MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE.
Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou.
Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques.
Département d'Ecologie et Environnement.

Mémoire De Fin D'étude

En vue de l'obtention de diplôme

Master en Ecologie et environnement

Spécialité : Ecologie Animale

Thème

Biodiversité et répartition des Trichoptères Hydropsychidae Curtis, 1835 de réseau hydrographique des Ouadhias (Tizi-Ouzou).

Réalisé par :

Mlle HALILOU Manel & Mlle BENLARBI Ihssane

Devant le Jury composé de :

Président	**Mr MEZANI S.**	**M.C.A**	**UMMTO**
Promotrice	**Mme SEKHI S.**	**M.C.B**	**UMMTO**
Examinatrice	**Mme HAOUCHINE S.**	**M.A.A**	**UMMTO**

2024 / 2025

Remerciements

*En premier lieu, nous remercions **ALLAH** tout puissant, qui nous a donné le courage, la force et la volonté pour réaliser ce modeste travail.*

*Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à Madame **SEKHI S.** maître de conférences B à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour son encadrement, ses conseils précieux et sa patience tout au long de la réalisation de notre travail.*

*Nos sincères remerciements à Monsieur **LOUNACI A.** professeur à l'UMMTO de nous avoir accueillir dans son laboratoire.*

Nos vives gratitudes vont également aux membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger notre travail :

- ✓ *Mr **MEZANI S**. maître de conférences B à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou d'avoir accepté de présider le jury.*
- ✓ *Mme **HAOUCHINE S**. maître-assistant à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou d'avoir consacré son précieux temps afin d'examiner ce modeste travail.*
- ✓ *Mr **BAIKECHE L.** doctorant à l'UMMTO pour son aide et sa disponibilité.*

*Nos remerciements les plus distingués Mlle **TAHANOUT M.** et **BOUGRIDA W.** pour leur accompagnement lors de notre pratique au laboratoire.*

Nous adressons aussi nos sincères remerciements à nos familles, nos proches nos amis ainsi qu'à toutes personnes qui ont de près ou de loin, apporté leur aide et leur soutien dans la réalisation de ce mémoire.

Merci.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail avec joie et fierté aux personnes auxquelles jr n'arriverai jamais à leur exprimer mon amour sincère.

A mes chers parent, Hakim & Samia

A mon papa, je te remercie de fond du cœur pour ton amour constant, ton soutien puissant et ta présence rassurante à chaque étape de ma vie. Tu as été pour moi un guide et un exemple de force. Merci d'avoir cru en moi, ce travail est le fruit de ton amour et de tous que ma transmet. Je t'aime papa.

A maman, l'adorable, celle qui a tant souffert sans me laisser souffrir. Il n'y a pas de mots assez grands pour exprimer ce que je ressens à ton égard aujourd'hui. Par tes sacrifices, tu m'as ma donnée toutes les clés pour réussir dans la vie.
Cette réussite n'est qu'un début maman. Tout ce que je suis-je le dois à toi. Je t'aime profondément.

A ma petite chère et unique sœur, Asma

La fleur de ma vie, ma seule, mon pilier.
T'es mon refuge dans les moments d'incertitude, toujours là comme une étoile qui veille sur moi. Merci pour ton soutien constant, ton affection et ta présence précieuse.

A mon fiancé Loucif

Mon soutien moral et ma source de joie et de bonheur, pour son encouragement et ses prières et l'aide qu'il m'a accordé pendant tout mon parcours.

A ma binôme Ihssane

Amie chère avant d'être binôme
Merci pour ta complicité, ton sérieux et ton amitié sincère. Tu as été bien plus qu'une partenaire d'étude ; une sœur de cœur avec que j'ai partagé tant de moments inoubliables.

A toute ma famille

Mes tantes et mes oncles qui m'ont toujours encouragée par leurs paroles bienveillantes et leur regard fier.

A mes cousines et cousins,

A tous mes amis particulièrement Nabila et Lydia, Djoudjou & Chaki au nom de l'amitié qui nous a réunis et au nom de nos souvenirs inoubliables.

Manel

Dédicaces

Avant toute chose, je rends grâce à Dieu, le tout puissant pour sa miséricorde infinie et les innombrables bénédiction qu'il m'a accordées tout au long de ce parcours.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mes parents et mon cher oncle et sa femme, qui ont été bien plus que des parents pour moi. Vous m'avez guidée et soutenue avec amour, patience et bienveillance grâce à votre générosité, votre présence et vos sacrifices, j'ai pu poursuivre mes études dans les meilleures conditions. Ce travail est le fruit de votre amour et de votre soutien. Merci du fond du cœur.

Je remercie aussi mes frères et sœurs pour leur présence, leur soutien et leur affection tout au long de mon parcours.

Un grand merci également à ma binôme Manel, pour sa collaboration précieuse, son sérieux et sa gentillesse tout au long de ce travail, ce fut un réel plaisir de partager cette expérience avec toi.

A mes amis, qui ont été une source constante de soutien, de réconfort et de bonne humeur. Merci pour votre écoute, vos encouragements et vos mots bienveillants qui m'ont souvent redonné force et motivation.

Yamina, une amie exceptionnelle, merci d'avoir toujours été là avec ton cœur généreux. Ton amitié est un trésor inestimable.

Amina, ton soutien en m'aidée à retrouver confiance en moi, à me relever, et à croire en mes rêves, ta présence a été un cadeau précieux, je te porte dans mon cœur avec une reconnaissance infinie.

Tous les gens qui m'ont aidées et soutenu dans la réalisation de ce présent travail.

Ihssane

Sommaire

INTRODUCTION 1

Chapitre I : Généralités sur les Trichoptères.

1. Généralités sur les Trichoptères 3
2. Classification 3
3. Description 4
3.1. La larve 4
3.2. La nymphe 5
3.3. L'adulte 6
4. Biologie et éthologie des Trichoptères 7
4.1. Ethologie 7
4.2. Reproduction 8
4.2.1. Maturation des imagos 8
4.2.2. Cycle biologique 8
5. Ecologie des Trichoptères 9

Chapitre II : Sites d'étude.

1. Situation géographique de la région d'étude 10
2. Cadre géologique 11
3. Cadre climatique 12
3.1. Précipitations 12
3.2. Températures 13
3.2.1. Température d'air 13
4. Description du réseau hydrographique des stations d'étude 15
4.1. Assif Ath Bouaddou 16
4.2. Assif Aghalladh 17
4.3. Assif Ouadhias 19
5. Caractéristiques physiques des stations 20
5.1. Pente 20
5.2. Vitesse du courant 20
5.3. Température de l'eau 20

5.4. Substrat 21
6. Couvert végétal 22
7. Perturbations anthropiques.....23

Chapitre III : Matériels et méthodes.

1. Matériels et méthodes d'échantillonnage.....25
1.1. Techniques d'échantillonnage.....25
1.2. Chasse d'adultes.....25
1.3. Conservation des échantillons benthiques 26
1.4. Lavage, tri et détermination 26
2. Méthodes d'analyse de la faune trichoptérologique 28
2.1. Indices écologiques de composition et de structure de la faune 28
2.1.1. Richesse spécifique.....28
2.1.2. Abondance relative.....28
2.1.3. Occurrence des espèces 29
2.1.4. Indice de diversité de Shannon (1949).....29
2.1.5. Indice d'équitabilité (PIELOU, 1966) 30

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Paramètres mésologiques 31
1.1. La pente.....31
1.2. La vitesse du courant 31
1.3. Le substrat.....32
1.4. La température de l'eau.....32
2. Résultats faunistiques 33
2.1. Analyse du peuplement trichoptérologique 33
2.1.1. Abondance stationnelle des Hydropsychidae récoltés 34
2.1.2. Richesse spécifique.....36
2.1.3. Abondance et Occurrence relatives des espèces.....38
3. Limites altitudinales des espèces 40

4. Indices de diversité de SHANNON et Equitabilité 42
5. Autoécologie des Hydropsychidae CURTIS, 1853 43
***6.* Biogéographie des Hydropsychidae 45**

Conclusion 48

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure 1	Le Cycle biologique du Trichoptère (sur Internet).	**9**
Figure 2	La situation géographique de la région d'étude (SEKHI, 2022).	**10**
Figure 3	Les grandes unités morpho structurelles de la Kabylie (FLANDRIN, 1952).	**11**
Figure 4	Les précipitations moyennes mensuelles en mm d'Ath Djemâa durant la période 2008-2018 (Source : A.N.R.H) de Tizi-Ouzou.	**13**
Figure 5	Les Températures mensuelles moyennes de l'air (maximales, minimales et moyennes) à Tizi-Ouzou durant la période 2011-2022.	**14**
Figure 6	Le réseau hydrographique étudié et emplacement des stations.	**15**
Figure 7	Les températures moyenne ponctuelles de l'eau enregistrées dans les stations d'études.	**33**
Figure 8	Abondance stationnelle des Hydropsychidae récoltés.	**35**
Figure 9	L'abondance spécifique stationnelle des Hydropsychidae dans les stations étudiées.	**35**
Figure 10	La richesse spécifique des Hydropsychidae récoltés dans les différentes stations.	**36**
Figure 11	L'abondance relative (%) des Hydropsychidae récoltés.	**39**
Figure 12	L'occurrence relative (%) des Hydropsychidae récoltés.	**39**

Figure 13	La richesse spécifique et abondance des Hydropsychidae récoltés par tranches altitudinales.	**40**
Figure 14	L'indice de SHANNON (H') et d'Equitabilité (E) dans les stations étudiées.	**42**
Figure 15	Espèces endémiques du Maghreb	**46**
Figure 16	Espèces Ouest-paléarctiques s'étendant dans la Péninsule Ibérique et la France	**46**
Figure 17	Espèce à distribution restreinte au Maghreb et à l'Inde	**47**

Liste des photos

N°	Titre	Page
Photo 1	Vue d'ensemble d'une larve de Trichoptère (Hydropsychidae) (SEKHI, 2022).	**4**
Photo 2	Exemples de Trichoptères avec et sans fourreaux (photo originale) **a :** Fourreau de *Goeridae* **b, c** : Larves sans fourreau d'*Hydropsyche*, *H. lobata* et *H. resmineda*	**5**
Photo 3	**a** : Nymphe d'*Hydropsyche,* **b** : Nymphe (à gauche) et larve (à droite) de Rhyacophilidae, **c** : cocon nymphale de *Rhyacophila* (photo originale).	**6**
Photo 4	Adulte de Trichoptère (SEKHI, 2022).	**7**
Photo 5	Station O1.	**16**
Photo 6	Station O2.	**17**
Photo 7	Station O3.	**17**
Photo 8	Station O4.	**18**
Photo 9	Station O5.	**18**
Photo 10	Station O6.	**19**
Photo 11	Station O7.	**19**
Photo 12	L'élevage modeste (à gauche), rejets domestiques (à droit).	**24**

Photo 13	Le matériel utilisé pour l'échantillonnage (A, B).	**26**
Photo 14	Le matériel utilisé lors de lavage au laboratoire (A, B, C).	**26**
Photo 15	Le matériel utilisé pour le tri et la détermination (A, B, C)	**27**

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau 1	L'altitude (m) et la pente (%) des stations étudiées.	**31**
Tableau 2	L'altitude, la largeur du lit et vitesse du courant mesurés aux stations d'études	**31**
Tableau 3	La nature du substrat dans les stations étudiées	**32**
Tableau 4	La répartition des Hydropsychidae dans les stations étudiées	**34**
Tableau 5	Les limites altitudinales des Hydropsychidae récoltés.	**41**
Tableau 6	L'indice de SHANNON (H') et d'Equitabilité (E) dans les stations d'étude.	**42**

L'eau est un constituant biologique important essentiel sous forme liquide pour tous les organismes. Compte tenu de son caractère vital et de son importance dans la survie et le développement de l'humanité.

Les cours d'eau sont parmi les écosystèmes les plus complexes et dynamiques (DYNESIUS & NILSSON, 1994). Ils sont composés d'une mosaïque d'habitats qui se distinguent par leur structure physique, leur composition faunistique et leur fonctionnement.

Ils se caractérisent par leur forme linéaire et leur fonctionnement unidirectionnel principalement de l'amont vers l'aval. ILLIES & BOTOSANEANU (1963), VERNEAUX (1973) montrent que les différents paramètres mésologiques (pente, largeur du lit, substrat, débit, température, etc.) et la composition spécifique des peuplements d'invertébrés benthiques révèlent des gradients voir des discontinuités écologiques au long des cours d'eau.

La préservation de la qualité de l'eau est un enjeu majeur pour la gestion durable de l'environnement mais également pour celle de la biodiversité. Les milieux aquatiques revêtent une grande importance car ces milieux constituent une ressource vulnérable en raison des pressions anthropiques fortes et croissantes qui s'y exercent (AGROPOLIS, 2007 ; SANOGO & KABRE, 2014 ; SANOGO et *al*., 2014).

Les études faunistiques (macroinvertébrés benthiques), écologiques (répartition spatiale, structure des populations), biogéographiques et physico-chimiques (évaluation et surveillance de la qualité des eaux) revêtent une importance primordiale, d'une part dans la compréhension du fonctionnement et de la gestion des systèmes naturels et aménagés et d'autre part, dans l'évaluation de l'état de santé écologique des hydrosystèmes.

Parmi les nombreux macro-invertébrés benthiques, les Trichoptères constituent un groupe assez diversifié des communautés d'invertébrés lotiques méditerranéens (GIUDICELLI et *al*., 1985). Leur présence sur la totalité des cours d'eau et sur tous les types de faciès, offre un large spectre de réponses aux différents stress environnementaux.

Les Trichoptères dans leur majorité sont de remarquables bioindicateurs (MARLIER, 1980), car ils reflètent particulièrement bien l'état écologique du cours d'eau en réagissant très vite aux changements survenant dans leur environnement.

Les données préliminaires sur les Trichoptères d'Algérie ont été apportées par MORTON (1896a et 1896b), NAVÀS (1917 et 1928), LESTAGE (1925), GAUTHIER (1928), SEURAT (1930) et VAILLANT (1954 et 1955) sont, pour la plupart, sommaires et/ou considérées comme de détermination douteuse à la suite de révisions taxonomiques ultérieures.

Durant la décennie 1980, un travail plus élaboré et étalé dans le temps a été entrepris par MALICKY & LOUNACI (1987). Il a porté sur la taxonomie et la faunistique des Trichoptères

de Tunisie, d'Algérie et du Maroc et a abouti à la publication de nouvelles données sur ce groupe d'insectes.

Plus récemment, les différentes études réalisées sur les cours d'eau algériens en général et de Kabylie en particulier citent de nombreux taxons de Trichoptères, à côté d'autres nombreux macroinvertébrés benthiques (ARAB et *al*.,2004 ; LOUNACI et *al*., 2000 ; LOUNACI, 2005).

Plus récemment encore, ont été entrepris des travaux plus spécialisés contribuant à une meilleure connaissance de cet ordre d'insectes où plusieurs espèces notamment les Hydropsychidae ont été rajoutées à la check-list des Trichoptères d'Algérie. Parmi ces travaux : DAMBRI et *al.* (2020) sur les Trichoptères des cours d'eau de la région des Aurès où ils signalent pour la première fois la présence en Algérie de *Hydropsyche cf. contubernalis,* BEMMOUSSAT-DEKKAK et *al.* (2021a, b) dans le Nord-Ouest algérien (*Hydropsyche siltalai et Hydropsyche pellucidula),* SEKHI (2022) dans les cours d'eau de la Grande-Kabylie (*Hydropsyche iberomaroccana)*, KHETTAR (2022) dans le centre algérien (*Hydropsyche incongnita*) et SAMRAOUI et *al*. (2024) dans le Nord-Est algérien (14 nouvelles espèces d'*Hydropsyche).*

Ce présent travail présent travail a pour objectif d'une part, de dresser la liste faunistique des Hydropsychidae de l'Assif Ouadhias et d'autre part, de rechercher les relations entre les caractéristiques du milieu et sa faune. L'ensemble de ce travail est réparti en quatre chapitres :

- Le premier résume les généralités sur les Trichoptères : leur description, biologie et éthologie et écologie des Trichoptères.
- Le deuxième traite la description des sites d'étude, les caractéristiques physiques et environnementales des stations étudiées.
- Le troisième chapitre, englobe le matériel et méthodes et le protocole d'échantillonnage.
- Le quatrième chapitre, le plus important, est consacré à l'étude des Hydropsychidae inventoriés y compris les analyses écologiques et biogéographiques.

1. Généralités sur les Trichoptères

Le nom de Trichoptère signifie « ailes velues » (grec « Trichos » pour poils et « ptéron » pour les ailes), les ailes de ces derniers sont généralement couvertes de soies.

Les Trichoptères sont des insectes à métamorphose complète (holométaboles), passant par trois stades distincts : larve, nymphe et adulte. Leurs larves et nymphes vivent exclusivement en milieu aquatique, sauf pour une espèce particulière, *Enoicyla pusila* (famille des Limnephilidae), qui s'est adaptée à un environnement terrestre, évoluant dans les mousses et les zones humides sur le sol (FAESSEL, 1985 ; VIERA-LANERO, 2000).

C'est un ordre qui s'est différencié à la fin de l'ère primaire à partir d'un ancêtre commun notamment aux Lépidoptères et Mécoptères. Les premiers Trichoptères (Philopotamidae) sont connus depuis le Trias (TACHET et *al*., 2000).

2. Classification

La position systématique des Trichoptères est la suivante :

- **Règne** : Animal
- **Phylum :** Invertébrés
- **Embranchement :** Arthropodes
- **Sous embranchement :** Hexapodes
- **Classe :** Insectes
- **Sous- classe :** Ptérygotes
- **Ordre :** Trichoptères
- **Famille** : Hydropsychidae
- **Genre :** *Cheumatopsyche*
  Diplectrona
  Hydropsyche

Concernant les genres, nous nous sommes limitées à donner seulement ceux qui existent en Algérie.

Selon TACHET et *al.* (2000), l'analyse phylogénétique des Trichoptères, basée sur des critères morphologiques de l'adulte (pièces buccales, génitalia, nervation) ainsi que sur des caractéristiques liées à la nymphose et à la morpho-anatomie larvaire (WEAVER & MORSE, 1986 ; WIGGINS & WICHARD, 1989 ; Gall & WIGGINS, 1996 ; WIGGINS, 1998), permet de distinguer trois sous-ordres principaux : Annulipalpia, Spicipalpia et Integripalpia.

La famille des Hydropsychidae (CURTIS, 1835), étudiée dans ce travail, appartient à la super-famille des Hydropsychoidea et est classée dans le sous-ordre des Annulipalpia.

3. Description

Les Trichoptères présentent les caractéristiques des insectes ptérygotes. Leur thorax est composé de trois segments, chacun portant une paire de pattes, tandis que le deuxième et troisième segment supportent chacun une paire d'ailes. Leur abdomen est généralement formé de dix segments.

D'après TACHET et *al* (2000), la famille des Hydropsychidae se caractérisent morphologiquement par la présence de trois plaques sclérifiées au niveau de thorax, et des branchies abdominales en position ventrale ainsi que des branchiers coxales au niveau de PII et PIII (photo 1).

