 0.77 | | |
| <i>G : Blepharicera</i> | Ble | 5 | 9 | | | | | | | 100 | 2 | 28.57 |
| F : Empididae | | | | | | | | | 6 | 0.33 | | |
| <i>G : Chelifera</i> | Che | 3 | | | | | | | | 50 | 1 | 14.28 |
| <i>G : Hemerodomia</i> | Hem | 3 | | | | | | | | 50 | 1 | 14.28 |
| F : Stratiomyidae | | | | | | | | | 3 | 0.16 | | |
| <i>G : Oplodontha</i> | Opl | | 3 | | | | | | | 100 | 1 | 14.28 |
| F : Muscidae | | | | | | | | | 3 | 0.16 | | |
| <i>G : Limophora</i> | Limo | | | | | | 3 | | | 100 | 1 | 14.28 |
| F : Anthomyidae | | | | | | | | | 3 | 0.16 | | |
| <i>G : Limnophora</i> | Limn | | 3 | | | | | | | 100 | 1 | 14.28 |
| Abondance | | 75 | 484 | 544 | 119 | 64 | 490 | 28 | 1804 | 99.92 | | |
| Richesse générique | | 12 | 12 | 8 | 8 | 7 | 9 | 3 | | | | |

Ab : Abondance ; AbR(%) : Abondance relative ; Occ : occurrence ; OccR : Occurrence Relative ; R.G : Richesse générique .

2.1. Abondance stationnelle

La figure 10 montre que l'abondance stationnelle des Diptères varie entre un minimum de 28 individus pour la station O7 (200m) et un maximum de 544 individus pour la station O3 (1100m).

Le maximum d'effectif noté au niveau de la station O3 est dû à la prolifération des Simuliidae qui totalisent 486 individus, soit 89,33% et dont le genre *Eusimilium* représente 55% de l'abondance totale stationnelle. Quant aux stations O2 et O6, le genre *Similium* contribue à l'effectif stationnel avec respectivement 40% et 37,75%.

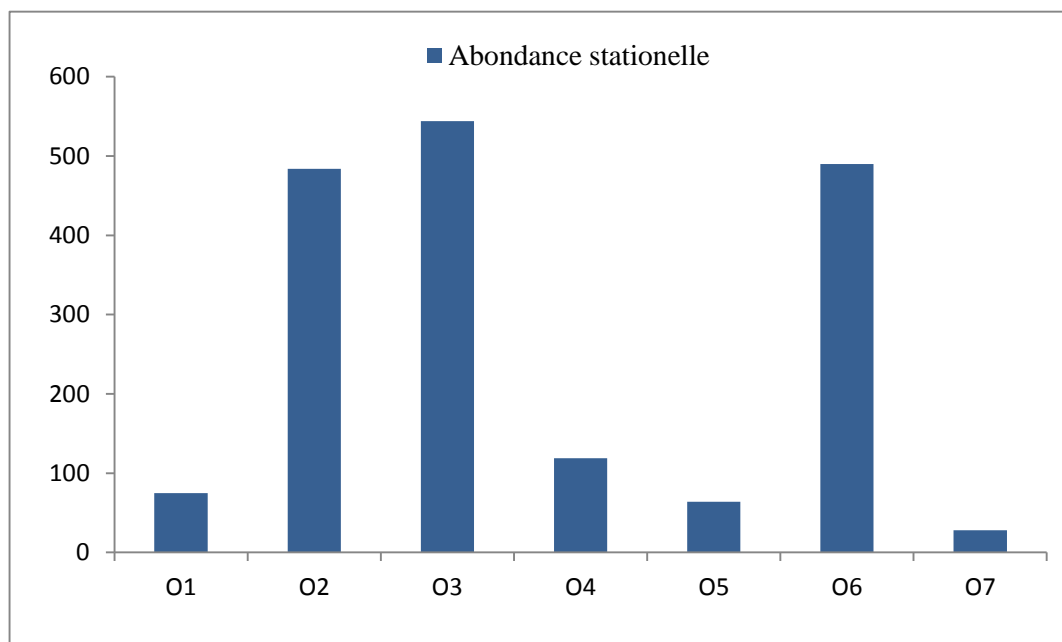


Figure 10: Abondance des Diptères dans des stations étudiées.

2.2. La richesse générique

La richesse générique des Diptères le long des cours d'eau étudiés est comprise entre 3 et 12 genres. Le torrent de montagne (O1 : 850m) et la station de moyenne montagne O2 (500m) présentent la richesse générique la plus élevée avec 12 genres dont *Dixa* (Dixidae), *Tonnoirielle* (Psychodidae), *Chelifera* et *Hemerodoma* (Empididae) sont propres à la station O1. Les genres *Opladontha* (Stratiomyidae) et *Limnophora* (Muscidae) sont localisés au niveau de la station O2. Quant au genre *Blepharicera* (Blephariceridae) est commun aux deux stations.

Dans les stations de basse altitude (O7:850m) la richesse générique est la plus faible (3 genres). Ce qui est en relation avec les conditions moins optimales (l'impact humain, la pollution, l'augmentation de la température de l'eau et la diminution de taux d'oxygène...etc). (Figure 11)

