

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



Département : Ecologie et environnement

## *Mémoire de fin d'étude*

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Ecologie et Environnement

Spécialité : Ecologie Animale

## *Thème*

**Contribution à l'étude faunistique et écologique des  
Éphéméroptères, Plécoptères, Trichoptères (E.P.T) de  
quelques cours d'eau du sous bassin versant de l'Oued  
Boubhir (Tizi-Ouzou).**

*Réalisé par :*

M<sup>lle</sup> BELKESSA Ghania

M<sup>lle</sup> BOUTRAA Thilelli

*Soutenu le 24/09/2025 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***

Nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude à toutes les personnes qui, par leur soutien, leurs conseils avisés ou leur expertise, ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.

Nous adressons également nos remerciements les plus sincères à **Monsieur LOUNACI A.**, professeur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour nous avoir chaleureusement accueillis au sein du laboratoire d'hydrobiologie et mis à disposition les moyens nécessaires à la réalisation de notre étude.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à Madame **SEKHI S.**, Maître de Conférences classe B à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour avoir accepté de nous encadrer tout au long de ce projet. Son accompagnement bienveillant, la richesse de ses enseignements ainsi que la pertinence de ses conseils nous ont été d'une aide précieuse à chaque étape de ce travail. Sa disponibilité, son écoute et son enthousiasme ont grandement contribué à la réussite de notre étude.

J'adresse mes sincères remerciements à :

**Mr MEZANI S.**, maître de conférences classe A à l'Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou d'avoir accepté de présider le jury.

**Mme HAOUCHINE S.**, maître-assistant classe A à l'Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou d'avoir consacré son temps afin d'examiner ce modeste travail.

**Mme KECHEMIR H.**, doctorante à l'Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou pour l'aide précieuse qu'elle nous a apportée au laboratoire, ainsi que pour ses conseils et ses encouragements tout au long de notre travail.

**Mr BAIKECHE L.**, docteur à l'Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou pour sa disponibilité, son assistance précieuse et le temps qu'il nous a consacré au cours de ce travail.

**Melle TAHANOUT M.**, doctorante à L'UMMTO, pour l'aide précieuse qu'elle nous a apportée au laboratoire, ainsi que pour ses conseils et ses encouragements tout au long de notre travail.

**Melle BOUGRIDA W.**, doctorante à L'UMMTO, pour l'aide précieuse qu'elle nous a apportée au laboratoire, ainsi que pour ses conseils et ses encouragements tout au long de notre travail.

# *Dédicaces*

*A l'aide de Dieu, le tout –puissant*

*J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail :*

*A ma très chère mère Rosa, qui me donne toujours l'espoir de vivre et qui n'a jamais cessé de prier pour moi.*

*A mon très cher père Mohamed Arezki, pour ses encouragements, son soutien, surtout pour son amour et son sacrifice afin que rien n'entrave le déroulement de mes études.*

*A mon cher oncle Dammoh, pour le gout à l'effort qu'il a suscité en moi, ses conseils, son grand amour.*

*A mes très chères sœurs : Katia, Yasmine, Warda et Sarah.*

*A mes cousines : Malika et Fatiha avec leur mère Wiza.*

*A mes cousins : Samir, Rachid, Kamel et Ali avec sa femme Djamila*

*Et Leurs petites Hadjar et Eline*

*A ma chère grand-mère Waaza que Dieu la protège.*

*A mes tantes paternelles : Roza et Thasadit.*

*A mes tantes maternelles : Wiza et Malika.*

*A la famille : Hadj Ramdane chacun avec son propre nom.*

*A mes copines : Lydia et Yasmine*

*A mon cher binôme Thilelli.*

*Ghanía*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail aux personnes les plus chères au monde :*

*Mes parents qui m'ont toujours aidé et encouragé dans mon parcours universitaire, sans oublier leurs sacrifices et amour.*

*À tous mes chers frères et mes sœurs.*

*A toute personne qui était derrière ma réussite et ma soutenait par tous les moyens.*

*Thilelli.*

# SOMMAIRE

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des photographies	
Liste des abréviations	

Introduction.....	01
-------------------	----

## Chapitre I : Sites d'étude

1. Situation géographique de la région d'étude.....	03
2. Cadre géologique de la région d'étude.....	04
3. Climatologie.....	05
3.1. Précipitations.....	05
3.2. Température de l'aire.....	07
4. Description du réseau hydrographique et stations d'étude.....	08
4.1 Assif Illilthen.....	11
4.2 Assif Tirourda.....	11
4.3 Assif Iferhounène.....	12
4.4 Assif Hallil.....	12
4.5 Oued Boubhir.....	13
5. Caractéristiques physiques des stations étudiées.....	14
5.1 La pente.....	14
5.2 La température de l'eau.....	14
5.3 L'écoulement et la vitesse du courant.....	14
5.4 Le substrat.....	15
5.5 Pressions anthropiques.....	15
5.5.1 Pollution d'origine urbaine.....	16
5.5.2 Pollution d'origine agricole.....	16
5.5.3 Pollution par les margines.....	16
6. Couvert végétal.....	17

## Chapitre II : Matériels et méthodes

1. Techniques de prélèvement de la faune benthique.....	18
1.1. Faciès lotiques.....	18
1.2. Faciès lenticles.....	18
2. Conservation des échantillons.....	19
3. Traitement des échantillons en laboratoire.....	19
3.1 Lavage.....	19
3.2 Tri et détermination.....	20

<b>4. Méthodes d'analyse de la faune benthique</b> .....	21
4.1 Indices écologiques de composition et de structure des peuplements .....	21
4.2 Richesse taxonomique (générique) .....	21
4.3 Abondance relative des espèces (dominance) .....	21
4.4 Occurrence relative des genres .....	22
4.5 Indice de diversité de Shannon (1949) .....	22
4.6 Indice d'équitabilité de Pielou .....	23

### **Chapitre III : Résultats et discussion**

<b>1. Paramètres mésologiques</b> .....	<b>24</b>
1.1 La pente .....	24
1.2 La température de l'eau.....	24
1.3 L'écoulement et la vitesse du courant.....	25
1.4 Le substrat.....	26
<b>2. Résultats faunistique</b> .....	<b>27</b>
2.1 Analyse globale du peuplement en EPT.....	27
2.2 Abondance stationnelle .....	29
2.3 Richesse générique .....	29
2.4 Abondance relative .....	30
2.5 Occurrence relative .....	31
2.6 Limites altitudinales .....	32
<b>3. Analyses qualitative et quantitative des EPT</b> .....	<b>34</b>
3.1. Éphéméroptères.....	34
3.3 Plécoptères.....	37
3.4 Trichoptères .....	40
<b>4. Indices de diversité de Shannon et Equitabilité</b> .....	<b>42</b>

#### **Références bibliographiques**

#### **Annexes**

#### **Résumé**

## Liste de tableaux

<b>Tableau 1 :</b> paysage caractéristiques mésologiques des stations d'étude.....	10
<b>Tableau 2 :</b> Altitudes et pentes des stations étudiées.....	24
<b>Tableau 3 :</b> Températures ponctuelles de l'eau enregistrées aux stations d'étude.....	24
<b>Tableau 4 :</b> Altitude, largeur du lit et vitesse du courant mesurée aux stations d'étude.....	25
<b>Tableau 5 :</b> Nature du substrat dans les stations étudiées.....	26
<b>Tableau 6 :</b> Répartition des EPT dans les stations étudiées.....	28
<b>Tableau 7 :</b> Limite altitudinales des genre EPT recensés.....	32

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Situation géographique de la région d'étude (Lounaci, 2005).....	3
<b>Figure 2</b> : Schéma géologique de la Kabylie (Dagorne & Mahrour, 1984).....	5
<b>Figure 3</b> : Moyennes mensuelles des précipitations (en mm) enregistrées dans les trois localités de la région étudiée sur la période 1994-2014 (source : O.N.M de Tizi Ouzou).....	6
<b>Figure 4</b> : Températures moyennes mensuelles de l'air (maximales, minimales et moyennes) en °C à Tizi-Ouzou, période 2012-2020 (Source O.N.M).....	8
<b>Figure 5</b> : Réseau hydrographique étudié et emplacement des stations.....	9
<b>Figure 6</b> : Températures ponctuelles de l'eau enregistrées dans les stations d'étude.....	25
<b>Figure 7</b> : Représentation du nombre de familles et de genres des EPT récoltés.....	27
<b>Figure 8</b> : Abondance de la faune globale dans les stations d'étude.....	29
<b>Figure 9</b> : Richesse générique des EPT dans les stations d'étude.....	30
<b>Figure 10</b> : Abondance relative des taxons récoltés dans les stations d'étude .....	31
<b>Figure 11</b> : Occurrence relative des taxons récoltés dans stations d'étude.....	32
<b>Figure 12</b> : Richesse générique et abondance des EPT récoltés par tranches altitudinales....	34
<b>Figure 13</b> : Abondance relative des Ephéméroptères (familles) récoltés.....	35
<b>Figure 14</b> : Evolution de l'abondance stationnelle des Ephéméroptères récoltés.....	35
<b>Figure 15</b> : Répartition altitudinale des d'Ephéméroptères.....	37
<b>Figure 16</b> : Abondance relative des Plécoptères (familles) récoltés.....	38
<b>Figure 17</b> : Evolution de l'abondance stationnelle des Plécoptères récoltés.....	39
<b>Figure 18</b> : Répartition altitudinale des Plécoptères .....	40
<b>Figure 19</b> : Abondance relative des Trichoptères (familles) récoltés.....	40
<b>Figure 20</b> : Evolution de l'abondance stationnelle des Trichoptères récoltés.....	41
<b>Figure 21</b> : Répartition altitudinale des genres de Trichoptères .....	42
<b>Figure 22</b> : Evolution des indices de SHANNON (H') et d'équitabilité(E) dans les stations étudiées.....	43



## Liste des photographies

<b>Photo 1</b> : Présentation photographique des stations AI et TGH.....	11
<b>Photo 2</b> : Représentation photographique des stations TR et ZB.....	12
<b>Photo 3</b> : Représentation photographique de la station IF.....	12
<b>Photo 4</b> : Représentation photographique de la station KH.....	13
<b>Photo 5</b> : Représentation photographique de la station BH.....	13
<b>Photo 6</b> : Filet Surber .....	19
<b>Photo 7</b> : Filet Troubleau.....	19
<b>Photo 8</b> : Matériels utilisé pour le Lavage.....	19
<b>Photo 9</b> : Matériels utilisé pour la détermination des individus.....	20

## **Liste des abréviations :**

**EPT** : Epheméroptère, Plécoptère et Trichoptère

**°C** : degré Celsius

**mm** : Millimètre

**AI** : Station Assif Illilthen

**TGH** : Station Taghzout

**TR** : Station Assif Tirourda

**ZB** : Station Zoubga

**IF** : Assif Iferhounène

**KH** : Station Karrouche

**R, G** : Richesse générique

**Ab** : Abondance

**Occ** : Occurrence

**Occ R** : Occurrence relative

# *Introduction*

L'eau est une ressource essentielle à la vie, au bon fonctionnement des écosystèmes et au développement des sociétés humaines. Elle joue un rôle central dans la régulation des équilibres climatiques et écologiques.

L'eau douce fait face à des menaces croissantes dues aux activités humaines telles que l'agriculture intensive, les rejets industriels et l'urbanisation rapide, entraînant une pollution accrue des milieux aquatiques.

Les cours d'eau abritent une biodiversité remarquable et remplissent des fonctions écologiques essentielles, telles que la régulation des nutriments, la filtration naturelle de l'eau et le maintien des cycles biogéochimiques (**Dudgeon et al., 2006**). Malgré leur importance, ils figurent parmi les milieux les plus menacés à l'échelle mondiale.

L'intensification des pressions anthropiques comme les prélèvements excessifs, la pollution diffuse issue de l'agriculture, ou encore l'altération physique des lits fluviaux entraîne une dégradation accélérée de leur intégrité écologique (**Vorosmarty et al., 2010**).

Les changements globaux se traduisent, au sein des écosystèmes lotiques, par une modification des caractéristiques physicochimiques et hydrologiques des cours d'eau, souvent conséquence de l'intensification des activités humaines. Ces perturbations ont un impact direct sur les macroinvertébrés benthiques, considérés comme de bons indicateurs de la santé des écosystèmes aquatiques (**USEPA, 2002**). Grâce à leur sensibilité aux variations environnementales, ils sont les plus utilisés pour l'évaluation et le suivi de la qualité écologique des milieux aquatiques (**Hellawell, 1986 ; Barbour et al., 1999 ; WFD, 2003**).

Les macroinvertébrés benthiques, et en particulier trois ordres d'insectes aquatiques les Éphéméroptères, les Plécoptères et les Trichoptères, sont largement utilisés dans le monde entier comme bioindicateurs de la qualité écologique des cours d'eau. Ces groupes présentent des caractéristiques biologiques et écologiques qui les rendent particulièrement sensibles aux changements de la qualité de l'eau et aux altérations de l'habitat : faible capacité de dispersion, développement larvaire prolongé dans l'eau, exigences élevées en oxygène dissous, tolérance faible à la pollution organique ou chimique, etc. (**Resh & Rosenberg, 1993 ; Merritt & Cummins, 1996**).

Plusieurs travaux de recherche menés dans les régions du Nord du pays (Kabylie, Tell, Aurès, etc.) ont permis d'établir les premières listes faunistiques des macroinvertébrés aquatiques et de tester différents indices biotiques dans des contextes biogéographiques et climatiques spécifiques à l'Afrique du Nord. Ces études ont montré que les EPT, souvent dominants dans les cours d'eau de montagne, sont d'excellents indicateurs de la qualité des eaux peu anthropisées. En revanche, leur absence ou leur raréfaction signale une altération écologique préoccupante (**Karaouza et al., 2011 ; Djemai et al., 2019 ; Lamine (2021), Boudjema & Boudali, 2022**).

Le présent mémoire s'inscrit dans le cadre d'une étude hydro biologique menée au sein du sous-bassin versant de l'Oued Boubhir, situé dans la région de la Kabylie du Djurdjura. Il a pour objectif d'enrichir les connaissances existantes sur la diversité, la distribution et les préférences écologiques des trois ordres majeurs d'insectes lotiques Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères.

Les résultats obtenus permettront de compléter les données existantes, en particulier pour les zones d'altitude, et d'identifier les particularités écologiques propres aux cours d'eau de cette région, soumise à des conditions climatiques contrastées et à diverses pressions anthropiques.

L'ensemble de ce travail est reparti en 3 chapitres :

- Le premier chapitre résume les principales caractéristiques générales de la région d'étude : géographie, géologie, climatologie, végétation et impact anthropique ainsi que la description du milieu et des stations d'étude ;
  
- Le deuxième est consacré à la présentation des matériels et méthodes utilisés pour la réalisation de cette étude.

Le dernier chapitre est consacré à l'étude de ces trois ordre d'insecte (EPT) inventoriés du point de vue faunistique et écologique.

*Chapitre I*  
*Sites d'étude.*



## 2. Cadre géologique de la région d'étude

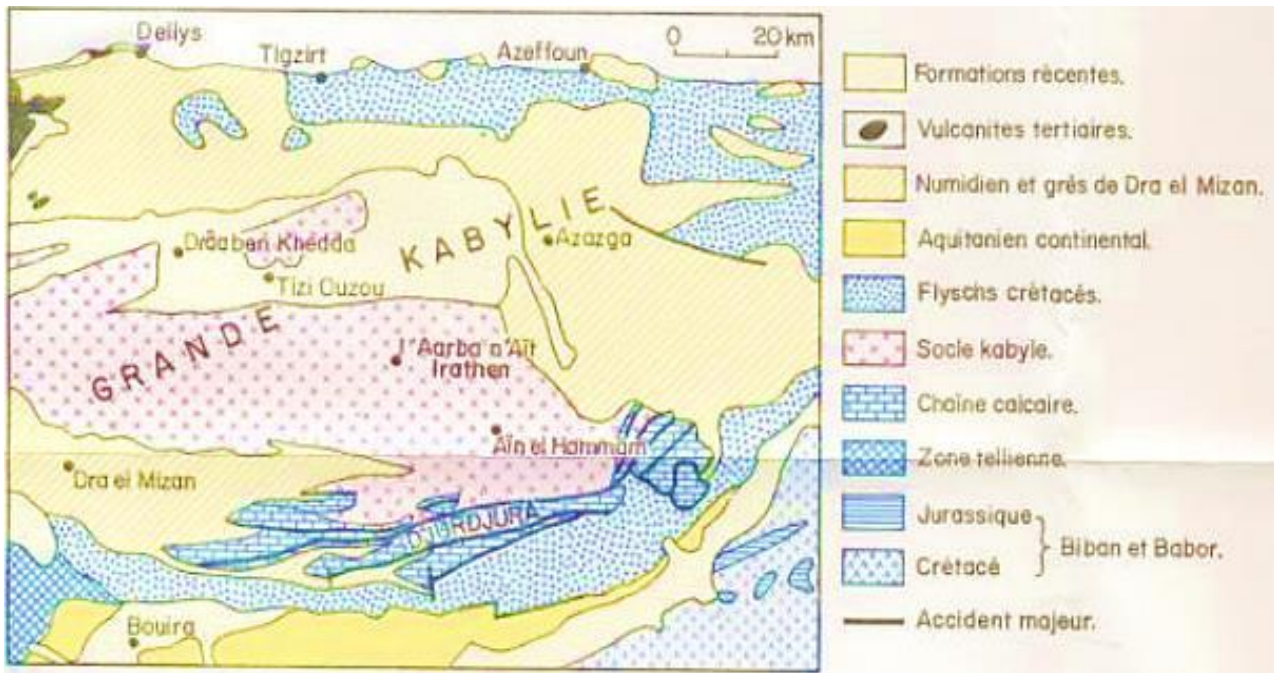
La Kabylie du Djurdjura a fait l'objet de différentes études géologique : stratigraphie, tectonique, orogénèse. Les unités morpho structurelles rencontrées en Kabylie se résument (**figure 2**).

**\*La dorsale du Djurdjura** : constituée de terrains calcaires datant du Lias et de l'Éocène, ce qui favorise la karstification et le développement de systèmes aquifères souterrains importants. Cette chaîne montagneuse récente joue un rôle fondamental dans la régulation hydrique de la région, en servant de zone de recharge pour les nappes phréatiques (**Malek et al., 2015**).

**\*Le socle kabyle** : composé de formations cristallophylliennes d'origine métamorphique et magmatique telles que les phyllades, schistes, gneiss et marbres, se rencontre aussi bien au Nord, dans les massifs de Grande et Petite Kabylie, qu'au Sud, au niveau du substratum de la dorsale. Ce socle, en raison de sa nature peu perméable, favorise principalement les écoulements superficiels qui alimentent les principaux affluents de l'Oued Sébaou (**Bouillin et al., 1976 ; Bellout, 2014**).

