

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ MOULOUD MAMMÈRI DE TIZI-OUZOU**



**FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES  
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE**

## **Mémoire de fin d'études**

**En vue de l'obtention du diplôme en**

**Sciences biologiques**

**Spécialité : Ecologie animale**

# **Faunistique et écologie des Trichoptères des cours d'eau d'assif Sahel et de l'oued Boubhir (s.s).**

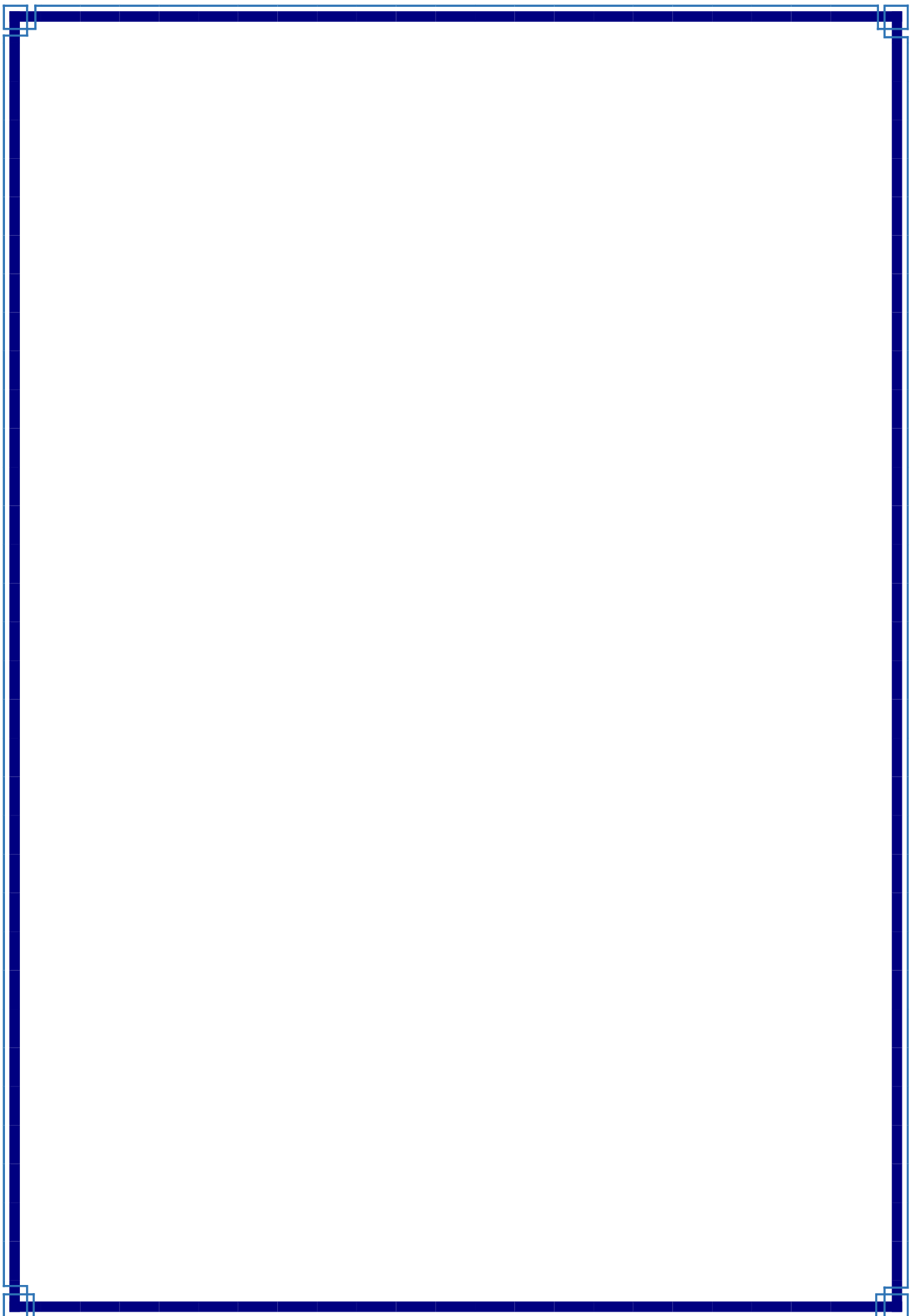
Présentée par :