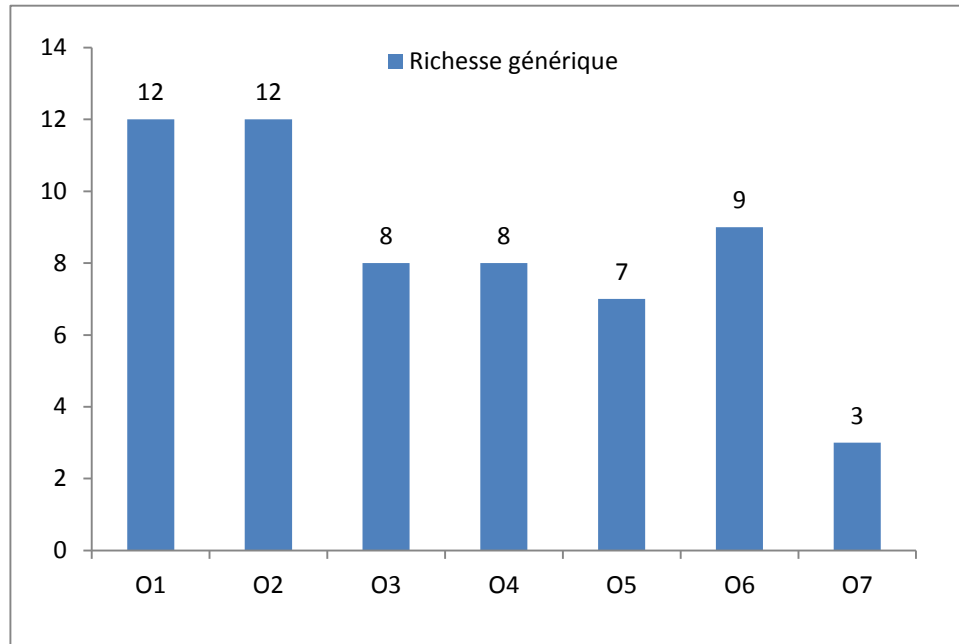


Figure 11 : Richesse générique des Diptères aux stations étudiées.

2.3. Abondance et occurrence relative des genres recensés

De point de vue quantitatif, l'analyse de l'abondance et de l'occurrence des espèces des cours d'eau étudiés (figure 12 et 13) a permis de mettre en évidence trois groupes d'espèces :

- **Taxons dominants avec une fréquence d'occurrence $\geq 50\%$**

Ce sont les espèces à populations denses et à large valence écologique, on trouve *Prosimilium*, *Simulium*, *Chironomus*, *Tanytus* et *Tipula*. Cela peut être attribué à une combinaison d'adaptation écologique, de tolérance environnementale, de stratégies de reproduction efficaces et d'interaction complexe avec l'écosystème local.

- **Taxons peu abondants et accessoires**

Ce sont des espèces aux populations plus au moins denses présentant une fréquence d'occurrence comprise entre 25% et 50 %, représenté par les genres *Tanytarus*, *Ortocladius*, *Pedicia*, *Berdeniella*, *Atrychopogon*, *Dasyhela*, *Blephariceridae*, *Dicranota*.

- **Taxons rare ou accidentels ($C < 25\%$)**

Ce sont des Taxons à populations très peu abondantes et très peu fréquentes, c'est des espèces localisées dans les biotopes spécialisés tels que *Podanomus*, *Limonini*, *Dixa*, *Tonnoriella*, *Sphaeromias*, *Chelifera*, *Hemerodonia*, *Oplodontha*, *Limophora* et *Limnophora*.