**\*Les formations du Miocène** : Essentiellement constituées de marnes et d'argiles, sont présentes au contact du socle kabyle ainsi qu'à la limite des dépôts quaternaires. Leur imperméabilité renforce l'écoulement de surface et oriente les eaux vers les principaux oueds de la région (**Bellout, 2014**).

**\*Les dépôts quaternaires** : Sont constitués d'un matériel hétérogène : grossier en amont (galets, graviers, sables) et plus fin en aval (sables fins, vases, limons). Ces formations permettent l'accumulation d'eaux souterraines peu profondes, constituant ainsi des nappes alluviales localisées, particulièrement importantes pour l'agriculture et l'approvisionnement en eau des populations locales (**Chikhi, 2016**).



**Figure 2 :** Schéma géologique de la Kabylie (Dagorne & Mahrour, 1984).

### 3. Climatologie

Le climat regroupe l'ensemble des conditions météorologiques qui caractérisent une région sur une longue période. Il constitue un facteur écologique majeur influençant directement la dynamique des écosystèmes. En particulier, dans les zones méditerranéennes, le climat exerce une influence déterminante sur le comportement, la distribution et l'adaptation des espèces.

La région de la Kabylie, et plus particulièrement le massif du Djurdjura, bénéficie d'un climat méditerranéen montagnard, caractérisé par des hivers humides et froids, souvent marqués par des chutes de neige en altitude, et des étés chauds et secs. Les précipitations y sont irrégulièrement réparties dans le temps et l'espace, avec une nette dominance durant la saison automnale et hivernale. L'altitude, l'exposition et la proximité de la mer Méditerranée influencent fortement la variabilité climatique locale (Meddi & Hubert, 2003).

#### 3.1 Précipitations

L'Algérie, en raison de sa position géographique entre la Méditerranée et le Sahara, présente une grande diversité dans la répartition des précipitations. Cette répartition est fortement influencée par la latitude, le relief et la distance par rapport à la mer. On observe une diminution nette des précipitations du Nord vers le Sud.

La Kabylie, en raison de sa situation en zone montagneuse et proche du littoral méditerranéen, bénéficie d'un régime pluviométrique relativement élevé comparé au reste du territoire algérien. Les précipitations sont essentiellement hivernales, avec une concentration

marquée entre novembre et mars, période pendant laquelle plus de 70 % du total annuel est enregistré.

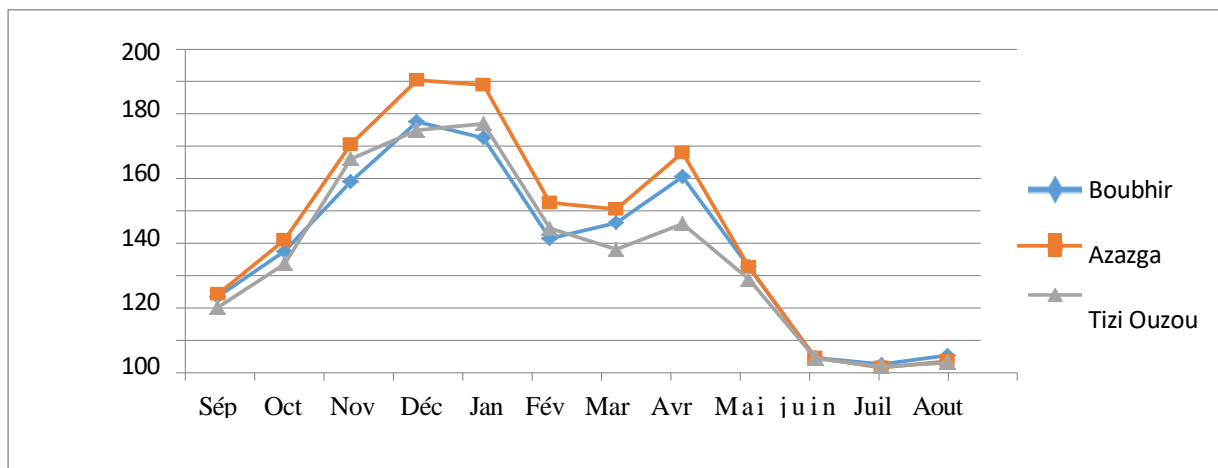
La majorité des précipitations tombent entre les mois d'octobre et avril, avec un pic en décembre ou janvier. L'été est généralement sec, particulièrement dans les régions intérieures et sahariennes. Cette irrégularité et la répartition saisonnière ont un impact direct sur les ressources en eau, l'agriculture et la dynamique écologique des milieux naturels (**Mahé et al., 2001 ; Meddi & Hubert, 2003**).

Afin de caractériser notre région d'étude du point de vue climatique, nous avons été contraints d'utiliser les données pluviométriques des stations de références (Azazga, Boubhir et Tizi-Ouzou) disponibles pour la période 1994-2014 (**Bouaziz & Mahmoudia, 2021**). Les données ont été fournies par l'ANRH de Tizi-Ouzou et sont consignées dans l'**annexe I**.

L'analyse de la **figure 3** met en évidence que la majeure partie des précipitations annuelles (plus de 80 % du total pluviométrique) est enregistrée entre les mois de novembre et avril. Deux pics pluviométriques sont particulièrement notables au cours de cette période :

- Le premier, le plus marqué, se situe en décembre et janvier, avec des hauteurs de précipitations respectives de 181 mm et 178 mm.
- Le second, moins prononcé, apparaît au mois d'avril avec un cumul de 136 mm.

À partir du mois de mai, les précipitations diminuent progressivement pour atteindre un minimum en juillet (3,1 mm) et en août (6 mm), avant de connaître une reprise dès le mois de septembre.



**Figure 3** : Moyennes mensuelles des précipitations (en mm) enregistrées dans les trois localités de la région étudiée sur la période 1994-2014 (source : O.N.M de Tizi Ouzou)

### 3.2 Température de l'air

La température constitue un facteur écologique fondamental, influençant directement les processus métaboliques des organismes vivants. Elle joue ainsi un rôle déterminant dans la répartition spatiale des espèces et des communautés biologiques à l'échelle de la biosphère (**Ramade, 2003**).

Selon **Faurie et al. (1980)** et **Dajoz (1985)**, elle est également à l'origine de la délimitation des grandes zones climatiques mondiales. Ce facteur thermique conditionne la vitesse des réactions physiologiques, la croissance, l'abondance ainsi que la distribution des êtres vivants dans leur environnement.

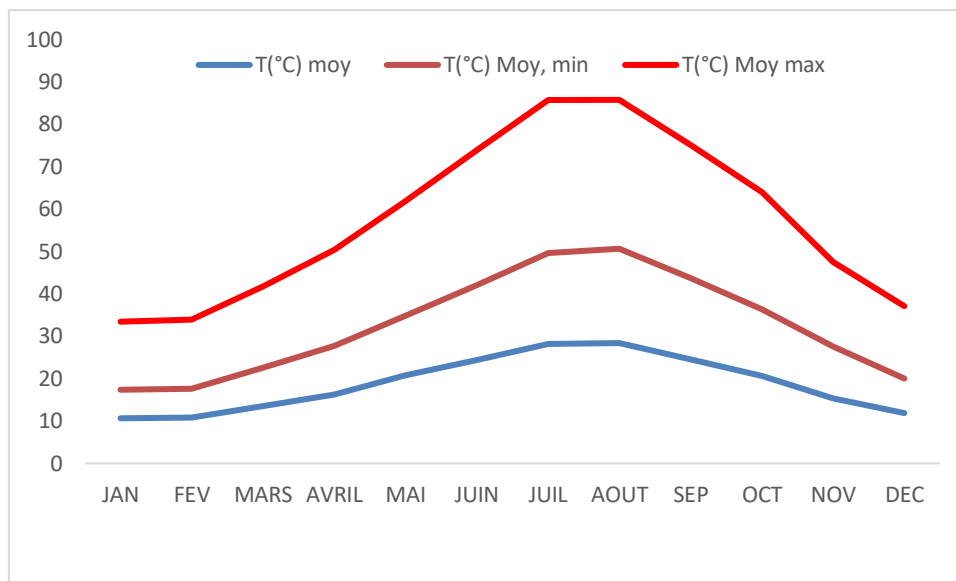
La variation saisonnière des températures dans la région étudiée est fortement modulée par le relief montagneux du Djurdjura, qui agit comme un régulateur thermique naturel. Cette variabilité a un effet direct sur les cycles biologiques, notamment la reproduction et le développement des espèces animales. Elle influence également les processus d'évapotranspiration et la disponibilité en eau, des paramètres essentiels à la gestion durable des ressources naturelles (**Mahé et al., 2001 ; Bessaoud, 2008**).

Dans le cadre de cette étude, seules les données climatiques fournies par l'Office National de la Météorologie (ONM) de la station de Tizi-Ouzou, couvrant la période de 2012 à 2020, ont pu être exploitées.

L'**annexe II** présente les valeurs mensuelles moyennes, minimales et maximales des températures de l'air enregistrées à Tizi-Ouzou pour la période 2012-2020 (**Mokrani & Mokraoui, 2021**), (Source : Office National de la Météorologie de Tizi-Ouzou)

La région de Tizi-Ouzou présente un contraste thermique marqué entre les températures minimales moyennes du mois le plus froid et les températures maximales moyennes du mois le plus chaud. L'analyse de la **figure 4** révèle que :

- Juillet et août sont les mois les plus chauds de l'année, avec des températures moyennes respectives de 28,24 °C et 28,38 °C, et des températures maximales atteignant 36,08 °C en juillet et 35,11 °C en août.
- Janvier et février constituent les mois les plus froids, avec des températures moyennes de 10,64 °C et 10,84 °C, et des températures minimales enregistrées autour de 6,73 °C.



**Figure 4** : Températures moyennes mensuelles de l'air (moyennes maximales, minimales) en (°C) à Tizi-Ouzou, période 2012-2020 (Source O.N.M).

#### 4. Description du réseau hydrographique et stations d'étude

Le Haut Sébaou prend naissance à l'Est de la chaîne du Djurdjura, entre les cols de Tirourda, Chellata et le massif forestier de l'Akfadou, à des altitudes comprises entre 1600 et 1900 mètres. Plusieurs torrents, tels que l'Assif Sahel, Tagounits, El-Khemis et l'Assif Ousserdoun, y émergent. Ces derniers se rejoignent à Tighzert N'Boubhir pour former l'Assif N'Boubhir, principal affluent de l'Oued Sébaou (**Laribi, 2016**).

Ce réseau hydrographique illustre une configuration typique des bassins versants méditerranéens, où les écoulements sont alimentés principalement par les précipitations hivernales (**Boudrouaya & Bensaad, 2020**).

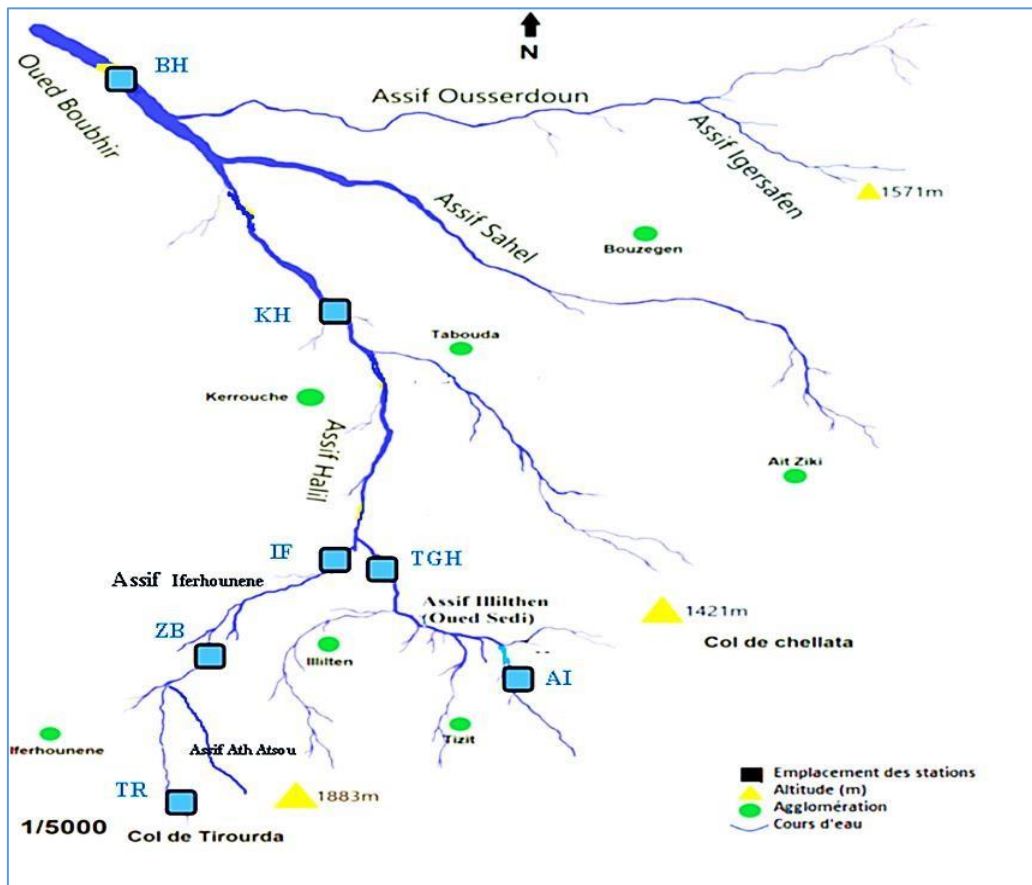
Ce travail porte sur l'étude de plusieurs affluents appartenant au sous-bassin versant de l'Oued Boubhir. Parmi l'ensemble des sites prospectés, sept stations ont été sélectionnées sur la base de critères environnementaux et logistiques précis, notamment l'altitude, la pente, le type de recouvrement végétal, la diversité des biotopes, la position géographique par rapport aux agglomérations (amont ou aval), ainsi que l'accessibilité et la sécurité des lieux.

La campagne d'échantillonnage a été effectuée le 8 juin 2024 complétée par les prélèvements du 10 avril 2025. Les stations sélectionnées sont indiquées par des carrés sur la **figure 5** et se répartissent comme suit :

- Deux stations localisées sur Assif Illilthen : AI et TGH ;
- Deux stations situées sur Assif Tirourda : TR et ZB ;
- Une station sur Assif Iferhounène : IF ;
- Une station sur Assif Hallil : KH ;
- Une station sur l'Oued Boubhir : BH.

Pour chaque station étudiée, nous indiquons (**tableau 1**) :

- ✓ la localité la plus proche
- ✓ l'altitude ;
- ✓ la pente à la station ;
- ✓ la profondeur moyenne de la lame d'eau ;
- ✓ la largeur du lit mineur
- ✓ la vitesse du courant ;
- ✓ la température ponctuelle de l'eau ;
- ✓ la nature du substrat ;
- ✓ la végétation aquatique ;
- ✓ la végétation bordante
- ✓ le recouvrement végétal
- ✓ les influences anthropiques lorsqu'il y en a.



**Figure 5** : Réseau hydrographique étudié et emplacement des stations

Tableau 1 : Caractéristiques mésologiques des stations d'étude.

Stations	TR	ZB	IF	AI	TGH	KH	BH
<b>Altitudes(m)</b>	1120	860	530	820	520	380	200
<b>Localisation</b>	À 1 km en aval du col de Tirourda sur un torrent à grand débit.	A 1 km en aval de la source après confluence Tirourda et Ait Aissou	A 150 m en aval du village Bouidel et 150m avant confluence avec assif Illilthen	A 1,5 km en aval du village Tizit	A 100 m en aval de village Taghzout et a 150 m avant confluence avec assif Iferhounene	A 30 m en amont du pont Kerrouche	A 100 m en amont du pont de Boubhir
<b>Pente (%)</b>	14.8	19	10	15	9	3	1
<b>Profondeur (cm)</b>	20	16	16	20	16	14,5	26
<b>Distance à la source (km)</b>	6	30	15	1	7	12	23
<b>Température (°C)</b>	10	12	14	11	15	18	22
<b>Vitesse du courant</b>	Rapide	Rapide	Moyenne	Rapide	Moyenne	Moyenne	Moyenne
<b>Largeur du lit (m)</b>	1 à 1.5	2	3	2	3	3	6
<b>Recouvrement (%)</b>	86	90	80	100	80	60	0
<b>Végétations bordantes</b>	Strate arborescente et arbustive fournie	Strates arborées, herbacées et arbustives	Strates arborées et, herbacées	Strates arborées, arbustives et herbacées	Strates arborées, herbacées et arbustives	Strates arborées et arbustives	Strates herbacées et arborescentes
<b>Végétations aquatique</b>	Mousses	Mousses, un peu d'algues, macrophytes	Algues filamenteuses	Mousses et algues	Mousses et algues	Mousses et algues	Prolifération d'algues filamenteuses et présence de macrophytes
<b>Substrat</b>	dalles, galets, graviers et sable	Gros galets, débris végétaux	Sable, limons, gros galets et débris végétaux	Blocs, sable, gros galets, débris et végétaux	Galets, sable, limons et matière organique	Sable, limon, débris végétaux et matière organique	Blocs, galet, vase, sable et matière organique.
<b>Influences anthropiques</b>	Absence de pollution	Légers déchets ménagers	Déversement des rejets de toute la commune de Ain El Hammam	Agriculture modeste, captage d'eau modestement	Réseau d'assainissement, déchets ménagers, quelques rejets sur les rives	Pompage d'eau (irrigation), rejets d'ordures ménagers, élevage, réseau d'assainissement	Déchets ménagers, pompage d'eau (irrigation),



#### 4.1 Assif Illilthen

Assif Illilthen constitue l'un des principaux affluents de l'Assif Hallil. Il prend naissance à une altitude d'environ 1500 mètres dans la région montagneuse d'Azrou n Thor, située sur le territoire du village Ath Adellah. Son alimentation est assurée par les précipitations hivernales ainsi que par la fonte des neiges accumulées sur les hauteurs environnantes, notamment autour du col de Chellata et du sommet Agni Guzal, proche du village de Tizit.

Ce cours d'eau, qui s'écoule selon un axe Sud-Nord, présente une pente relativement marquée estimée à 15 %, ce qui lui confère un régime hydrologique dynamique, particulièrement en saison humide. Cette forte déclivité favorise l'érosion linéaire et le transport solide, influençant ainsi la morphologie du lit et la qualité écologique de ses habitats aquatiques.

Dans le cadre de ce travail, deux stations ont été retenues AI et TGH (**photo 1**).