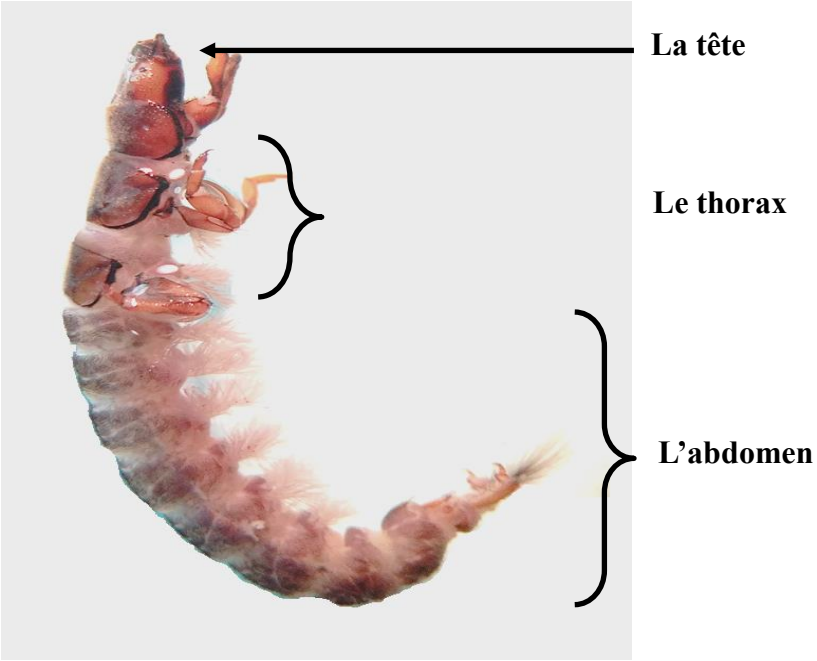

Photo 1 : Vue d'ensemble d'une larve de Trichoptère Hydropsychidae (SEKHI, 2022).

3.1. La larve

Les larves de Trichoptères appartiennent à deux types, distincts à la fois par leurs morphologies et par leurs éthologies :

- ✓ **Le type éruciforme**

Larve à fourreau et la tête souvent courte et large, fait un angle presque droit avec l'axe du corps, à l'extrémité de leur abdomen possèdent une paire de crochets.

Des fourreaux mobiles construite par des larves à l'aide des petites coquilles d'escargots, débris végétaux, des graines de sable…, agglutinés entre aux graves à des fils de

soie produite par la larve elle-même (glande sericigènes). Ces fourreaux ont des fonctions d'abris et de protection de l'abdomen, de camouflage contre les agressions (photo 2a).

- ✓ **Le type compodeiforme**

Ce sont des larves sans fourreau et fines. Ils possèdent une tête longue et large, les pygopodes sont longs et servent aux déplacements. Les larves des Hydropsychidae sont libres et mobiles capables de se déplacer à la recherche de nourriture et des endroits favorables, de tisser des filets servant de pièges pour capturer leur nourriture (photo 2 b, c).

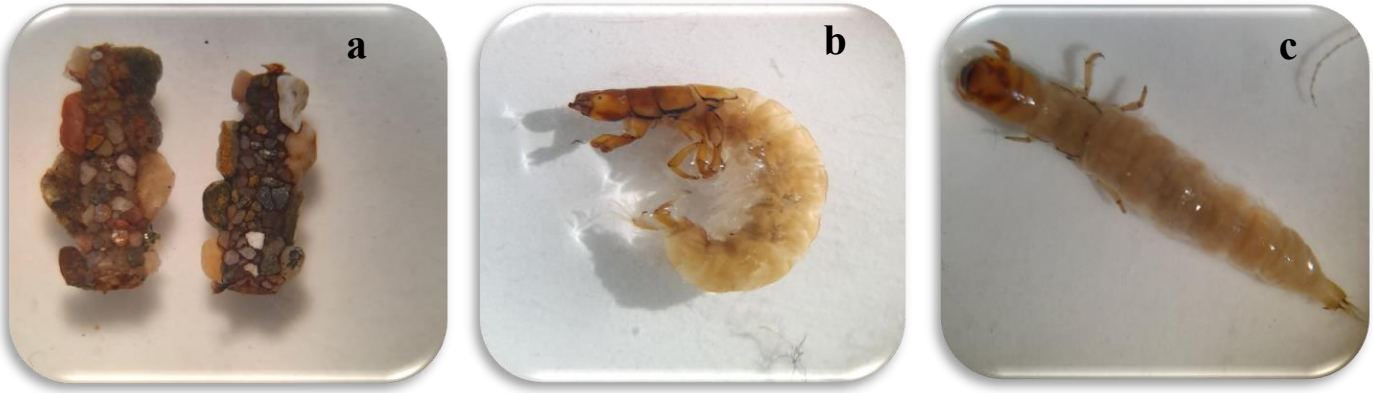

Photo 2 : Exemples de Trichoptères avec et sans fourreaux (photo originale)
a : Fourreau de *Goeridae* **b, c** : Larves sans fourreau d'*Hydropsyche*, *H. lobata* et *H. resmineda*

3.2. La nymphe

Les Trichoptères présentent un développement post-embryonnaire qui est progressif et qui comprend plusieurs stades larvaires, suivis d'un état nymphal typique des insectes holométaboles. Durant cette phase, les ailes se forment à l'intérieur de fourreaux alaires, ce qui les classe parmi les insectes endoptérygotes.

A la fin du dernier stade larvaire, la larve subit certaines transformations : fourreaux alaires, yeux composés, pattes et antennes allongées, et en rejetant l'exuvie larvaire, cette dernière se transforme en nymphe (photo 3 a, b).

D'après FAESSEL (1985), sa forme ressemble à celle de l'imago, mais s'en différencie principalement par la présence de plusieurs organes nymphaux.

Sur la tête : le labre est doté de longues soies rigides. Les mandibules de grandes tailles possèdent une base massive, tandis que leur extrémité est allongée et tranchante et parfois munie de denticules.

Sur le thorax : les tarses des pattes mésothoraciques sont munis de deux rangées de soie adaptées à la nage.

Au niveau de l'abdomen : le premier segment présente une apophyse médiane, tandis que chaque tergite est muni de deux plaques épineuses. La ligne latérale, toujours visible est bordée d'une large frange.

La nymphe, enfermée dans un fourreau, mène une vie aquatique. Chez les Trichoptères ce stade nymphal n'est pas une période de repos. A l'intérieur de son fourreau (photo 3c) perforé de multiples orifices à chaque extrémité, la nymphe reste en mouvement constant, favorisant ainsi la circulation de l'eau dont elle extrait l'oxygène essentiel à sa survie. Les nombreuses soies présentes sur le labre et les appendices anaux lui permettent d'éliminer les particules susceptibles d'obstruer les ouvertures du fourreau (FAESSEL, 1985).

A la fin de ce stade, l'insecte découpe sa logette ou son fourreau, puis nage ou se déplace sur le fond avant d'effectuer sa mue imaginale.

Photo 3 : **a**: Nymphe d'*Hydropsyche* , **b**: Nymphe (à gauche) et larve (à droite) de Rhyacophilidae, **c**: cocon nymphale de *Rhyacophila* (photo originale).

3.3. L'adulte

Les Trichoptère se caractérisent par des adultes qui ressemblent à des papillons nocturnes mais dont l'appareil buccal ne possède jamais de trompe. Ils ont rassemblé à des petits papillons de nuit, de teinte brune, grise ou noirâtre (MARLIER, 1981).

Ce groupe est bon voiler, vif et rapide. Il se rencontre parfois loin de l'eau mais le plus souvent sont les ponts ou dans les feuillages rivulaires.

Sur la tête : chez certaines familles primitives comme les Philopotamidae, on peut observer trois ocelles sur la face supérieure de la tête. Les antennes sont longues et segmentées, sauf chez les Hydroptilidae. En générale les palpes maxillaires sont constitués de cinq segments, tandis que les palpes labiaux en comptent trois.

Sur le thorax : le thorax est bien développé. Le pro- et le mésonotum présentent souvent des verrues recouvertes de soies. Les tibias des pattes thoraciques portent des éperons, dont la disposition est décrite par une formule calcanéenne utilisée comme critère d'identification.

En général, chaque tibia possède deux éperons apicaux et deux pré-apicaux. Lorsque de nombre d'éperons est inférieur à quatre, ce sont les pré-apicaux qui disparaissent en premier (SCOTT, 1985). Les deux paires d'ailes sont membraneuses et couvertes de soies, elles sont disposées en toit eu repos.

Sur l'abdomen : il présente une structure molle et membraneuse, composée de neuf segments parfois recouverts de microvillosités. Son extrémité porte une paire de fausses pattes anales, dont le dernier article est doté de crochets robustes et de soies particulières sur la base. Des branchies trachéennes filamenteuses, disposées dorsale, ventrales et latérales sur les segments abdominaux, peuvent apparaitre de manière isolée ou en bouquets, selon une répartition spécifique. Lorsqu'elles sont présentes, les branchies anales restent rétractiles.

Photo 4 : Adulte de Trichoptère (SEKHI, 2022)

4. Biologie et éthologie des Trichoptères

4.1. Ethologie

L'ordre des Trichoptères sont des insectes crépusculaires fortement attirés par la lumière artificielle. Selon FAESSEL (1985), durant la journée ils sont posés sur des supports bordant le milieu aquatique.

La période de vole s'étale du printemps à l'automne, elle correspond à l'émergence maximale pour la généralité des espèces. L'intervalle et la longévité des individus liés au degré de maturation des gonades sont variables d'une espèce à une autre (FAESSEL, 1985).

4.2. Reproduction

4.2.1. Maturation des imagos

D'après FAESSEL (1985), la maturité sexuelle chez les mâles des Trichoptères est atteinte lors de leur mue imaginale. En revanche, ce n'est pas toujours le cas pour les femelles. Alors on distingue deux cas :

- Des femelles qui sont matures dès la mue imaginale ;
- Des femelles qui sont immatures lors de l'émergence en passant par une période de diapause durant laquelle la maturation des cellules reproductrices s'effectue. Dans ce dernier cas, la fécondation a lieu avant la diapause ce qui permet aux femelles de vivre plusieurs mois (4 à 5 mois) surtout chez les espèces vivantes dans des milieux stagnants ou temporaires. Dès que les conditions deviennent défavorables, l'émergence devient rapide et les femelles fécondées entrent en diapause et se réfugient dans des lieux où les températures et l'humidité constantes.

4.1.2. Cycle biologique

Les Trichoptères sont univoltins une génération par an et sont ovipares. Ils appartiennent aux insectes holométaboles pour lesquels les œufs, les larves et les nymphes sont abondants et diversifiés dans les eaux douces, tandis que les adultes évoluent principalement dans des environnements terrestres et aériens (figure 1).

La reproduction et la ponte des Trichoptères se déroulent en automne, leur accouplement a lieu le plus souvent à terre ou sur un support (végétation). Les partenaires sont alors alignés mais se tournent le dos.

Après l'accouplement, les œufs sont déposés en paquets enrobés dans une substance gélatineuse et déposés dans une couche encastrée dans une matière semblable à du ciment ou dans une masse recouverte polysaccharide collant, appelé « spumaline » qui protège les œufs contre les prédateurs.

Après quelques jours ou semaines, les œufs éclosent. Les larvules peuvent soit quitter immédiatement la ponte et se disperser, soit commencer leur développement post-embryonnaire dans la ponte qui constitue la première source de nourriture.

Lors de la nymphose qu'est toujours aquatique, les larves s'enferment et s'immobilisent dans leur fourreau (cocon nymphale) solidement fixé au substrat où subissent plusieurs mues.

En fin de la nymphose, la nymphe découpe le cocon nymphal soyeux et l'extrémité antérieure de l'abri avec ses mandibules nymphales (proéminentes) pour en sortir. Grâce à des mouvements de contactions abdominaux, l'adulte émerge et se débarrasse de sa peau nymphale, déploie ses ailes et s'envole vers les rochers et la végétation riveraines.

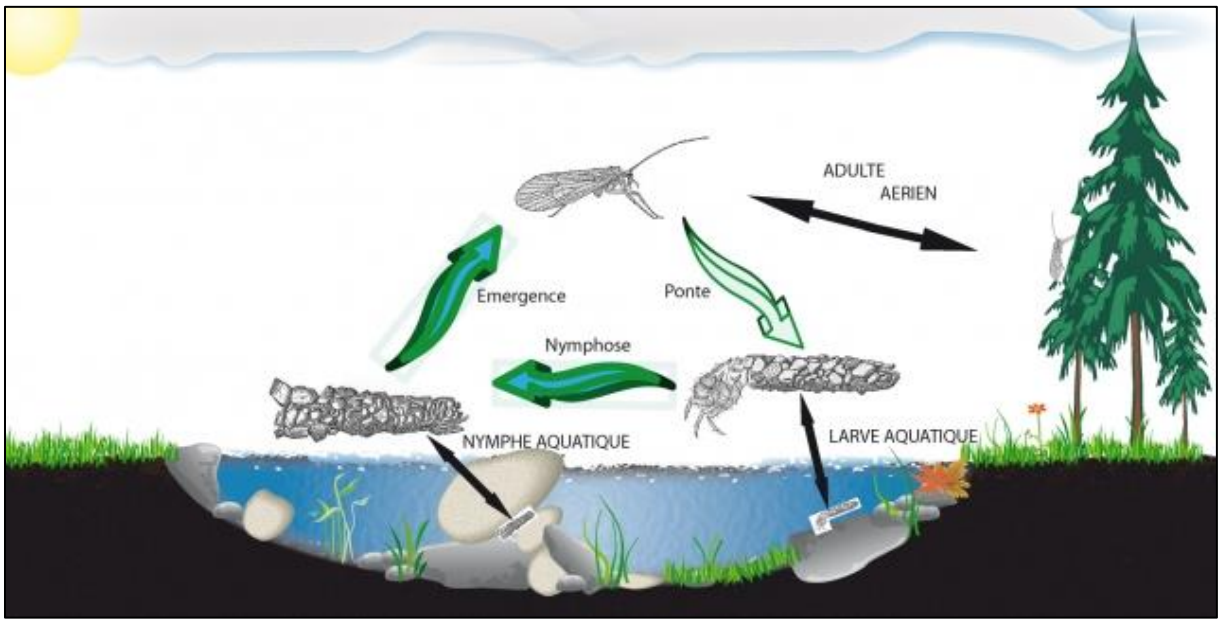

Figure 1 : Cycle biologique du Trichoptère
(https://pmnvs.canalblog.com/pages/les-trichopteres/26447040.html)

5. Ecologie des Trichoptères

Les larves peuvent être libres et errantes (Rhyacophilidae et la majorité des formes à étui) ou occuper une position fixe. Dans ce dernier cas, il s'agit de formes filtreuses : Hydropsychidae, les Brachycentridae *Brachycentrus* et *Oligoplectrum,* le Limnephilidae *Drusus discolor*, soit de formes prédatrices (Polycentropodidae et Ecnomidae) ou racleuses du substrat (Psychomiidae, Hydroptilidae du genre *Stactobia*).

On rencontre les larves de Trichoptères aussi bien dans les eaux courantes que dans les systèmes stagnants. Dans tous les milieux dulcicoles, on les trouve en altitude jusqu'à environ 2600 m. Elles vivent souvent à de petites profondeurs, mais on en a trouvé jusqu'à 40 m, rarement plus profond. Si un très grand nombre de Trichoptères vit dans le milieu dulcicole, quelques espèces vivent dans l'eau salée.

Toutefois, certaines espèces présentent une tolérance écologique leur permettant d'occuper et de peupler même les milieux saumâtres c'est notamment le cas de *Agraylea miltipunetata* Curtis 1834 (Hydroptilidae), *Agrypnia varia (*Phryganeidae*) Limnephilus affinis* Curtis 1834 (Limniphilidae).

Certaines larves d'*Hydropsyche* sont rhéophiles, elles construisent leurs filets dans les interstices du substrat pierreux ou entre les tiges de Bryophytes, et la nymphose s'effectuent à la face intérieure des pierres dans des zones à courant plus faible.

1. Situation géographique de la région d'étude

Notre région d'étude « la Kabylie du Djurdjura » est située à environ 100 km à l'Est de la capitale Alger et à moins de 50 Km au Sud du littoral méditerranéen. Elle s'étend du massif de Sidi Ali Bounab à l'Ouest jusqu'au massif de l'Akfadou à l'Est. Elle est comprise entre 40°50' et 41°00' de latitude Nord et 1°50' et 2°50' de longitude Est.

Elle est délimitée au Nord par une chaîne côtière de moyenne montagne qui s'étend de Dellys à Azeffoun, au Sud par la chaîne calcaire du Djurdjura surplombant au Nord-Ouest la dépression Draâ El Mizan – Ouadhias. Elle s'étend depuis les hauts sommets du Djurdjura (Thala Guilef, Tikejda, Tizi- N'Kouilal, col Chellata et Akfadou) jusqu'aux piémonts et plaines de Tizi-Ouzou (figure 2).

D'après YAKOUB (2005), l'Oued Sébaou principal cours d'eau de Grande-Kabylie, prend sa source dans la chaîne des montagnes du Djurdjura et se jette en mer méditerranéen sur une longueur de 117 Km.

Le sous-bassin de l'Oued Aissi, l'un des affluents majeurs de l'Oued Sébaou, présente un débit élevé en raison de l'apport des eaux de l'Oued Djemâa, de l'Assif Larbâa et de l'Assif Ouadhias.

Notre étude s'est focalisée sur l'étude du réseau hydrographique de l'Assif Ouadhias

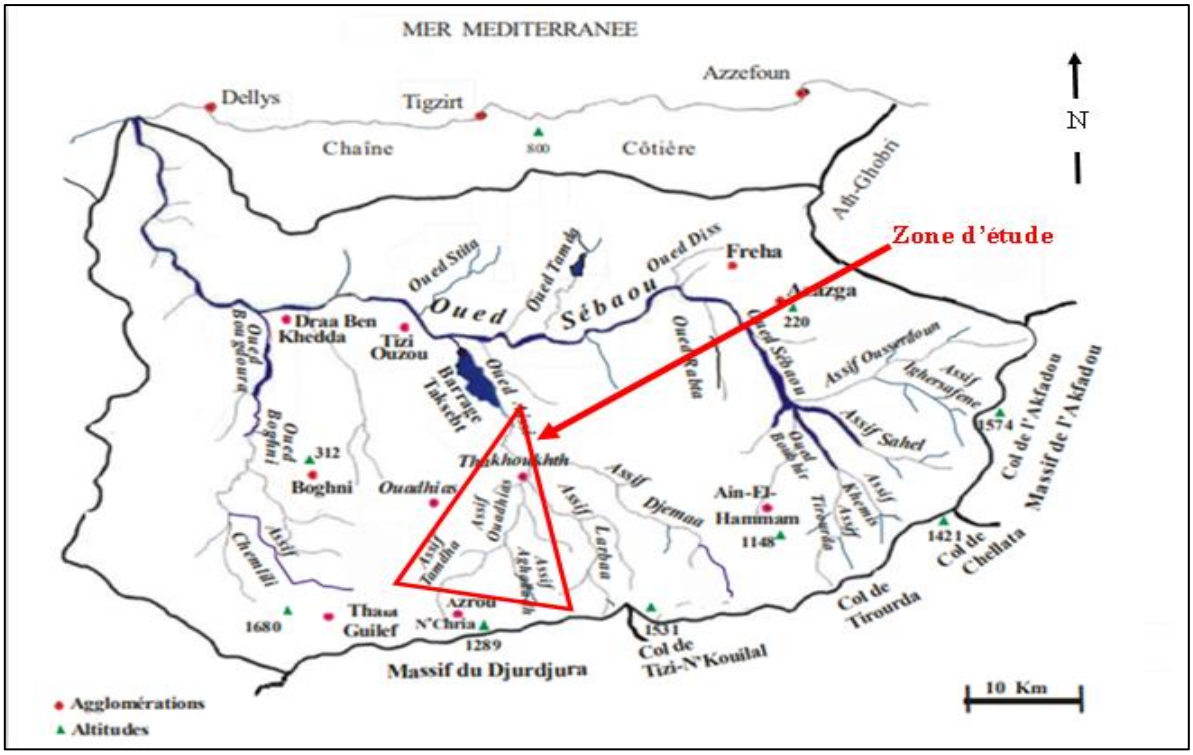

Figure 2 : La situation géographique de la région d'étude (SEKHI, 2022).