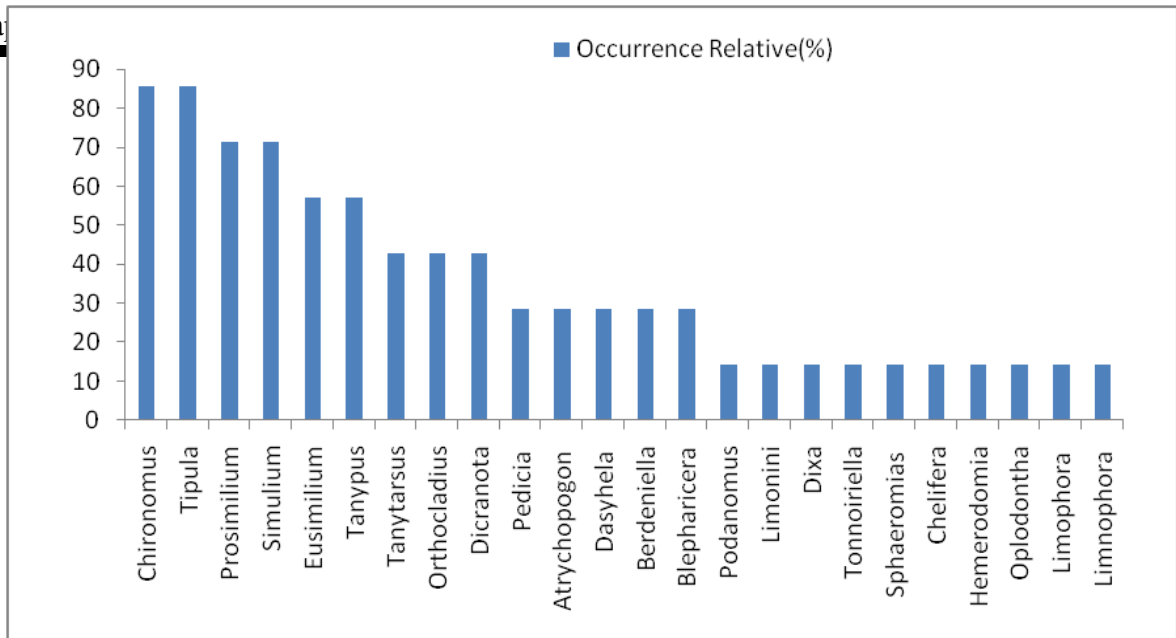


Figure 12 : Occurrence relative (%) des Diptères récoltés

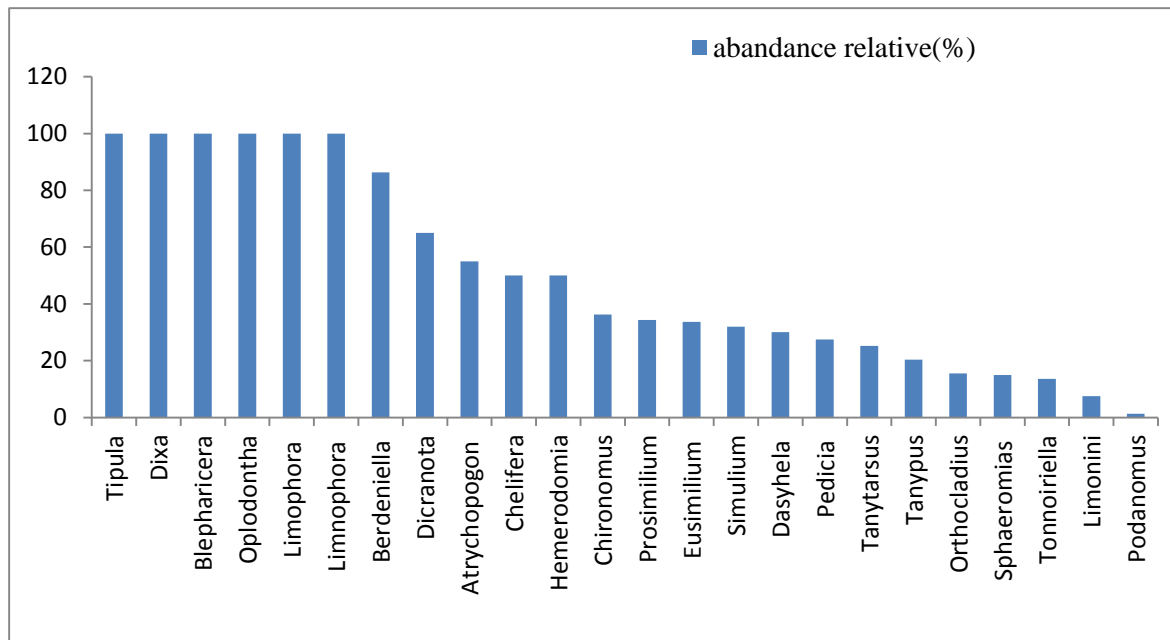


Figure 13: Abundance relative (%) des Diptères récoltés.

3. Limites altitudinales des genres recensés

L'examen du tableau 5 relatif aux limites altitudinales des taxons, montre que les Diptères recensés peuvent être réparti en 4 groupes :

- **Genres alticoles** : appartiennent à ce groupe les genres alticoles, rhéophiles qui vivent dans les cours d'eau des zones montagneuses. Deux sous-groupes sont dégagés :

- ***1^{er} sous-groupe** : représenté par *Dixa*, *Tonnoiriella*, *Atrychopogon*, *Dasyhela*, *Sphaeromias*, *Chelifera*, *Hemerodomi* qui sont strictement localisés dans le secteur amont à savoir O3 à 1100m d'altitude et la O4 située à 950m. Ce sont des genres rhéophiles et sténothermes d'eau froide.

*2^{ème} sous-groupe : représenté par les genres *Blepharicera*, *Berdeniella*, *Dicranota*, *Pedicia*, *Orthocladius* à amplitude altitudinale assez large pouvant descendre jusqu'au piémont

• **Genres localisés** : deux sous-groupes se dégagent :

*1^{er} sous-groupe : les genres sont localisés dans la zone de moyenne montagne et de piémont représentés par : *Podanomus*, *Oplodontha*, *Limnophora*. Ces genres semblent également ne pas supporter le réchauffement des biotopes de plaines. Ils peuvent être significatifs de la zone de transition rhithral-potamal.

*2^{ème} sous-groupe : sont récoltés dans les basses altitudes ($Alt \leq 300$) représentés par les genres *Limonini* et *Limophora*. Ces genres sont potamophiles, thermophiles et polluo-résistants tolérant la présence de la matière organique.

• **Genre de moyenne montagne pouvant descendre en basse altitude** : représenté par l'unique genre *Tanytarsus*.

• **Genres à large valence écologique** : ils colonisent tous les types de milieux, depuis les ruisseaux d'altitude jusqu'au cours d'eau de plaine : *Prosimilium*, *Simulium*, *Eusimilium*, *Chironomus*, *Tanytus* et *Tipula*.

Tableau 7 : Limites altitudinales des Diptères récoltés.

| <i>Taxon / Altitude (m)</i> | Alt \geq 800 | 300 \leq Alt < 600 | Alt < 300 |
|-----------------------------|----------------------------------|---|---------------------|
| <i>G : Dixia</i> | 31 | | |
| <i>G : Tonnoiriella</i> | 3 | | |
| <i>G : Atrychopogon</i> | 11 | | |
| <i>G : Dasyhela</i> | 6 | | |
| <i>G : Sphaeromias</i> | 3 | | |
| <i>G : Chelifera</i> | 3 | | |
| <i>G : Hemerodomia</i> | 3 | | |
| <i>G : Blepharicera</i> | 5 | 9 | |
| <i>G : Berdeniella</i> | 3 | 16 | |
| <i>G : Dicranota</i> | 19 | 7 | |
| <i>G : Pedicia</i> | 8 | 3 | |
| <i>G : Orthocladius</i> | 10 | 25 | |
| <i>G : Tanytarsus</i> | | 3 | 54 |
| <i>G : Podanomus</i> | | 3 | |
| <i>G : Oplodontha</i> | | 3 | |
| <i>G : Limnophora</i> | | 3 | |
| <i>G : Limonini</i> | | | 3 |
| <i>G : Limophora</i> | | | 3 |
| <i>G : Prosimilium</i> | 210 | 142 | 120 |
| <i>G : Simulium</i> | 60 | 194 | 185 |
| <i>G : Eusimilium</i> | 303 | 94 | 65 |
| <i>G : Chironomus</i> | 18 | 15 | 52 |
| <i>G : Tanypus</i> | 36 | 6 | 4 |
| <i>G : Tipula</i> | 6 | 25 | 32 |
| Abondance | 1804 | | |
| Richesse générique | 18 | 15 | 9 |

4. Analyses quantitative et qualitative des Diptères

En ce qui concerne la répartition quantitative, les Simuliidae dominent largement le peuplement avec 1373 individus, représentant 76,10 % de l'ensemble des Diptères (figure 14).

Les Chironomidae se placent en seconde position avec 226 individus, soit 12,52 %. Ils sont suivis par les Tipulidae avec 63 individus (3,49 %), puis viennent les Limoniidae avec 40 individus (2,21 %), et les Dixidae avec 31 individus (1,71 %).

Les Psychodidae se placent en 6^{ème} position avec 22 individus (1,21 %), ils sont suivis par les Ceratopogonidae avec 20 individus (1,10 %), les Blephariceridae 14 individus (0,33 %).

Enfin, les Stratiomyidae, Muscidae et Anthomyidae sont faiblement représentées avec 3 individus chacune (0,16 %).