**Photo 1** : Présentation photographique des stations AI et TGH

#### 4.2 Assif Tirourda

L'Assif Tirourda représente un exemple typique de cours d'eau de montagne à régime torrentiel. Ce petit affluent prend sa source à une altitude d'environ 1400 mètres dans le massif du Djebel Tirourda, situé au cœur de la chaîne du Djurdjura. Son écoulement, fortement influencé par le relief escarpé, suit une orientation Sud-Nord sur une distance d'environ 5 kilomètres avant de confluer avec l'Oued Boubhir, à une altitude proche de 900m.

Dans le cadre de cette étude, deux stations ont été choisies : TR et ZB (**photo 2**).



**Photo 2** : Représentation photographique des stations TR et ZB.

### 4.3. Assif Iferhounène

Assif Iferhounen, principal cours d'eau de la Daira d'Iferhounene, résulte de la confluence de l'assif Tirourda alimenté par la fonte des neiges, des sources multiples et une pente marquée de 15 % et de l'assif d'Ait Atsou. Il s'écoule en direction Sud-Nord-Est sur environ 8 km, entre 500 m et 900 m d'altitude, avec une pente moyenne de 6 %. Par endroits, la largeur de son lit peut atteindre 10 mètres. Une station a été retenue : IF (**photo 3**)



**Photo 3** : Représentation photographique de la station IF

### 4.4 Assif Hallil

Assif Hallil représente un cours d'eau de montagne typique, formé à la suite de la confluence des deux affluents principaux que sont l'Assif Illilthen et l'Assif Iferhounène. Ce point de jonction hydrologique se situe entre les cols de Chellata et de Tirourda.

Dans le cadre de notre étude, une station a été choisie : KH (**photo 4**).

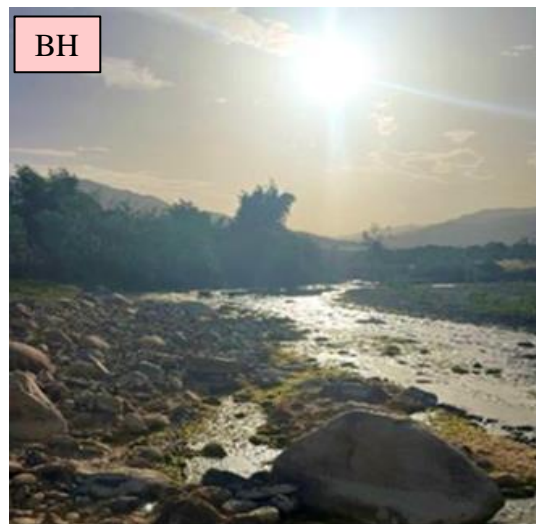


**Photo 4 :** Représentation photographique de la station KH

#### 4.5 Oued Boubhir

Oued Boubhir constitue l'un des principaux affluents de l'oued Sébaou, dans la région nord de la Kabylie. Il tire son origine de la confluence de quatre assifs majeurs issus du versant Nord du Djurdjura : l'Assif Hallil, l'Assif El Khemis, l'Assif Sahel et l'Assif Ousserdoun. Ces affluents drainent principalement les eaux issues des régions montagneuses comprises entre les cols de Tirourda et de Chellata, zones réputées pour leur richesse hydrique et leur topographie accidentée.

Une seule station est retenue sur ce cours d'eau : BH (**photo 5**).



**Photo 5 :** Représentation photographique de la station BH

## 5. Caractéristiques physiques des stations étudiées

Divers auteurs (**Berthelemy, 1966 ; Angelier et al., 1985 ; Vinçon & Thomas, 1987 ; Lavandier, 1979**) ont montré qu'il est possible de caractériser les milieux d'eau courante par leurs facteurs physiques (altitude, pente, largeur du lit, vitesse du courant, nature du substrat et température de l'eau) qui évoluent régulièrement de l'amont vers l'aval, et les facteurs chimiques de l'eau.

### 5.1. Pente

C'est un paramètre important qui dépend de l'altitude. Elle intervient dans le déterminisme de la vitesse du courant et de la taille des éléments du substrat, ainsi que dans la distribution de la faune benthique.

### 5.2. Température de l'eau

La température de l'eau est un facteur essentiel qui influence le métabolisme des organismes aquatiques, la solubilité de l'oxygène et les cycles biogéochimiques (**Vannote et al., 1980**). Elle influence la vie des organismes aquatiques de façon indirecte (**Angelier, 2000**).

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.

### 5.3 Ecoulement et Vitesse du courant

Sur le plan écologique, l'écoulement de l'eau joue un rôle important. Il agit sur les peuplements aquatiques. Les conséquences de l'action du courant sur la nature du fond sont d'une extrême importance. Il agit sur la distribution des habitats et communautés (**Leveque, 1996**).

Les mesures de la vitesse du courant ont été effectuées en surface du cours axial à l'aide d'un flotteur lâché en dérive sur une distance connue. Le temps mis par le flotteur à parcourir cette distance permet de calculer la vitesse.

Les relevés de la vitesse de l'eau sont classés selon l'échelle de Berg (1948) comme suit :

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

## 5.4 Substrat

Le substrat conditionne les habitats benthiques. Les substrats grossiers (galets, blocs) des stations d'amont offrent un bon support pour la faune, tandis que les substrats fins en aval favorisent les espèces tolérantes et les accumulations de polluants (**Hynes, 1970**).

### \*Le 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 :  $\emptyset > 20$  cm.
- Caillaux et galets :  $2 \leq \emptyset < 20$  cm.
- Graviers :  $0,2 \text{ cm} \leq \emptyset < 2$  cm.
- Sable :  $0,2 \text{ cm} \leq \emptyset < 0,02$  cm.
- Limons :  $\emptyset < 0,02$  cm.
- Argile :  $< 2$  N.

$\emptyset$  : désigne le diamètre, c'est la longueur la plus grande

N : nanomètre

### \*Le substrat végétal

La végétation aquatique telle que les algues est utilisé comme source de nourriture et d'abri par les macroinvertébrés benthiques.

## 5.5 Pressions anthropiques

Les activités humaines, telles que le pompage, l'irrigation, les déchets ménagers ou les eaux usées, affectent fortement la qualité écologique des cours d'eau (**Bonada et al., 2006**).

En Kabylie du Djurdjura, la pollution des eaux a pris une ampleur préoccupante, affectant aussi bien les eaux de surface que les eaux souterraines. L'Oued Sébaou en est un exemple frappant, étant considéré comme l'un des cours d'eau les plus impactés de la région. Toutefois, au sein du réseau hydrographique étudié, l'ampleur de l'impact anthropique varie selon les secteurs.

Dans les parties amont des cours d'eau, la pollution est principalement d'origine domestique, résultant d'activités telles que l'élevage modeste et le pompage de l'eau à des fins

d'irrigation. Cependant, cette pollution reste relativement faible par rapport aux zones plus urbanisées.

Dans les stations de moyenne et basse altitude, l'impact anthropique est plus important notamment les stations IF, TGH, KH et BH.

### 5.5.1 Pollution d'origine urbaine

Les cours d'eau de la zone d'étude reçoivent des charges organiques issues des activités domestiques des agglomérations situées en bordure (Iferhounene, Imsouhal, Illilthen, Illoula Oumalou, etc.). Ces rejets sont aggravés par la présence de décharges publiques anarchiques, où s'accumulent des quantités importantes de déchets.

En période estivale, l'absence de systèmes performants de collecte et de traitement des eaux usées intensifie la pollution. La combinaison des températures élevées et des débits réduit la capacité d'autoépuration des milieux aquatiques. Transformés en égouts à ciel ouvert, les cours d'eau deviennent des foyers de contamination, menaçant non seulement la biodiversité aquatique mais aussi la santé publique.

L'enfouissement des déchets favorise la production de lixiviats issus de la fermentation anaérobie des matières organiques. Ces substances hautement polluantes peuvent contaminer les eaux de surface par ruissellement et les eaux souterraines par infiltration, compromettant ainsi leur qualité.

### 5.5.2 Pollution d'origine agricole

Les activités agricoles, d'élevage et d'aviculture contribuent de manière significative à la contamination des eaux de surface et souterraines. Les principaux polluants comprennent :

- Les sédiments issus de l'érosion des terres agricoles.
- Les composés phosphorés et azotés provenant des engrais et des déchets animaux.
- Les nitrates, qui perturbent l'équilibre écologique des milieux aquatiques.

La présence de serres avicoles à proximité des cours d'eau accentue la dégradation de leur qualité. De plus, le pompage intensif de l'eau pour l'irrigation modifie les conditions écologiques du milieu, entraînant des perturbations profondes de la faune et de la flore aquatique. Cette pratique représente également une menace sanitaire, car elle réduit la potabilité des nappes phréatiques, traditionnellement utilisées comme sources d'eau potable.

### 5.5.3 Pollution par les margines

Bien que les huileries ne fonctionnent que sur une courte période de l'année, elles constituent une source majeure de pollution. Le rejet direct des marges dans l'environnement entraîne des conséquences écologiques préoccupantes. En raison de leur forte acidité, ces effluents détruisent la microflore bactérienne du sol, provoquant son imperméabilisation. De plus, leur déversement dans les cours d'eau expose les nappes phréatiques à un risque de contamination accru (Boudjema, 2010).

## 6. Couvert végétal

Le couvert végétal représente un facteur écologique fondamental influençant les écoulements superficiels et la dynamique des écosystèmes aquatiques. En bordure des cours d'eau, la végétation joue un rôle essentiel : elle fournit une source importante de matière organique, consommée par de nombreuses espèces aquatiques, et contribue à atténuer les pertes hydriques durant la période estivale. Cette régulation favorise la répartition et la diversité de la faune benthique (Lounaci, 2005).

Dans la région étudiée, la distribution du couvert végétal varie sensiblement en fonction de l'altitude et des caractéristiques environnementales locales. Entre 600 et 800 m, on observe une dominance d'espèces telles que l'olivier (*Olea europaea*), l'arbousier (*Arbutus unedo*) et l'orme champêtre (*Ulmus minor*).

À des altitudes plus basses, entre 300 et 500 m, la strate arborée est principalement constituée d'oliviers. En plaine, le paysage est dominé par des vergers (orangers, pommiers, poiriers, figuiers, etc.) et des cultures maraîchères, dont l'expansion contribue progressivement à la dégradation du couvert végétal naturel, notamment dans la vallée du Sébaou.

De manière générale, la Kabylie présente une grande hétérogénéité du couvert végétal, résultat d'une combinaison complexe de facteurs tels que l'altitude, l'exposition des versants, la nature du sol et le relief. Selon Messaoudène et al. (2007), cette diversité topographique, accentuée par les pressions anthropiques, a conduit à une fragmentation du paysage végétal en plusieurs formations distinctes :

- À haute altitude (> 1100 m), les sommets sont en grande partie dénudés. On y trouve sporadiquement des pelouses xérophiles et des végétaux rampants épineux tels que les genêts (*Genista* sp.), le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*), l'ampélodesmos de Mauritanie (*Ampelodesmos mauritanicus*) et l'azarolier (*Crataegus azarolus*).
- À des altitudes inférieures à 1100 m, la végétation est majoritairement constituée de chêne vert (*Quercus ilex*), de frêne (*Fraxinus* sp.) et de quelques érables (*Acer* sp.).

Cette variabilité écologique du couvert végétal joue un rôle important dans le fonctionnement des écosystèmes et influe sur la qualité des habitats pour la faune aquatique et terrestre.

Quant à la végétation aquatique, elle est abondante dans les cours moyens et inférieurs. Elle est constituée d'algues filamenteuses, de bryophytes et de mousse.

***Chapitre II***  
***Matériels et méthodes.***

L'approche méthodologique adoptée repose sur l'étude de communautés benthiques issues de divers cours d'eau représentatifs d'habitats contrastés (plaine, piémont, altitude moyenne et haute).

Selon **Illis & Botosaneanu (1963)** in **Lounaci-Daoudi (1996)**, les habitats ne se suivent pas régulièrement le long des cours d'eau. Ils sont répartis en mosaïques, soit en prenant place l'un à côté de l'autre, soit en se succédant avec répétition.

La diversité spécifique des communautés benthiques dépend notamment de la diversité et de la stabilité spatiotemporelle des habitats (**Cummings & Klug, 1979 ; Ward & Stanford, 1979**). Celles-ci définissent l'hétérogénéité des niches écologiques et donc les possibilités de développement (**Malmqvist & Otto, 1987**).

Les sites de prélèvement ont été choisis de manière à couvrir une diversité de micro-habitats, afin d'assurer une représentativité écologique maximale. Chaque station correspond à un tronçon dont la longueur équivaut à environ dix fois la largeur du lit mouillé au moment de l'échantillonnage, conformément au protocole défini par **Genin et al. (2003)**.

## **1. Prélèvement de la faune benthique**

### **1.1 Faciès lotique**

Dans les secteurs caractérisés par un courant modéré à fort, les macro-invertébrés benthiques ont été récoltés à l'aide d'un filet Surber, muni d'un cadre carré (surface de 0,05 m<sup>2</sup>) et d'une maille de 275 µm. Le filet est placé sur le substrat avec l'ouverture face au courant, puis le fond est remué manuellement à l'intérieur de la surface délimitée, de manière à détacher les organismes fixés et interstitiels, qui sont ensuite entraînés dans le filet. **(Photo 6)**

### **1.2 Faciès lentique**

En milieux lentières, zones d'eau calmes où se déposent les sédiments fins, les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'un filet Troubleau à ouverture circulaire de 30 cm de diamètre. L'échantillonnage est réalisé par dragage des fonds sablonneux, limoneux et /ou vaseux en faisant des allers-retours sur une distance d'un mètre environ permettant ainsi la collecte d'organismes associés aux macrophytes ou aux zones périphériques du cours d'eau. **(Photo 7)**



Photo 6 : Filet Surber



Photo 7 : Filet Troubleau

## 2. Conservation des échantillons

Sur le terrain, les organismes capturés ont été transférés dans des sachets plastiques étanches contenant une solution de formol à 10 % pour les larves et nymphes, ou de l'alcool à 70 % pour les imagos. Chaque échantillon a été étiqueté avec les informations suivantes : date, code de la station et type d'habitat. Les échantillons ont ensuite été transportés au laboratoire pour traitement.

## 3. Traitement des échantillons en laboratoire

### 3.1 Lavage

Les échantillons ont été lavés abondamment à l'eau claire à l'aide d'une colonne de tamis à mailles décroissantes (5 mm à 0,2 mm) afin d'éliminer les débris grossiers et le substrat fin. Le contenu des tamis a ensuite été transféré dans des béchers de 250 ml pour faciliter les étapes de tri. (Photo 8)

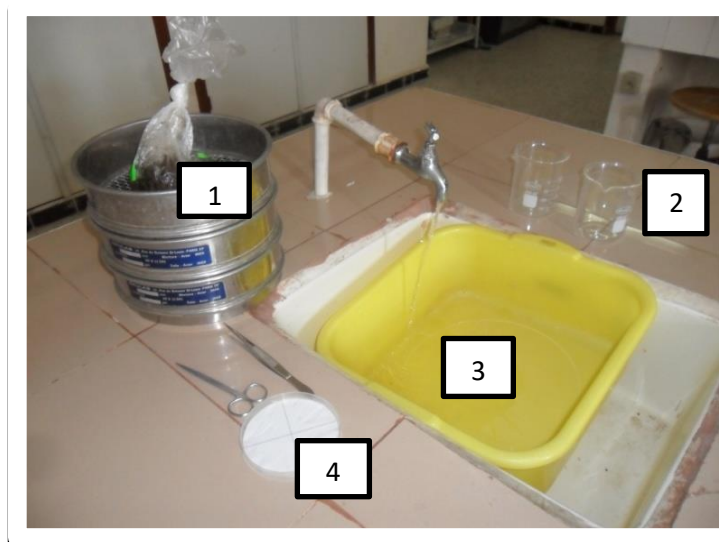


Photo 8 : Matériels utilisés pour le lavage

1 : Tamis

3 : Bassine

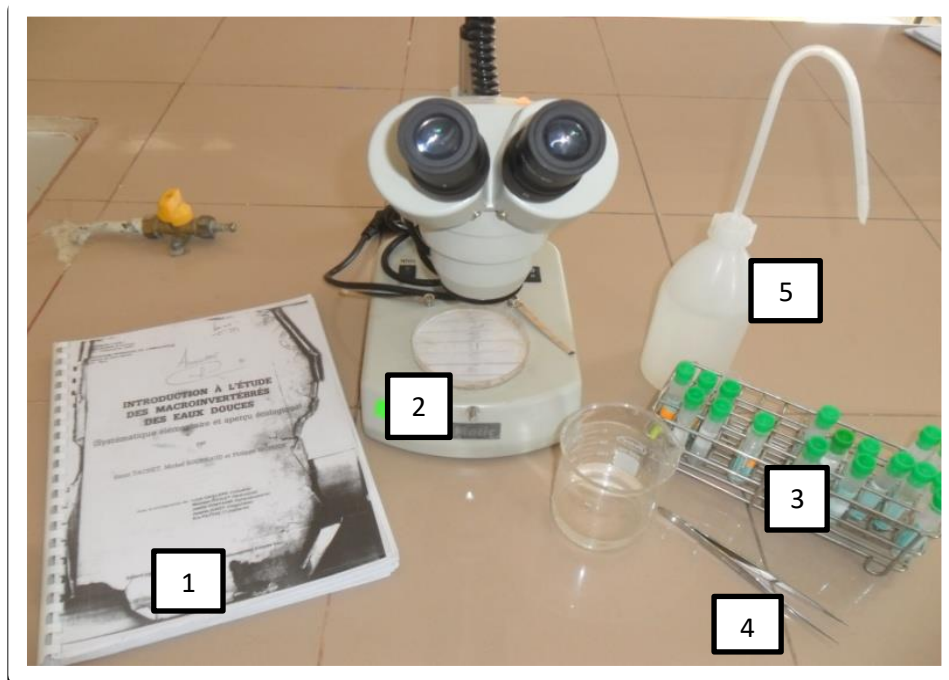
2 : Béchers

4 : Boîte de pétri

### 3.2 Tri et détermination

Un pré-tri et une détermination (ordre, embranchement) sont effectués sous une loupe binoculaire, par fraction successives dans des boîtes de pétri à fond quadrillé. Les Epheméroptères, Trichoptères et Plécoptères récoltés sont séparés du reste de la faune et sont identifiés jusqu'au genre en se basant sur les clés taxonomiques (Tachet *et al.*, 1980 et 2000 ; Vieira-Lanero, 2000).

L'ensemble des individus déterminés sont conservés dans des piluliers en verre remplis d'alcool éthylique à 70% munis d'une étiquette portant la date, le numéro et le nom de la station et celui de groupe identifié (Photo 9).