2. Cadre géologique

Sur le plan géologique, la Kabylie du Djurdjura a fait l'objet de nombreuses études sur : la stratigraphie, tectonique et l'orogénèse (FLANDRIN, 1952 ; THIEBAULT, 1952 ; RAYMOND, 1976 ; GELARD, 1979 ; YAKOUB, 1996). Ces auteurs décrivent une topographie particulière et une lithologie assez variée issues d'une histoire géologique complexe. Les unités morpho structurelles rencontrées en Kabylie sont :

Chaîne calcaire du Djurdjura : elle constitue le tronçon le plus important de la dorsale Kabyle. Elle est à l'origine de nombreux écoulements superficiels et saisonniers. Elle favorise l'existence du phénomène de karstification donnant lieu souvent à des sources en altitude et le développement d'importants gouffres (YAKOUB, 1996). Cette dorsale se dresse comme une barrière entre les formations du socle métamorphique au Nord et celle du crétacé tellien au Sud.

Socle Kabyle : il est représenté principalement par plusieurs formations cristallophylliennes de nature métamorphique (micaschistes, quartzites) et magmatique (pegmatite, granite), qui lui confèrent une grande résistance à l'érosion linéaire mais fortement karstifié. Il favorise les écoulements superficiels des eaux vers les principaux affluents de l'Ouest de Sébaou.

Dépressions sédimentaires : elles correspondent à d'étroites vallées intra montagneuses. Elles se composent d'un matériel hétérogène grossier tel que les galets et les graviers. Elles sont représentées essentiellement par celles des Ouacifs et de Meschtras creusées au pied du Djurdjura à de très basses altitudes (300 à 400 m).

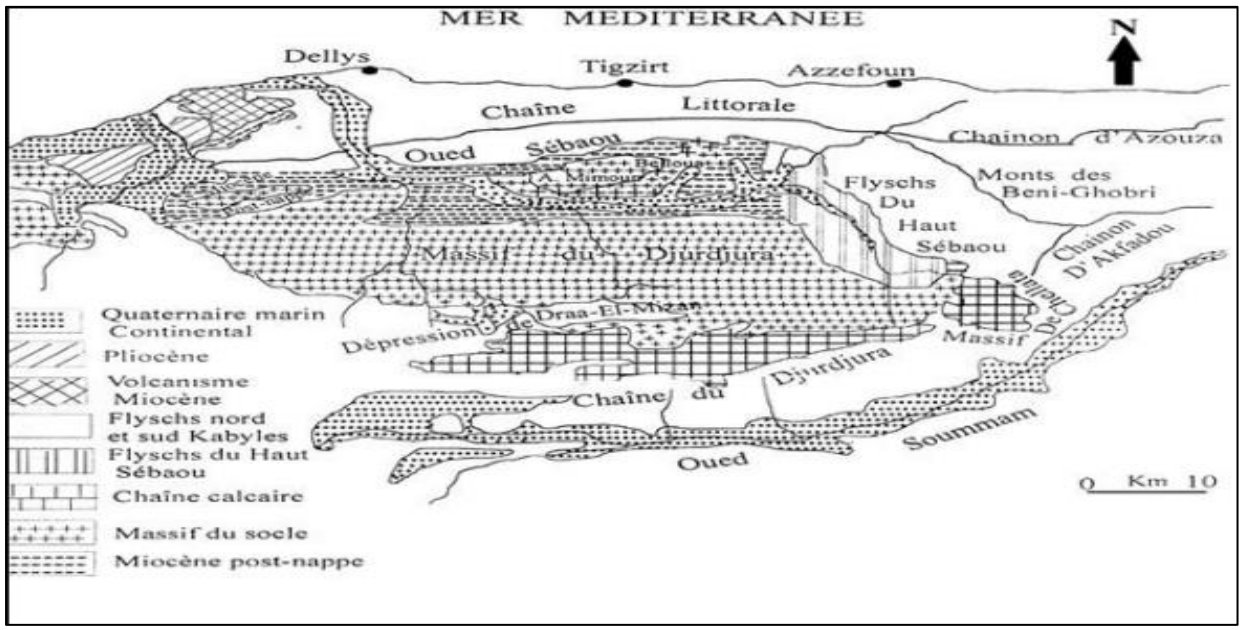

Figure 3 : Les grandes unités morpho structurelles de la kabylie (FLANDRIN, 1952).

3. Cadre climatique

Le climat est un facteur déterminant qui se place en amont de toute étude relative au fonctionnement des systèmes écologiques (THINTHON, 1948).

C'est un ensemble des facteurs climatiques ayant une influence directe sur le développement et la répartition des êtres vivants. D'après BENBADJI (1991), l'étude du climat est nécessaire pour toute étude écologique.

L'étude climatologique se base sur les paramètres climatiques, les plus importants sont les températures et les précipitations.

Selon SELTZER (1946), le climat de l'Algérie se distingue par une influence marine au Nord et une tendance continentale subdésertique provenant du Sud. Les vents prédominants sont de direction Nord et Nord-Est.

La Kabylie du Djurdjura, qui se situent au nord de l'Afrique et en méditerranée occidentale, se trouve sous l'influence du climat méditerranéen. Celui-ci est caractérisé par une saison estivale chaude et sec et longue (sécheresse totale bien marquée de mois de juillet jusqu'à septembre) et une saison hivernale relativement humide et froide avec des précipitations torrentielles à grande irrégularité interannuelle qui s'étale du mois de décembre jusqu'à février (ABDESSELAM, 1995).

3.1. Précipitations

D'après RAMADE (1984), la pluviosité constitue un facteur écologique très important pour le fonctionnement des écosystèmes. La pluviosité est définie par DJEBAILI (1978) comme étant un facteur primordial qui permet de déterminer le type de climat.

Le régime pluviométrique d'une région est déterminé par les trais géographiques, orographiques, les principaux paramètres climatiques qui varient en fonction de l'altitude, de l'orientation des chaînes de montagnes et de l'exposition. La tranche pluviométrique est dépendante de la position des principaux reliefs par rapport à la mer donc aux vents humides. Elle diminue d'Est en Ouest et du Nord vers le Sud, elle est importante sur les versants nord et sur les sommets élevés.

D'après SEKHI et *al*. (2016), la Kabylie du Djurdjura est parmi les régions les plus arrosées où les précipitations varient de 1200 mm où l'altitude est supérieure à 1000 m en amont et à 800 mm en aval.

Nous avons utilisé les données pluviométriques disponibles (AIT MALEK & BESSAH, 2020) enregistrées par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H) de Tizi-Ouzou au niveau de la localité la plus proche de la zone d'étude « Ath-Djemâa » pour la période 2008-2018 (annexe 1 et figure 4).

Au cours de cette période (2008- 2018), la moyenne annuelle enregistrée est de 935,99 mm pour la région d'Ath Djemâa d'une altitude de 840 m.

La lecture de la figure 4 montre que les plus importantes précipitations s'étendent d'octobre à mai avec des maximas enregistrés en novembre (124, 34 mm) et en janvier (137,16 mm). Une diminution légère s'observe le mois du décembre où les précipitations atteignent 97 mm. Ensuite, elles décroissent progressivement pour atteindre une valeur de l'ordre de 1,54 mm en juillet avant une reprise des précipitations en septembre.

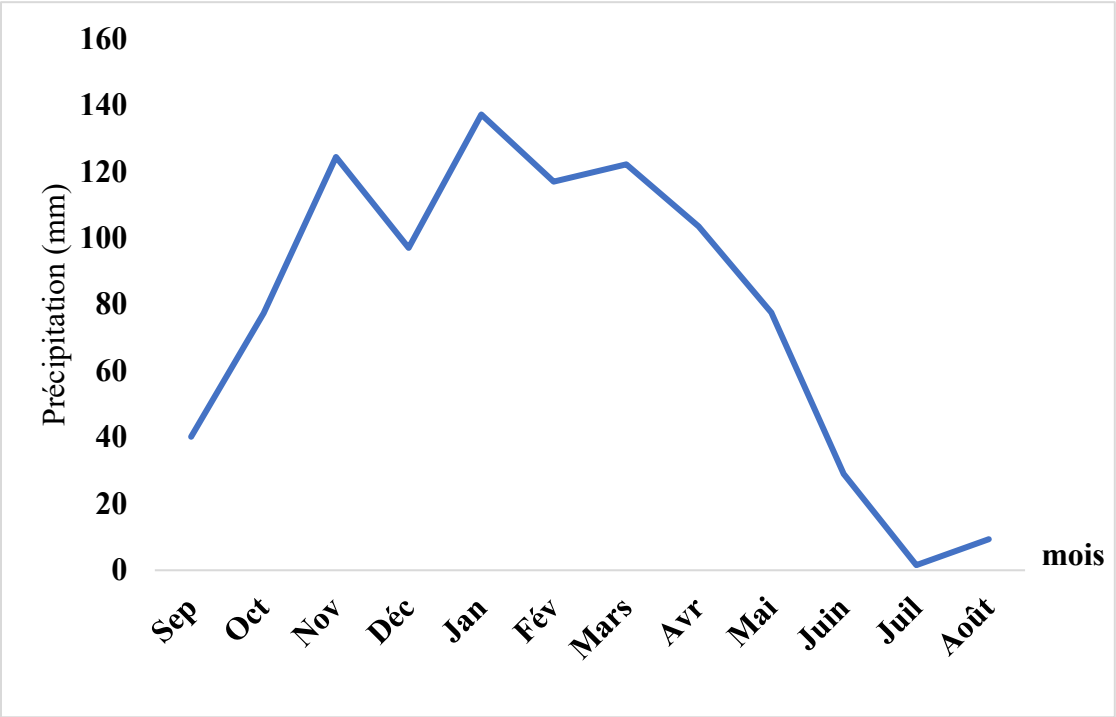

Figure 4 : Les précipitations moyennes mensuelles en mm d'Ath-Djemâa durant la période 2008-2018 (Source : A.N.R.H de Tizi-Ouzou).

3.2. Températures

Reconnues comme deuxième facteur constitutif du climat (GRECO, 1966), les températures conditionnent en grande partie le développement des animaux et leurs cycles biologiques.

3.2.1. Température d'air

La température de l'air représente un facteur limitant qui contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne la répartition de tous les organismes vivants. En effet, chaque espèce ne peut vivre que dans un certain intervalle de température (DREUX, 1980).

Selon BARBAULT (2008), en règle générale, la température devient contraire à la vie vers les valeurs supérieures à 60°C et celles inférieures à 0°C. La première limite correspond au seuil critique d'altération de la structure des protéines, le second au seuil de détérioration par gel des structures cellulaires.

Nous avons utilisé les données les températures de l'air (moyennes mensuelles, minimales et maximales) de la station de Tizi-Ouzou pour la période 2011-2022 (BOUDJAMAA & BELMOKHTAR, 2022). Ces données sont représentées en annexe 2 (source : l'Office National de la Météorologie de Tizi-Ouzou).

L'une des caractéristiques thermiques de la région d'étude est l'écart élevé entre les températures moyennes minimales (m = 8,1°C) du mois le plus froid (janvier), et les températures moyennes maximales (M= 39,86°C) du mois le plus chaud (juillet).

La lecture de la figure 5 montre que :

- ✓ Les mois les plus chauds sont juillet et août, où les températures moyennes enregistrées sont respectivement de 30,7°C et 32,11°C, avec des maximas de 39,86°C et 39,69°C.
- ✓ Les mois de janvier et février sont les mois les plus froids avec des températures moyennes de 12,82°C et 13,25°C avec des minimas de 8,1°C et 8,15°C.

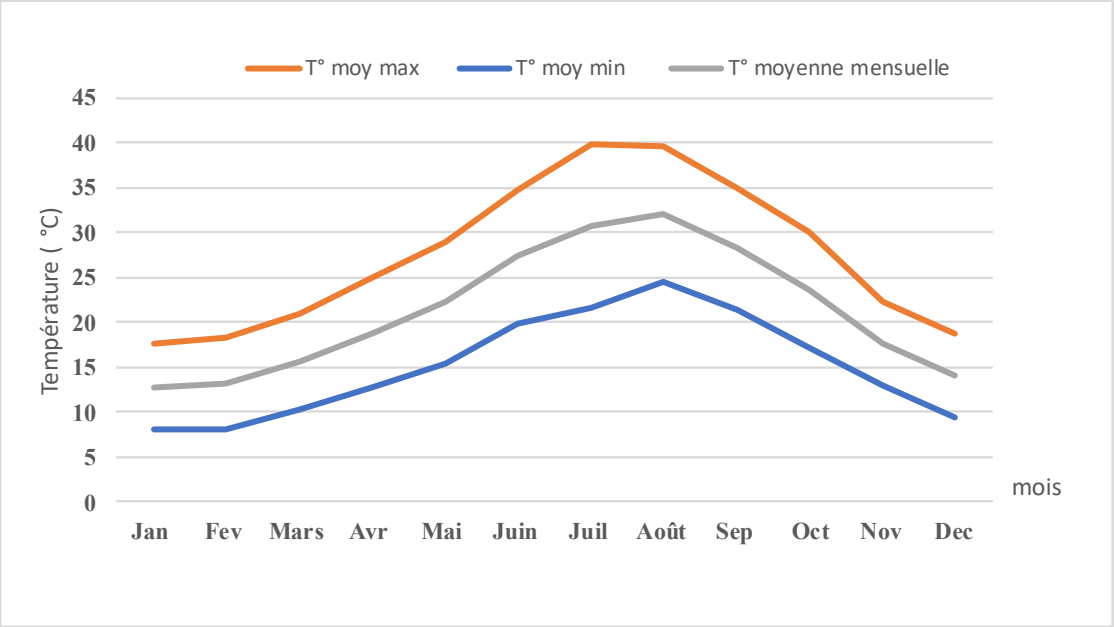

Figure 5 : Les Températures mensuelles moyennes de l'air (maximales, minimales et moyennes) à Tizi-Ouzou durant la période 2011-2022 (source O.N.M)

4. Description du réseau hydrographique des stations d'étude

Une description des cours d'eau étudiés, des stations d'échantillonnages a été faite avec une présentation du contexte environnemental et les méthodes employées dans cette étude.

Dans le cadre de ce travail, notre intérêt s'est porté sur le principal affluent de l'Oued Sébaou « Oued-Aissi » qui draine les écoulements du flanc Nord de la médiane du Djurdjura depuis la main du juif (Ath-Djemaa) jusqu'à Thakhoukhth.

Les stations retenues dans ce travail sont indiquées par des cercles sur la figure 6.

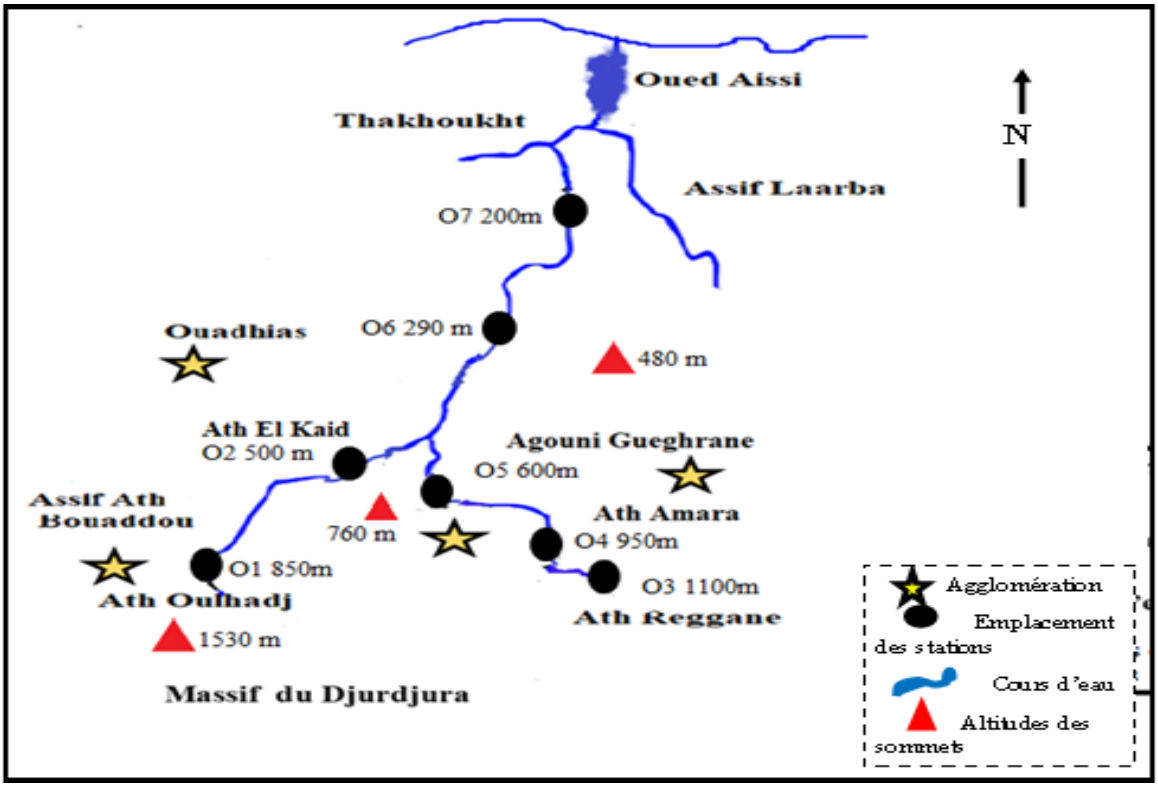

Figure 6 : Le réseau hydrographique étudié et emplacement des stations.

Parmi les stations prospectées, sept ont été retenues tenant compte de certains paramètres tels que l'altitude, la pente, la distance à la source, la diversité des biotopes, l'amont et l'aval des agglomérations, dans certaines mesures, la régularité de la répartition des stations le long des cours d'eau.

Les stations se répartissent comme suit :

- Deux stations sont situées sur Assif Ath Bouaddou : O1 et O2.
- Trois stations sur Assif Aghalladh : O3, O4, O5.
- Deux stations sur Assif Ouadhias (s.s) : O6, O7

Pour chaque station étudiée, nous indiquons :

- La localité la plus proche.
- L'altitude.
- La pente.
- La distance à la source.
- La largeur du lit.
- La profondeur de la lame d'eau.
- La vitesse de courant.
- La végétation aquatique.
- La végétation bordante.
- La nature du substrat.
- La température de l'eau.
- L'action anthropique lorsqu'il y'en a.

4.1. Assif Ath Bouaddou

Il prend naissance à 1100 m d'altitude à partir des ruisseaux alimentés par les eaux de pluies et de fonte de neige au niveau du Djebel d'Ath Bouaddou (Djurdjura). Sa pente moyenne est de 10.5%, sa largeur peut atteindre à certains endroits 4 m. Il coule en orientation Sud/Nord-Est sur une distance de 12 km entre 1100 m et 380 m d'altitude avant de se jeter dans l'assif Ouadhias au lieu-dit « Thamda Erahma. ». Deux stations sont retenues sur ce cours d'eau : stations O1 et O2.

❖ **Station O1 (photo 5)**

Cette station est située à 500m en amont du village d'Ath Oulhadj, à environ 18km au Sud de la ville des Ouadhias.

- Altitude : 850 m.
- Pente de la station : 10%.
- Distance à la source : 2,5 km.
- Largeur du lit : 3 m.
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 15 cm.
- Vitesse du courant : 100 cm/s (rapide).
- Végétation aquatique : mousses, algues filamenteuses
- Végétation bordante : strates arborée et arbustive.
- Nature du substrat : blocs, roches, graviers et dalles Gros galets et galets, et débris végétaux.
- Température de l'eau : 12°C.
- Recouvrement : 70 %.
- Action anthropique : la baignade.

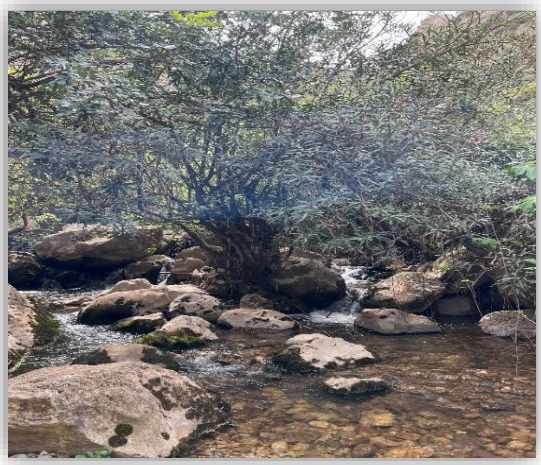

Photo 5 : Station O1

❖ **Station O2 (photo 6)**

Elle est localisée à 300 m en aval du village Ath EL-Kaid qui est situé à environ 14 km au Sud de la ville des Ouadhias.