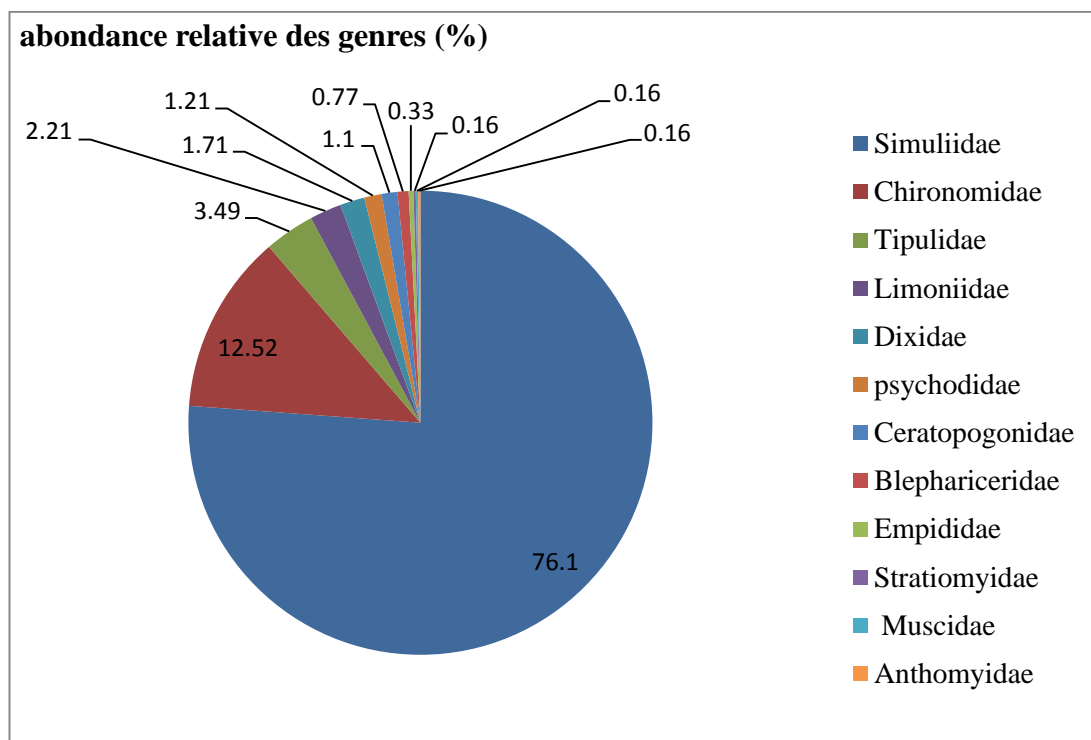


Figure 14 : Abondance des familles des Diptères dans les stations étudiées

4-1-La famille des Simuliidae

L'importance relative des éléments de ce groupe peut être attribuée au développement des formes torrenticoles adaptées aux courants les plus forts et est en rapport avec les températures de l'eau élevées, la vitesse du courant élevée et la présence de matière organique, facteurs favorables à la prolifération des stades immatures.

Cette famille est représentée par 3 genres :

- ***Prosimilium*** : Ce genre est recensé dans 5 stations, avec un total de 472 individus (34,37% des Simuliidae), il est à large distribution altitudinale (900m à 290m), il colonise les cours d'eau de montagne jusqu'en basse altitude.
- ***Simulium*** : il est recensé dans 5 stations avec un total de 439 individus (31.64%).
- ***Eusimulium*** : recensé dans 4 stations avec un total de 462 individus (33.64%).

4-2-Famille des Chironomidae

Cette famille se désigne comme la plus abondante. Les Chironomidae sont remarquablement répons dans les cours d'eaux examinés, En effet, MEBARKI (2017) signale l'abondance et la fréquence des Diptères Chironomidae dans les habitats aquatiques les plus divers. Ils sont représentés par 5 genres :

- ***Chironomus***: avec un total de 85 individus (36,25% des Chironomidae), récoltés dans 6 stations entre 1100 et 200m d'altitude.
- ***Tanytarsus***: compte 57 individus (25,22%) récoltés dans trois stations en moyenne montagne et basse altitude (500 à 200m).
- ***Tanypus***: représenté par 46 individus (20,35%) recensés dans quatre station (1100 à 290m)
- ***Orthocladus***: avec un total de 35 individus ainsi 15,48% des Chironomidae récoltés dans trois stations échelonnées entre 1100 t 500m.
- ***Podonus***: rare avec seulement 3 individus récoltés dans l'unique station 05 (600m).

4-3-Famille des Tipulidae

Cette famille est représentée par l'unique genre *Tipula* qui présente une large distribution altitudinale (eurytherme et eurytope).

4-4-Famille des Limoniidae

Cette famille comptabilise 40 individus répartis en 3 genres :

- ***Limonini***: localisé dans la station O6(290m) avec un total de 26 individus.
- ***Dicranota***: récolté dans trois stations (950 à 600m) avec un totalde 26 individus.
- ***Pedicia***: récolter dans deux stations (900 à 500m), avec un total 11 individus.

4-5- Famille des Dixidae

Cette famille est représentée par l'unique genre *Dixa* inventorié au niveau de la station O1 (850m).

4-6. Famille des Psychodidae

Cette famille est compte 22 individus soit 1,21% de Diptères récoltés. Cette famille est représentée par deux genres :

- *Berdeniella* : avec un total de 19 individus et 86,36 % des Psychodidae, recensés dans deux stations (850m et 600 m).
- *Tonnoriella*: ce genre est composé de 3 individus et 13,63% de total des Psychodidae, recensés dans une seule station O1 (850m).

4-7. Famille des Ceratopogonidae

Cette famille comptabilise 20 individus représentés par 3 genres :

- *Atrychopogon* avec 11 individus et 55% de total des Ceratopogonidae, recensé dans 2 stations O3 (1100m) et O4 (950m).
- *Dasyhela* : composé de 6 individus et 30% des Ceratopogonidae, recensé dans 2 stations O1(850m) et O4(950m).
- *Sphaeromias* : composé de 3 individus et 15% de total des Ceratopogonidae, recensé dans la station O4(950m).

4-8. Famille des Blephariceridae

Cette famille est représentée par un seul genre *Blepharicer* recensé dans deux stations : O1(850m) avec 5 individus et O2 (500m) avec 9 individus.

4-9. Famille des Empididae

Cette famille est représentée par deux genres :

- *Chelifera* : recensé dans l'unique station O1 située à 850 m d'altitude avec 3 individus.
- *Hemerdomia* : récolté seulement à la station O1 située à 850m d'altitude avec 3 individus.