**Photo 9** : Matériels utilisés pour la détermination des individus

- |                            |               |
|----------------------------|---------------|
| 1 : Clé de détermination   | 3 : Piluliers |
| 2 : Loupe binoculaire      | 4 : Pince     |
| 5 : Alcool éthylique à 70% |               |

## 4. Méthodes d'analyse de la faune benthique

### 4.1. Indices écologiques de composition et de structure des peuplements

Les indices écologiques de diversité mathématique fournissent des informations précieuses sur la structure et la richesse d'un peuplement. Ils permettent d'évaluer la diversité des espèces présentes en prenant en compte plusieurs paramètres clés : la richesse spécifique (nombre total d'espèces), l'abondance relative (proportion d'individus appartenant à chaque espèce) et la fréquence d'occurrence des espèces. Ces indices jouent un rôle fondamental dans l'analyse de la dynamique des écosystèmes et l'évaluation de leur état de santé.

### 4.2 Richesse taxonomique

L'évaluation de la richesse taxonomique constitue une première étape essentielle pour analyser la structure d'un peuplement. Elle repose sur le principe que plus le nombre de taxons distincts n'est élevé, plus la diversité n'est importante. Il s'agit donc d'une base fondamentale pour l'étude des communautés.

### 4.3 Abondance relative des espèces (dominance)

L'abondance est un paramètre clé dans la description d'un peuplement, car elle reflète la répartition des individus au sein d'un habitat donné. Elle correspond au nombre d'individus d'un taxon rapportant à une unité de surface ou de volume. Cette abondance peut varier aussi bien dans l'espace que dans le temps.

L'abondance relative d'une espèce se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$P_i (\%) = n_i * 100 / N$$

**N (i)** : est le nombre d'individus de l'espèce (i)

**N** : est le nombre total d'individus de toutes les espèces

On qualifie les espèces selon leurs valeurs F (%) en 5 classes :

- $\geq 80\%$  Espèces très abondante ;
- 60 à 80% : Espèces abondante ;
- 40 à 60% : Espèce peu abondante ;
- 20 à 40% : Espèce rare et dispersée ;
- $\leq 20\%$  : Espèce rare.

#### 4.4. Occurrence relative des genres

L'occurrence représente le pourcentage de relevés dans lesquels une espèce donnée est présente par rapport au nombre total de relevés effectués dans une même station. Elle permet d'évaluer la fréquence d'apparition d'une espèce dans un habitat donné.

L'occurrence relative des espèces se calcule selon la formule suivante

:

$$C (\%) = \frac{P_i * 100}{P}$$

**P<sub>i</sub>** : nombre de prélèvement où l'espèce (i) est présente

**P** : nombre total de prélèvement

En fonction de la valeur de C (%), les espèces sont qualifiées comme suit :

- C=100% : Espèce omniprésente ;
- C] 100-75] : Espèce constante ;
- C] 75-50] : Espèce fréquente ;
- C]50-25] : Espèce accessoire ;
- C]25-5] : Espèce accidentelle ;
- C<5% : Espèce rare.

#### 4.5 Indice de diversité de Shannon (1949)

Parmi les nombreux indices de diversité proposés, l'indice de Shannon (1948) est sans doute le plus utilisé. Il exprime le mieux la diversité des peuplements. Il 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).

L'indice de Shannon est un indicateur de la diversité d'un milieu, prenant en compte à la fois la répartition des espèces rares et abondantes. Plus cet indice est élevé, plus la diversité est importante, reflétant un équilibre entre espèces rares abondantes et espèces dominantes rares.

Cet indice est particulièrement adapté aux études comparatives des peuplements. Il offre une évaluation objective de la diversité, modifiant la taille de l'échantillon, en intégrant à la fois la richesse spécifique et l'abondance relative des espèces. Il permet ainsi de caractériser avec précision l'équilibre des communautés au sein d'un écosystème.

L'indice de Shannon est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \cdot \log_2(p_i)$$

Avec :

$p_i = n_i/N$  : proportion d'individus de l'espèce (i) par rapport au nombre total d'individus (N)

$\log_2 X = \log X / \log_2$

#### 4.6 Indice d'équitabilité de Pielou

L'indice d'équitabilité exprime la proportion d'abondance de chaque taxon. Son origine remonte à celle de Shannon. Étant donné que plus un peuplement est équilibré (pas de taxons largement dominant), plus il est stable et proche du climax et vis-versa, toute pollution témoigne d'un déséquilibre due à une cause naturelle ou humaine (**Pielou, 1969**).

L'équitabilité peut être calculée en fonction de la diversité maximale ( $H' \text{ max}$ ), qui correspond au cas où toutes les espèces seraient représentées par le même nombre d'individus.

L'équité est employée en tant que rapport :

$$E = H' / H' \text{ max}$$

Avec  $H' \text{ max} = \log_2 S$

**S** : richesse spécifique.

L'équitabilité varie entre **0** et **1** :

- Lorsqu'il tend vers 0, la quasi-totalité des effectifs est d'une seule espèce.
- Lorsqu'il tend vers 1, chaque espèce est représentée par un nombre similaire d'individus.

***Chapitre III***  
***Résultats et discussions.***

## 1. Paramètres mésologiques

### 1.1 Pente

La lecture du **tableau 2** montre que les pentes des stations présentent de grandes fluctuations et trois secteurs sont dégagés :

- Le secteur des stations TR, ZB et AI correspond aux stations amont avec des pentes plus importantes respectivement de 15 %, 19 % et 20 %.
- Le secteur des stations TGH et IF (moyenne montagne) présente une pente qui est comprise entre 10 % et 9 %.
- Le secteur des stations de piémont (KH, 380 m) et de basse altitude (BH, 200 m) avec une pente  $\leq 3$  % avec l'élargissement du cours d'eau et l'eau qui coule sur un lit relativement plat.

**Tableau 2** : Altitudes et pentes des stations étudiées

Stations	TR	ZB	IF	AI	TGH	KH	BH
Altitude (m)	1120	860	530	820	520	380	200
Pente (%)	20	19	10	15	9	3	1

### 1.2 Température de l'eau

La lecture du **tableau 3** illustrée par la figure 6 permet de mettre en évidence deux groupes de stations du point de vue thermique :

- **Groupe 1** : la température de l'eau relativement basse qui varie de 10°C (station TR : 1120m) à 15°C (station TGH : 520m). En effet, ces stations sont très ombragées assurant un recouvrement compris entre 80 % (IF, TGH) et 100% (AI).
- **Groupe 2** : renferme les stations de piémont (KH : 380m) et de basse altitude (BH : 200m) dont la température de l'eau est respectivement de 18°C et 22°C. Cette élévation de la température de l'eau est due au réchauffement des eaux sous l'influence de l'insolation (lit plus large) et à la réduction ou l'absence d'ombrage le long des cours d'eau.

**Tableau 3** : Températures moyennes ponctuelles de l'eau enregistrées aux stations d'étude.

Stations	TR	ZB	IF	AI	TGH	KH	BH
Altitudes (m)	1120	860	530	820	520	380	200
Températures (°C)	10	12	14	11	15	18	22
R (%)	90	90	80	100	80	60	0

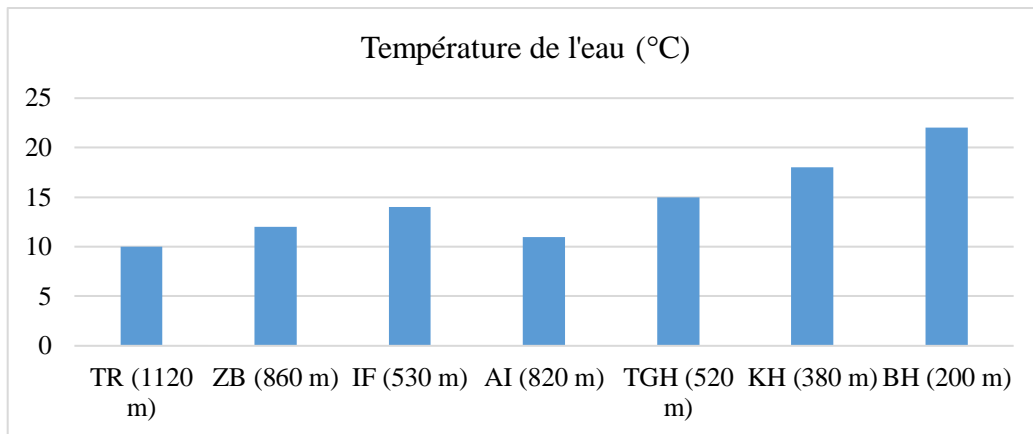


Figure 6 : Températures ponctuelles de l'eau enregistrées dans les stations d'étude.

### 1.3 Ecoulement et vitesse du courant

L'analyse des vitesses du courant relevées dans les sept stations étudiées (tableau 4) permet de dégager 2 groupes de stations :

- Les stations alticoles (ZB et AI) enregistrent une vitesse de courant qualifiée de rapide.
- Les stations (TR, IF, TGH, KH, BH) enregistrent une vitesse du courant qualifiée de moyenne.

Tableau 4 : Altitude, largeur du lit et vitesse du courant mesurée aux stations d'étude.

Stations	TR	ZB	IF	AI	TGH	KH	BH
Altitude (m)	1120	860	530	820	520	380	200
Largeur du lit (m)	1	2	3	2	3	3	6
Vitesse du courant (cm/s)	30	26	46	40	80	30	90
Classe selon Berg	Moyenne	Rapide	Moyenne	Rapide	Moyenne	Moyenne	Moyenne

### 1.4 Substrat

Chaque catégorie de substrat est estimée par un pourcentage de recouvrement des surfaces en eau, estimée par observation directe à l'échelle des stations (**tableau 5**).

La distribution des stations en fonction de l'altitude et de la nature du substrat montre une hétérogénéité du substrat au sein des étages altitudinaux :

- Les stations alticoles : le substrat est à dominance de gros galets et de gravier (stations : TR, ZB, AI).
- Les stations de moyenne montagne (IF et TGH) et piémont (KH), il est plutôt très hétérogène et riche en matière organique.
- Les stations de basse altitude : le substrat est à dominance de sable et limons avec le pourcentage le plus élevé en matière organique due aux différents rejets dans la station.

La végétation aquatique quant à elle est essentiellement à dominance de mousses dans les stations alticoles. En revanche, dans les stations de piémonts et de basses altitudes, elle est représentée par les algues filamenteuses et les macrophytes.

En effet, la végétation rivulaire (bourdante) régule la température, stabilise les berges et fournit de la matière organique. Une couverture dense (>80 %) dans les stations d'amont indique un bon état écologique. La végétation aquatique, comme les algues filamenteuses à IF ou BH, est souvent un indicateur d'enrichissement en nutriments (**Dodds & Welch, 2000**).

**Tableau 5** : Nature du substrat dans les stations étudiées.

Stations Paramètres	TR	ZB	IF	AI	TGH	KH	BH
Altitudes (m)	1120	860	530	820	520	380	200
G G/G (%)	85	80	65	80	65	50	30
S/L (%)	15	20	20	20	25	40	50
MO (%)	0	0	25	0	10	10	20
V. aqu (%)	5	5	10	5	20	15	30

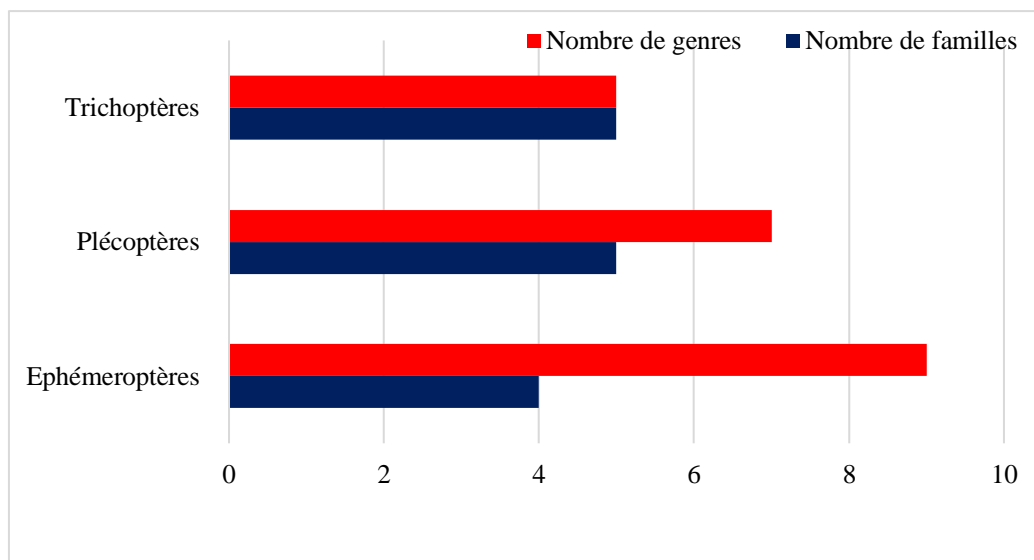
## 2. Résultats faunistiques

### 2.1. Analyse globale du peuplement des EPT

L'objectif de ce travail est d'enrichir les connaissances existantes sur la diversité, la distribution et les préférences écologiques de ces trois ordres majeurs d'insectes lotiques, largement reconnus pour leur rôle indicateur dans l'évaluation de la qualité des milieux lotiques.

Un total de 1810 individus appartenant à 14 familles et 21 genres a été récolté. Les trois ordres répertoriés dans ce travail, se répartissent comme suit (**figure 7** et **tableau 6**) : Les Plécoptères sont représentés par 5 familles et 7 genres suivis par les Trichoptères avec 5 familles et 5 genres et enfin, les Éphéméroptères comptent 4 familles et 9 genres.

Sur le plan numérique, les Éphéméroptères dominent le peuplement avec les 1567 individus récoltés (soit 86,6 % du total EPT), ils sont suivis par Trichoptères avec 147 individus (soit 8,1 %) et enfin, par les Plécoptères qui totalisent 96 individus (soit 5,3 %).



**Figure 7** : Représentation du nombre de familles et de genres récoltés (EPT)

Les résultats de notre mémoire (2024/2025) avec ceux de Boudjema (06/05/2023) sur les cinq stations communes (AI, IF, TGH, KH, BH), Globalement notre étude a identifié 14 genres d'EPT. En comparant avec celle de Boudjema 17 genres. on remarque que Les genres communs trouvés dans deux travaux sont *Beatis*, *Acentrella*, *Caenis*, *Perla*, *Micrasema*, *Hydropsyche* et *Rhyacophila*.

Nos Résultats révélés 8 nouveaux genres qui sont pas trouvés auparavant : Éphéméroptères : *Centroptilum*, *Cloeon*, *Choroterpes*, *Habrophlebia*. Plécoptères : *Amphinemura*, *Isoperla*, *Orthorichia* et *Rhyacophila* (déjà trouvée chez Boudjema mais peut-être différence de fréquence ou d'abondance). D'autre part Boudjema avait identifié 10 genres absents dans nos récoltes : Éphéméroptères : *Ecdyonurus*. Plécoptères : *Protonemura*, *Nemura*, *Capnopsis*. Trichoptères : *Stactobia*, *Allotrighia*, *Hydroptila*, *Siloanella*, *Wormaldia*, *Polycentropus*.

Tableau 6 : Répartition des EPT dans les stations étudiées.

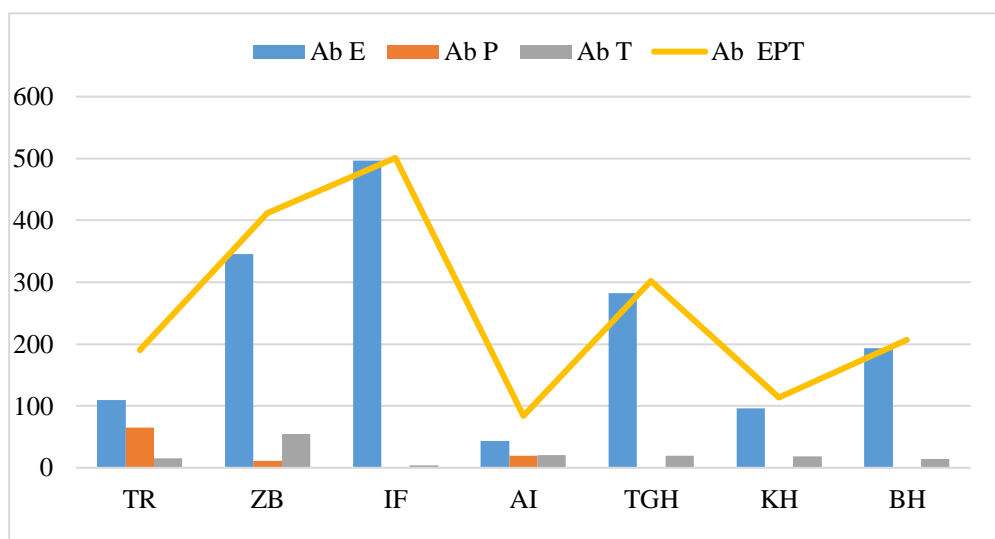
Stations	TR	ZB	IF	AI	TGH	KH	BH	Ab	AbR1%	AbR2%	Occ	OccR %
Altitude (m)	1120	860	530	820	520	380	200					
<b>EPHEMEROPTERES</b>												
<b>Baetidae</b>												
<i>Baetis</i>	70	208	300	30	192	50	150	1000	63.81	55.24	7	100
<i>Acentrella</i>	5				3			8	0.51	0.44	2	28.57
<i>Centroptilum</i>		3		3				6	0.38	0.33	2	28.57
<i>Cloeon</i>							5	5	0.31	0.27	1	14.28
<b>Caenidae <i>Caenis</i></b>		130	197		85	46	35	493	31.46	27.23	5	71.42
<b>Heptageniidae</b>												
<i>Ecdyonurus</i>	5							5	0.31	0.27	1	14.28
<i>Rhithrogena</i>	3							3	0.19	0.16	1	14.28
<b>Leptophlebiidae</b>												
<i>Choroerpes</i>							3	3	0.19	0.16	1	14.28
<i>Habrophlebia</i>	27	5		10	2			44	2.80	2.43	4	57.14
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>346</b>	<b>497</b>	<b>43</b>	<b>282</b>	<b>96</b>	<b>193</b>	<b>1567</b>				
<b>PLECOPTERES</b>												
<b>Perlidae <i>Perla</i></b>	49			12				61	63.54	3.37	2	28.57
<b>Leuctridae <i>Leuctra</i></b>	6	8						14	14.58	0.77	2	28.57
<b>Capniidae <i>Capnopsis</i></b>	3							3	3.12	0.16	1	14.28
<b>Nemouridae</b>												
<i>Amphinemura</i>	3			5				8	8.33	0.44	2	28.57
<i>Protonemura</i>	4							4	4.16	0.22	1	14.28
<i>Nemoura</i>		3						3	3.12	0.16	1	14.28
<b>Perlodidae <i>Isoperla</i></b>				3				3	3.12	0.16	1	14.28
<b>Total</b>	<b>65</b>	<b>11</b>		<b>20</b>				<b>96</b>				
<b>TRICHOPTERES</b>												
<b>Hydropsychidae <i>Hydropsyche</i></b>	5	52		14	14	15	11	111	75.51	6.13	6	85.71
<b>Rhyacophilidae <i>Rhyacophila</i></b>	3	3	4	4	3	3		20	13.60	1.10	6	85.71
<b>Philopotamidae <i>Wormaldia</i></b>	7							7	4.76	0.38	1	14.28
<b>Hydroptilidae <i>Orthotrichia</i></b>					3		3	6	4.08	0.33	2	28.57
<b>Brachycentridae <i>Micrasema</i></b>				3				3	2.04	0.16	1	14.28
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>55</b>	<b>4</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>147</b>				
<b>Abondance stationnelle</b>	<b>190</b>	<b>412</b>	<b>501</b>	<b>84</b>	<b>302</b>	<b>114</b>	<b>207</b>	<b>1810</b>				
<b>Richesse générique</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>6</b>					

- Ab : Abondance totale des individus par famille.
- AbR1% : Pourcentage d'abondance relative par rapport à L'ordre.
- AbR2% : Pourcentage d'abondance relative par rapport à l'ensemble EPT
- Occ et OccR% : Indices d'occurrence, indiquant la fréquence d'apparition des genres dans les stations.