- Altitude : 500 m.
- Pente de la station : 8%.
- Distance à la source : 7 km.
- Largeur du lit : 5 m.
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 50 cm.
- Vitesse du courant : 90 cm/s (rapide).
- Végétation aquatique : algues et mousses.
- Végétation bordante : strate arborée, arbustive et herbacée.
- Nature du substrat : gros galets, blocs, dalles sable, Limons, matière organique et quelques débris végétaux.
- Température de l'eau : 14°C.
- Recouvrement : 10%.
- Action anthropique : rejets urbains, baignade.

Photo 6 : Station O2

4.2. Assif Aghalladh

C'est un cours d'eau de montagne qui prend naissance à 1250 m d'altitude. Il collecte l'ensemble des écoulements en provenance de Djebel Agouni Gueghrane. Il coule en orientation Sud /Nord-Ouest sur une distance de 16 km entre 1250 m et 380 m d'altitude avant de rejoindre assif d'Ath Bouaddou. Sa pente est de l'ordre de 11,5 % et sa largeur peut atteindre 3,5 m dans certains endroits. Trois stations sont retenues sur ce cours d'eau : O3, O4, O5.

❖ **Station O3 (photo 7)**

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

- Altitude : 1100 m.
- Pente de la station : 19%.
- Distance à la source : 0,3 km.
- Largeur de lit : 1 m.
- Profondeur moyenne de la lame d'eau :10 cm.
- Vitesse du courant : 20 cm/s (lente).
- Végétation aquatique : algues, mousses.
- Végétation bordante : strates arborée et herbacée.
- Nature du substrat : Blocs, gros galets et galets, Sable, matière organique, débris végétaux.
- Température de l'eau :8°C.
- Recouvrement : 90%.
- Action anthropique : élevage modeste.

Photo 7 : Station O3

❖ **Station O4 (photo 8)**

Elle est localisée à environ 600 m en amont du village Ath-Amara.

- Altitude : 950 m.
- Pente de la station :11%.
- Distance à la source : 1,5 km.
- Largeur du lit : 3 m.
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 20 cm.
- Vitesse du courant : 25 cm/s (lente).
- Végétation aquatique : mousses et peu d'algues.
- Végétation bordante : strates arborescentes et herbacées
- Nature du substrat : galet, gros galet, blocs, sable matière organique.
- Température de l'eau : 10°C.
- Recouvrement : 60 %.
- Action anthropique : pâturage, déversement du réseau d'assainissement des villages avoisinants.

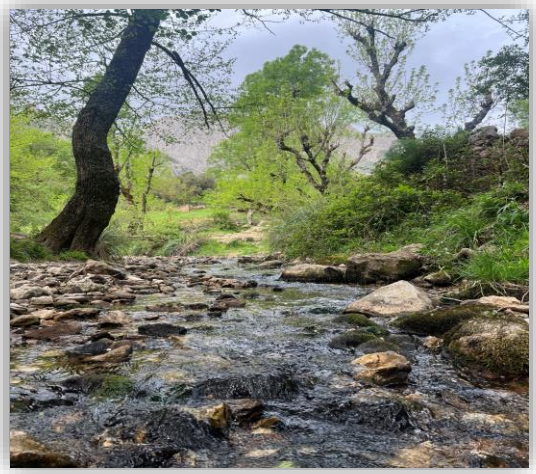

Photo 8 : Station O4

❖ **Station O5 (photo 9)**

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

- Altitude : 600 m.
- Pente de la station :8%.
- Distance à la source : 13 km.
- Largeur du lit :4 m.
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 25 cm.
- Vitesse du courant : 40 cm/s (moyenne).
- Végétation aquatique : quelques mousses.
- Végétation bordante : strates arborées, arbustive.
- Nature du substrat : galets, blocs, graviers et sables.
- Température de l'eau : 16°C.
- Recouvrement : 90 %.
- Action anthropique : rejets urbains et domestiques.

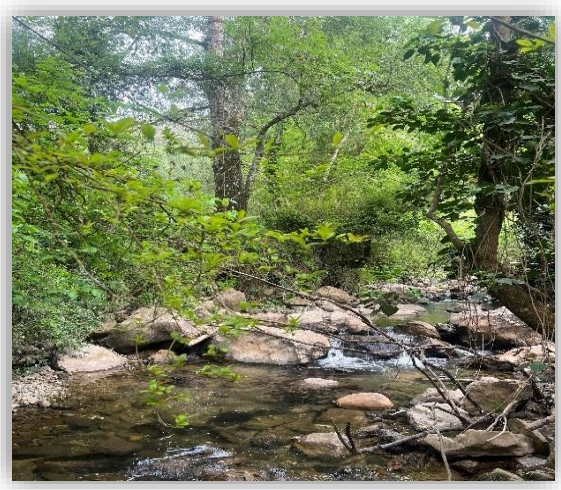

Photo 9 : Station O5

4.3. Assif Ouadhias

Ce cours d'eau prend sa source à « Thamda Erahma », là où se rencontrent les massifs d'Ath Bouaddou et d'Agouni Gueghrane. Il s'écoule du Sud vers le Nord-Est sur une distance de 12 km, avec une altitude variante entre 380 m et 180 m. Il se jette dans l'oued Aissi au lieu-dit « Thakhoukhth ». Deux stations, O6 et O7, sont installées sur son parcours.

❖ **Station O6 (photo 10)**

Cette station se situe en aval de village Agouni-Gueghrane, localisée à environ 5,5 km à l'est de la ville des Ouadhias.

- Altitude : 290 m.
- Pente de la station : 3%.
- Distance à la source : 20 km.
- Largeur du lit :6 m.
- Profondeur moyenne de la lame d'eau :35 cm.
- Vitesse du courant : 50 cm/s (moyenne).
- Végétation aquatique : mousses et algues.
- Végétation bordante : strates arborées, herbacées et arborescentes.
- Nature du substrat : graviers, sables, limons et matière organique et débris végétaux.
- Température de l'eau :19°C.
- Recouvrement :50 %.
- Action anthropique : rejets domestique, pompage de l'eau.

Photo 10 : Station O6

❖ **Station O7 (photo 11)**

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

- Altitude : 200 m.
- Pente de la station : 1,5 %.
- Distance à la station : 26 km.
- Largeur du lit :7 m.
- Profondeur moyenne de la lame d'eau :35 cm.
- Vitesse du courant : 20 cm/s (lente).
- Végétation aquatique : mousses et algues filamenteuses et macrophyte.
- Végétation bordante : strate arbustive éparse.
- Nature du substrat : graviers, sables et limons, débris végétaux, matière organique.
- Température : 23°C.
- Action anthropique : rejets domestiques, extraction de sable, pâturage et pompage de l'eau pour l'irrigation.

Photo 11 : Station O7

5. Caractéristiques physiques des stations

La structure des cours d'eau en termes d'habitat physique et leur particularité fondamentale écologique évolue de l'amont vers l'aval (PHILIPART, 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…etc).

5.1. Pente

La pente est un paramètre qui dépend de l'altitude. Elle joue un rôle important sur la vitesse du courant, la taille des éléments du substrat comme dans la répartition de la faune benthique. Le profil topographique est décrit à l'aide de trois paramètres : l'altitude, la distance à la source et la pente.

5.2. Vitesse du courant

L'écoulement de l'eau est un facteur écologique primordial qui agit sur les peuplements aquatiques, sa présence entraine une influence sur le comportement, la distribution et le métabolisme des communautés (LEVEQUE, 1996).

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 (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, 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 100 cm/s

5.3. Température de l'eau

La température de l'eau est un facteur écologique primordial dans les eaux courantes car elle intervient dans le développement et la composition faunistique des cours d'eau. Elle varie régulièrement d'amont en aval selon le profil longitudinal du cours d'eau (ANGELIER, 2000).

Le régime thermique des stations est déterminé par une combinaison de paramètres physiques multiples tels que la température atmosphérique, l'altitude, la distance à la source, la saison, l'ensoleillement qui dépend de la ripisylve et la largeur du lit du cours d'eau.

La mesure de la température de l'eau est très utile pour les études limnologiques car elle joue un rôle dans la solubilité des gaz, notamment l'oxygène, la détermination du pH et la dissociation des sels (RODIER, 1996). De plus, elle joue un rôle primordial dans le déterminisme de la distribution longitudinale des zoocénoses (LOUNACI, 2005).

Dans l'impossibilité de réaliser des mesures de températures journalières, nous nous sommes limités à réaliser des relevés ponctuels dans les stations étudiées. Elles ont été mesurées à l'aide d'un thermomètre à mercure et sont exprimées en (ºC).

Selon SEKHI et *al*. (2016), les températures maximales de l'eau enregistrées dans les parties supérieures des cours d'eau de la Grande Kabylie ne dépassent pas 20°C et celle des parties moyennes inférieures varie entre 25°C et 30°C.

Les valeurs ponctuelles de la température de l'eau dans les stations étudiées sont portées dans l'annexe 3.

5.4. Substrat

Le substrat est une structure physique, présente un milieu propice au développement du benthos. Il est composé d'une association d'éléments minéraux, et/ou végétaux, et peut inclure des matières organiques dans certains environnements.

On distingue principalement deux grands types de substrat :

- ✓ **Substrat minéral (sédiment)**

C'est la composition du fond du cours d'eau des éléments (galets, graviers, sables et limons…), ils sont ordonnés selon la classification dimensionnelle granulométrique des sédiments.

Les classes de granulométrie étant déterminées à l'aide d'une échelle visuelle, permet de distinguer les limites de taille pour les substrats :

- Blocs et pierres : Ø $>$ 20 cm.
- Caillaux et galets : 2 $\leq$ Ø $<$ 20 cm.
- Graviers : 0,2 cm $\leq$ Ø $< 2\ cm.$
- Sable : 0,2 cm $\leq$ Ø $< 0{,}02\ cm.$
- Limons : Ø $<$ 0,02 cm.
- Argile : $< 2\ N.$

Ø : désigne le diamètre, c'est la longueur la plus grande

N : Nanomètre.

- ✓ **Substrat végétal**

Les mousses et les végétaux sont considérés comme source de nourriture, d'abri et comme un support inerte car ils servent également comme ressource trophique pour les invertébrés benthiques qui sont associés au substrat pendant une période de leur vie.

La diversité des substrats revient à la diversité communauté benthique. Un substrat plus homogène limite la disponibilité d'espaces-niche ce qui entraîne l'instabilité de l'habitat et la diminution de la diversité des organismes et également le potentiel de recolonisation.

6. Couvert végétal

La végétation joue un rôle écologique essentiel en influençant le ruissèlement, l'évapotranspiration et la capacité de rétention de l'eau.

Les végétaux constituent une importance ressources en matière organique consommable par certaines catégories d'animaux aquatiques. Ils empêchent le réchauffement excessif des eaux en été et jouent ainsi un rôle important dans la répartition de la faune benthique (LOUNACI, 2005).

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

Dans les sommets supérieurs à 1000 m : la végétation est caractérisée par des pelouses écorchées à xérophytes épineux et rampants telles que les ronces (*Rubus* sp.), les genêts (*Genista* sp.) et quelques pieds de cèdres (*cedrus atlantis*) y sont également présents.

En moyenne montagne (500-1000 m) : on retrouve principalement de chêne vert (*Quercus rotundifolia*), de chêne liège (*Quercus suber*) et de frêne (*Fraxinus*), dont le feuillage empêche le réchauffement de l'eau en été.

Dans les régions de piémont : la végétation est dominée par l'olivier (*Olea europaea*), le figuier (*Ficus carcia*), et le grenadier *(Punica granatum*).

En plaine : la végétation se compose principalement de vergers, comprenant des pommiers, des orangers, des vignes, des poiriers et des figuiers, ainsi que de cultures maraichères.

Le long des cours d'eau, la végétation des berges varie selon l'altitude :

- En altitude, on trouve principalement une strate herbacée accompagnée d'arbustes épineux.
- Dans les zones de piémont et de plaine, des espèces comme l'aulne (*Alnus glutinosa*), le laurier-rose (*Nerium oleander*), le merisier (*Cerasus avium*), le tamaris (*Tamarix* sp.), le peuplier blanc (*Populus alba*), le peuplier noir (*Populus nigra*), ainsi que le roseau (*Arundo donax*) sont présents aux côtés de divers arbustes épineux.

Concernant la végétation aquatique, elle est principalement composée de mousses, d'algues et de macrophytes. Les mousses dominent dans les parties supérieures des cours d'eau, tandis que les zones avals sont plus riches en algues filamenteuses.

7. Perturbations anthropiques

La pollution est une dégradation du milieu naturel par des substances chimiques, des déchets industriels ou ménagères, entrainant une dégradation des paramètres physico-chimiques des eaux ce qui induira un changement de la composition et la structure des communautés de macroinvertébrés.

Aujourd'hui, une grande partie des cours d'eau en Kabylie est touchée par la pollution. Ce phénomène est causé par la croissance démographique, le développement industriel, l'intensification de l'agriculture et la surexploitation des ressources en eau douce.

Dans le réseau hydrographique étudié, l'impact des activités humaines varie selon les régions et selon l'altitude du secteur concerné.

Dans la partie amont, les agglomérations sont faible et de petites tailles. Les principales sources de pollution sont d'origines domestiques causées par l'élevage et le pompage des eaux pour l'irrigation, mais elles restent négligeables. Dans la partie aval, la pollution a plusieurs origines :

- **Origine urbaine**

La pollution urbaine résulte principalement d'une urbanisation rapide et mal planifiée, causant une pression sur les infrastructures et les ressources notamment l'eau. Les rejets domestiques, industriels et les eaux usées non traité en sont les principales sources. L'enfouissement incontrôlé des déchets produits des lixiviats polluants qui contaminent les eaux. D'autre sources incluent le lavage de véhicules, le tourisme intensif et l'imperméabilisation des sols, favorisant le ruissellement polluant. En fin, la pollution sonore et atmosphérique urbaine peut aussi nuire aux écosystèmes aquatiques.

- **Origine agricole**

Les activités agricoles modernes polluent fortement l'eau, principalement à cause des pesticides et engrais chimiques qui contaminent les rivières et nappes phréatiques. Ces produits sont très toxiques pour les organismes aquatiques. De plus, les rejets des sous-produits des huileries, riches en matière organique, perturbent les écosystèmes aquatiques en diminuant l'oxygène disponible et en menaçant la faune et la flore.

Le pompage de l'eau à des fins d'irrigations entraine une dégradation des conditions de vie de milieu naturel, provoquant des transformations significatives de la faune et de la flore aquatiques. Par ailleurs, cette pratique représente un risque sur le plan sanitaire en

compromettant la qualité des eaux souterraines, traditionnellement utilisées comme source d'eau potable.

- **Origine mécanique**

Les activités d'extraction de sable et de gravier dans les rivières perturbent leur équilibre naturel en modifiant le lit, ce qui provoque la remise en suspension de particules fines et la dégradation de la qualité de l'eau. Cela réduit la production d'oxygène par les végétaux aquatiques, fragilisant ainsi la chaine alimentaire et la stabilité des écosystèmes aquatiques. Ces activités favorisant aussi l'érosion des berges et nuisent aux habitats nécessaires à la reproduction des espèces.

- **Origine margine**

Bien que l'activité des huileries soit saisonnière et limitée dans le temps, elle engendre une pollution environnementale non négligeable. Les rejets de margine, déversées directement dans le milieu naturel sans traitement préalable, représentent une source importante de nuisances.

En particulier, la forte acidité de ces affluents a pour effet de détruire la microflore bactérienne essentielle à la santé des sols, ce qui entraine progressivement leur imperméabilisation. Par ailleurs, le déversement des margines dans les oueds constitue un danger pour les ressources en eau souterraine.

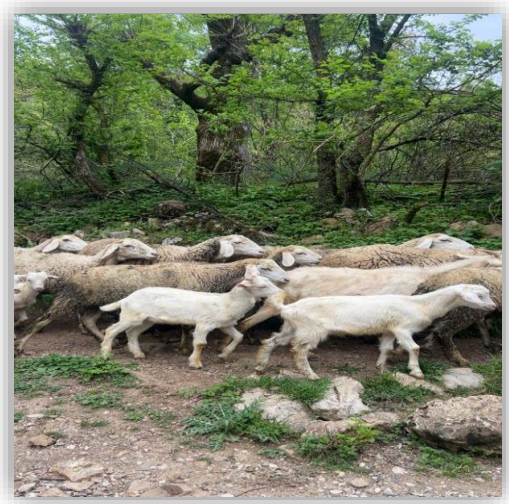

Photo 12 : L'élevage modeste à gauche, rejets domestiques à droit.

1. Matériels et méthodes d'échantillonnage

Les cours d'eau sont des milieux complexes, offrant des habitats naturels pour les espèces aquatiques ce qui assurent leurs vies et leurs reproductions.

1.1. Techniques d'échantillonnage

Le but d'échantillonnage est de rassembler la plus grande diversité faunistique représentative des habitats étudiés, afin d'obtenir le bilan complet possible des taxons présents dans le cours d'eau.

Notre unité de base dans ce travail utilisée lors de prélèvements est la station, qu'est définie comme un tronçon de cours d'eau dont la longueur est sensiblement égale à dix fois la largeur du lit mouillé (GENIN et *al*., 2003).

Pour chaque station, l'échantillonnage est constitué de huit points de prélèvements, l'ensemble de ces prélèvements doit donner une vision de la diversité des habitats de cette station.

Les récoltes des macroinvertébrés ont été effectuées à l'aide d'un échantillonneur de type Surber (photo 13) dans le faciès lotique et de type troubleau dans le faciès lentique.

- **En milieu lotique**

Les prélèvements semi-quantitatifs de la faune benthique sont été réalisés à l'aide d'un filet Surber dans des zones d'eaux courantes peu profondes (< à 40 cm). Cee filet possède un cadre métallique carré de 30 cm de diamètre, prolongé d'une toile de 1 m de long et de 275 µm de vide de maille. Au niveau de toutes les stations, le filet est déposé sur le fond et face au courant. Les larves et les nymphes sont recueillies dans le filet par plusieurs lavages des galets trouvant sur la surface échantillonnée, puis les individus fixés se détachent à l'aide d'une pince et les espèces interstitielles se récupèrent par un raclage de fond et le courant les entrainent dans le filet.

- **En milieu lentique**

Pour les zones d'eau calme, le dispositif utilisé pour la récolte du matériel biologique est le filet troubleau. Il présente un manche et une ouverture circulaire de 30 cm de diamètre. Dans ce faciès l'échantillonnage est réalisé par dragage au filet des fonds en faisant des mouvements allers-retours sur une distance d'un mètre environ.

1.2. Chasse d'adultes

L'étape de la chasse d'imagos permet l'identification des taxons difficiles à séparer au stade larvaire. Elle est pour compléter le prélèvement où l'échantillonnage s'effectue sur les bords des rives en utilisant un filet fauchoir (photo 13) ou saisis à l'aide des pinces entomologiques souples puis conservé dans des piluliers remplis d'alcool à 70 %.

Photo 13 : Le matériel utilisé pour l'échantillonnage

a : Filet Surber (benthos) (ROUIBAH &BEN ACHOUR 2020), **b :** Filet fauchoir (chasse d'adultes)

1.3. Conservation des échantillons benthiques

Les échantillons récoltés sont transférés dans des sachets en plastiques, contenant du formol à 8 % sur le lieu de prélèvement. Par la suite, un étiquetage au crayon est indispensable. La date, le nom et les caractéristiques de la station sont notés à chaque prélèvement.

1.4. Lavage, tri et détermination

Cette opération s'effectue au laboratoire, dans le but d'extraire la faune benthique du substrat contenue dans les échantillons. Le contenu de chaque sachet est lavé soigneusement avec l'eau du robinet sur une série de tamis à mailles décroissantes (5mm à 0,2 mm), afin d'éliminer le maximum du substrat fin et débarrasser les éléments grossiers (feuilles, gravier, résidus végétaux, cailloux). Ensuite, le contenue des tamis est versé dans un bac puis transvasé et homogénéisé dans des béchers à 250 cc (photo 14).