4-10. Famille des Stratiomyidae

L'unique représentant de cette famille est le genre *Oplodontha* avec 3 individus récoltés au niveau de station O2.

4-11. Famille des Muscidae

Composé de 3 individus appartenant au genre *Limnophora* recensé dans la station O6 (290m)

4-12. Famille des Anthomyidae

Cette famille compte 3 individus représentant 0,16% du peuplement total collecté.

Représenté par un unique genre.

- *Limnophora* : composé de 3 individus recensé dans la station O2 (500m).

5. Analyse de la diversité

Les indices de diversité de Shannon (H') et d'équitabilité (E) calculés pour les sites étudiés sont présentés dans le tableau 8:

Tableau 8 : Indices de Shannon (H') et d'Équitabilité (E) calculés dans les stations d'étude .

| Station | O1 | O2 | O3 | O4 | O5 | O6 | O7 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|
| Altitude | 850 | 500 | 1100 | 950 | 600 | 290 | 200 |
| H' | 2.82 | 2.02 | 1.61 | 2.30 | 2.34 | 2.31 | 0.93 |
| R.G | 12 | 12 | 8 | 8 | 7 | 7 | 3 |
| H'max | 3.58 | 3.58 | 3 | 3 | 2.80 | 2.80 | 1.58 |
| E | 0.78 | 0.56 | 0.53 | 0.76 | 0.83 | 0.72 | 0.58 |

Le tableau 8 illustré par la figure montrent que les indices H' et E calculés dans l'ensemble des stations étudiées varient entre 0.93 (O7) et 2.82(O1) bits/inds pour H' et entre 0.53(O 3) et 0,83 (O5) pour E.

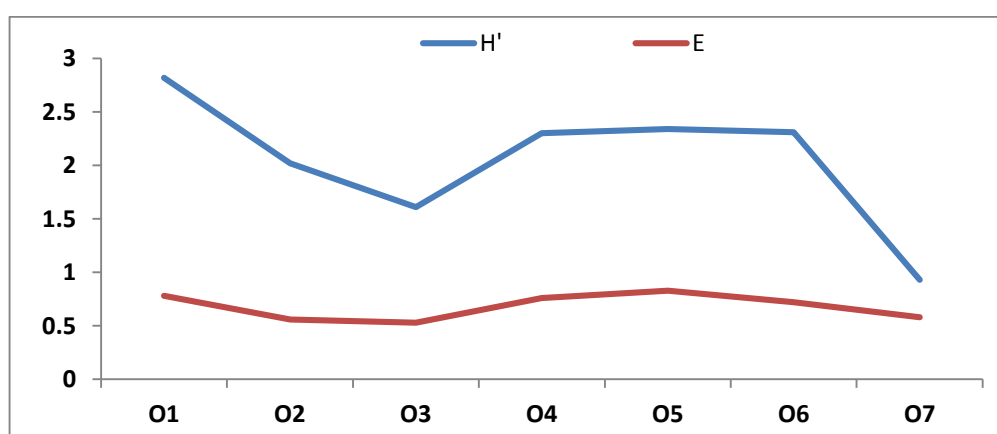
Les indices les plus élevés sont obtenus dans les stations O1, O5 avec un H' qui est entre 2.82 et 2.34 et un E variant de 0,53 et 0,83.

La station O1 (850 m), présente la valeur la plus élevée de H' qui est de 2.82 est une valeur de 0.78 de l'indice d'équitable E. Cette station est caractérisée par un substrat hétérogène dominance de gros galet et galet, un couvert végétal assez dense, une température de l'eau relativement basse, un courant modéré permet l'installation d'une faune diversifiée essentiellement rhéophile, sténotherme d'eau froide et polluo-sensible.

La station O7 présentent l'indices le plus faibles, H' avec 0,93 et une équitabilité comprise 0.58.

La station O3 présentent l'indices H' avec 1.61 et une équitabilité plus faible avec 0.53.

La diminution de l'indice de SHANNON dans ces stations est liée principalement en raison des actions humains (pompage de l'eau pour l'irrigation, pâturage, rejets domestique, extraction du substrat et destruction des habitats qui conduit à une diminution de niches écologiques.

**Figure 15 :** Evolution des indices de SHANNON (H') et d'équitabilité (E) dans les stations étudiées.

6- Discussion générale

La distribution et l'abondance des espèces le long du réseau hydrographique étudié varie en fonction des différents paramètres environnementaux. En effet, plusieurs travaux ont montré que la nature du substrat (STATZNER et *al.*, 1988) et la vitesse du courant (DEGANI et *al.*, 1993) sont les paramètres prépondérants.

D'autres facteurs ont également une certaine influence dans la répartition des espèces : la minéralisation de l'eau, l'altitude et la température de l'eau (MEBARKI et *al.*, 2017), la végétation bordante et la pollution organique (GAGNEUR & THOMAS, 1988 ; BOUMAÏZA, 1994), la pente et la temporalité des cours d'eau (EL ALAMI, 2002), mais le degré accordé à ces facteurs semble s'imposer selon un ordre hiérarchique qui peut varier d'une espèce à une autre.

HAIHAEM (2017) signale que la faible abondance de Diptères en hiver pourrait être expliquée par la basse température qui prolonge le développement embryonnaire et conduit certaines espèces à entrer en diapause importante. La température élevée quant à elle, accélère l'éclosion des œufs, le développement larvaire ainsi que la survie (DAJOZ, 1985).

Nos résultats sont satisfaisants, nous avons récolté 1804 individus appartenant à 12 familles et 24 genres. Contrairement à ASSAMEUR & BENAOUZIA (2023), qui ont travaillé sur les 6 stations échelonnées entre 200m et 900m du réseau hydrographique de l'AssifHallil et d'Assif El-Khemis (affluents du sous bassin versant de l'Oued Boubhir et qui ont recensé 1437 individus appartenant à 11 familles et 17 genres.

Le torrent de montagne (O1 :850 m d'altitude) qui enregistre la richesse générique la plus élevée avec 12 genres dont 4 sont exclusifs à cette station. La même constatation a été faite par ASSAMEUR & BENAOUZIA (2023) par rapport à la station AI située à 800m d'altitude et qui dénote 12 genres dont 4 exclusifs. D'après ces auteurs, Les caractéristiques mésologiques à savoir, un substrat à dominance de blocs, galets et grand galet, une température de l'eau basse, un recouvrement important et une végétation aquatique riche en mousses semblent être les facteurs déterminant de la distribution de ce peuplement rhéophile, sténotherme d'eau froide et pollue-sensible.