**Melle. HAMMOUDI Sonia      et      Melle. NEGGAD Lydia**

**Soutenue devant le jury composé de :**

Présidente : Mme CHAOUCHI-TALMAT N.	M.A.A	UMMTO
Promotrice : Mme SEKHI S.	M.A.A	UMMTO
Examinatrice : Mme LOUNACI-DAOUDI D.	M.A.A	UMMTO

**Promotion : 2019/2020**



## ***Remerciements***

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

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

*Nos vives gratitudes vont également à Madame Chaouchi N., Maitre assistante à l'U .M.M .T .O qui nous a fait l'honneur d'accepter de présider le jury de ce mémoire.*

*Nos remerciements et nos reconnaissances vont à Madame Lounaci-Daoudi D., Maitre assistante à l'UMMTO pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

*On remercie vivement Monsieur Lamine S pour son soutien et son aide durant la réalisation de notre travail.*

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

***Sonia/Lydia***

# *Dédicaces*

*Je dédie ce travail à :*

*Ames chères parents qui ont toujours été à mes côtés et m'ont soutenu durant toutes mes études, pour leur tendresse et leurs sacrifices.*

*Mon très cher et unique petit frère Nabil pour son encouragement et son soutien*

*Ma chère binôme Lydia.*

*Tous les membres de ma famille de près ou de loin*

*Mes amies : Kamilia, Nassima.*

*A tous ce qui m'ont aidé, encouragé et sacrifié pour mon bonheur, même avec une bonne parole.*

*Sonia*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail à :*

*Mes très chers parents qui sont toujours à mes côtés et m'ont soutenu durant toutes mes études. Pour leur tendresse et leurs sacrifices.*

*A mes sœurs Sabrina et Cylia.*

*A mes tantes et mes oncles et à toute ma famille de près ou de loin.*

*A tous mes amis.*

*A toute la promotion de Diversité et Ecologie des Peuplements Animaux.*

*A tous les gens qui m'ont aidé et soutenu dans la réalisation de ce présent travail.*

*Lydia*

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Situation géographique de la région d'étude .....	2
<b>Figure 2</b> : Températures mensuelles de l'air (maximales, minimales et moyennes) en ° C à Tizi- Ouzou, période 2010-2017 .....	5
<b>Figure 3</b> : Températures ponctuelles de l'eau relevées dans les stations étudiées .....	7
<b>Figure 4</b> : Précipitations moyennes mensuelles (en mm) à certaines localités de la Kabylie (période 2007-2013) source A.N.R.H De Tizi-Ouzou .....	8
<b>Figure 5</b> : Réseau hydrographique et emplacement des stations d'étude.....	12
<b>Figure 6</b> : Représentation du nombre de genre et d'espèces par familles des Trichoptères recensées.....	30
<b>Figure 7</b> : Abondance des Trichoptères dans les stations étudiées .....	33
<b>Figure 8</b> : Richesse spécifique des Trichoptères aux stations étudiées .....	34
<b>Figure 9</b> : Abondance relative des Trichoptères des cours d'eau étudiés .....	36
<b>Figure 10</b> : Occurrence relative des Trichoptères des cours d'eau étudiés .....	36
<b>Figure 11</b> : Evolution des indices de Shannon & Weaver et d'équitabilité dans les stations étudiées.....	39
<b>Figure 12</b> :Dendrogramme de la distribution des stations sur la base des variables environnementales.....	49
<b>Figure 13</b> : Analyses en composantes principales des paramètres écologiques sur le plan F1 et F2.....	50
<b>Figure 14</b> : Représentation des stations dans l'espace des facteurs F1 et F2.....	50