Photo 14 : Le matériel utilisé lors du lavage au laboratoire

a : échantillon récolté , **b** : lavage de l'échantillon (tamis), **c** : faune récupérée (bechers)

Un tri préliminaire et une identification de la faune jusqu'aux familles ou genres sont effectuées sous une loupe binoculaire, par fraction successive dans des boites de pétri à fond quadrillé. L'ensemble de matériel trié est conservé dans des piluliers en verre contenant de l'alcool à 70 % munis d'une étiquette portant la date, le numéro et le nom de la station et celui de groupe identifié.

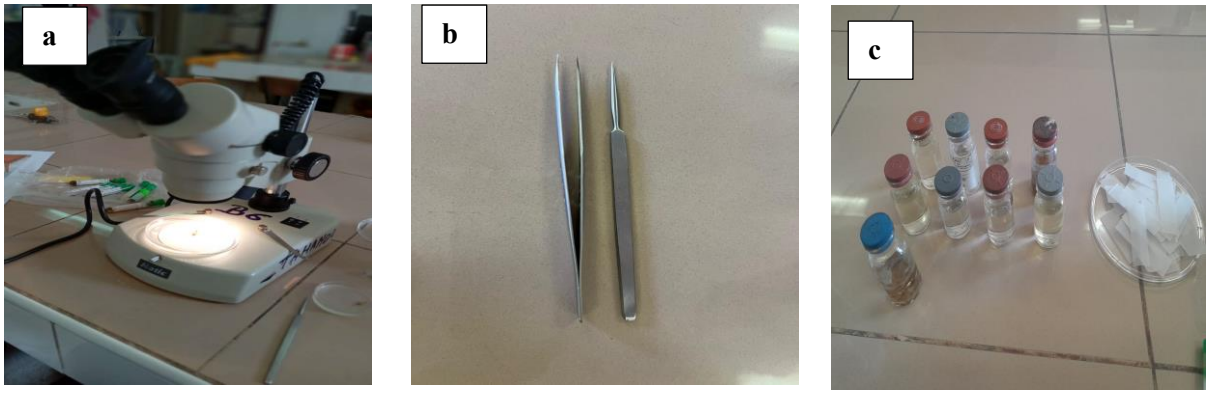

Photo 15 : Le matériel utilisé pour le tri et la détermination
a : loupe binoculaire, **b :** pinces, **c :** piluliers remplis d'éthanol à 70% + étiquettes.

Pour une séparation des Trichoptères inventoriés, une détermination jusqu'à l'espèce en utilisant les clés et les différents ouvrages : VERNEAUX & FAESSEL (1976), BOURNAUD et *al*., (1982), FAESSEL (1985), DAKKI & TACHET (1987), ZAMORA et *al*., (1995), MALICKY (2004), TACHET et *al*., (2000), VIEARA LANEIO (2000), TACHET et *al*., (2010).

Pour les larves, leur détermination repose sur l'observation de certains caractères morphologiques spécifiques comme la position des crochets anaux, le degré de sclérification des notums thoraciques, la présence la position et la forme des branchies abdominales, la structure de la capsule céphalique et la forme des pattes.

La détermination des nymphes n'est possible que lorsqu'elles sont matures et présentent les caractères imagos permettant leur identification. Pour ce faire, il suffit de déchirer avec précaution l'exuvie nymphale dans la partie postérieure afin d'exposer les génitalia qui sont des éléments clés pour une identification spécifique notamment chez les mâles. Et enfin, l'identification des nymphes ou d'adultes au niveau familial ou générique repose sur certains critères tels que la formule calcanéenne, la présence ou l'absence d'ocelles et chez les mâles le nombre de segments des palpes maxillaires.

2. Méthodes d'analyse de la faune trichoptérologique

2.1. Indices écologiques de composition et de structure de la faune

Ce sont des expressions mathématiques qui renseignent le mieux sur la structure du peuplement et permettent d'avoir l'évaluation de la diversité du peuplement. De nombreux indices sont couramment utilisés à savoir la richesse taxonomique, l'abondance relative des espèces et leurs occurrences.

Selon DAJOZ (2006), ils permettent également de comparer entre deux peuplements et de voir comment ceux-ci évoluent dans l'espace et dans le temps.

2.1.1. Richesse spécifique

C'est la première étape qui évalue la structure générale d'un peuplement et indique que plus il y a des taxons distincts, plus la diversité est grande, ce qui signifie que cette étape représente une base pour chaque étude des communautés.

D'après BOULUNIER et *al*., (1998) et RAMADE (2003), la richesse taxonomique ou spécifique correspond au nombre total d'espèces (taxons) présent dans chaque prélèvement à un moment donné. La diversité spécifique augmente lorsque les qualités de l'eau et la diversité d'habitat s'améliorent (PLAFKIN et *al*., 1989).

2.1.2. Abondance relative

Selon RAMADE (2003), l'abondance relative est un paramètre important pour la description d'un peuplement. Il représente le nombre d'individus d'un taxon (i) présent par unité ou de volume par rapport au nombre total d'individus. Il est variable dans l'espace et dans le temps.

C'est un rapport exprimé en pourcentage, représente le nombre d'individus d'une espèce sur le nombre total des individus de toutes les espèces.

Elle est calculée par la formule suivante :

$$P(i) = ni / N * 100$$

P(i) : abondance relative en %
ni : nombre d'individus du taxon (i)
N : nombre total d'individus

Ces fréquences sont réparties en 5 classes :

- Espèce rare [0 - 20 [
- Espèce rare et dispersée [20 – 40 [
- Espèce peu abondante [40 – 60 [
- Espèce abondante [60 – 80 [
- Espèce très abondante ≥ 80

2.1.3. Occurrence des espèces

Au sens de DAJOZ (1985), l'occurrence est un indice de constance qui est le rapport entre le nombre de relevés (Pi) où l'on trouve l'espèce (i) et le nombre total de relevés réalisés (P) dans une même station. Cette fréquence est exprimée en pourcentage.

Elle est calculée par la formule suivante :

$$C\ (\%) = pi / P * 100$$

C : occurrence relative en %

Pi : nombre de prélèvement où l'espèce (i) est présente

P : nombre total des prélèvements

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

- Espèce rare C < 5 %
- Espèce accessoire [5 – 25 [
- Espèce fréquente [25 – 50 [
- Espèce constante [50 – 75 [
- Espèce omniprésente [75 – 100 [

2.1.4. Indice de diversité de Shannon (1949)

De tous les indices, la formule de Shannon est l'indice le plus utilisé dans l'étude comparative des peuplements afin d'évaluer la diversité faunistique d'un milieu donné. Il intègre à la fois de la richesse taxonomique et de l'abondance relative de chaque espèce.

Cet indice reflète mieux la diversité des peuplements et présente l'avantage de n'être subordonné à aucune hypothèse en préalable sur la distribution des espèces et des individus (BLONDEL, 1979 ; LEGENDRE & LEGENDRE, 1979 ; BARBAULT, 1981).

Selon BOURNAUD & KECK (1980), l'indice de SHANNON (1948) présente un intérêt écologique en fournissant une mesure globale de l'importance relative des taxons. Cet indice est souvent associé à l'indice d'Equitabilité afin d'évaluer si la structure de la communauté trichoptérologique est équilibrée.

Il a pour expression :

$$H' = - \Sigma\ (Pi) \log_2 (Pi)$$

H' : l'indice de diversité de Shannon.

Avec **Pi** : ni / N.

N : nombre total d'individus de toutes les espèces.

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

$\log_2$ X = log X / log 2 log 2 = 0,30

H' est d'autant plus petit (proche de 0) que le nombre d'espèces est faible ou quelques espèces dominent, 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.

2.1.5. Indice d'équitabilité (PIELOU, 1966)

L'équitabilité de PIELOU (1966) accompagne souvent l'indice de Shannon afin de montrer si la structure de communauté des macro invertébrés est ou non équilibrée. Il représente le rapport entre la diversité observée H' et la diversité maximale H max (BLONDEL, 1979).

$$E = H' / H\ max = H' / \log_{2(S)}$$

Il est donné par la formule suivante :

E = l'indice d'équitabilité.

H'= la diversité spécifique observé = indice de Shannon

H max = le logarithme du nombre total d'espèce (S) dans l'échantillon.

L'équitabilité varie entre 0 et 1. Si E tend vers 0, ça signifie qu'il y a dominance de quelques espèces. Si E tend vers 1, toutes les espèces présentent la même dominance.

1. Paramètres mésologiques

1.1. La pente

La lecture du tableau 1 montre que les secteurs les plus pentus correspondent aux stations amont situées entre 850 m et 1100 m d'altitude avec des pentes comprises entre 10 et 19%.

Le secteur des stations O2 et O5 dont l'altitude est comprise entre 500 et 600 m, présentent une pente moyenne (8 %).

Dans les basses altitudes (200-290) et les zones de piémont, le profil est régulier, on assiste à une rupture de pente et à l'élargissement des cours d'eau. Les pentes varient entre 1,5 et 3% (secteur des stations O6 et O7).

Tableau 1: Altitude (m) et pente (%) des stations étudiées.

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

1.2. La vitesse du courant

Les vitesses relevées dans les sept stations sont consignées dans le tableau 2.

La vitesse du courant dans les stations O1 et O2 est qualifié de rapide (100 à 90 cm/s), ce qui est due au régime hydrologique pluvio-nival (fonte des neiges et précipitations).

Par contre les autres stations O3 jusqu'à O7 la vitesse de courant est qualifiée de moyenne à lente (20 à 50 cm/s).

Tableau 2 : Altitude, largeur du lit et vitesse du courant mesurées aux stations d'étude.

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

1.3. Le substrat

La lecture du tableau 3 montre que les stations alticoles (O1 et O3) entre 500 et 1100 m présentent un substrat à dominance de gros galet et de gravier (≥ 70%).

Les stations de moyenne montagne, se caractérisent essentiellement par une hétérogénéité de substrat.

Les stations de basses altitudes quant à elles (O6 et O7), présentent un substrat dominé par le sable et les limons ainsi qu'un taux élevé de matière organique (20 %).

Notons cependant que pour la végétation aquatique (substrat végétal), jouant à la fois comme support inerte et comme ressource trophique, est considérée séparément et indépendamment de la granulométrie. Son importance au niveau de chaque station est exprimée par 4 classes d'abondance : d'absente (0) à très abondante (3). En amont, elle est représentée essentiellement par les mousses et en aval, elle marquée par la prolifération des algues filamenteuses (O7 en particulier).

Tableau 3: La nature du substrat dans les stations étudiées.

Stations	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7
Galet-graviers (%)	90	50	70	65	6 0	30	20
Sable-Limon (%)	10	40	20	25	30	50	60
Matière Organique (%)	0	10	10	10	10	20	20
Végétation aquatique (%)	1	2	1	1	1	2	3

1.4. La température de l'eau

La lecture de l'annexe 3 et la figure 7 montre que tous le long de réseau hydrographique de l'Assif Ouadhias, les températures croissent de l'amont vers l'aval et deux groupes de stations peuvent être dégagés :

- **Le groupe 1 :** il regroupe les stations localisées dans les ruisseaux issus des sources de montagnes (O3, O4, O1 et O2). Ces zones, alimentés principalement par les sources et la fonte des neiges, sont fortement ombragés. Cette configuration favorise le maintien de températures de l'eau relativement basses n'excédant pas 14°C.

- **Le groupe 2 :** renferme les stations de piémont de basse altitudes (O5, O6 et O7), où les températures maximales de l'eau varient entre 16°C et 23°C. cette élévation de température est principalement liée à un fort ensoleillement et à la diminution, voire à l'absence de couvert végétal le long du cours d'eau.

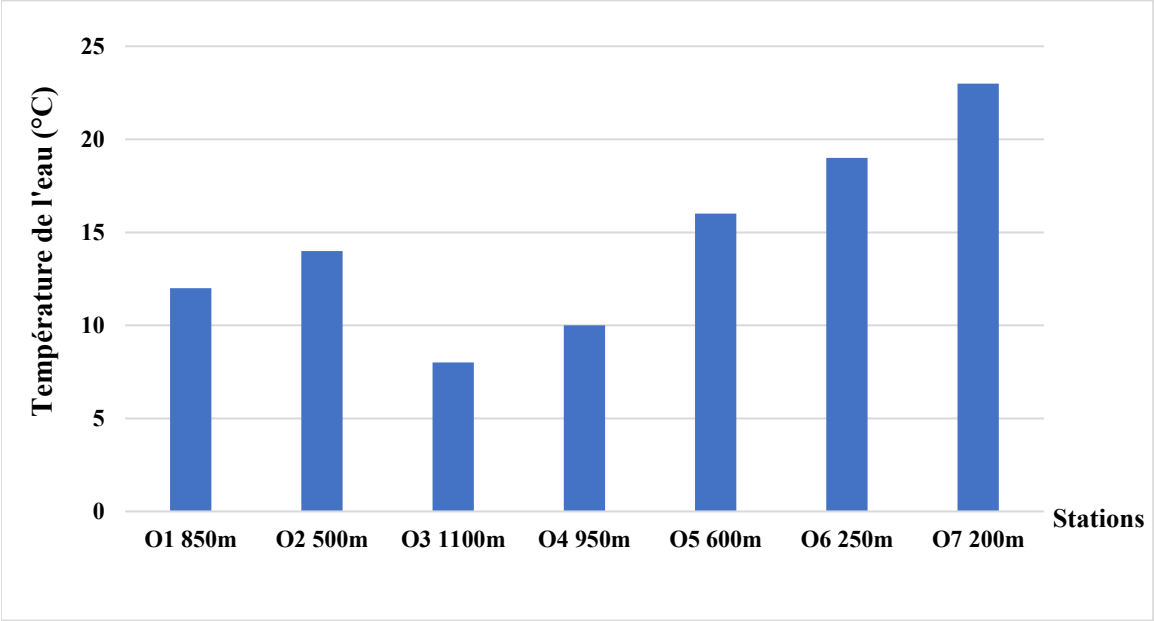

Figure 7 : Les températures de l'eau enregistrées dans les stations d'étude.

2. Résultats faunistiques

2.1. Analyse du peuplement trichoptérologique

L'étude de matériel biologique récolté dans le réseau hydrographique de l'Assif Ouadhias a permis d'inventorier 1083 individus d'Hydropsychidae appartenant à 3 genres (*Cheumatopsyche, Diplectrona, Hydropsyche)* et 10 espèces (*Cheumatopsyche atlantis , Diplectrona sp, Hydropsyche lobata, H. obscura, H. fezana, H. resmineda, H. gpe pellucidula, H. iberomaroccana, H. punica et Hydropsyche sp*) (tableau 4).

Le genre *Hydropsyche* est le plus diversifié, il est récolté dans toutes les stations. Il compte 1056 individus soit 97,46 % du peuplement d'Hydropsychidae recensé.

L'étude faunistique des Hydropsychidae du même réseau hydrographique (AIT MALEK & BESSAH, 2020) a permis d'inventorier 1653 individus appartenant à 2 genres et 7 espèces avec la dominance du genre *Hydropsyche* (99,81 %).

Nos résultats sont supérieurs à ceux obtenus par MERROUKI & OUNNAR (2020) dans les 6 stations échelonnées entre 190 m et 1290m de l'Assif El –Khemis et de l'Oued Boubhir (s.s.) (sous-bassin versant de l'Oued Boubhir) avec seulement 6 espèces d'*Hydropsych*e recensés.

Tableau 4 : La répartition des Hydropsychidae dans les stations étudiées.

Espèce / Station	O1 (850m)	O2 (500m)	O3 (1100m)	O4 (950m)	O5 (600m)	O6 (290m)	O7 (200m)	Ab	AbR (%)	Occ	OccR (%)
Cheumatopsyche atlantis	0	0	0	0	9	5	10	**24**	**2.21**	**3**	**42.85**
***Diplectrona* sp.**	0	0	0	3	0	0	0	**3**	**0.27**	**1**	**14.28**
Hydropsyche lobata	28	102	0	0	49	220	135	**534**	**49.3**	**5**	**71.42**
H. obscura	120	10	10	6	61	7	0	**214**	**19.75**	**6**	**85.71**
H. fezana	40	25	40	30	20	5	0	**160**	**14.77**	**6**	**85.71**
H. resmineda	0	4	0	0	3	51	52	**74**	**6.83**	**4**	**57.14**
***Hydropsyche* sp**	5	0	7	0	8	13	8	**41**	**3.78**	**5**	**71.42**
H. gpe pellucidula	0	0	0	0	0	10	7	**17**	**1.56**	**2**	**28.57**
H. ibermaroccana	0	0	0	0	0	7	4	**11**	**1.01**	**2**	**28.57**
H. punica	0	0	0	0	0	5	0	**5**	**0.46**	**1**	**14.28**
Total	**193**	**141**	**57**	**39**	**150**	**287**	**216**	**1083**			
RS	**4**	**4**	**3**	**2**	**6**	**9**	**6**				

Ab : Abondance, **AbR (%) :** Abondance relative, **Occ :** Occurrence, **OccR (%) :** Occurrence relative,**Rs :** Richesse spécifique, ***H*** : *Hydropsyche.*

2.1.1. Abondance stationnelle des Hydropsychidae récoltés

La lecture du tableau 4 illustrée par les figures 8 et 9 montrent que l'abondance stationnelle des Hydropsychidae varie d'une station à une autre et fluctue entre un minimum de 39 individus (O4 : 950 m) et un maximum de 287 individus (O6 : 290 m).

La réduction du nombre d'individus aux stations O3 et O4 peut être liée aux émergences précoces et/ou aux conditions extrêmes : forte pente, fond érodé, réduction du débit.

La station O6 enregistre le maximum d'Hydropsychidae avec 287 individus ce qui est due essentiellement à la prolifération de *H. lobata* avec 220 individus soit (76,65 %)

d'Hydropsychidae stationnelle (figure 9). En effet, selon MARTINEZ-MENÉNDEZ (2014) et RUIZ-GARCIA et *al*. (2016), *Hydropsyche lobata* réalise son optimum écologique dans les biotopes de piémont et de basse altitude.

Les stations alticoles à savoir O1, O3 et O4 présentent une abondance moyenne de 96 individus. Ces espèces préfèrent le secteur amont caractérisé par un substrat grossier et une température d'eau relativement basse.

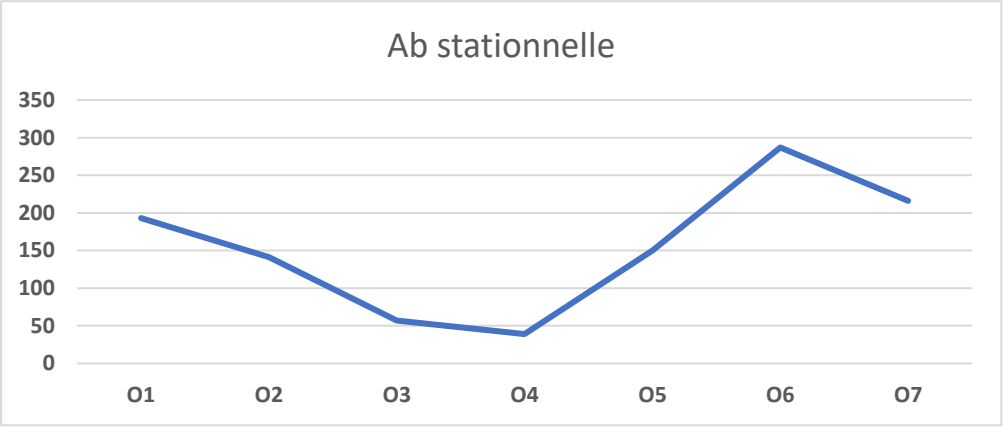

Figure 8 : L'abondance stationnelle des Hydropsychidae récoltés.