Conclusion

Cette étude avait pour but de contribuer à préciser l'écologie et la répartition des Diptères aquatiques recensés dans le réseau hydrographique de l'Assif Ouadhias. Sept stations réparties entre 200 et 1100 m d'altitude, et couvrant un large panel de situations mésologiques, ont été prospectées. Un total de 1804 individus de Diptères a été récolté appartenant à 12 familles et 24 genres.

La famille de *Chironomidae* est la plus diversifiée avec cinq genres recensés. En deuxième position se placent les *Limonidae*, *Simuliidae*, *Ceratopogonidae* avec trois genres. Viennent après les *Psychodidae* et les *Empididae* avec deux genres. Enfin, les familles *Tipulidae*, *Blephariceridae*, *Stratiomyidae*, *Muscidae* et *Anthomyidae* sont mono génériques.

Sur le plan quantitatif, les *Simuliidae* sont largement dominant avec 1373 individus (76.10% de tous les Diptères). Suivie par *Chironomidae* avec 226 individus (12.52%), puis les *Tipulidae* avec 63 individus (2.21%) et les *Dixidae* par 31 individus (1.71%) et les *Psychodidae* par 22 individus (1.21%) ensuite les *Ceratopogonidae* par 20 individus (1.10%) et les *Blephariceridae* par 14 individus (0.77%) puis les *Empididae* par 6 individus (0.33%) et en dernier les *Stratiomyidae* et les *Muscidae* et *Anthomyidae* (0.16%).

L'abondance stationnelle des Diptères fluctue entre un minimum de 28 individus pour la station O7 (200m) et un maximum de 544 individus pour O3 (1100m).

La richesse générique des Diptères le long des cours d'eau étudiés est maximale au niveau du torrent de montagne (O1 : 850m d'alt.) et la station de moyenne montagne (O2 : 600m d'alt.).

La répartition longitudinale des espèces met en évidence 4 groupes allant des genres liés au secteur montagnard jusqu'aux genres à large valence écologique.

- **Groupe 1 :** Il est composé de 6 genres *Prosimilium*, *Simulium*, *Eusimilium*, *Chironomus*, *Tanytus*, *Tipula* qui occupent toutes les tranches altitudinales. Ils colonisent tous les types d'habitats, ils sont à large valence écologique.
- **Groupe 2 :** Ce groupe est constitué des taxons localisés dans des biotopes spécialisés composé de *Tonnoiriella*, *Dasyhela*, *Chelifera*, *Hemerodromia*, *Oplodontha*, *Limnophora*, *Sphaeromyias*, *Atrychopogon*.
- **Groupe 3 :** Constitué de taxons qui peuvent être considérés comme alticole mais peuvent descendre en moyenne montagne. Tels que : *Tanytarsus*, *Orthocladus*, *Dicranota*, *Pedicia*, *Berdeniella*, *Blepharicera*.
- **Groupe 4 :** C'est les genres qui peuvent être considérés comme thermophiles, psammophiles et polluo-résistants. Tels que : *Limonini*, *Limnophora*.

Les Indices H' et E calculés dans l'ensemble des stations étudiées sont moyens, ils varient entre 0.93 (O7) et 2.82 (O1) bits pour H' et entre 0.53 (O3) et 0,83 (O5) pour E.

En perspectives, il serait intéressant :

- D'envisager une détermination au niveau spécifique afin d'approfondir l'analyse des Diptères, permettant ainsi de fournir des données plus détaillées sur leur autoécologie et leur biogéographie.
- Multiplier les investigations dans les stations surtout alticoles pour vérifier la bio indication des Diptères de la qualité de l'eau.
- Cette approche permettrait de compléter l'inventaire faunistique, offrant une vision plus complète de la diversité des Diptères dans la région étudiée. De plus, une telle démarche contribuerait à enrichir les connaissances en taxonomie et en écologie des Diptères d'Afrique du Nord, fournissant ainsi une base solide pour des études futures dans ce domaine.

Résumé

Résumé

Le but de cette étude est de réaliser un inventaire faunistique sur les diptères de Assif Ouadhia de la région de la Kabylie.

L'analyse des 7 stations échelonnées entre 200 et 1100 m d'altitude, ont permis la récolte de 1804 individus de diptères appartenant à 12 familles et 24 genres.

Sur le plan quantitatif les Simuliidae sont largement dominants avec 1804 individus 76,10% de tous les Diptères. Suivie par Chironomidae avec 226 individus (12,52%), puis les Tipulidae avec 63 individus (2,21%) et les Dixidae par 31 individus (1,71%) et les Psychodidae par 22 individus (1,21%) suivent les Ceratopogonidae par 20 individus (1,10%) et les Blephariceridae par 14 individus (0,77%) puis les Empididae par 6 individus (0,33%) et en dernier les Stratiomyidae et les Muscidae et Anthomyidae (0,16%).

Sur le plan qualitatif l'ensemble des stations échantillonnées un Total de 1804 individus de Diptères est exploité à 12 famille et 24 genre.

La famille Chironomidae est la plus diversifiée avec cinq genres recensés. En deuxième position se placent les Limonidae, Simuliidae, Ceratopogonidae avec trois genres. Et les familles Psychodidae et Empididae avec deux genres. Les familles Tipulidae, Blephariceridae, Stratiomyidae, Muscidae et Anthomyidae sont mono génériques.

La richesse générique dans les zones d'altitude et de moyenne montagne est élevée (8 à 12 genres) par rapport à celle enregistrée au niveau des stations avals (3 à 9 genres).

La répartition des Diptères produit en fonction de l'altitude avec en évidence 4 groupes bien individualisés.

Les Indices H' et E calculés dans l'ensemble des stations étudiées sont moyennes, Ils varient entre 0.93 (O7) et 2.82(O1) bits pour H' et entre 0.53(O 3) et 0,83(O5) pour E.

Mot clé : Kabylie, diptères, faunistique.

Abstract

The aim of this study is to carry out a faunistic inventory of the Diptera of Assif Ouadhia in the Kabylie région.