## 2.2. Abondance stationnelle des EPT

La **figure 8** montre que l'abondance stationnelle du total EPT fluctue entre un minimum de 84 individus (AI : 820m) et un maximum de 501 individus (IF : 530m). Dans cette dernière, les Epheméroptères avec 497 individus représente 99,20 % du total EPT. Les *Baetis* compte 300 individus, soit 60,36 % du total des Epheméroptères et 59,88% du total EPT. Le genre *Caenis* quant à lui, compte 197 individus soit 39,32% du total EPT.

La station IF subit les effets néfastes des différentes perturbations anthropiques ce qui réduit fortement sa capacité d'accueil. Par conséquent, seuls les genres les plus polluo-résistants prolifèrent dans cette station au détriment des genres fragiles et exigeants (surtout les Plécoptères).



**Figure 8 :** Abondance de la faune globale dans les stations d'étude

## 2.3. Richesse générique des EPT

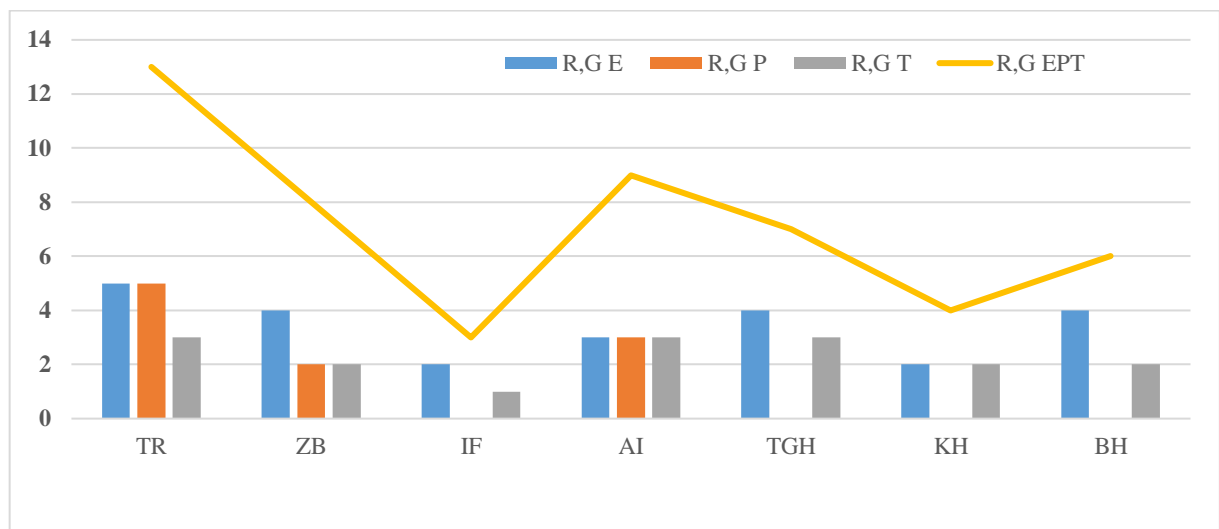
La **figure 9** montre que la richesse générique en EPT fluctue entre un minimum de 3 genres enregistré au niveau de la station IF (530 m) est un maximum de 13 genres noté dans la station TR (1120m).

En effet, ce torrent de montagne (TR) se caractérise par un substrat grossier, un courant rapide, une température de l'eau basse, un recouvrement important. Cette station héberge 5 genres de Plécoptères dont *Capnopsis*, et *Protonemura* qui sont propres à cette station ainsi que les genres *Ecdyonurus*, *Rhitrogena* et *Habrophlebia*. Ces genres sont sténotopes, rhéophiles, sténotermes d'eau froide et sont considérés comme les plus polluo-sensibles.

Les Plécoptères disparaissent dans les stations dont l'altitude est  $\leq 530$  m. Même constatation est faite pour les Trichoptères Philopotamidae (*Wormaldia*) et Brachycentridae (*Micrasema*).

Inversement, les stations de moyenne montagne et de piémonts (IF et KH), les plus affectées par l'action anthropique, présentent respectivement 3 genres (*Baetis*, *Caenis* et *Rhyacophila*) et 4 genres (*Baetis*, *Caenis*, *Hydropsyche* et *Rhyacophila*). Cette baisse de la diversité en EPT est liée principalement à la température estivale de l'eau qui est relativement élevée, auxquelles s'ajoutent l'accumulation des rejets anthropiques. La faune qui subsiste dans ces stations est eurytherme et supporte les charges organiques (polluo-résistante).

En effet, **Plafkin et al. (1989)** signalent que la richesse EPT est largement utilisée pour évaluer les impacts anthropogéniques sur les écosystèmes aquatiques ; elle mesure la richesse des organismes sensibles à la pollution.



**Figure 9** : Richesse générique des EPT dans les stations d'étude

#### 2.4. Abondance relative des genres EPT récoltés

La **figure 10** visualise graphiquement l'abondance relative des genres EPT récoltés. Ils peuvent être classés en trois grands groupes :

**\*Taxon peu abondant dont l'abondance relative appartient à la classe 40% à 60%**

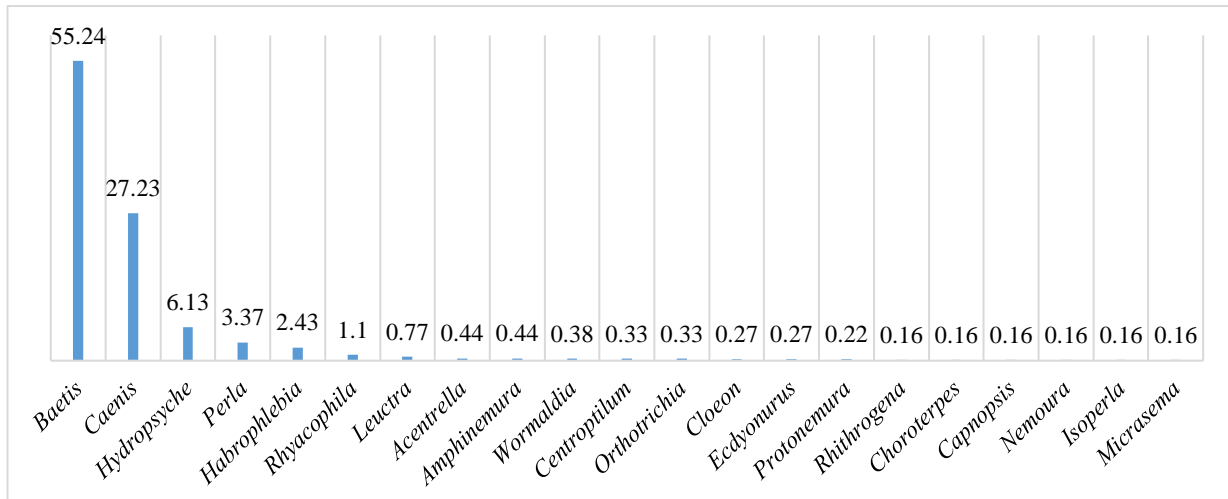
Appartient à cette classe le genre *Baetis* (Baetidae, Epheméroptères) qui domine le peuplement avec une abondance relative de 55,24 %.

**\*Taxon rare et dispersé dont l'abondance relative appartient à la classe 20% à 40%**

Le genre *Caenis* de la famille des Caenidae (Epheméroptères) est le seul représentant de cette classe avec une abondance relative de 27,23 %.

**\*Taxons rares dont l'abondance relative appartient à la classe  $\leq 20\%$**

La plupart des genres appartenant à cette classe sont très localisés de biotopes bien spécialisés.



**Figure 10 :** Abondance relative (%) des EPT récoltés.

### 2.5. Occurrence relative des genres EPT récoltés

L'analyse de la **figure 11**, met en évidence cinq groupes :

#### \*Taxon omniprésent (C = 100%)

Le genre *Baetis* est présent dans toutes les stations d'étude. Il colonise tous les types d'habitats.

#### \*Taxons constants (C ] 100-75])

Deux genres à savoir *Hydropsyche* et *Rhyacophila* (Trichoptères) enregistrent une occurrence relative de 85,71%. Ils sont à large valence écologique et se développent de l'amont jusqu'à l'aval. Ils sont eurytopes et eurythermes.

#### \*Taxons fréquents (C ] 75-50])

Les Ephéméroptères *Caenis* (C=71,42%) et *Habrophlebia* (C=57,14%) sont fréquents.

#### \*Taxons accessoires (C ] 50-25])

Deux genres d'Ephéméroptères (*Acentrella*, *Centroptilum*), trois genres de Plécoptères (*Amphinemura*, *Perla*, *Leuctra*) et un genre de Trichoptères (*Orthotrichia*) appartiennent à cette classe avec C=28,57%. Ces genres sont alticoles, exception faite pour le Trichoptère qui est présent à 520m d'altitude (TGH) et 200m (BH).

#### \*Taxons accidentels (C ] 25-5])

Dix genres présentent une occurrence relative de 14,28 %. Il s'agit des Ephéméroptères *Rhithrogena*, *Cloen*, *Ecdyonurus* et *Choroterpes* ; des Plécoptères *Capnopsis*, *Protonemura* *Nemoura* et *Isoperla* et des Trichoptères *Wormaldia* et *Micrasema*. Ces genres très localisés sont inféodés aux biotopes spécialisés (crénal, ou potamal).

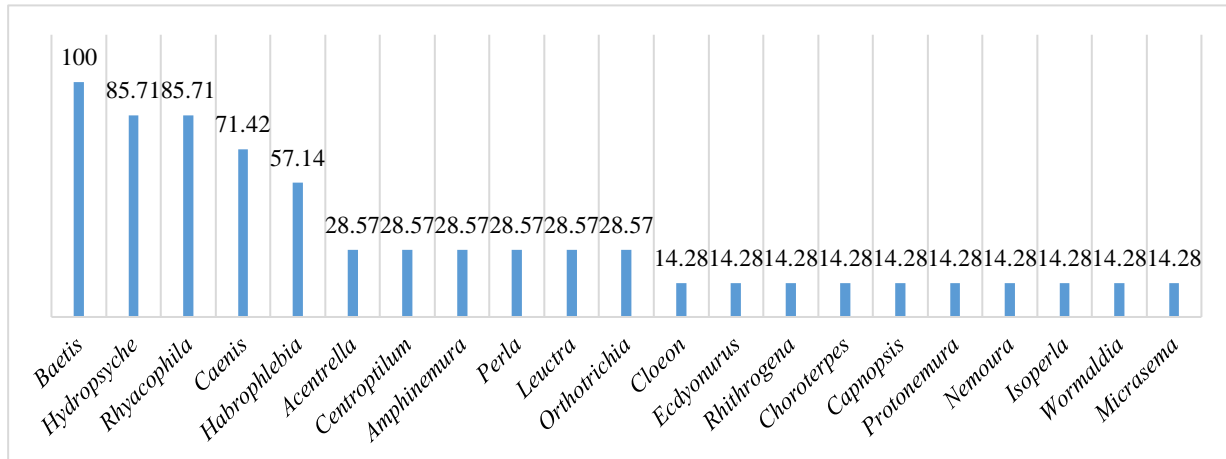


Figure 11 : Occurrence relative (%) des EPT récoltés.

### 2.6.Limites altitudinales des EPT

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).

La richesse générique et l’abondance des EPT sont plus élevées dans les stations alticoles et de moyenne montagne. En revanche, dans le secteur de basse altitude (500m > alt. ≥ 200m), soumis aux différentes agressions anthropiques, l’abondance en EPT est la plus faible (41 individus) représentés par 8 genres thermophiles, polluo-résistants ou à large valence écologique (figure 12).

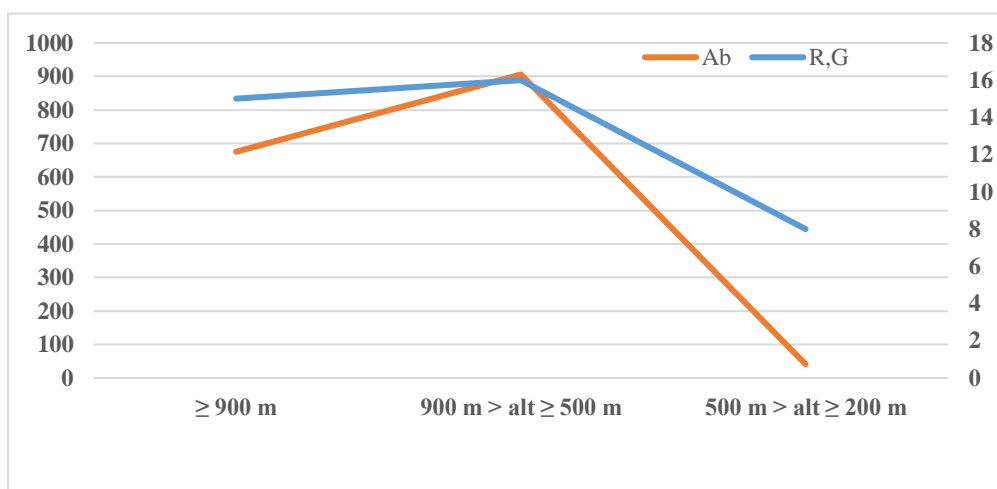


Figure 12 : Richesse générique et abondance des EPT récoltés par tranches altitudinales

L'analyse de la répartition longitudinale des EPT (**tableau 7**), nous permet de mettre en évidence les éléments caractéristiques et localisés dans certaines tranches altitudinales et les éléments à large valence écologique. Ainsi, quatre groupes sont mis en évidence :

★ **Taxons alticoles** : deux sous-groupes sont dégagés :

- **1<sup>er</sup> sous-groupe** : appartiennent à ce groupe les genres les plus alticoles *Ecdyonurus*, *Rhithrogena*, *Protonemura*, *Capnopsis*, et *Wormaldia*). Ils sont récoltés dans le ruisseau de montagne TR à 1120 m d'altitude. Ils sont rhéophiles et sténothermes d'eau froide, caractéristiques des habitats d'altitude qui semblent constituer leur habitat refuge.
- **2<sup>ème</sup> sous-groupe** : comprend sept genres rhéophiles à tendance sténothermes d'eau froide (900 m > alt ≥ 500 m) : *Acentrella*, *Centroptilum*, *Habrophlebia*, *Amphinemura*, *Perla*, *Nemura* et *Leuctra*. Ces éléments semblent ne pas supporter le réchauffement des biotopes de la basse altitude et disparaissent rapidement à partir des stations inférieures à 520 m. Les piémonts constituent, en fait, leur limite inférieure de distribution.

★ **Taxon de moyenne montagne descendre en basse altitude**

Le Trichoptère *Orthotrichia* est l'unique représentant de cette classe. Il est noté dans deux stations (TGH : 520 m ; BH : 200m). Sa limite altitudinale supérieure et moins élevée que celle du groupe alticole précédent.

★ **Taxons localisés** : Deux sous-groupes se dégagent :

- **1<sup>er</sup> sous-groupe** : deux genres *Isoperla* (Plécoptères) et *Micrasema* (Trichoptères) sont recensés à 820 m d'altitude (AI). Ils ont pour habitat les cours d'eau de montagne à couvert végétal très dense (100%) et à courant rapide.
- **2<sup>ème</sup> sous-groupe** : composé de deux genres *Cloeon* et *Choroterpes* (Ephéméroptères) récoltés dans l'unique station BH (200m d'altitude). Ils sont thermophiles, potamophiles et tolèrent la présence de la matière organique.

★ **Espèces à large valence écologique**

Appartiennent à ce groupe les genres qui colonisent tous les types de milieux, depuis les ruisseaux d'altitude jusqu'au cours d'eau de plaine : *Baetis*, *Caenis*, *Hydropsyche* et *Rhyacophila*. Ils sont à large valence écologique et colonisent, pour la plupart, tous les types de milieux, depuis les ruisseaux d'altitude jusqu'au cours d'eau de plaine.

Tableau 7 : Limite altitudinales des genre EPT recensés.

Genre	≥ 900 m	900 m > alt ≥ 500 m	500 m > alt ≥ 200 m
<i>Ecdyonurus</i>	5		
<i>Rhithrogena</i>	3		
<i>Protonemura</i>	4		
<i>Capnopsis</i>	3		
<i>Wormaldia</i>	7		
<i>Acentrella</i>	5	3	
<i>Centroptilum</i>	3	3	
<i>Habrophlebia</i>	32	12	
<i>Amphinemura</i>	3	5	
<i>Perla</i>	49	12	
<i>Nemoura</i>		3	
<i>Leuctra</i>		14	
<i>Orthotrichia</i>		3	3
<i>Isoperla</i>		3	
<i>Micrasema</i>		3	
<i>Cloeon</i>			5
<i>Choroerpes</i>			3
<i>Baetis</i>	278	522	2
<i>Caenis</i>	13	282	81
<i>Hydropsyche</i>	57	28	26
<i>Rhyacophila</i>	6	11	3
<b>Richesse générique</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>8</b>
<b>Abondance totale</b>	<b>675</b>	<b>906</b>	<b>41</b>

### 3. Analyses qualitative et quantitative des EPT

#### 3.1. Éphéméroptères

Selon **Thomas (1981)**, les Éphéméroptères constituent le groupe d'invertébrés aquatiques le plus dominant sur le plan quantitatif dans la majorité des cours d'eau, quel que soit le gradient altitudinal. Leurs stades larvaires, largement représentés dans les milieux lotiques, se distinguent par une abondance remarquable et occupent très souvent la première position en termes de biomasse au sein de l'entomofaune aquatique.