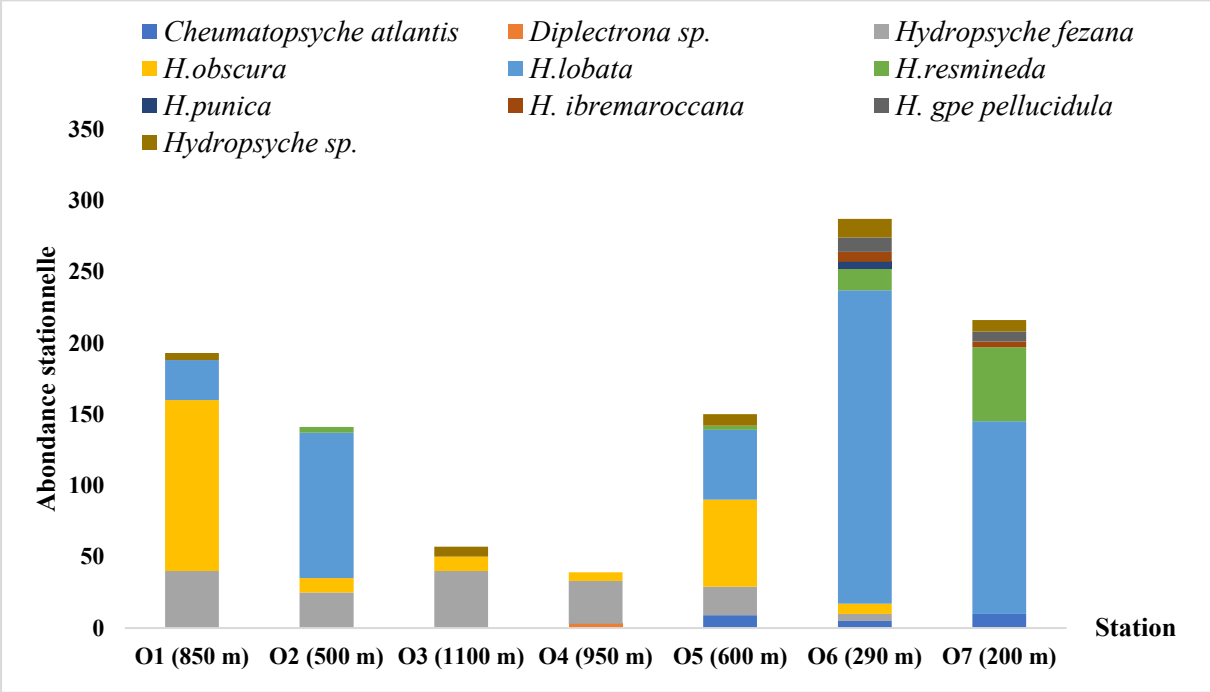

Figure 9 : L'abondance spécifique stationnelle des Hydropsychidae récoltés.

2.1.2. Richesse spécifique

La lecture de la figure 10 montre que la richesse spécifique stationnelle des Hydropsychidae varie au long des cours d'eau étudiés entre un minimum de 3 (O3 :1100m et O4: 950 m) et un maximum de 9 taxons recensés à la station O6 (alt. 290m).

Cette fluctuation dépend de plusieurs paramètres tels que la qualité de milieu, l'absence ou la présence de la végétation aquatique, la vitesse du courant, la température de l'eau ainsi que la nature du substrat.

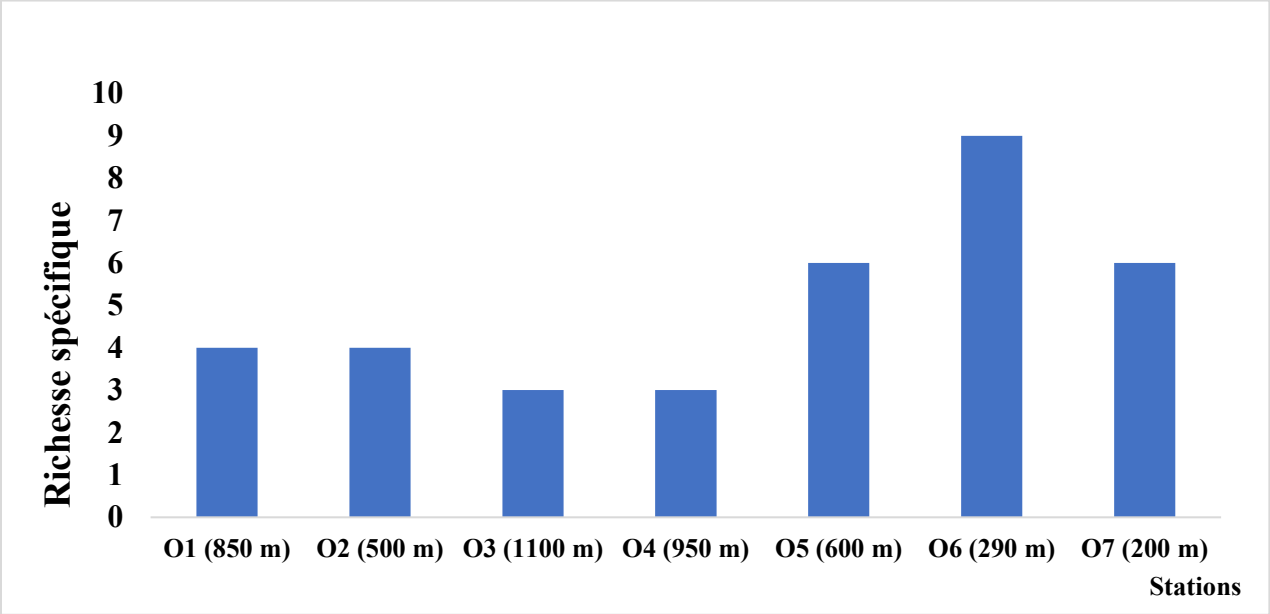

Figure 10 : La richesse spécifique stationnelle des Hydropsychidae récoltés.

2.1.3. Abondance et Occurrence relatives des espèces

Les figures 11 et 12 représentent l'abondance et l'occurrence relatives des espèces récoltées dans les sept stations étudiées. Les espèces d'Hydropsychidae représentent des abondances relatives inférieurs à 20 % (rare) sauf *Hydropsyche lobata* qui est peu abondante avec une abondance relative de 49,3%.

En revanche, les taxons récoltés peuvent être classés en quatre groupes en tenant compte notamment de l'occurrence relatives des espèces (figure 12 et tableau 4).

* **Espèces omniprésentes**

Ce sont des éléments très occurrentes et à large valence écologique : *H. fezana et H. obscura*. Elles totalisent à elles seules 448 individus (soit 41,36 %). Elles colonisent tous les types d'habitats d'eau courante depuis les ruisseaux jusqu'aux cours d'eau de basses altitudes mais les effectifs les plus importants sont notés dans le secteur alticoles.

D'après EL-ALAMI & DAKKI (1998), *Hydropsyche fezana* pullule dans les ruisseaux de source froides car c'est une espèce hémi-eurytherme à hiver froid ou tempéré.

* **Espèces constantes**

Ce sont les espèces à population plus ou moins denses : *H. lobata*, *H. resmineda et Hydropsyche* sp.

* **Espèces fréquentes**

Ce sont des populations qui présentent une fréquence d'occurrence comprise entre 25% et 50%, représentées par : *Cheumatopsyche atlantis, H. ibermarroccana* et *H.gpe pellucidula*.

* **Espèces accessoires**

Ce sont des espèces localisées dans des biotopes spécialisés avec une occurrence relative de 14,28 % : *Diplectrona* sp. (O4, alt. 950 m) et *H. punica* (O6, alt. 290m).

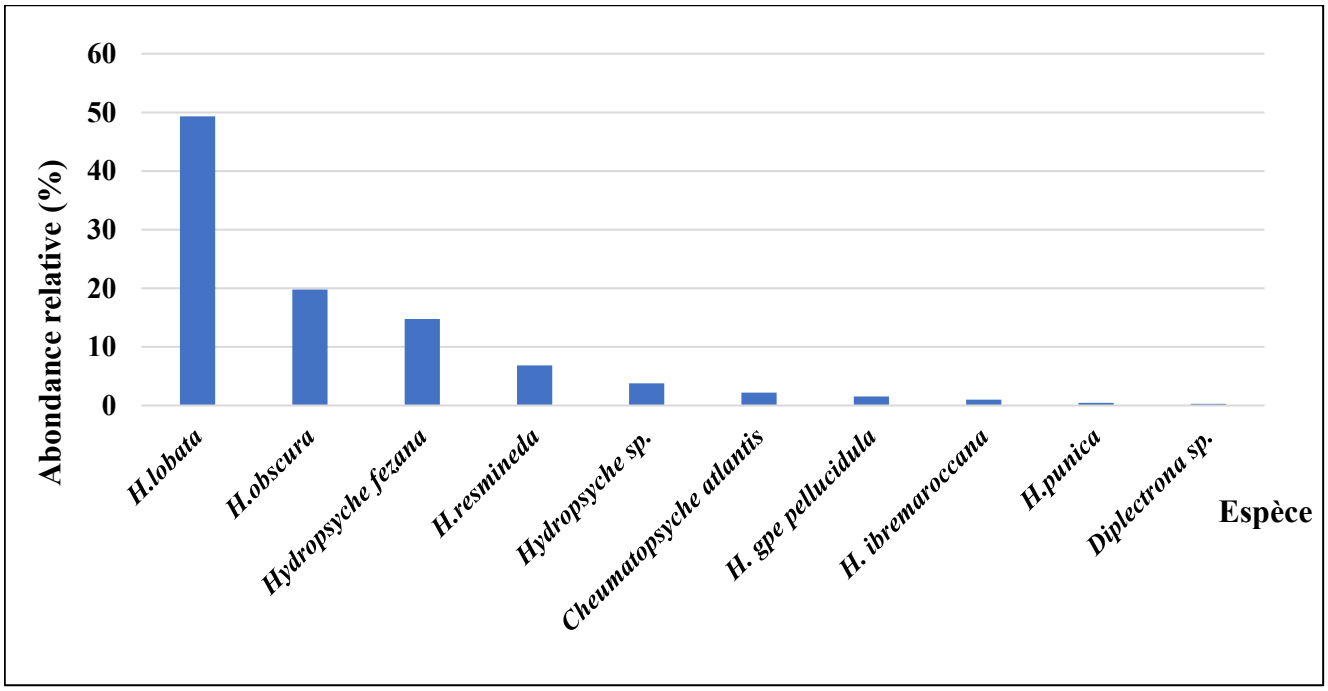

Figure 11 : L'abondance relative (%) des Hydropsychidae récoltés.

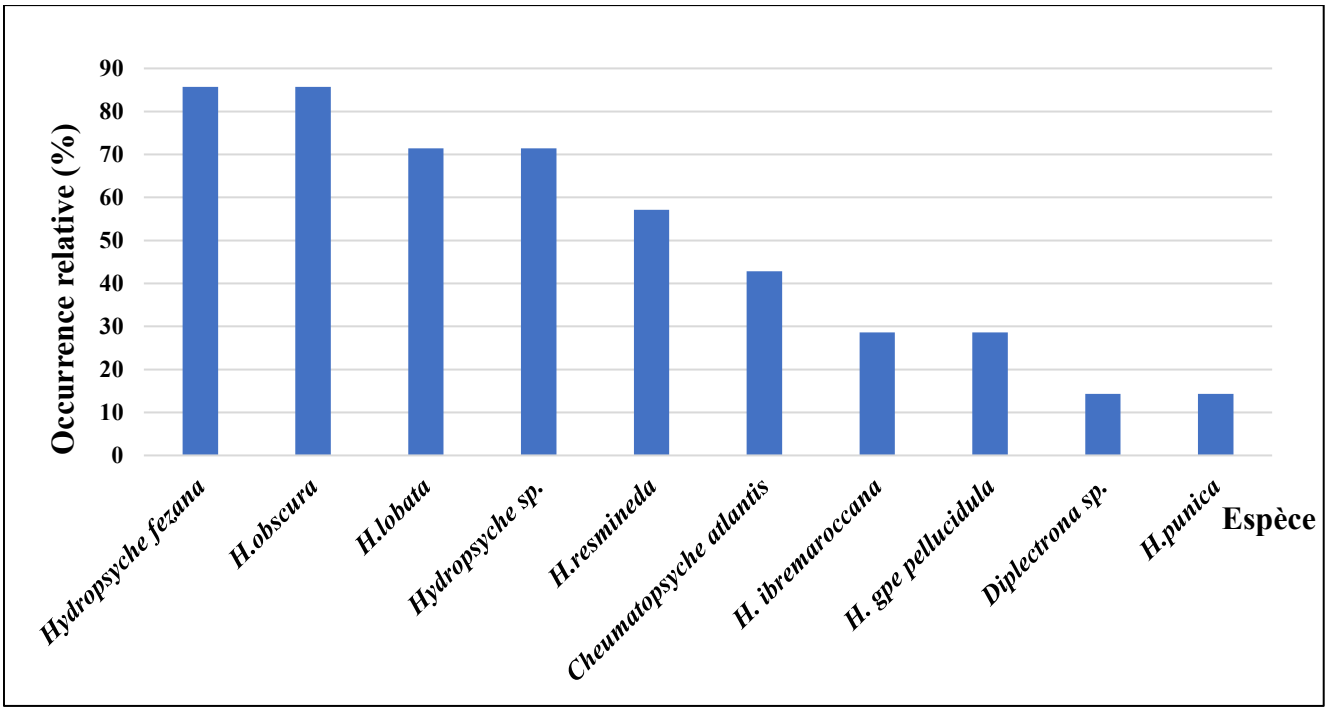

Figure 12 : L'occurrence relative (%) des Hydropsychidae récoltés.

3. Limites altitudinales des espèces

De l'amont vers l'aval, chaque cours d'eau présente un gradient longitudinal de condition écologique auquel correspond une succession spatiale des communautés faunistiques. Cette distribution des espèces est le résultat d'interaction complexe entre deux groupes de paramètres : la capacité d'adaptation des espèces vis-à-vis des facteurs du milieu (vitesse de courant, granulométrie du substrat, température de l'eau…) et leurs exigences en nature de ressource trophique (MARRY, 1999 in BEBBA, 2017).

A chaque type de mésohabitat correspond une communauté benthique qui présente Une combinaison de traits biologiques et des stratégies écologiques spécifiques (USSEGLIO-POLATERA et *al.,* 1999).

La richesse spécifique et l'abondance maximale des Hydropsychidae sont élevées dans les biotopes de basse altitude avec 9 espèces recenséstotalisant un effectif de 503 individus (figure 13).

En effet, Les Hydropsychidae sont connues pour leur tolérance à la présence de matière organique et certaines espèces sont thermophiles (*H. punica, H. iberomaroccana* et *H*. gpe *pellucidula*).

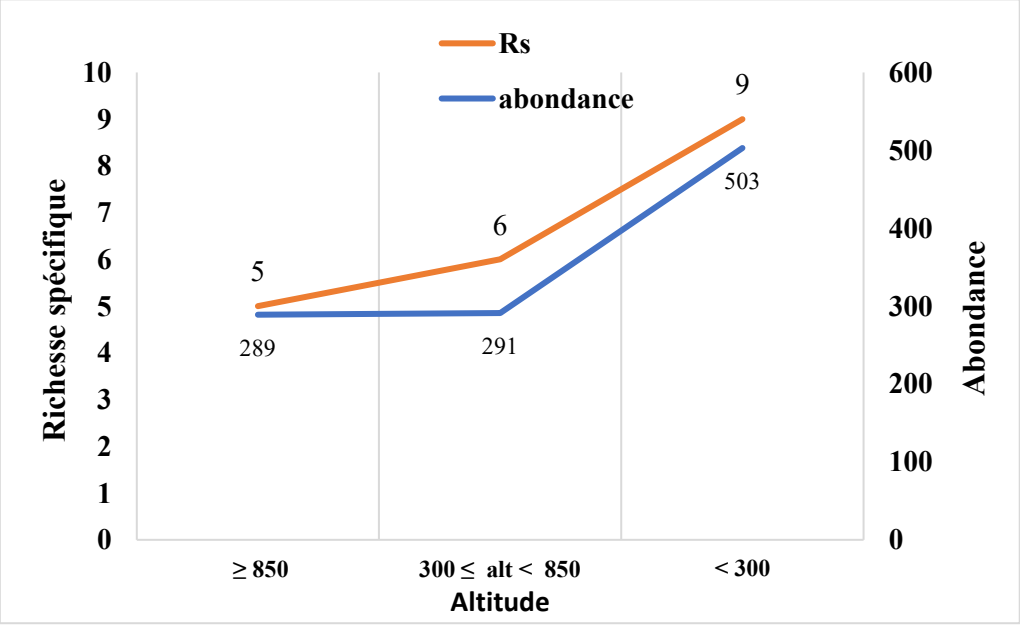

Figure 13 : La richesse spécifique et abondance des Hydropsychidae récoltés par tranches altitudinales.

La distribution longitudinale des Hydropsychidae récoltés le long des cours d'eau étudiés permet de mettre en évidence les éléments caractéristiques et localisés dans certaines tranches longitudinales et les éléments à large valence écologique (tableau 5).

Tableau 5 : Les limites altitudinales des Hydropsychidae récoltés.

Altitude	≥ 850 m	300m ≤ alt <850 m	< 300 m
H.fezana	110	45	5
H. obscura	136	71	7
H.lobata	28	151	355
Hydropsyche sp	12	8	21
Cheumatopsyche atlantis	-	9	15
H.resmineda	-	7	67
Diplectrona sp	3	-	-
H.punica	-	-	5
H.ibermarrocana	-	-	11
H.gpe pellucidula	-	-	17
RS	**5**	**6**	**9**
Abondance	**289**	**291**	**503**

La lecture du tableau 5 permet de dégager trois groupes bien individualisés :

- ✓ **Groupe 1 :** englobe les espèces eurythermes et eurythopes qui ont une large distribution le long de cours d'eau et une large valence écologique *: H. fezana, H. obscura, H. lobata, Hydropsyche sp*.
- ✓ **Groupe 2 :** représenté par les espèces de moyenne montagne pouvant descendre en aval : *Cheumatopsyche atlantis, H. resmineda.*
- ✓ **Groupe 3 :** est composé d'espèce localisées de biotope bien spécialisés. Deux sous-groupes sont mis en évidence :

***Sous-groupe 1 :** *Deplectrona sp* **:** ce taxon est récolté en amont dans une seule station à 950 m (O4) avec un faible effectif. Il est sténotope et stenotherme d'eau froide.

*** Sous-groupe 2 :** *H.punica* **,** *H.ibermarrocana* , *H.* gpe *pellucidula* localisées dans les stations de basses altitudes. Elles sont thermophiles, potamophile et polluo-résistantes.

4. Indices de diversité de SHANNON et Equitabilité

Les indices de diversité de SHANNON (H') et d'équitabilité (E) calculés pour les différentes stations étudiées sont consignés dans le tableau 6.

Tableau 6: Indices de SHANNON (H') et d'Equitabilité (E) dans les stations d'étude.

Station	**O1**	**O2**	**O3**	**O4**	**O5**	**O6**	**O7**
H'	1,38	1,14	1,15	0,97	1,94	1,24	1,45
H'max	4	4	3	3	6	9	6
E	0,68	0,56	0,71	0,60	0,74	0,38	0,55

Les valeurs obtenues pour ces deux indices variaient respectivement entre 0,97 à 1,94 pour H' et entre 0,38 à 0,74 pour E (figure 14).

La station O5 de 600 m d'altitude présente la valeur la plus élevée de H' qui est de l'ordre de 1,94 et un indice d'E de 0,74. Ce milieu est favorable au développement des différentes espèces d'Hydropsychidae.

Contrairement à la station O4 située à 950 m d'altitude enregistre une faible valeur de l'indice diversité (H'= 0,97), dû aux conditions mésologiques particulières : une pente élevée, un fond érodé, une température de l'eau basse et un substrat grossier. Dans ce torrent de montagne, seules persistent les taxons les plus adaptés, rhéophiles et sténothermes d'eau froide.