The analysis of the seven stations, ranging from 200 to 1100 meters in altitude, allowed the collection of 1,804 dipteran individuals belonging to 12 families and 24 genera.

From a quantitative point of view, the *Simuliidae* family is largely dominant with 1,374 individuals (76.10%) of all Diptera, followed by *Chironomidae* with 226 individuals (12.52%), *Tipulidae* with 63 individuals (2.21%), *Dixidae* with 31 individuals (1.71%), and *Psychodidae* with 22 individuals (1.21%). They are followed by *Ceratopogonidae* with 20 individuals (1.10%), *Blephariceridae* with 14 individuals (0.77%), *Empididae* with 6 individuals (0.33%), and finally *Stratiomyidae*, *Muscidae*, and *Anthomyiidae* each with 0.16%.

From a qualitative point of view, the 1,804 Diptera individuals collected across all sampled stations belong to 12 families and 24 genera.

The *Chironomidae* family is the most diversified, with five recorded genera. In second position are *Limoniidae*, *Simuliidae*, and *Ceratopogonidae*, each represented by three genera, followed by *Psychodidae* and *Empididae*, each with two genera. The families *Tipulidae*, *Blephariceridae*, *Stratiomyidae*, *Muscidae*, and *Anthomyiidae* are monogeneric.

Generic richness is higher in high-altitude and mid-mountain zones (8 to 12 genera) compared to downstream stations (3 to 9 genera).

The distribution of Diptera according to altitude reveals four well-defined groups.

The diversity (H') and evenness (E) indices calculated across all studied stations are moderate, ranging from 0.93 (O7) to 2.82 (O1) bits for H', and from 0.53 (O3) to 0.83 (O5) for E.

Key word : Kabylie, faunistic , Diptera.

References

bibliographies

- Alini F. & Titouche F., 2018.** Contribution à l'étude écologique et biogéographique des Trichoptères de l'oued Ouadhias. Mémoire de master 2 : Ecologie Animal. U.M.M.T.O :56 p.(Eds.), Manual of Nearctic Diptera (Vol. 1, pp. 9-63). Agriculture Canada.
- Aliouane S. & Lamine S., 2013.** Contribution à la connaissance de l'état de sante écologique de l'assif Ouadhias (Tizi Ouzou). Mémoire, Spécialité : diversité et écologie des peuplements animaux. U.M.M.T.O :54p.
- ANDERS NILSSON . 1997.**The Aquatic Insects Of North Europe , vol 2 : 67-427
- Angelier., 2000.** Ecologie des eaux courantes, édition Technique et document. 199p
- Arambourou, H. (2013).** Stress toxique et variations de forme chez *Chironomus riparius* (Insecte, Diptère).Thèse de Doctorat. Université de Lorraine.
- BARBAULT R., 1995.** Ecologie des peuplements. Structure et dynamique de la biodiversité. 2ème édition- Masson, Paris – Milan – Barcelone.
- BEBBA N. 2017.** Impacte des paramètres environnementaux et distribution spatiotemporelle des Ephéméroptères dans les Oueds de Biskra et Batna. Thèse de Doctorat. U FA S. 198 p.
- Belkaid H., 2016.**Analyse spatiale et environnementale du risque d'incendie de forêt en Algérie (cas de la Kabylie maritime). Thèse de doctorat en géographie. Université de Nice –Sophia Antipolis : 305p.
- Ben Ali Amer G. & Bougrida W., 2018.** Contribution à l'étude écologique et Biogéographique des Coléoptères Elmidae et Hydraenidae de l'oued Ouadhias. . Mémoire de master 2 : Ecologie Animal. U.M.M.T.O :47 p
- Bennabi M.S., 1985.**Contribution à l'étude hydrogéologique de la vallée de l'oued Sahel Soummam (Algérie).Thèse doctorat de 3eme cycle en géologie appliquée. Université scientifique et médicale de Grenoble (U.S.M.G) : 156 p
- Borkent, A. (2014).** *World species of biting midges (Diptera: Ceratopogonidae)*. [Zootaxa Monograph], 3879(1), 1–327.
- Borror, D.J., Triplehorn, C.A., & Johnson, N.F. (1989).** An Introduction to the Study
- Burbank J., Drake D. & Power M., 2022.** Seasonal consumption of terrestrial prey by a threatened stream fish is influenced by riparian vegetation. *Endangered Species Research* 47 : 15-27. <https://doi.org/10.3354/esr01161>
- Byers, G. W. (1961).** *The Crane Flies of New York. Tipulidae*. Cornell University Agricultural Experiment Station.
- Cite web : http://sunsite.ualberta.ca/Projects/Aquatic_Invertebrates/?Page=45
- Courtney, G. W. (1994).** *Larval morphology and phylogenetic relationships among families of Nematocera (Diptera)*. *Memoirs of the Entomological Society of Washington*, 17, 65–88.
- Crosskey, R. W. (1990).** *The Natural History of Blackflies*. Wiley.