## Liste de tableaux

<b>Tableau 1 :</b> Températures moyennes mensuelles de l'air en (°C) (maximales, minimales, moyennes) enregistrées à Tizi-Ouzou (Période 2010-2017), Source O.N.M de Tizi-Ouzou .....	4
<b>Tableau 2 :</b> Températures ponctuelles de l'eau enregistrées aux stations d'étude.....	6
<b>Tableau 3 :</b> Altitudes et pentes des stations étudiées .....	17
<b>Tableau 4 :</b> Altitude, largeur du lit et vitesse du courant mesurées aux stations d'étude .....	19
<b>Tableau 5 :</b> Nature du substrat dans les stations étudiées .....	20
<b>Tableau 6 :</b> Répartition de la faune trichoptérologique dans les stations étudiées .....	32
<b>Tableau 7 :</b> Abondance des trichoptères des stations étudiées .....	33
<b>Tableau 8 :</b> Indice de Shanon & Weaver et d'équitabilité .....	38
<b>Tableau 9 :</b> Matrice des corrélations entre variables environnementales .....	48

## Liste des photographies

<b>Photo 1</b> : Station SAD .....	13
<b>Photo 2</b> : Station SA1 .....	13
<b>Photo 3</b> : Station SA2 .....	14
<b>Photo 4</b> : Station SA3 .....	14
<b>Photo 5</b> : Station SA4 .....	15
<b>Photo 6</b> : Station SA5 .....	15
<b>Photo 7</b> : Station B1.....	16
<b>Photo 8</b> : Station B2.....	16
<b>Photo 9</b> : Exemples de larves à fourreau.....	26
<b>Photo 10</b> : Exemples de larves sans fourreau .....	26
<b>Photo 11</b> : Nymphe de Trichoptère .....	27
<b>Photo 12</b> : Adulte des Trichoptère .....	28

# Sommaire

---

## Chapitre I : Caractéristiques générales de la région d'étude

1-Situation géographique de la région d'étude .....	2
2-Cadre géologique .....	3
3-Climatologie.....	3
3-1- Températures .....	4
3-1-1- Températures de l'air .....	4
3-1-2- Températures de l'eau .....	5
3-2- Précipitations .....	7
4-Couvert végétal .....	8
5-Perturbations anthropiques.....	9

## Chapitre II : Sites et méthodes d'étude

1-Description du réseau hydrographique et stations d'étude .....	11
1-1-assif Sahel .....	12
1-2-oued Boubhir.....	16
2- Caractéristiques physiques des stations .....	17
2-1- La pente.....	17
2-2 Le débit.....	17
2-3- L'écoulement et la vitesse du courant.....	18
2-4- Le Substrat .....	19
3-Matériel et méthodes d'échantillonnage .....	20
3-1-Echantillonnage benthique .....	20
3-2-Chasse d'adulte .....	21
3-3-Conservation des échantillons .....	21
3-4-Lavage, Tri et détermination .....	21
4-Indices écologiques	
4-1-Indice de composition.....	22
4-1-1- La richesse spécifique (S) .....	22
4-1-2- Abondance relative des espèces (la dominance) .....	22
4-1-3- Fréquence d'occurrence (C%) .....	22
4-2-Indice de structure .....	23

## Sommaire

---

4-2-1-Indice de Shannon.....	23
4-2-2-Equitabilite de Pielou.....	23
5-Traitement statistique des données.....	24

### Chapitre III :Les Trichoptères

1- Généralités sur les Trichoptères .....	25
1-1-Position systématique des Trichoptères.....	25
1-2-Description.....	25
1-2-1-Larve.....	25
1-2-2-Les nymphes.....	27
1- 2-3-l'adulte.....	27
1-3-Biologie et écologie des Trichoptères .....	28
1-4-Répartition des Trichoptères dans le monde.....	29
2-Analyse du peuplement trichopterologique .....	29
3-Abondance des Trichoptères recensés .....	33
4-Richesse spécifique .....	34
5 -Occurrence et abondance relative des taxons .....	35
6-Limites altitudinal .....	37
7-Structure du peuplement .....	37
8-Autoécologie des espèces .....	39
9-Biogéographie des Trichoptères recensés .....	46
10-Structure de communautés .....	47
11- Structure mésologique .....	47
Conclusion.....	52
Références Bibliographiques	
Annexes	

---

## *Introduction*

---

## **Introduction**

Les écosystèmes d'eaux courantes présentent une grande diversité physique non seulement entre régions géographiques mais aussi de l'amont vers l'aval. Illies et Botosaneanu (1963), Verneaux (1973), et Botosaneanu (1979) montrent que les différents paramètres mésologiques (pente, largeur du lit, substrat, débit, température, etc) et la composition spécifique des peuplements d'invertébrés benthiques révèlent des gradients voir des discontinuités écologiques au long des cours d'eau.