La station O6 (290 m d'altitude) présente la plus faible valeur de l'équitabilité ce qui reflète la dominance de l'espèce *Hydropsyche lobata* qui constitue à elle seule 76,65 % du peuplement stationnel.

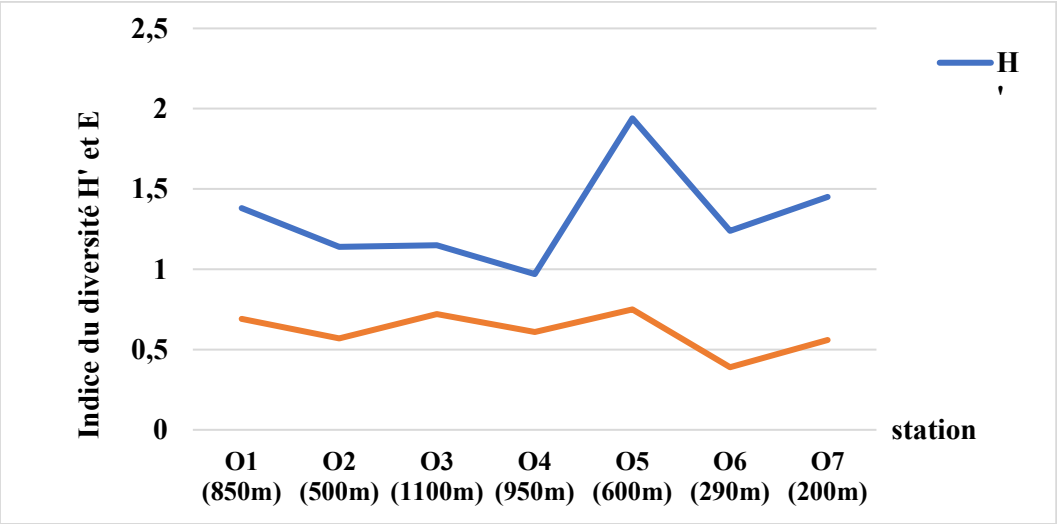

Figure 14 : Indices de SHANNON (H') et d'Equitabilité (E) dans les stations étudiées.

5. Autoécologie des Hydropsychidae CURTIS, 1853

En Algérie, les Hydropsychidae représentent la famille la plus diversifiée, avec un total de 32 espèces répartis en 3 genres : *Hydropsyche* (29 espèces), *Cheumatopsyche* (2 espèces) et le genre *Diplectrona* (une seule espèce).

Dans les cours d'eau de l'Assif Ouadhias étudiés, cette famille est représentée par 3 genres (*Cheumatopsvhe*, *Diplectrona* et *Hydropsyche*) regroupant au total 10 espèces.

- ***Cheumatopsyche atlantis* NAVAS, 1930**

C. atlantis est une espèce endémique du Maghreb. D'après (MALICKY & LOUNACI, 1987 ; LOUNACI et *al*., 2000 ; SEKHI et *al.*, 2016), elle est connue d'Algérie, de Tunisie (MALICKY & LOUNACI 1987) et du Maroc (DAKKI, 1978 ; EL AGBANI, 1984 ; BADRI, 1985 ; AJAKANE, 1988 ; EL ALAMI & DAKKI, 1998 ; CHILLASSE & DAKKI, 2004 ; HAJJI et *al*., 2013).

En Algérie, le genre *Cheumatopsyche* est représenté par deux espèces : *C. atlantis* NAVAS, 1930 (LOUNACI, 2005) et *C. lepida* (PICTET, 1834) (ARAB et *al*, 2004).

Selon DAKKI (1982) et EL-ALAMI & DAKKI (1998*), Cheumatopsyche atlantis* est une espèce thermophile qui vit dans les cours d'eau de moyenne montagne et de piémont ou elle semble proliférer.

Dans les cours d'eau étudiés, *C. atlantis* se figure dans trois stations situées entre 200 et 1100 m d'altitude, avec un optimum écologique observé dans les habitats de piémont.

- ***Diplectrona* sp.**

Selon MALICKY & LOUNACI (1987), le genre *Diplectrona* est déjà signalé des cours d'eau de kabylie (bassin de l'Oued Aissi).

Dans le réseau hydrographique étudié, *Diplectrona* sp est récolté dans l'unique torrent de montagne O4 située à 950m d'altitude caractérisé par un substrat à dominance de gros galets et galets, température de l'eau assez basse (10°C), un recouvrement de 60%.

- ***Hydropsyche fezana* NAVAS, 1935**

C'est une espèce endémique Maghrébine. Elle a été citée par DAKKI & GIUDICELLI (1984) au Maroc dans le Moyen Atlas, et dans le Haut Atlas par BADRI (1985) ; BOUZIDI (1989), OUAHSINE (1993). Dans le Rif (TAYOUB, 1989 ; EL ALAMI & DAKKI, 1998 ; ALAOUI, 2006 ; BONADA et *al*., 2008), c'est le Trichoptère le plus répondu et le plus fréquent dans ces zones.

H. fezana a été recensé pour la première fois en Grande-Kabylie par SEKHI et *al*. (2016).

D'après nos résultats, *H. fezana* est présente entre 290m et 1100m d'altitude, mais avec des effectifs plus élevés en amont.

- ***Hydropsyche obscura* NAVAS 1928**

H. obscura a été signalée pour la première fois en Algérie par NAVAS en 1928 et en Grande-Kabylie par SEKHI et *al.* (2016).

Au Maroc, l'espèce est connue dans le Haut Atlas (BOUZIDI, 1989) ainsi que le Rif (HAJJI et *al*., 2013).

Dans les cours d'eau étudiés, *H. obscura* figure entre 290 et 1100m d'altitude. C'est une espèce à large valence écologique, elle colonise des habitats variés ; les sources, le rithral, piémonts et les plaines.

- ***Hydropsyche lobata* McLAchlan, 1884**

Hydropsyche lobata est une espèce connue dans les différentes régions du bassin méditerranéen.

En Algérie, l'espèce a été cité par ARAB et *al*. (2004) dans l'oued chélif.

Dans les cours d'eau étudiés, *H. lobata* se trouve dans des habitas variés entre 200 et 1100 m d'altitude et elle est plus abondante dans la station O6 située à 290 m d'altitude. Dans la Grande- Kabylie, elle occupe une large zone altitudinale depuis les stations les plus basses jusqu'à 1100 m. *H. lobata* semble être eurytherme et peuple des milieux diversifiés (SEKHI et *al*., 2016).

- ***Hydropsyche resmineda* MALIICKY, 1977**

L'espèce est citée pour la première fois en Grande-Kabylie par MALIKY & LOUNACI (1987) dans le réseau hydrographique de l'Oued Aissi.

En Tunisie, elle est citée par BOUMAIZA (1994).

Au Maroc, cette espèce a été signalée au Moyen Atlas par DAKKI (1987), du Rif par HAJJI et *al*. (2013) et dans le Maroc Oriental par BERRAHOU (2001).

Dans les cours d'eau étudiés, *H. resmineda* est notée en aval (O7 : alt. 200m). Selon LOUNACI (2005), l'espèce est thermophile inféodée aux habitats de piémont.

- ***Hydropsyche punica***

Elle est connue d'Algérie (Kabylie) et du Nord-Ouest de la Tunisie MALICKY (1981, 1983) ; KRAIEM (1986) ; MALICKY & LOUNACI (1987) ; ALLAYA (2003) et KUMANSKI (2006). Par contre elle est absente au Maroc.

A travers notre résultat, *H. punica* n'est présente que dans une seule station O6 à 290 m d'altitude avec un faible effectif. Elle colonise des habitats où le substrat est à dominance de galets recouverts par endroits de débris végétaux et de branchages.

- ***Hydropsyche iberomaroccana* GANZALEZ & MALICKY, 1999**

Selon BONADA et *al*. (2004), *H. iberomaroccana* est une espèce Ibero-Maghrebine. Sa présence en Grande-Kabylie a été signalée pour la première fois par SEKHI et *al.* (2016).

Nous l'avons récolté dans les deux stations de basse altitude (O6 : 290m et O7: 200m). Ces stations présentent une pente faible, courant lent à moyen, température de l'eau relativement élevée, substrat à dominance de sable et limons, présence des algues filamenteuses et un pourcentage de matière organique assez important suite aux différents action anthropiques.

- ***Hydropsyche* gpe *pellucidula***

L'ensemble des espèces regroupées dans le *groupe pellucidula* sont : *Hydropsyche iberomaroccana* GONZALEZ & MLICKY (1999), *Hydropsyche incognita pitsch* (1993) et *hydropsyche punica* MALICKY (1981), d'après GONZALEZ & MALICKY (1981) et ZAMORA-MUNOZ et *al*. (1995).

Dans les cours d'eau étudiés, les éléments de ces taxons semblent être thermophiles. Ils sont présents dans les stations de piémont et de basse altitude moyenne et de basse altitude O6 et O7.

- ***Hydropsyche* sp**

À l'état actuel des connaissances, les larves d'*Hydropsyche* récoltées sont difficilement identifiables. Elles occupent une large zone altitudinale et semblent être eurythermes et eurytopes.

6. Biogéographie des Hydropsychidae

Grace à la position géographique du Maghreb, l'Algérie constitue une zone de passage essentielle pour de nombreuses espèces faunistiques entre les régions paléarctique et afrotropicale. Cela lui confère un grand intérêt pour les études sur la faune et la biogéographie.

Dans notre travail la faune trichoptérologique recensée est composée essentiellement d'éléments d'origine paléarctique à caractère méditerranéenne.

Sur les 7 éléments identifiés spécifiquement, nous distinguons :

- **Les endémiques Nord-africains**

Selon MALICKY & LOUNACI (1987), BONADA et *al*. (2004, 2008), HAJJI et *al.* (2013) et SEKHI (2022), *Cheumatopsyche atlantis* et *Hydropsyche resmineda* sont des espèces considérées comme endémiques à l'échelle du Maghreb (figure 15).

L'espèce *Hydropsyche punica* s'étend dans les Massifs montagneux du Djurdjura (Kabylie) et s'étale sur la partie Nord-Ouest de Tunisie (Khroumiri).

Contrairement à l'*Hydropsyche fezana*, qui est présente au Maroc et elle s'étend jusqu'au centre Nord de l'Algérie.

- **Les espèces Ouest-paléarctique**

Elles présentent une aire de répartition plus ou moins large dans la région Ouest de la Méditerranée.

Hydropsyche lobata et Hydropsyche ibermarrocana sont des espèces ouest méditerranéenne s'étendant dans la Péninsule Ibérique (MALICKY & LOUNACI, 1987 ; BONADA et *al*., 2004, 2008 ; HAJJI et *al*., 2013) (figure 16).

- **Les éspeces à aire de répartition restreinte à l'Afrique du nord et l'Inde**

Hydropsyche obscura présente une aire de répartition restreinte à l'Afrique du Nord et l'Inde (TOBIAS & TOBIAS, 2008) (figure 17).

■ *H. resmineda*
Cheumatopsyche atlantis

▲ *H. punica*

● *H. fezana*

Figure 15 : Espèces endémiques du Maghreb

● *H. iberomaroccana et H. lobata*

Figure 16: Espèces Ouest-paléarctiques s'étendant dans la Péninsule Ibérique et la France

- *H. obscura*

Figure 17 : Espèce à distribution restreinte au Maghreb et à l'Inde

Notre étude menée sur les Hydropsychidae, a pour but d'investiguer la distribution de cette famille au réseau hydrographique l'Assif Ouadhias en considérant l'influence des facteurs environnementaux sur la répartition des espèces dans ces différents cours d'eau.

Sept stations lotiques entre 200 et 1100 m d'altitude ont été prospectées et les prélèvements des invertébrés benthiques ont été réalisés à l'aide d'un filet Surber pour les larves et les nymphes et d'un filet pour la capture d'adultes.

Les Hydropsychidae recensés dans ce travail comptent 1083 individus répartis en 3 genres et 10 espèces.

L'abondance stationnelle des Hydropsychidae varie d'une station à une autre et fluctue entre un minimum de 39 individus (O4 : 950 m) et un maximum de 287 individus (O6 : 290 m).

La richesse spécifique des Hydropsychidae est plus élevée dans la partie inférieure du réseau hydrographique étudié. Les espèces présentes dans cette partie sont thermophiles et supportant une charge organique importante due à la pollution.

Inversement, les stations alticoles sont moins diversifiées, leur richesse spécifique ne dépasse pas 4 taxons et cette diminution est probablement liée aux conditions contraignantes du milieu.

L'analyse de l'abondance et de l'occurrence relatives des espèces récoltées dans les sept stations étudiées a permis de classer les taxons en quatre groupes.

La distribution longitudinale des Hydropsychidae récoltés le long des cours d'eau étudiés a permis de mettre en évidence trois grands groupes individualisés

- Espèces à large valence écologique : *H.fezana, H.obscura, H.lobata, Hydropsyche* sp.
- Espèce présente dans les moyennes montagnes et de basse altitude : *Cheumatopsyche atlantis, H.resmineda.*
- Espèces localisées de biotope bien spécialisées : *H.punica, H.iberomarrocana, H. gpe pellucidula, Deplectrona* sp.

Les valeurs obtenues pour ces deux indices variaient respectivement entre 0,97 à 1,94 pour H' et entre 0,38 à 0,74 pour E.

Enfin, sur le plan biogéographique, les Hydropsychidae recensés sont essentiellement d'origine paléarctique à caractère méditerranéenne.

A l'avenir, il serait intéressant de prospecter d'une façon approfondie dans l'étude des Hydropsychidae dans des nouveaux sites pour enrichir le présent inventaire, et afin de tirer plus d'informations sur leur répartition et leur écologie.

1. **ABDESSLAM M., 1995.** Structures et fonctionnement d'un karst de montagne sous climat méditerranéen : exemple du Djurdjura occidentale (Grande Kabylie, Algérie). Thèse doctorat, Univ. Franche-Comté : 232 p.
2. **AGROPOLIS, 2007.** Les dossiers d'Agropolis international, « Ecosystèmes aquatiques : ressources et valorisation », N°6, 68 p.
3. **AIT MALEK S. & BESSAH S., 2020.** Faunistique et écologie des Trichoptères Hydropsychidae CURTIS, 1835 du réseau hydrographique Ouadhias. Mémoire de Master 2 : Ecologie Animale : U.M.M.T.O : 64p.
4. **AJAKANE A., 1988**. Etude hydrobiologique du bassin versant de l'oued N'fis (Haut Atlas marocain) – biotypologie, dynamique saisonnière, impact de l'asséchement sur les communautés benthiques. Thèse de 3 éme cycle, Faculté Science, Marrakech. 189p.
5. **ALAOUI A., 2006**. Trichoptères du bassin versant de l'oued N'fis (Haut Atlas marocain) biotypologie, dynamique saisonnière, impact de l'asséchement communotés benthique. Thèse de 3éme cycle, Faculté science, Marrakesh.189pp.
6. **ALLAYA W., 2003**. Description de cinq larves de trichoptères du genre Hydropsyche récoltées en Tunisie. Braueria30 : 21-22.
7. **ANGLIER E., 2000.** Ecologie des eaux courantes, édition Techniques et document. 199 p.
8. **ANONYME**. Données climatiques de l'Office Nationale de la météorologie. Station régionale de Tizi-Ouzou. Documentation O.N.M.
9. **ANONYME.** Données hydrobiologiques de l'Agence National des Ressources Hydroliques. Station régionale de Tizi-Ouzou. Documentation A.N.R.H.
10. **ARAB A., LEK S., LOUNACI A. & PARK YS., 2004**. Spatial and temporal patterns of benthic invertebrate communities in an intermittent river (North Africa). *Ann.Limnil.int.J.Lim*. N°40(4), 317-327pp.
11. **BADRI A., 1985**. Etude hydro biologique d'un cours d'eau de plaine en zone semiaride : le Tensift. Impact des crues sur la biocénose. Thèse de 3éme cycle, Faculté science, Marrakesh.192p.
12. **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.
13. **BEMMOUSSAT-DEKKAK S., ABDELLAOUI-HASSAINE K., SARTORI M., MORSE J.C & ZAMORA-MUNOZ C., 2021a**. Larval Taxonomy and Distribution of Genus *Hydropsyche* (Trichoptera, Hydropsychidae) in Northwesten Algeria. *zootaxa,* 4915, 481-505.
14. **BEMMOUSSAT-DEKKAK S., ABDELLAOUI-HASSAINE K. & ZAMORA-MUNOZ C., 2021b.** Checklist and key for identification of larvae of Hydropsyche species (Hydropsychidae, Trichoptera) of the Maghreb. Zootaxa, 5052, 233-248.
15. **BARBAULT R., 2008**. Ecologie Générale. Structure et fonctionnement de la biosphère. Edition DUNOD, 6ème édition 390 p.
16. **BENABADJI N., 1991**. Etude phyto-écologique de la steppe à *Artemisia herbo-alba* asso au Sud de Sebdou (Oranie-Algérie). Thèse de doctorat en biologie des organismes

et des populations à l'université d'Aix-Marseille III, faculté des sciences et Techniques de Saint Jérôme, Laboratoire de Botanique et Ecologie Méditerranéenne, 213p.

17. **BERRAHOU A., CELLOT B. & RICHOUX P., 2001**. Distribution des macroinvertébrés benthiques de la Moulouya et de ses principaux affluents (Maroc). Annales de Limnologie, 37(3) : 223-235 pp.
18. **BLONDEL J., 1979.** Biogéographie et écologie. Masson ed., Paris :173 p.
19. **BONADA N., ZAMORA-MUNOZ C., RIERADEVALL M. & PRAT N., 2004**. Trichoptera (insecta) collected in Mediterranean river basins of the Iberian Peninsula: taxonomic remarks and notes on ecology. *Graellsia*, 60(1) : 41-69.
20. **BONADA N., ZAMORA-MUNOZ C., El ALAMI M., MURRIA C. & PRAT N., 2008**. New records of Trichoptera in reference Mediterranean climate rivers of the Iberian Peninsula and north Africa: Taxonomical, Faunistical and Ecological aspects. *Graellsia*, 64(2) :189-208pp.
21. **BOUJEMAA R.&BELMOKHTAR Z., 2022.** Inventaire des Formicidae dans deux régions de la Wilaya de Tizi-Ouzou (Makouda et Mizrana) dans la forêt et dans vergers et figuiers. Mémoire de Master 2 Biologie de conservation U.M.M.T.O : 79P.
22. **BOULUNIER T., amp & NICHOLAS J.D., 1998.** Estimating species richess : the importance of heterogeneity in species detectability. The ecological society of America: 1018. Ecology, 73 (3).
23. **BOUMAIZA M., 1994**. Recherche sur les eaux courantes de Tunisie. Faunistique, écologie et biogéographie. Thèse de doctorat d'état en sciences biologiques, Faculté des sciences Tunis, 427p.
24. **BOURNAUD M. & KECH G., 1980.** Diversité spécifique et structure des peuplements macroinvertébrées benthique au long d'un cours d'eau : le Furans (Ain). Acta *Oecologica, OecolGener,* vol 1, n°2 : 131-150.
25. **BOURNAUD M., TACHET H., & PERRIN J.F., 1982**. Les Hydropsychidae (Trichoptera) du Haut-Rhône entre Genève et Lyon. *Annales de Limnologie*, 8, 61-80.
26. **BOUZIDI A., 1989.** Recherche hydrobiologique sur les cours d'eau des massifs du haut Atlas (Maroc). Bio-écologie des macro invertébrés et distribution spatiale des peuplements. Thèse d'Etat, université Cadi Ayyad. Faculté des sciences. Marrakesh,199p.
27. **CHILLASSE L. & DAKKI M.2004.** Potentialités et statuts de conservation des zones humides du Moyen-Atlas (Maroc), avec référence aux influences de la sécheresse. Sécheresse, 15(4) : 337-345.
28. **DAJOZ R., 1985**. Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliqué. 5ème édition. Gauthier Villard, Paris, 505 pp.
29. **DAJOZ R., 2006**. Précis d'écologie. Cours et questions de réflexions 8ème édition Dunod, 630 p.
30. **DAKKI M. & GUIDICELLI J., 1984**. Les sources du Moyen Atlas et du Rif : faunistique (description de deux espèces nouvelles de trichoptères), écologie, intérêt biogéographique. BijdragenTot De Dierkunde, 54(1) : 83-100 pp.
31. **DAKKI M. & TACHET H., 1987**. Les larves d'*Hydropsyche* du Maroc (Trichoptera, Hydropsychidae). In: BOURNAUD M. & TACHET H. (Edition). Proceedings of the

fifth International symposium on Trichoptera. Series Ent. Dr W. JUNK PUBLISHERS, Dordrecht, Netherlands. *Series Entomologica*, 39, pp. 25-28.