- Curler, G. R., & Moulton, J. K. (2012).** *Aquatic Psychodidae (Diptera): a global overview and updated checklist.* Zootaxa.
- Dajoz R., 1979.** Précis d'écologie. Paris. G.V : 549p
- DAJOZ R., 1985.** Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquée. 5ème édition. Gauthier Villard. Paris : 505p
- DAJOZ R., 2006.** Précis d'écologie. Cours et questions de réflexions 8ème édition Dunod.
- Dajoz, R. (1985).** Précis d'écologie, 3 édition. Dunod-Gauthier Villars., Paris
- Davis, J.A. (2013).** Sampling methods for aquatic macroinvertebrates in rivers. In D.M. Rosenberg & V.H. Resh (Eds.), *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates* (2nd ed., pp. 159-194). Springer.
- Duvallet, G., Fontenille, D., & Robert, V. (Eds.). (2017).** *Entomologie médicale et vétérinaire.* IRD Éditions ; Éditions Quae.
- DYNESIUS M. & NILSSON C. 1994.** Fragmentation and flow regulation of river systems in the northeast third of the world. *Science*, 266 : 753-782.
- EVERARD M. & POWELL A., 2002.** Rivers as living systems. *Aq. Cons. Mar. Freshwat. Ecosyst.*, 12: 329 – 337.
- FAO. (2017).** *The future of food and agriculture – Trends and challenges.* Rome, Food and Agriculture Organization.
- Faurie C., Ferra C. & Medori P., 1980.** *Ecologie.* Edition. Baillière. Paris : 168p.
- Ferrington, L. C. (2008).** *Chironomidae.* In: Merritt, Cummins & Berg. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*, 4th ed.
- Genin B., Chauvin C. & Menard F., 2003.** *Cours d'eau et indices biologiques. Pollution methodes-IBGN.* 2eme édition educagri. 215p.
- Gounand I., Harvey E., Little C. J. & Altermatt F., 2018.** Meta-Ecosystems 2.0: Rooting the Theory into the Field. *Trends in Ecology & Evolution* 33(1) : 36-46. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2017.10.006>
- Haiahem, D. (2017).** Impact de *Gambusia holbrooki* dans les mares temporaires Thèse Doctorat. Université 08 mai 1945. Guelma.
- Haouchine S., 2011.** Recherche sur la faunistique et l'écologie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie. Thèse Magister. U.M.M.T.O.
- Held, L. (2010).** *Introduction to statistical mediation analysis.* Routledge
- HELLAWELL, J. M. (1986).** *Biological indicators of Freshwater pollution and Environmental Management,* Londres, Elsevier.
- Iwata T., Urabe J. & Mitsuhashi H., 2010.** Effects of Drainage-Basin Geomorphology on Insectivorous Bird Abundance in Temperate Forests: Stream Channel Networks and Bird

Distribution. *Conservation Biology* 24(5) : 1278-1289. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01493.x>

Jackson A. K., Eagles-Smith C. A. & Robinson W. D., 2021. Differential reliance on aquatic prey subsidies influences mercury exposure in riparian arachnids and songbirds. *Ecology and Evolution* 11(11) : 7003-7017. <https://doi.org/10.1002/ece3.7549>

Khedimallah, A. (2016). Contribution à la connaissance des macros invertébrés de l'écosystème lacustre : lac TONGA au parc national d'EL KALA Bull. Soc. zool. Fr., 2016, 141(3) : 121-140

Lounaci A., 2005. Recherches sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie). Thèse de Doctorat d'état en biologie. Univ. Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou : 208 p.

Mathieu-Resuge M., 2022. Fatty acid composition differs between emergent aquatic and terrestrial insects—A detailed single system approach. *Frontiers in Ecology and Evolution* 10 :952292. <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.952292>

McAlpine, J.F. (1981). Morphology and terminology – adults. In J.F. McAlpine et al.

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

Messaouden, N., Meddour, R., & Meddour-Sahli, F. (2007). La végétation forestière de Kabylie (Algérie) diversité, écologie et conservation. *Forêt méditerranéenne*, 28(4), 291-299.

Moisan, J., Gagnon, E., Laporte, Y., Baillargeon, J.P., Pelletier, L., Piedboeuf, N., Laporte, Y., Johanne, R., Cloutier, L., Deschamps, D., Genier, F., Andre, M. (2010). Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec. Dépôt légal. Bibliothèque et Archives nationales du Québec.

Of Insects (6th ed.). Saunders College Publishing.

Pape, T., Blagoderov, V., & Mostovski, M. B. (2011). Order Diptera Linnaeus, 1758. In: Zhang, Z.-Q.(Ed.) *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa*, 3148(1), 222-229.

Petersen, M.J. et al. (2010). *Phylogenetic synthesis of morphological and molecular data reveals new insights into the higher-level classification of Tipuloidea (Diptera)*. *Systematic Entomology*, 35(3), 526–545.

Pielou E.C., 1966. Shannon's formula as measure of specific diversity: its use and measure. *American Naturalist*, 100p.

Ramade F., 1984. *Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale*. Ed. Mc Graw-Hill. Paris, 379 p.

RAMADE F., 2003. *Elément d'écologie. Ecologie fondamentale 3ème Edition*, Dunod, Paris.

- Rivosecchi, L. (1984).** Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane 27-28. Chironomidi Tanyptodinae e Chironominae (Diptera) (2 vol.). Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto Italiano di Idrobiologia .
- Saifouni, A. (2009).** État des lieux des zones humides et des oiseaux d'eau en Algérie. Thèse de Magister. Université El Harrach. Alger.
- Sekhi S., Haouchine S., Lounaci-Daoudi D., EL Alami M. & Lounaci A., 2016.** Contribution à la connaissance des Trichoptères de Grande-Kabylie (Algérie) [Trichoptera]. *Ephemera*, Vol.17(1): 51-69.
- SELTZER P. 1946.** Le climat de l'Algérie. Travaux de l'Institut Météorologique et Physique du Globe, Université d'Alger. Typo. Litho, Alger
- Shannon, C.E., & Weaver, W. (1963).** The mathematical theory of communication. University of Illinois Press.
- Tachet, H. (2010).** Invertébrés d'eau douce: systématique, biologie, écologie. C.N.R.S. Editions. Paris.
- Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., & Usseglio-Polatera, P. (1980-2000).** Invertébrés d'eau douce systématique, biologie, écologie (4 vol.). CNRS Éditions.
- UNESCO. (2021).** *The United Nations World Water Development Report 2021: Valuing Water*. Paris, UNESCO.
- UN-Water. (2023).** *Water Facts*. <https://www.unwater.org/water-facts>
- Vaughan N., Jones G. & Harris S., 1997.** Habitat Use by Bats (Chiroptera) Assessed by Means of a Broad-Band Acoustic Method. *The Journal of Applied Ecology* 34(3) : 716-730. <https://doi.org/10.2307/2404918>
- Wiegmann, B.M., Trautwein, M.D., Winkler, I.S., Barr, N.B., Kim, J.W., Lambkin, C & Wood, D.M. (2011).** Episodic radiations in the fly tree of life. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(14), 5690-5695.
- Yakoub B., 1996.** Le problème de l'eau en grand Kabylie. Le bassin versant du Sébaou et la wilaya de Tizi-Ouzou. Edition Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou : 210 p
- Yeates, D.K., Wiegmann, B.M., Courtney, G.W., Meier, R., Lambkin, C. & Pape, T. (2007).** Phylogeny and systematics of Diptera: two decades of progress and prospects. *Linnaeus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy*. *Zootaxa*, 1668, 565–590.