Au total, 1567 individus appartenant à 4 familles et 9 genres ont été récoltés dans l'ensemble des stations étudiées. Ils représentent une proportion considérable de la faune benthique. La famille des Baetidae domine le peuplement avec une abondance relative de 65,01%, elle est suivie par les Caenidae avec 31,46%, puis par les Leptophlebiidae avec 2,99% et enfin les Heptageniidae avec 0,5% (**figure 13**).

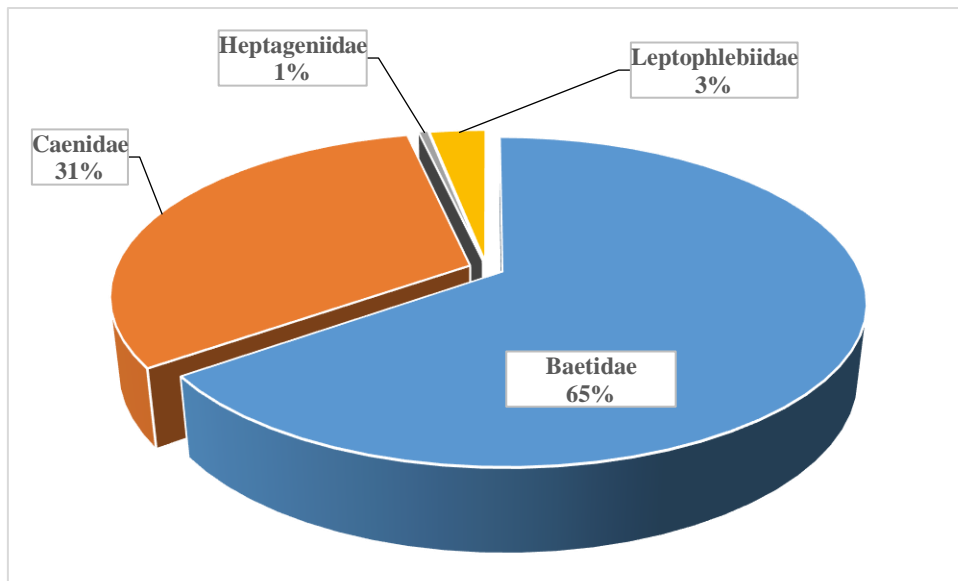


Figure 13 : Abondance relative des Ephéméroptères (familles) récoltés

Les Ephéméroptères sont présents dans l'ensemble des stations d'étude. L'analyse de la figure 14 met en évidence leur importance au niveau de la station IF avec 497 individus avec 60,36% du peuplement représenté par le genre *Baetis*.

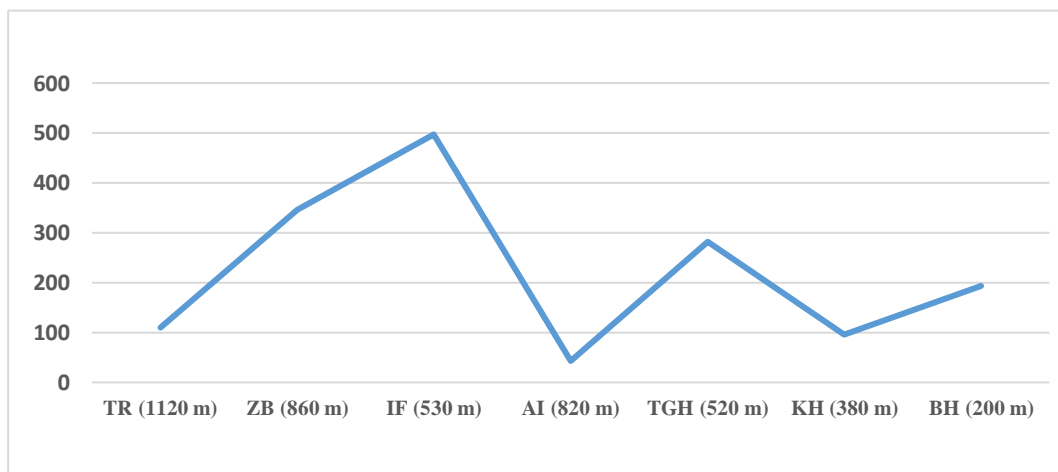


Figure 14 : Evolution de l'abondance stationnelle des Ephéméroptères récoltés

➤ **Famille des Baetidae**

C'est la famille est la plus abondante (1019 inds.) et la plus diversifiée (4 genres) dans nos stations. Selon **Benmoussa et al. (2014)**, les éléments de cette famille tolèrent la pollution et les températures élevées. Les genres recensés dans chaque station ainsi que leur abondance sont représentés par **la figure 15** :

**Baetis** : c'est le genre dominant, avec 1000 individus (soit 63,81 % du total des Éphéméroptères). Il est présent dans toutes les stations et à toutes les altitudes. Cette forte représentativité traduit sa capacité d'adaptation aux dépôts organiques fins et aux substrats colonisés par les mousses et les algues. (**Verneaux, 1973**).

**Acentrella** : peu abondant, ce genre totalise seulement 8 individus (0,51 %). Il a été observé dans deux stations (TR et TGH).

**Centroptilum** : avec 6 individus récoltés dans deux stations (ZB et AI), il est rare et faiblement représenté.

**Cloeon** : ce genre est signalé uniquement à la station BH avec 5 individus (0,31 %). Il semble thermophile et polluo-résistant.

➤ **Famille des Caenidae**

Les Caenidae regroupent des organismes fouisseurs vivant dans les substrats fins des eaux calmes et tolérant des charges organiques modérées.

Dans les cours d'eau étudiés, cette famille est représentée par l'unique genre *Caenis* avec 493 individus (31,46 %). Il est présent dans cinq stations.

**Lamine (2021)** signale que *C. luctuosa* est largement répartie dans les cours d'eau de Kabylie depuis les stations d'altitude (1450 m) jusque dans les biotopes de plaine (160 m).

*Caenis pusilla* quant à elle, est qualifiée de rhéophile supportant bien les courants rapides à moyens. Elle est moins tolérante aux grandes variations de températures et à l'abondance de la matière organique que *C. luctuosa* (**Lounaci, 2005**).

➤ **Famille des Heptageniidae**

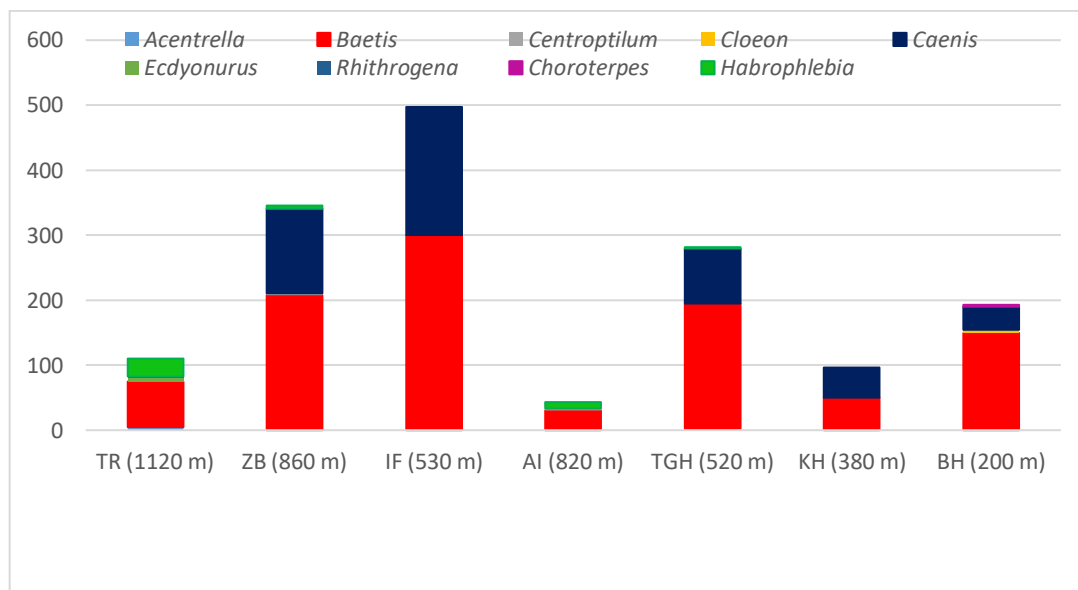
Cette famille, connue pour sa sensibilité à la pollution et sa préférence pour les eaux rapides et bien oxygénées, est faiblement représentée dans nos prélèvements. Elle compte seulement 8 individus (0,43 % du total éphéméroptérologique) récoltés dans l'unique station TR à 1120 m d'altitude. Elle est représentée par deux genres *Ecdyonurus* (5 inds.) et *Rhithrogena* (3 inds.).

### ➤ Famille des Leptophlebiidae

Cette famille totalise 47 individus appartenant à deux genres :

**Habrophlebia** : 44 individus (2,8 %) répartis dans plusieurs stations (TR, ZB, AI et TGH). Sa présence dans les stations d'altitude traduit sa préférence pour les eaux fraîches.

**Choroterpes** : rare, représenté par seulement 3 individus (0,19 %) récoltés à la station BH. Ce genre semble thermophile.

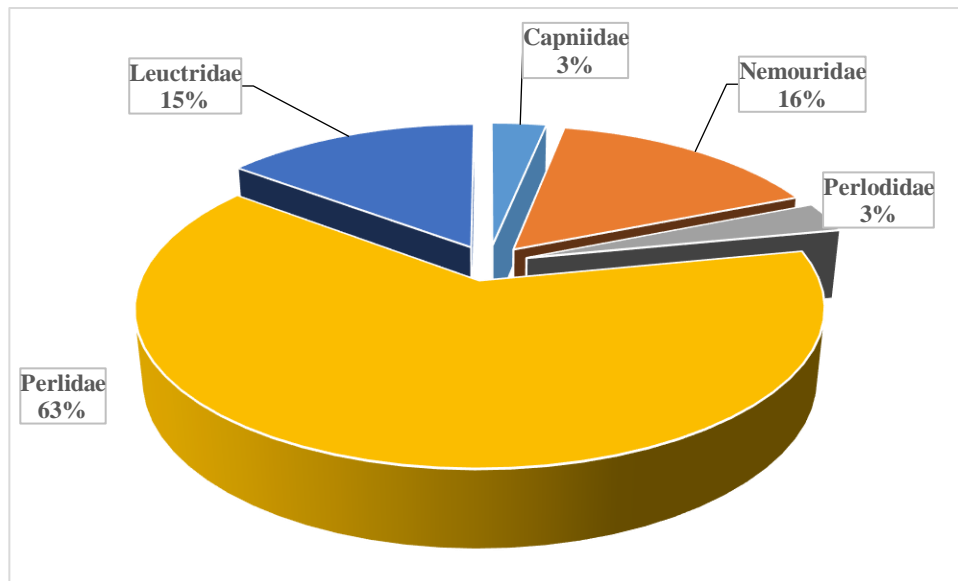


**Figure 15** : Répartition altitudinale des d'Ephéméroptères

### 3.2 Plécoptères

Les Plécoptères sont de bons indicateurs biologiques, très utilisés dans la méthode d'analyse de la qualité des eaux courantes (Mebarki, 2001).

Dans les cours d'eau étudiés, les Plécoptères comptent 96 individus répartis en 5 familles et 7 genres. La famille des Perlidae dominant le peuplement avec 61 individus (soit, 63,54 %). Elle est suivie par la famille des Nemouridae (16%), Leutridae (15%) et enfin les Capniidae et les Perlodidae avec une abondance relative égale (3%) (figure 16).

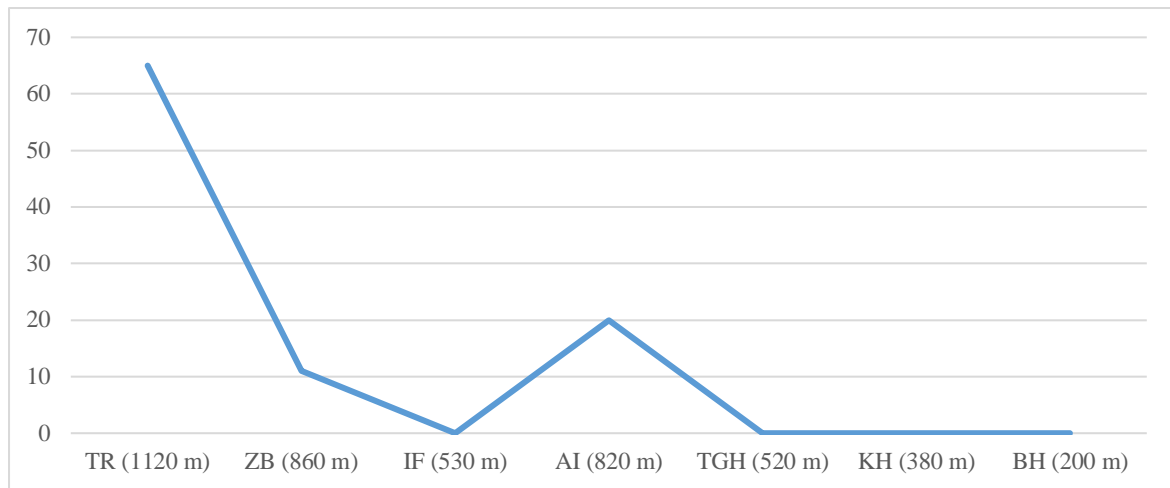


**Figure 16 :** Abondance relative des Plécoptères (familles) récoltés

La distribution longitudinale des Plécoptères le long des cours d'eau étudiés (**figure 17**) met en évidence l'importance de ce groupe dans les tronçons à courant rapide à modéré coulant sur un substratum pierreuse, à couvert végétal bordant assez dense et à température de l'eau peu élevée.

En effet, les stations TR (1120m), ZB (860 m) et AI (820m) présentent un recouvrement compris entre 85% et 100%, un courant rapide et une température de l'eau comprise entre 10 et 12°C. La station TR enregistre l'abondance maximale en Plécoptères avec 65 individus ainsi que la diversité maximale avec cinq genres recensés dont *Protonemura* et *Capnopsis* exclusifs à la station.

Nous signalons en outre, que les Plécoptères sont très connus par leur polluo-sensibilité aux milieux affectés par quelque perturbation. Ceci s'expliquerait en partie par l'absence de cet ordre dans les habitats de piémont, basses altitudes exposées aux diverses perturbations anthropiques.



**Figure 17 :** Evolution de l'abondance stationnelle des Plécoptères récoltés

Les familles de Plécoptères ainsi les genres recensés dans chaque station sont représentés sur la figure 18.

➤ **Famille des Perlidae**

C'est la famille la plus abondante parmi les Plécoptères. Elle est représentée uniquement par le genre *Perla* avec 61 individus (63,54 % des Plécoptères). Sa présence a été observée principalement dans les stations TR (49 individus) et AI (12 individus).

➤ **Famille des Leuctridae**

Elle est représentée par le genre *Leuctra*, avec 14 individus (14,58 % des Plécoptères). Ils sont répartis dans deux stations : TR (6 individus) et ZB (8 individus).

➤ **Famille des Nemouridae**

Elle totalise 15 individus, répartis en trois genres : *Amphinemura* avec 8 individus récoltés dans deux stations (TR et AI), *Protonemura* qui compte 4 individus (TR) et enfin *Nemoura* avec 3 individus (ZB).

➤ **Famille des Capniidae**

Représentée uniquement par le genre *Capnopsis*, avec 3 individus récoltés à la station TR (1120 m). Ce taxon est rare et strictement inféodé aux eaux fraîches de montagne.

➤ **Famille des Perlodidae**

Elle est représentée par un seul genre *Isoperla* qui compte 3 individus récoltés dans la station AI.

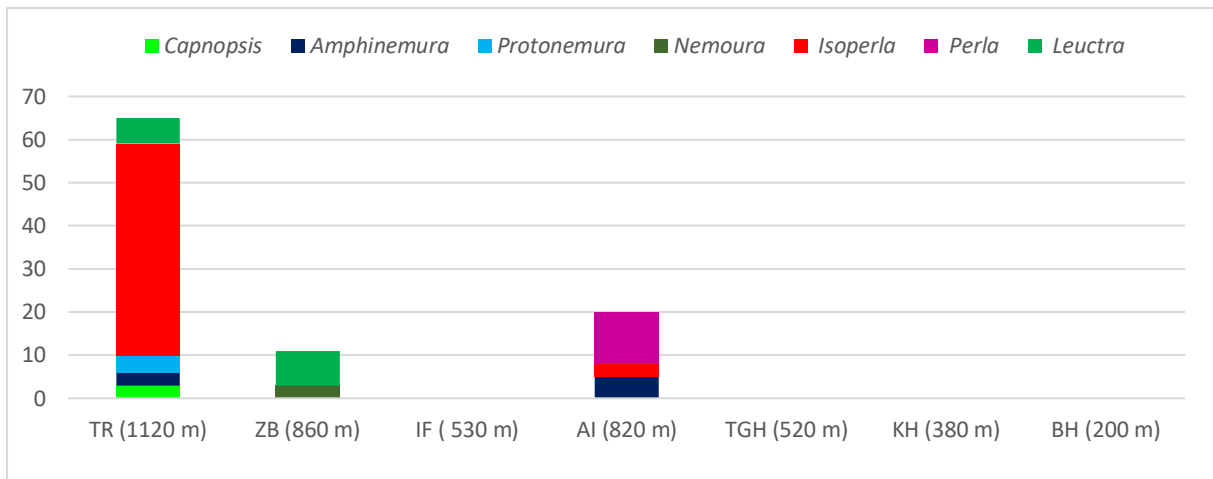


Figure 18 : Répartition altitudinale des Plécoptères

### 3.3. Trichoptères

Les Trichoptères constituent un groupe assez diversifié des communautés d’invertébrés lotiques méditerranéens. 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 (Giudicelli et al., 1985).

Dans les stations étudiées, nous avons récolté 147 individus répartis en 5 familles et 5 genres. Les différentes abondances relatives des différentes familles sont illustrées par la figure 19.

Sur le plan numérique, les Hydropsychidae domine largement le peuplement avec une abondance relative de 75%, elle est suivie par la famille des Rhyacophilidae (14 %), les Philopotamidae (5%), les Hydrptilidae (4 %) et enfin les Brachycentridae (2%).