32. **DAKKI M., 1978**. Le genre *Hydropsyche* au Maroc, Trichoptera Hydropsychidea. Bulletin de l'Institut scientifique. Rabat : 111-120.
33. **DAKKI M., 1982**. Trichoptères du Maroc. Bulletin de l'institut scientifique, Rabat, 6 : 139-155pp.
34. **DAKKI M., 1987.** Ecosystèmes d'eau courante du haut Sébaou (Moyen Atlas) : études typologiques et analyses écologiques et biogéographiques des principaux peuplements entomologiques. Université Mohamed V, institut scientifique, Rabat, Série Zool ; n°42 : 99p.
35. **DAMBRI B.M., KARAOUZAS I., SAMRAOUI B.& SAMRAOUI F., 2020.** Contribution to the knewledge of the caddisfly fauna of Algeria : An updated checklist of Algerian Trichoptera with new records from the Aures region. Zootaxa. 4786 (2) : 221-232.
36. **DJEBAILI S., 1978.** Recherches phyloécologiques et phytosociologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas Saharien Algérien. Thèse. Doct. Univ. Languedoc. Montpellier. 229 p.
37. **DREUX P., 1980.** Précis d'écologie. Presses universitaires de France, Paris, 231p.
38. **DYNESIUS M.& NILSON C., 1994**. Fragmentation and flow regulation of river systems in the northen third of the World. Science, 266-7 : 753-762.
39. **EL-AGBANI M.A., 1984**. Le réseau hydrographique du bassin versant de l'oued Bouregreg (plateau central Marocain) Essoi de biotypologie- thèse dev3 éme cycle, univ. Claude Bernard, Lyon I, 1-147 pp.
40. **El-ALAMI M. & DAKKI M., 1998**. Peuplement d'Ephéméroptères et de trichoptères de l'oued Laou (Rif occidental, Maroc) : distribution longitudinale et biotypologie. Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat ; n°21 : 51-70 pp.
41. **FAESSEL B., 1985.** « Les Trichoptères » Données biologiques, éthologiques et écologiques, clés de détermination larvaire des familles et des principaux genres de France. Bull. Fr. Pêche Pisic. (1985) 299 : 1-41 pp.
42. **FLANDRIN J., 1952**. La chaîne du Djurdjura : monographie régionale. XIXe congrès géologique international, 1ère série 19 : 1-49.
43. **GALL WK. & WIGGINS G.B. 1996**. Phylogeny and classification of the families of the Limnephiloidea (Trichoptera). Bull. Buffalo Soc. Nat. Sci., 35.
44. **GAUTHER H. 1928**. Recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie. Thèse de Doctorat d'État, Univ. Alger. 420 pp.
45. **GELARD J.P., 1979.** Géologie du Nord-Est de la grande Kabylie : un segment de zones internes de l'orogène littoral maghrébin. Thèse Doctorat ès Sciences, Université de Dijon : 335 p.
46. **GENIN B., CHAUVIN C. & MENARD F., 2003**. Cours d'eau et indices biologiques. Pollution méthodes-IBGN. 2ème édition educagri, 215 p.
47. **GONZALEZ M.A. & MALICKY H., 1999**. Une nouvelle espèce de *Hydropsyche du groupe pellucidula* (Trichoptera, Hydropsychidea). Braueria,26 : 25-26 pp.

48. **GRECO J., 1966**. L'érosion, la défense et la restauration des sols, le reboisement en Algérie.
49. **GIUDICELLI J., DAKKI M. &DIAA. 1985**. Caractéristiques abiotiques et hydrobiologiques des eaux courantes méditerranéennes.Verhandlungen des InternationalenVerein Limnologie,22: 2094-2101.
50. **GONZALEZ M.A. & MALICKY H., 1999.** Une nouvelle espèce de Hydropsyche du groupe pellucidula (Trichoptera, Hydropsychidae). Braueira, 26, 25-26.
51. **HAJJI K., EL ALAMI M., BONADA N. & ZAMORA-MUNOZ C., 2013.** Contribution à la connaissance des trichoptères (trichoptera) du Rif (Nord du Maroc). Boletin de la Asociacion Espanola de Entomologia, 37 (3-4) : 181-216 pp.
52. **ILLIES J. & BOTOSANEAU L., 1963**. Problèmes et méthodes de classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérés surtout du point de vue faunistique. Mitt.Ent. Ver. Limnol., 12 :1- 57.
53. **KHETTAR S. HOUCHINE- BOUZIDI N., KHERBOUCHE- ABROUS O., RADI N., EL ALAMI M. & BELADJAL L., 2022**. Taxonomy and distribution of Trichoptera in EL harrach Wadi (North central Algeria) with the first record of Hydropsychidae *incognita* in North Africa. Zootaxa, 5120 (4), 482-500. Https:// doi.org/10.11646/ zootaxa.5120.4.2.
54. **KRAIEM M.M. 1986**. Contribution à l'étude hydrobiologique de trois cours d'eau du Nord-Ouest de la Tunisie. Présentation physico-chimique et aperçu faunistique. Bulletin Mensuel de la société Linnéenne de Lyon, 55 : 96-104 pp.
55. **KUMANSKI K., 2006**.Trichoptera from Tunisia collected by S. Beshkovet B. Schacht, 15.21.IV.2006. Brauria, 33 : 17-19 pp.
56. **LEGENDRE L. & LEGENDRE P., 1979**. Ecologie numérique. Le traitement multiple des données écologiques. 2ème Edition Masson, Paris : 206 P.
57. **LESTAGE J.A. 1925**. Ephéméroptères, plécoptères et Trichoptères recueilles en Algérie par M.H.Gauthier et liste des espèces connues actuellement de l'Afrique du Nord. Bulletin de la société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord, 16 : 8-18.
58. **LEVEQUE C., 1996**. Les écosystèmes aquatiques. Ed. Hachette, Paris. 159.
59. **LOUNACI A., 1987**. Recherches hydrobiologiques sur les peuplements d'invertébrés benthiques du bassin de l'Oued Aissi (Grande Kabylie). Thèse Magister, Université d'Alger, 133p.
60. **LOUNACI A., 2005**. Recherche sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macro invertébrés des cours d'eaux de la Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie). Thèse Doctorat d'Etat en biologie. U.M.M.T.O : 209 P.
61. **LOUNACI A., BROSSE S., AIT MOULOUD S., LOUNACI-DAOUDI D., MEBARKI N. & THOMAS S A.G.B., 2000.** Current Knowledge of benthic invertebrate diversity in an Algerian stream: a species checklist of the Sebaou river basin (Tizi-Ouzou). Bulletin de la société d'histoire naturelle de Toulouse, 136 :43-55.
62. **MALICKY H., & LOUNACI A., 1987**. Beitrage zur Taxonomie and Faunistick der kocherfliegen von Tunesien, Algerien und Marokko (trichoptera). Opuscula zoologica Fluminensia, 14: 1-20.

63. **MALICKY H., 2004**. Atlas of European Trichoptera, 2nd Edition. Springer, Dordrecht, 387 pp.
64. **MALIKY H., 1983**. Chronological patherns and biome types of Eurppean Trichoptera and of the freshwater insect, Arch, Hydrobiol, 96, 2, 223-244 pp.
65. **MARLIER G., 1981.** Trichoptères in Flore et Faune Aquatiques de l'Afrique sahelo-soudanienne. Editions ORSTOM45(2) : 521-552.
66. **MARTIN L., MARTÍNEZ-MENÉNDEZ J. & GONZÁLEZ M.A. 2014.** Observaciones sobre los tricópteros (insecta: Trichoptera) de las motañas orientales de Galicia (Sierras de Ancares, CourelInvernadeiro). Boletín de la Asociaciónespañola de Entomología, 38 (1-2) : 67-90.
67. **MERROUKI M., OUNNAR s., 2020**.contribution à l'étude faunistique et écologique des Trichoptères des cours d'eau d'assif El-Khemis et de l'oued Boubhir (s.s.). Mémoir de Master 2 : Ecologie Animal : UMMTO : 76p.
68. **MESSAOUDENE M., LARIBI M. & DERRIDJI A., 2007.** Etude de la diversité floristique de la forêt de l'Akfadou (Algérie). Bois et foret des tropiques, 291(1),75-81pp.
69. **MORTON K.J. 1896a**. Hydroptilidae collected in Algeria by A.E. Eaton Entomologist's Monthly Magazine, 32 :102-104.
70. **MORTON, K.J. 1896b**. Two new Hydroptilidae from Scotland and Algeria respectively. Entomologist's Monthly Magazine, 34 : 107.
71. **NAVAS L., 1928**. Insectes névroptères et voisins de Barbaries. Bulletin de la société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord, 19 : 189-190 pp.
72. **NAVAS L., 1930**. Insectos del Museo de Paris. Broteria. Serie Zoologica, 26, 120-144.
73. **OUAHSINE H., 1993**. Les biocénoses d'invertébrés benthiques dans un torrent du haut Atlas (Maroc) : Le Tiferguine. Structure et répartition du peuplement Régime alimentaire, Dynamique des populations et production des éspeces dominantes. Université Cadi Ayyad. Faculté des sciences. Marrakech, 234pp.
74. **PHILIPPART J.C., 2000.** Biodiversité et caractéristiques physiques des cours d'eau. Université de liège, département des sciences et gestion de l'environnement, unité de biologie du comportement, laboratoire de démographie des poissons et d'hydro écologie10 Chemin de la justice, B4500Tihange, Belgique :13 p.
75. **PIELOU E.C., 1966**. Shannon's formula as measure of specific diversity: its use and measure. American Naturalist, 100 p.
76. **PLAFKIN J.L., BARBOUR M.T., PORTER K.D., GROSS S.K. & HUGHES R.M., 1989**. Raid Boissessement protocols for use in streams and river benthic macroinvertebrate and fish. U.S. Environment protection Agency 440/4-89-001. Office of Water Regulation and Standards, Wachington DC, USA, 160p.
77. **RAMADE F., 1984**. Elément d'écologie, écologie fondamentale, ED. MC GRAW HILL, Paris.
78. **RAMADE F., 2003**. Element d'écologie : ecologie fondamentale. 3ème édition. Dunod. Paris, 690 p.
79. **RAMYOUD D., 1976**. Evaluation sédimentaire et tectonique du Nord-Ouest de la Grande Kabylie au cours du cycle alpin. Thèse de Doctorat ès Sciences, Paris, 154 pp.

80. **RODIER J., 1996**. L'analyse de l'eau : eaux naturelles résiduaires, eau de mer 8ème édition.
81. **ROUIBAH N. & BEN ACHOUR F., 2020.** Les plécoptères de l'amont de oued El Eurg, El Kala(wilaya d'El Taref): distribution, écologie et biogéographie. Mémoire de master parisitologie. Université de Biskra, 66 p.
82. **RUÍZ-GARCÍA A., SÁINZ-BARIÁIN M. & ZAMORA-MUÑOZ C. 2016**. Contribution al conocimiento de los Tricópteros (Insecta : Trichoptera) de andalucía. Graellsia, 72 (2) : 1-24.
83. **SANOGO S. & KABRE T.J.A., 2014**. Dynamique de structuration spatio-temporelle des populations de familles de macroinvertébrés dans un continuum lac de barrage-effluent fleuve issu de périmètre irrigué. Bassin de la Volta (Burkina Faso). Journal of Applied Biosciences, 78 : 6630-6645.
84. **SANAGO S., KABRE T.J.A. & CECCHI P., 2014**. Inventaire et distribution spatiotemporelle des macroinvertébrésbioindicateurs de trois plans d'eau du bassin de la Volta au Burkina Faso. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 8 (3), 1005-1029.
85. **SCOTTK.M. F., 1985**. Order Trichoptera (caddis flies) in Insects of Southern Africa. Editeurs Clarke H Schoultz and Erik Holm. ButterWorths Durban.327-340.
86. **SEKHI S., 2022**. Recherche sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des trichoptères des cours d'eau de Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie). Thèse de Doctorat U.M.M.T.O.
87. **SEKHI S., HAOUCHINE S., LOUNACI-DAOUDI D., EL ALAMI M. & LOUNACI A., 2016.** Contribution à la connaissance des trichoptères de Grande-Kabylie (Algérie). Ephemera, 17(1) : 51-69.
88. **SELTZER P., 1946**. Le climat de l'Algérie. Trav. Inst. Meteor. Phys du Globe, Univ. Alger. Fascicule hors-série : 219 p.
89. **SEURAT L. G. 1930**. Exploration zoologique de l'Algérie de 1830 à 1930. Collection du centenaire de l'Algérie. Masson, Paris. 708 pp.
90. **SHANNON C.E.& WEAVER W., 1948**. A mathematical theory of communication. Bull. Syst Techn J, 27, 379-423, 623-656.
91. **TACHET H., BOURNAUD M., RICHOUX PH. & USSEGLIO-POLATERA P., 2000.** Invertébrées d'eau douce (systématique, biologie, écologie). Edition CNRS.France. 588 p.
92. **TACHET H., RICHOUX P., BOURNAUD M., & USSEGLTO -POLATERA PH., 2010.** Invertébrés d'eau douce- systématique, biologie et écologie. Vol 1. C.N.R.S. Editions, Paris, 607 pp.
93. **TAYOUB H., 1989**. Etude biologique d'un réseau hydrographique rifain, l'oued Laou : Typologie et Ecologie des Trichoptères. Thèse Doctorat 3éme cycle, Faculté des sciences de Rabat, 137p.
94. **THIEBAULT J., 1952**. Socle métamorphique en Grande Kabylie : monographie régionale. XIXème congrès international, 1ère série (4) : 43 pp.
95. **THINTHOIN R. ; 1948**. Les aspects physiques du tell Oranais Essai de morphologie de pays semi-aride -ouvrage publié avec les concours du C.N.R.S.E de l'Europe, 639 p.

96. **TOBIAS D & TOBIAS W., 2008.** Caddisflies of the West Palearctic and Afrotropical regions of Africa - working documents.
97. **USSEGLIO-POLATERA P. THOMAS S. BEISEL J.N. & MORETEAU J.C.1999.** Illustration de la valeur indicatrice des caractéristiques biologiques des macroinvertébrés d'une communauté benthique à différentes échelles d'observation. AnnsLimnol.**35** (1) : 71-80.
98. **VAILLANT F. 1954**. Three new species of Trichoptera from Algeria. Annals and Magazine of naturalHistory, 12(7) : 138-142.
99. **VAILLANT, F. 1955.** Recherches sur la faune madicole de France, de Corse et d'Afrique du Nord. Mémoires Musèum Histoire Naturelle, Paris (Zool.).
100. **VERNEAUX J. 1973**. Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs – essai de biotypologie. Thèse d'Etat, Université de Besancon. 257 pp.
101. **VERNEAUX J., FAESSEL B., 1976.** Larves du genre *Hydropsyche* (Trichoptère : Hydropsychidae) Taxonomie : Données biologiques et écologiques. *Annales de Limnologie*, 12, 7-16.
102. **VIEIRA-LANIERO, R., 2000**. Las larvas de los Tricopteros de Galicia (Insecta: Trichoptera). Ph.D. Thesis, University of santiago de Compostela.
103. **WEAVER J.S.III &MORSE J.C. 1986**. Evolution of feeding and Case-making behavior in TrichopteraJ. N. Am. Benthol. Soc., 5: 150-158.
104. **WIGGINS G.B. 1998**. Larvae of the Northe American Caddisfly Genera (Trichoptera). University of Toronto Press. Toronto. 2nd. Edition. 457 pp.
105. **WIGGINS G.B.& WICHARD W. 1989**. Phylogeny of pupation in Trichoptera, with proposals on the origin and higher classification of the order. Journal of the North American Benthological Society, 8: 260-276.
106. **YAKOUB B., 1996**. Le problème de l'eau en Grande-Kabylie : le bassin versant du Sébaou et la Wilaya de Tizi-Ouzou. Univ. Tizi-Ouzou : 210 p.
107. **ZAMORA-MUNOZ C., ALBA-TERCEDOR J. & GARCIA DE JALON D., 1995**. The larvae of the genus *Hydropsyche* (Hydropsychidae; Trichoptera) and key for the identification of species of the Iberian Peninsula. Bull.Soc.Entomol. Suisse, 68 : 189-210.

Sites Web

https://pmnvs.canalblog.com/pages/les-trichopteres/26447040.html

Résumé

La présente étude a été menée dans le but de dresser un inventaire faunistique des espèces des Hydropsychidae présentes dans le réseau hydrographique de l'Assif Ouadhias, et d'évaluer les relations entre leur distribution spatiale en fonction des paramètres environnementaux.

7 stations lotiques s'échelonnent entre 200 et 1100 m ont été prospectées. Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'un filet Surber pour les larves et un filet fauchoir pour les adultes.

Au total, 1083 individus d'Hydropsychidae ont été recensés, répartis en 3 genres et 10 espèces. Le genre *Hydropsyche* est le plus diversifié et plus abondant.

La richesse spécifique atteint son maximum (9 taxons) dans la station O6 (alt 290 m) suivis de O5 avec 6 espèces. Ces espèces sont thermophiles et pollua-résistantes. Inversement, dans O3 et O4, elle est plus faible (3 taxons). Cette réduction due aux conditions rigoureuses de milieu.

La distribution longitudinale des espèces met en évidence 3 groupes : allant des espèces à large valence écologique, des espèces alticoles pouvant descendre jusqu'aux basses altitudes (à 200 m) et des espèces localisées à des biotopes bien spécialisés (*H.punica* **,** *H.ibermarrocana* , *H. gpe pellucidula* dans le secteur aval et *Diplectrona* sp en amont).

L'indice de H' et d'E montre que les valeurs enregistrées varient entre 0,97 et 1,94 et entre 0,38 et 0,74.

Sur le plan biogéographique, les Hydropsychidae recensés sont essentiellement d'origine paléarctique à caractère méditerranéenne.

Mots clés : Hydropsychidae, Assif Ouadhias, paramètres environnementaux, distribution spatiale.

Abstract

The present study was conducted to establish a faunistic inventory of Hydropsychidae species present in the Assif Ouadhias River network and to evaluate the relationships between their spatial distribution and environmental parameters.

Seven lotic stations, ranging from 200 to 1100 m were surveyed. Sampling was carried out using a Surber net for larvae and a sweep net for adults.

A total of 1083 Hydropsychidae individuals were recorded, belonging to 3 genera and 10 species. The genus *Hydropsyche* was the most diverse and abundant.

Species richness reached its maximum (9 taxa) at station O6 (290 m alt), followed by station O5 with 6 species. These species are thermophilic and pollution-resistant. Conversely, at stations O3 and O4, richness was lower (only 3 taxa), a reduction attributed to the harsher environmental conditions.

The longitudinal distribution of species highlights 3 groups: species with board ecological tolerance, hight altitude species capable of descending to lower elevations (200m) and species restricted to highly specialized habitats (*H.punica*, *H.ibermarrocana* , *H. gpe pellucidula* in the dowensteam sector, and *Diplectrona* sp upstream).

The H' and E indices show that the recorded values range from 0,98 to 1,94 and from 0,38 to 0,74.

From a biogeographical perspective, the recorded Hydropsychidae are mainly of palearctic origin with a Mediterranean character.

Keywords: Hydropsychidae, Assif Ouadhias, environmental parameter, spatial distribution.