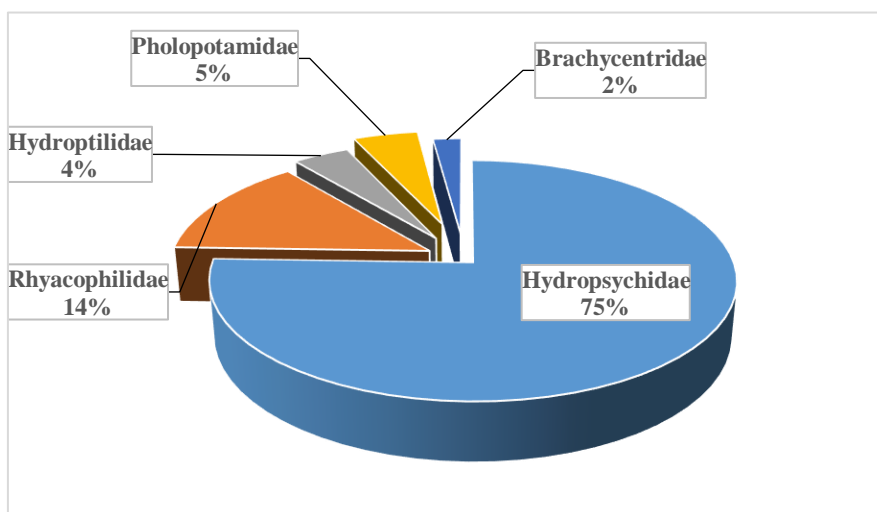
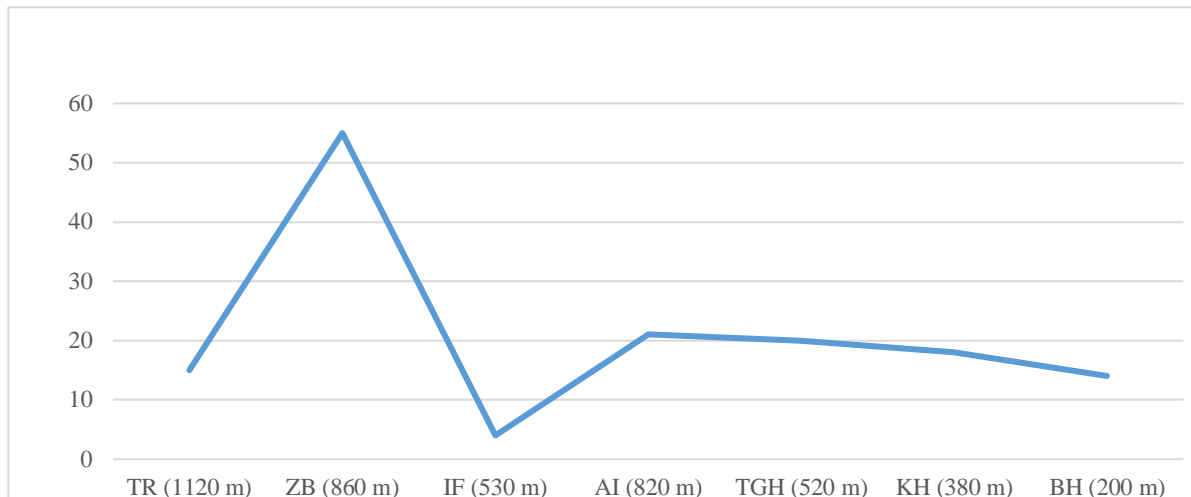


Figure 19 : Abondance relative des Trichoptères (familles) récoltés

La répartition longitudinale des Trichoptères dans les stations étudiées (**figure 20**) met en évidence leur importance au niveau de la station ZB (860m) avec 55 individus dont 94,54 % sont représentés par les Hydropsychidae ( genre *Hydropsyche*) et le minimum est enregistré au niveau de la station IF avec 4 individus .



**Figure 20** : Evolution de l'abondance stationnelle des Trichoptères récoltés

La diversité générique des Trichoptères ainsi que leur abondance dans chaque station sont données par **la figure 21**.

➤ **Famille des Hydropsychidae**

Elle est représentée uniquement par le genre *Hydropsyche*, qui domine largement les Trichoptères avec 111 individus (75,51 % du total). Ce genre est largement réparti dans presque toutes les stations, avec une abondance marquée à ZB (52 individus).

➤ **Famille des Rhyacophilidae**

Représentée par le genre *Rhyacophila*, qui totalise 20 individus (13,6 %). Ce taxon a été observé dans plusieurs stations (TR, ZB, IF, AI, TGH et KH), témoignant de sa bonne tolérance écologique.

➤ **Famille des Hydroptilidae**

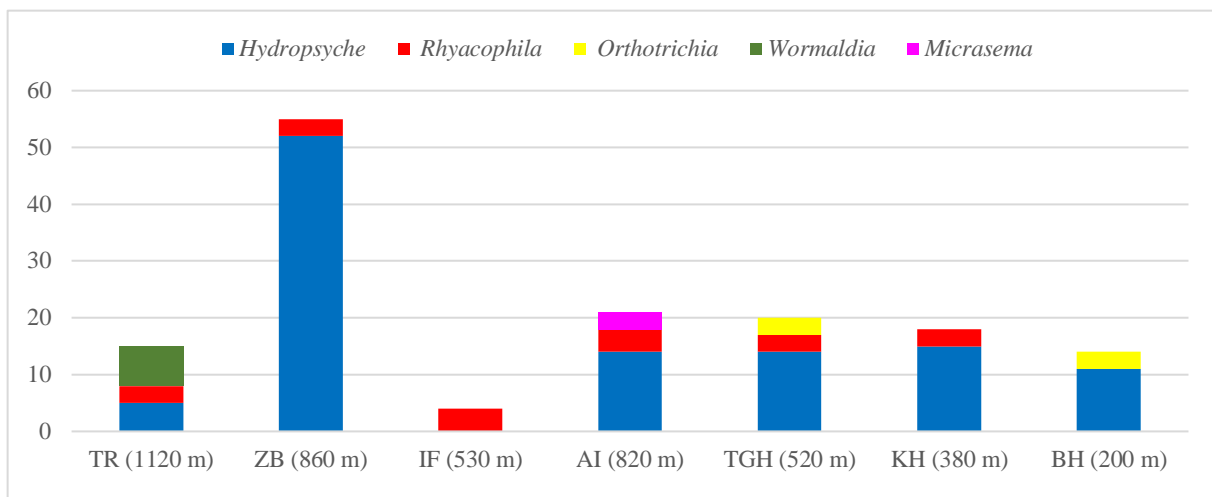
Le genre *Orthotrichia* est rare, avec seulement 6 individus (4,08 %), répartis dans deux stations (TGH et BH).

➤ **Famille des Philopotamidae**

Représentée par le genre *Wormaldia*, avec 7 individus observés uniquement à la station TR.

➤ **Famille des Brachycentridae**

Très faiblement représentée, cette famille est constituée du genre *Micrasema*, avec seulement 3 individus récoltés dans la station AI.



**Figure 21** : Répartition altitudinale des genres de Trichoptères

#### 4. Indices de diversité de Shannon et Equitabilité

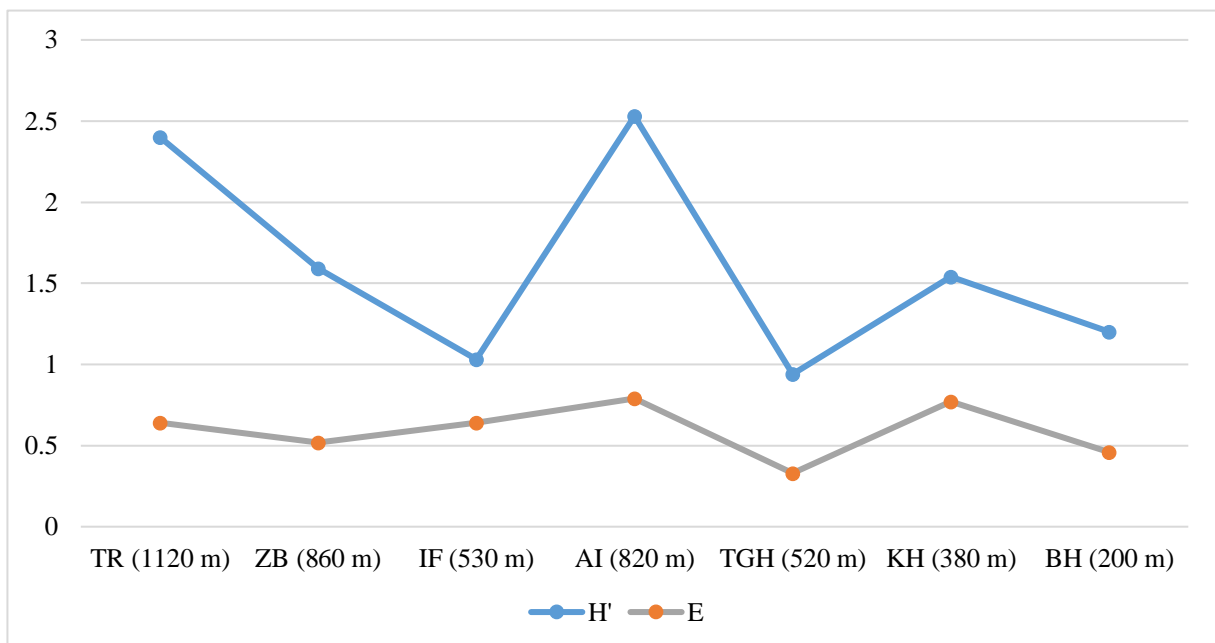
La structure du peuplement EPT est mise en évidence par l'indice de SHANNON (1948). Il consiste à mesurer la richesse spécifique et la proportion représentée par chaque espèce au sein de communauté.

Cet indice est souvent accompagné de l'indice d'équitabilité afin de montrer si la structure de communauté des EPT est oui ou non équilibrée.

Les valeurs  $H'$  et  $E$  calculés dans les stations étudiées, varient entre 0,94 et 2,53 pour  $H'$  et entre 0,33 et 0,79 pour  $E$  (**figure 22**) On retrouve la valeur la plus élevée de  $H'$  dans la station AI qui est de l'ordre de 2,53 avec un indice d'équitabilité  $E$  de 0,79. Cette station exempte de pollution est située à 820m d'altitude présente une température de l'eau relativement basse, substrat Blocs, sable, gros galets, débris et végétaux, un courant Rapide et un recouvrement important. Ce ruisseau de montagne est un milieu idéal pour l'installation des espèces dont la majorité est sténotherme d'eau froide, rhéophile et polluo-sensible.

Dans les stations de moyenne montagne (ZB, TGH, IF), les indices de diversité sont compris entre 0,94 et 1,59 et une équitabilité comprise entre 0,33 et 0,52. La chute de l'indice de Shannon par rapport au secteur amont est essentiellement due aux différentes perturbations anthropiques (pompage de l'eau pour l'irrigation, pâturage, rejets domestiques, extraction de sable), ce qui traduit par un substrat hétérogène, un recouvrement compris entre 40 et 90% ce qui offre une diversité d'habitat lotiques.

Dans la station de basse altitude BH, l'indice de diversité égale à 1,2. Et une équitabilité de 0,46. L'élévation de la température de l'eau, la présence d'un substrat fin riche en matière organique et l'importance de l'impact anthropique se traduisent par la modification des habitats et la diminution des niches écologiques. Ne persistent dans ce milieu que les espèces thermophiles et polluo-résistantes.



**Figure 22 :** Evolution des indices de SHANNON (H') et d'équitabilité(E) dans les stations étudiées

## *Conclusion*

Les résultats d'une étude de trois ordres d'insectes aquatiques Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères (EPT) dans quelques cours d'eau du sous bassin versant de l'oued Boubhir sont exposés. Le but de ce travail est d'enrichir les connaissances existantes sur la diversité, la distribution et les préférences écologiques de ces trois ordres majeurs d'insectes lotiques, largement reconnus pour leur rôle indicateur dans l'évaluation de la qualité des milieux lotiques

Sept stations lotiques entre 200 et 1120 m d'altitude ont été prospectées et les prélèvements des invertébrés benthiques ont été réalisés à l'aide d'un filet Surber.

Un total de 1810 individus répartis en 14 familles et 21 genres a été récolté pour l'ensemble des EPT.

\* Les Ephéméroptères totalisent 1567 individus appartenant à 4 familles et 9 genres. La famille des Baetidae (*Baetis*) domine largement le peuplement.

\*Les Plécoptères comptent 96 individus répartis en 5 familles et 7 genres. La famille des Perlidae est dominante avec 61 individus (soit, 63,54 %). Les stations riches en Plécoptères TR (1120m), ZB (860 m) et AI (820m) présentent un recouvrement compris entre 85% et 100%, un courant rapide et une température de l'eau comprise entre 10 et 12°C.

\* les Trichoptères comptent 147 individus répartis en 5 familles et 5 genres. Les Hydropsychidae (Hydropsyche) sont bien représentés numériquement avec 111 individus (75,51 % du total). Ce genre est largement réparti dans presque toutes les stations, avec une abondance marquée à ZB (52 individus).

L'abondance stationnelle des EPT varie d'une station à une autre et fluctue entre un minimum de 84 individus (AI : 820m) et un maximum de 501 individus (IF : 530m).

La richesse générique des EPT atteint son maximum dans les stations alticoles, notamment au niveau du torrent de montagne TR (1120 m) où 13 genres ont été recensés. Ces communautés sont dominées par des taxons sténothermes, rhéophiles et fortement sensibles à la pollution, traduisant des conditions écologiques favorables et une bonne qualité des eaux.

À l'inverse, les stations de piémont ( $\leq 530$  m) présentent une diversité plus réduite, ne dépassant pas 3 à 4 genres. Cette diminution est principalement liée à l'élévation estivale de la température et à l'impact des rejets anthropiques, qui favorisent la présence d'espèces eurithermes et tolérantes aux charges organiques.

L'analyse des limites altitudinales des genres EPT fait ressortir quatre groupes : taxons alticoles, taxons de moyenne montagne pouvant descendre en basse altitude, taxons localisés et taxons à large valence écologique.

Les indices H' et E calculés dans l'ensemble des stations étudiées varient entre pour H' et entre 0.94 (TGH) et 2.53 (AI), pour E. 0.33 (TGH) et 0.79 (AI).

Enfin, Les EPT (Éphéméroptères, Plécoptères, Trichoptères) sont d'excellents bioindicateurs car leur présence et leur diversité reflètent la qualité de l'eau. Sensibles à la pollution, leur abondance diminue dans les milieux dégradés. Leur étude permet donc d'évaluer efficacement l'état écologique des cours d'eau.

## *Références bibliographique.*

- **Angelier E.** 2000. Ecologie des eaux courantes, édition Technique et document. 199p.
- **Angelier E., Angelier M.L & Lauga J.** 1985. Recherches sur l'écologie des Hydracariens (Hydrachnella, Acari) dans les eaux courantes. *Annales de Limnologie*. 21 (1) : 25-64 pp.
- **Barbault R.,** 1981. Ecologie des populations et des peuplements. Des théories aux faits. Masson ed., Paris : 208 p.
- **Barbour M.T., Gerritsen J., Snyder B.D. & Stribling J.B.** 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish, 2e édition, Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, EPA841-B-99-002, 11 chapitres, 4 annexes.
- **Bebba N., El Alami M., Arigue S.F. & Arab A.** 2015. Etude mésologique et biotypologique du peuplement des Ephéméroptères de l'oued Abdi (Algérie). *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 6 :1164-1177.
- **Bellout, A.** (2014). Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique du bassin versant de la vallée du Sébaou (Kabylie - Algérie) (Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou).
- **Ben Moussa A., Chahlaoui A., Rour E. Et Chahboune M.,** 2014. Diversité taxonomique du macrofaune benthique des eaux superficielles de l'oued Khoumane. *Moula Idriss Zerhoun, Maroc. J. Mater. Environ. Sci.* 5 (1) (2014) 183-198.
- **Berthélemy C.** 1966. Recherches écologiques et biogéographiques sur les plécoptères et coléoptères d'eau courantes Hydraena et Elminthidae des Pyrénées. *Annals de Limnologie*. 2 2 : 227-458.
- **Bessaoud, O.** (2008). L'agriculture algérienne et les défis du développement durable. CIHEAM-IAMM.
- **Blondel J.,** 1979. Biogéographie et écologie. Masson ed., Paris : 173 p.
- **Bonada, N., Prat, N., Resh, V. H., & Statzner, B.** (2006). Developments in aquatic insect biomonitoring. *Annual Review of Entomology*, 51, 495–523.
- **Boudjema, L., & Boudali, L.** (2022). Macroinvertébrés benthiques et état de santé écologique du réseau hydrographique de l'Assif Hallil et de l'Oued Boubhir (s.s). Mémoire de Master, UMMTO.
- **Boudjema, M.** (2010). Valorisation des margines issues des huileries par compostage (Mémoire de Magister, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou).
- **Boudrouaya, A., & Bensaad, S.** (2020). Caractérisation hydro-climatique et évaluation des ressources en eau du bassin versant du Sébaou [Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou].

- **Bouillin, J. P., Durand-Delga, M., & Olivier, P.** (1976). Structure et géodynamique de l'Algérie nord-orientale et des régions voisines. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 18(2), 297–309.
- **Bouillin, J., Caire, A., & Olivier, P.** (1976). Structures et évolution tectonique de la Kabylie (Algérie). *Bulletin de la Société Géologique de France*, 18(3), 505–517.
- **Chikhi, M.** (2016). Étude hydrogéologique et géophysique des nappes alluviales de la vallée de Sébaou (Wilaya de Tizi-Ouzou) (Mémoire de Magister, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou).
- **Cummins K.W. & Klug M.J.** 1979. Feeding Ecology of Stream Invertebrates. *Annual Review in Ecology and Systematics*, 10: 147-172.
- **Dagorne, A., & Mahrou, M.** (1984). Télédétection spatiale et multi-spectrale et cartographie de l'utilisation du sol en Kabylie (Algérie) : Carte infographique d'Azazga. In *Travaux d'analyse spatiale Raoul Blanchard* (pp. 35–68). Université de Nice.
- **Dajoz, R.** (1985). Précis d'écologie : Écologie fondamentale et appliquée (5<sup>e</sup> éd.). Paris : Gauthier-Villars.
- **Djemai, Z., Arar, A., & Medjdoub-Bensaad, F.** (2019). Diversité des macroinvertébrés benthiques dans les oueds de Kabylie (Algérie) et évaluation de la qualité de l'eau. *Ecologia Mediterranea*, 45(1), 67–76.
- **Dodds, W. K., & Welch, E. B.** (2000). Establishing nutrient criteria in streams. *Journal of the North American Benthological Society*, 19(1), 186–196.
- **Dudgeon, D., Arthington, A. H., Gessner, M. O., Kawabata, Z. I., Knowler, D. J., Lévêque, C., Naiman, R. J., Prieur-Richard, A. H., Soto, D., Stiassny, M. L. J., & Sullivan, C. A.** (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, 81(2), 163–182.
- **Faurie, C., Ferra, C., & Médori, P.** (1980). Écologie. Paris : Baillière.
- **Genin, C., Malard, F., & Dole-Olivier, M. J.** (2003). Protocole standardisé de prélèvement des macro-invertébrés benthiques dans les cours d'eau. Éditions scientifiques INRA, Lyon, 45 p.
- **Giudicelli J., Dakki M. & Diaa.** 1985. Caractéristiques abiotiques et hydrobiologiques des eaux courantes méditerranéennes. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 22: 2094-2101.
- **Hellawell J.M.** 1986. *Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management*. Londres : Else vier, 546 p.
- **Hynes, H. B. N.** (1970). *The ecology of running waters*. University of Toronto Press.
- **Karaouza, S., Medjdoub-Bensaad, F., & Samraoui, B.** (2011). Évaluation de la qualité des eaux de l'oued Boumerzoug (Algérie orientale) à l'aide des macroinvertébrés benthiques. *Hydrobiologia Algeriensis*, 2, 45–57.

- **Lamine, S. (2021).** Recherche sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des Ephemeroptères, Plécoptères, Trichoptères et Coléoptères Hydraenidae et Elmidae des cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura (Thèse de Doctorat). Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie.
- **Laribi, M. (2016).** Géomorphologie et dynamique de l'environnement dans le bassin du Sébaou (Kabylie) [Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou].
- **Lavendier P. 1979.** Ecologie d'un torrent pyréen de haute montagne : L'Estaragne, Thèse de doctorat d'Etat .Univ. Paul Sabatier Toulouse.532 p.
- **Legendre L et Legendre D., 1979.** Ecologie numérique. Le traitement multiple des données écologiques. 2<sup>ème</sup> Edition masson, Paris : 206P.
- **Levêque C. 1996.** Ecosystèmes aquatiques, Edition Hachette, paris, 159p.
- **Lounaci, A. (2005).** Recherches sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie) (Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 209 p.).
- **Lounaci-Daoudi D. 1996.** Travaux sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des insectes aquatiques du réseau hydrographique du Sébaou. Thèse de Magister, Université de Tizi-Ouzou, 152 p.
- **Mahé, G., Olivry, J. C., & Meddi, M. (2001).** Climats et débits des cours d'eau en Afrique du Nord : tendances et variabilités. Hydrological Sciences Journal, 46(6), 1035–1048.
- **Malek, A., Lami, H., Mania, J., Mudry, J.-N., Aigoun, C., & Chauve, P. (2015).** Drainage karstique de la chaîne calcaire du Djurdjura (Grande Kabylie, Algérie) : Alimentation et interaction entre composantes évaporitique et carbonatée. Université de Tizi Ouzou.
- **Malmqvist B. & Otto C. 1987.** The influence of substrate stability on the composition of stream benthos: an experimental study. Oikos, 48: 33-38.
- **Mebarki M. 2001.** Etude hydrobiologique de trois réseaux hydrographiques de Kabylie (Parc National du Djurdjura, oued Sébaou et oued Boghni) : faunistique, écologie et biogéographie des macroinvertébrés benthiques. Thèse de Magister. Université Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou, 178 pp.
- **Meddi, M., & Hubert, P. (2003).** Impact de la variabilité climatique sur les ressources en eau du Nord de l'Algérie. Hydrological Sciences Journal, 48(2), 233–246.
- **Merritt, R. W., & Cummins, K. W. (1996).** An introduction to the aquatic insects of North America (3rd ed.). Kendall/Hunt Publishing.
- **Messaoudène, M., Derridj, A., & Saci, A. (2007).** Les forêts de Kabylie : état actuel et perspectives de gestion durable. Revue d'Écologie (Terre et Vie), 62(2), 125–138.

- **Pielou, E. C. (1967).** The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 15(3), 177–188.
- **Plafkin J.L., Barbour M.T., Potter K.D., Gross, S.K. & Hughes, R.M. 1989** Rapid Bioassessment protocols for use in streams and rivers: benthic macroinvertebrate and fish. U.S. Environmental protection Agency 444/4-89-001. Office of water Regulation and Standards, Washington DC, USA, 160p.
- **Ramade, F. (2003).** *Éléments d'écologie : Écologie fondamentale (3e éd.)*. Dunod.
- **Raymond, D. (1976).** *Évolution sédimentaire et tectonique du nord-ouest de la Grande Kabylie (Algérie) au cours du cycle alpin (Thèse de doctorat d'État, Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, Département de géologie structurale)*.
- **Resh, V. H., & Rosenberg, D. M. (1993).** *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall.
- **Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., & Usseglio-Polatera, P. (1980).** *Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie*. CNRS Éditions, Paris, 350 p.
- **Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., & Usseglio-Polatera, P. (2000).** *Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie (2e éd.)*. CNRS Éditions, Paris, 588 p.
- **Thomas A.G.B. 1981.** *Travaux sur la taxonomie, la biologie et l'écologie d'insectes torrenticoles du Sud-Ouest de la France (Ephéméroptères et Diptères : Dixidae, Cecidomyiidae, Rhagionidae et Athericidae), avec quelques exemples de perturbations par l'homme*. Thèse de Doctorat es Sciences, Université de Toulouse, 330 pp.
- **United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). 2002.** *Biological Assessments and Criteria: Crucial Components of Water Quality Programs*. United States Environmental Protection Agency, EPA822-F-02 006.
- **Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., & Cushing, C. E. (1980).** The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(1), 130–137.
- **Verneaux J. 1973.** *Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs – essai de biotopologie*. Thèse d'État, Université de Besançon. 257 pp.
- **Vieira-Lanero R. 2000.** *Las larvas de los Trichopteros de Galicia (insecta : Trichoptera)*. Ph. D. Thesis, university of santiago de compostela. 611p
- **Vinçon G. & Thomas A. G. B. 1987.** *Etude hydrobiologique de la vallée d'Ossau (Pyrénées-Atlantiques). I. Répartition et écologie des Ephéméroptères*. *Annals Limnol.* 23 (2): 95-113.
- **Vorosmarty, C. J., McIntyre, P. B., Gessner, M. O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., Glidden, S., Bunn, S. E., Sullivan, C. A., Liermann, C. R., & Davies, P. M. (2010).** Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, 467(7315), 555–561.

- **Ward J.V & Stanford J.A.** 1979. Ecological factors controlling stream zoobenthos with emphasis of thermal modification of regulated streams. In: The ecology of regulated streams (eds. WARD JV & STANFORD JA). Plenum press New York, pp. 35-55.
- **Water Framework Directive (WFD)**, 2003. Overall Approach to the Classification of Ecological Status and Ecological Potential, Water Framework Directive Common Implementation Strategy Working Group 2, A Ecological Status (ECOSTAT), 28 p.
- **Yakoub, B.** (1985). Contribution à l'étude hydrogéologique de la Kabylie occidentale (Algérie) (Thèse de doctorat de 3e cycle, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, 215 p.).
- **Yakoub, B.** (2005). L'eau dans le bassin versant du Sébaou et la wilaya de Tizi-Ouzou : Évaluation, contraintes et recommandations (Thèse de doctorat d'État, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Sciences de l'eau, 268 p.).

## *Annexes*

**Annexe 1 :** Moyennes mensuelles des précipitations et totaux pluviométriques (en mm) relevés dans certaines localités de la région étudiée sur la période 1994-2014. Source : ANRH Tizi-Ouzou.

Stations	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Total
<b>Azazga (430m)</b>	48,7	82	141	181	178	105	101	136	65,3	9,2	3,1	7	1057
<b>Tizi-Ouzou (220m)</b>	40,5	67	132	150	154	89,3	76,1	92	57,7	8,8	3,8	6	877
<b>Boubhir (220m)</b>	47	75	118,2	155	145	83	92,7	121	65,3	9,1	5,2	10,7	928

**Annexe 2 :** Relevés des températures (en °C) enregistrées à Tizi-Ouzou sur la période 2012-2020. Source : Office National de la Météorologie (O.N.M), station de Tizi-Ouzou.

2012	JAN	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC	Tot	Moy
<b>T° Moy/men su en °C</b>	9,9	8,5	13,3	15,3	19,9	26,4	27,8	30,3	24,4	20,8	16,3	11,9	222,8	18,6
<b>T° Moy/men su mini</b>	5,6	2,7	9	11	14	20	21,6	23,4	18,7	15,8	12,5	8,2	162,5	13,5
<b>T° Moy/men su MAX</b>	16,3	11,9	19,7	21,1	20,07	34,2	35,7	30,1	32,3	28,1	21,8	17,4	295,6	24,6

2013	JAN	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC	Tot	Moy
<b>T° Moy/mensu en °C</b>	10.8	9.4	14.3	15.8	17.5	22.0	26.7	26.9	24.1	23.1	13.6	11.2	215.4	18.0
<b>T° Moy/mensu mini</b>	6.9	5.2	10.4	11.3	12.8	15.5	20.3	20.3	19.1	18.1	17.9	7.4	156.2	13.8
<b>T° Moy/mensu MAX</b>	15.7	14.6	19.4	21.8	23.0	28.9	34.5	35.1	31.1	30.6	10.7	16.9	282.3	23.5

<b>2014</b>	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>	<b>MARS</b>	<b>AVRIL</b>	<b>MAI</b>	<b>JUIN</b>	<b>JUIL</b>	<b>AOUT</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>	<b>Tot</b>	<b>Moy</b>
<b>T° Moy/mensu en °C</b>	12.3	12.8	12.3	17.5	19.2	23.7	27.0	28.0	26.2	21.6	17.3	10.9	228.8	19.1
<b>T° Moy/mensu mini</b>	8.6	8.6	8.2	11.3	13.2	17.4	20.0	21.5	21.0	16.0	13.5	7.7	1670.	13.9
<b>T° Moy/mensu MAX</b>	17.6	18.8	17.5	24.3	26.5	30.7	34.7	35.9	33.7	29.0	22.7	15.4	306.8	25.6

<b>2015</b>	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>	<b>MARS</b>	<b>AVRIL</b>	<b>MAI</b>	<b>JUIN</b>	<b>JUIL</b>	<b>AOUT</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>	<b>Tot</b>	<b>Moy</b>
<b>T° Moy/mensu en °C</b>	9.9	9.8	13.1	17.3	21.4	24.7	29.7	28.8	24.4	20.2	14.9	12.2	226.4	18.9
<b>T° Moy/mensu mini</b>	6.0	6.5	8.4	11.7	15.2	17.9	22.2	23.2	19.7	16.0	10.8	7.2	164.8	13.7
<b>T° Moy/mensu MAX</b>	15.6	13.9	19.3	24.4	28.7	32.0	38.4	35.8	30.5	26.2	21.0	19.3	305.1	25.4

<b>2016</b>	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>	<b>MARS</b>	<b>AVRIL</b>	<b>MAI</b>	<b>JUIN</b>	<b>JUIL</b>	<b>AOUT</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>	<b>Tot</b>	<b>Moy</b>
<b>T° Moy/mensu en °C</b>	12.8	12.6	12.5	16.1	19.0	24.3	27.9	27.1	24.3	22.5	15.7	12.6	227.4	19.0
<b>T° Moy/mensu mini</b>	8.6	8.5	7.8	11.2	13.6	17.1	20.7	20.4	18.0	16.9	11.4	9.3	163.5	13.6
<b>T° Moy/mensu MAX</b>	18.4	18.0	17.6	22.1	25.0	32.0	35.7	34.6	31.7	29.6	21.3	17.6	303.6	25.3

<b>2017</b>	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>	<b>MARS</b>	<b>AVRIL</b>	<b>MAI</b>	<b>JUIN</b>	<b>JUIL</b>	<b>AOUT</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>	<b>Tot</b>	<b>Moy</b>
<b>T° Moy/mensu en °C</b>	8.9	12.7	14.5	16.4	21.8	26.4	29.4	29.7	23.9	19.5	13.7	10.4	227.3	18.9
<b>T° Moy/mensu mini</b>	5.2	8.6	8.8	10.5	15.2	19.8	22.3	25.1	18.1	13.5	9.8	7.5	164.4	13.7
<b>T° Moy/mensu MAX</b>	13.7	18.2	21.2	23	29.6	34.6	37.5	37.4	30.0	26.7	19.4	14.3	305.6	25.5

<b>2018</b>	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>	<b>MARS</b>	<b>AVRIL</b>	<b>MAI</b>	<b>JUIN</b>	<b>JUIL</b>	<b>AOUT</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>	<b>Tot</b>	<b>Moy</b>
<b>T° Moy/mensu en °C</b>	11.2	9.9		16.5	17.8	22.8	27.8	27.4	25.3	19.1	14.9	11.9	218.2	18.2
<b>T° Moy/mensu mini</b>	7.1	6.4	10.	11.8	13.5 2	16.8	21.5	20.8	20.3	15.3	11.4	7.7	162.8	13.6
<b>T° Moy/mensu MAX</b>	17.0	14.6		22.5	27.7	29.7	35.5	35.1	32.0	24.9	20.2	17.3	294.4	24.5

<b>2020</b>	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>	<b>MARS</b>	<b>AVRIL</b>	<b>MAI</b>	<b>JUIN</b>	<b>JUIL</b>	<b>AOUT</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>	<b>Tot</b>	<b>Moy</b>
<b>T°Moy/mensu en °C</b>	10.8	13.2	14.3	16.6	31.4	24.4	28.8	28.8	23.6	18.5	16.7	12.2	239.3	19.9
<b>T°Moy/mensu mini</b>	6.8	7.9	10.4	12.5	15.1	17.7	21.7	22.6	18.4	13.2	12.7	9.0	168.0	14.0
<b>T°Moy/mensu MAX</b>	16.2	20.6	19.8	22.0	28.7	31.7	37.3	36.5	30.5	36.3	22.7	16.5	308.8	25.7

<b>Mois</b>	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>	<b>MARS</b>	<b>AVRIL</b>	<b>MAI</b>	<b>JUIN</b>	<b>JUIL</b>	<b>AOUT</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEC</b>
<b>T° Moyennes mensuelles</b>	10,64	10,84	13,48	16,31	20,75	24,42	28,24	28,38	24,53	20,64	15,26	11,85
<b>T° Moyennes minimales</b>	6,73	6,73	9,08	11,45	14,01	17,66	21,31	22,25	19,2	15,61	12,36	8,2
<b>T° Moyennes maximales</b>	16,05	16,38	19,13	22,63	27,1	31,8	36,08	35,11	31,47	27,64	19,81	17,01



La présente étude a été menée dans le but d'évaluer la diversité des communautés d'EPT (Éphéméroptères, Plécoptères, Trichoptères) dans quelques cours d'eau du sous-bassin versant de l'Oued Boubhir (Tizi-Ouzou), et leur rôle indicateur dans l'évaluation de la qualité des milieux lotiques.

7 stations lotiques s'échelonnent entre 200 et 1120 m ont été prospectées. les macro-invertébrés benthiques ont été récoltés à l'aide d'un filet Surber, un filet fauchoir pour les adultes.

Au total, Les EPT recensés dans ce travail comptent 1810 individus répartis en 14 familles et 21 genres.

L'abondance des EPT varie d'une station à une autre, fluctue entre un minimum de 84 individus (AI 820 m d'altitude) et un maximum de 501 individus (IF 530 m).

La richesse générique des EPT est maximale dans les stations de haute altitude TR (1120 m), où 13 genres ont été recensés. Ces stations sont dominées par des taxons sensibles à la pollution, témoignant de bonnes conditions écologiques. Les stations de piémont ( $\leq 530$  m) présentent une diversité plus faible (3 à 4 genres), Cette réduction due aux conditions rigoureuses de milieu.

La distribution longitudinale des genres met en évidence 4 groupes: des genres alticoles, localisées, genres de moyenne montagne pouvant descendre en basse altitude, genres à large valence écologique.

L'indice de H' et d'E montre que les valeurs enregistrées varient entre 2,53 et 0,94 et entre 0,79 et 0,33.

Les EPT sont d'excellents bioindicateurs de la qualité de l'eau en raison de leur sensibilité à la pollution des milieux lotiques.

**Mots clés :** EPT (Éphéméroptères, Plécoptères, Trichoptères), Bioindicateurs, Diversité, Qualité de l'eau.

## Résumé

La présente étude a été menée dans le but d'évaluer la diversité des communautés d'EPT (Éphéméroptères, Plécoptères, Trichoptères) dans quelques cours d'eau du sous-bassin versant de l'Oued Boubhir (Tizi-Ouzou), et leur rôle indicateur dans l'évaluation de la qualité des milieux lotiques.

7 stations lotiques s'échelonnent entre 200 et 1120 m ont été prospectées. les macro-invertébrés benthiques ont été récoltés à l'aide d'un filet Surber, un filet fauchoir pour les adultes.

Au total, Les EPT recensés dans ce travail comptent 1810 individus répartis en 14 familles et 21 genres.

L'abondance des EPT varie d'une station à une autre, fluctue entre un minimum de 84 individus (AI 820 m d'altitude) et un maximum de 501 individus (IF 530 m).

La richesse générique des EPT est maximale dans les stations de haute altitude TR (1120 m), où 13 genres ont été recensés. Ces stations sont dominées par des taxons sensibles à la pollution, témoignant de bonnes conditions écologiques. Les stations de piémont ( $\leq 530$  m) présentent une diversité plus faible (3 à 4 genres), Cette réduction due aux conditions rigoureuses de milieu.

La distribution longitudinale des genres met en évidence 4 groupes: des genres alticoles, localisées, genres de moyenne montagne pouvant descendre en basse altitude, genres à large valence écologique.

L'indice de H' et d'E montre que les valeurs enregistrées varient entre 2,53 et 0,94 et entre 0,79 et 0,33.

Les EPT sont d'excellents bioindicateurs de la qualité de l'eau en raison de leur sensibilité à la pollution des milieux lotiques.

**Mots clés :** EPT (Éphéméroptères, Plécoptères, Trichoptères), Bioindicateurs, Diversité, Qualité de l'eau.

## Abstract

This study was conducted to assess the diversity of EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) communities in several streams of the Oued Boubhir sub-watershed (Tizi-Ouzou), and their indicator role in evaluating the quality of lotic environments.

Seven lotic stations, ranging from 200 to 1120 meters in altitude, were surveyed. Benthic macroinvertebrates were collected using a Surber sampler, and adults were captured with a sweep net.

In total, the EPT taxa recorded in this study included 1810 individuals belonging to 14 families and 21 genera.

The abundance of EPT varies from one station to another, ranging from a minimum of 84 individuals (AI, 820 m altitude) to a maximum of 501 individuals (IF, 530 m).

Generic richness of EPT is highest at high-altitude stations, particularly at TR (1120 m), where 13 genera were recorded. These stations are dominated by taxa sensitive to pollution, indicating good ecological conditions.

The foothill stations ( $\leq 530$  m) exhibit lower diversity (3 to 4 genera), which is attributed to harsh environmental conditions.

The longitudinal distribution of genera highlights four groups: high-altitude specialists (alticolous), localized genera, mid-altitude genera that can extend to lower altitudes, and genera with broad ecological tolerance.

The Shannon diversity index ( $H'$ ) and evenness index ( $E$ ) ranged from 2.53 to 0.94 and from 0.79 to 0.33, respectively.

EPT are excellent bioindicators of water quality due to their sensitivity to pollution in lotic ecosystems.

**Keywords:** EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), Bioindicators, Diversity, Water Quality.