En Algérie du Nord, la multiplicité des perturbations anthropiques et la complexité des hydro systèmes d'une part, la régression de la pluviosité et l'élévation des températures d'autres part, sont à l'origine de la fragmentation des milieux, se traduisant par des modifications rapides et profondes des communautés d'invertébrés qui conduit à des déséquilibres démographiques jusqu'à la perte de la diversité (Lounaci, 2005).

Ces dernières années, les cours d'eau de Kabylie en générale sont soumis à de fortes perturbations d'origine anthropique qui est sans aucun doute l'un des aspects les plus inquiétants de la dégradation de l'environnement.

Avec le développement des programmes d'étude en hydrobiologie, plusieurs travaux ont été exposés par différents auteurs. Nous pouvons citer ceux de Lounaci (1987), Ait mouloud (1988), Arab (1989), Lounaci-Daoudi (1996), Lounaci *et al.* (2000a), Lounaci *et al.* (2000b), Mebarki (2001), Arab *et al.* (2004), Lounaci (2005), Lounaci & Vincon (2005), Haouchine (2011).

Les études faunistiques (invertébrés benthiques) et écologiques (répartition spatiale, structure des communautés) revêtent d'une importance primordiale dans la compréhension du fonctionnement et de la gestion des systèmes naturels et d'autres part, dans l'évaluation de l'état de santé écologique des hydro systèmes.

Parmi les nombreux macro-invertébrés benthiques les Trichoptères constituent un groupe assez diversifié des communautés d'invertébrés lotiques méditerranéens (Giudicelli *et al.*, 1985). La présence des Trichoptères sur la totalité des cours d'eau et sur tous les types de faciés, offre un large spectre de réponses aux différents stress environnementaux. Les espèces de Trichoptères sont dans leur majorité, de remarquables bio-indicateurs (Marlier, 1980).

Les anciens travaux sur les Trichoptères d'Algérie ont été consacrés à la description d'espèces, rarement à leur écologie ou à leur biogéographie (Morton,

1896a, 1896b ; Navas, 1917, 1928 ; Lestage, 1925 ; Gauthier, 1928 ; Seurat, 1930 ; Vaillant, 1954, 1955).

En fin, les récoltes de Trichoptères faites par Sekhi *et al.*(2016) en Grande-Kabylie sont intéressantes puisque deux genres (*Micrasema*, *Allogamus*) et deux espèces (*Agapetus incertulus*, *Hydropsyche iberomaroccana*) sont nouvelles pour l'Algérie, six autres taxons sont nouveaux pour la Grande-Kabylie (*Allotrichia pallicornis*, *Hydroptila vectis*, *Hydropsyche fezana*, *Hydropsyche obscura*, *Orthotrichia sp* et *Stactobia sp*).

Le présent travail a pour objectif d'une part, de dresser la liste faunistique des Trichoptères de l'assif Sahel et de l'oued Boubhir (s.s) et d'autre part, de rechercher les relations entre les caractéristiques du milieu et sa faune.

L'ensemble de ce travail est réparti en trois chapitres :

- ✓ Le premier est consacré aux caractéristiques générales de la région d'étude ;
- ✓ Le deuxième chapitre traite la description des sites d'études, les méthodes et les techniques d'échantillonnage ;
- ✓ Le troisième chapitre le plus important est consacré à l'étude des Trichoptères recensés.

---

*Chapitre I*

*Caractéristiques générales de la région d'étude*

---

## 1-Situation géographique

Le bassin versant du haut Sébaou représente un réservoir hydro biologique important pour la région de Kabylie. Il se situe au Nord de l'Algérie à 100 Km à l'Est d'Alger. Il s'étale sur une superficie de 1432 Km<sup>2</sup>.

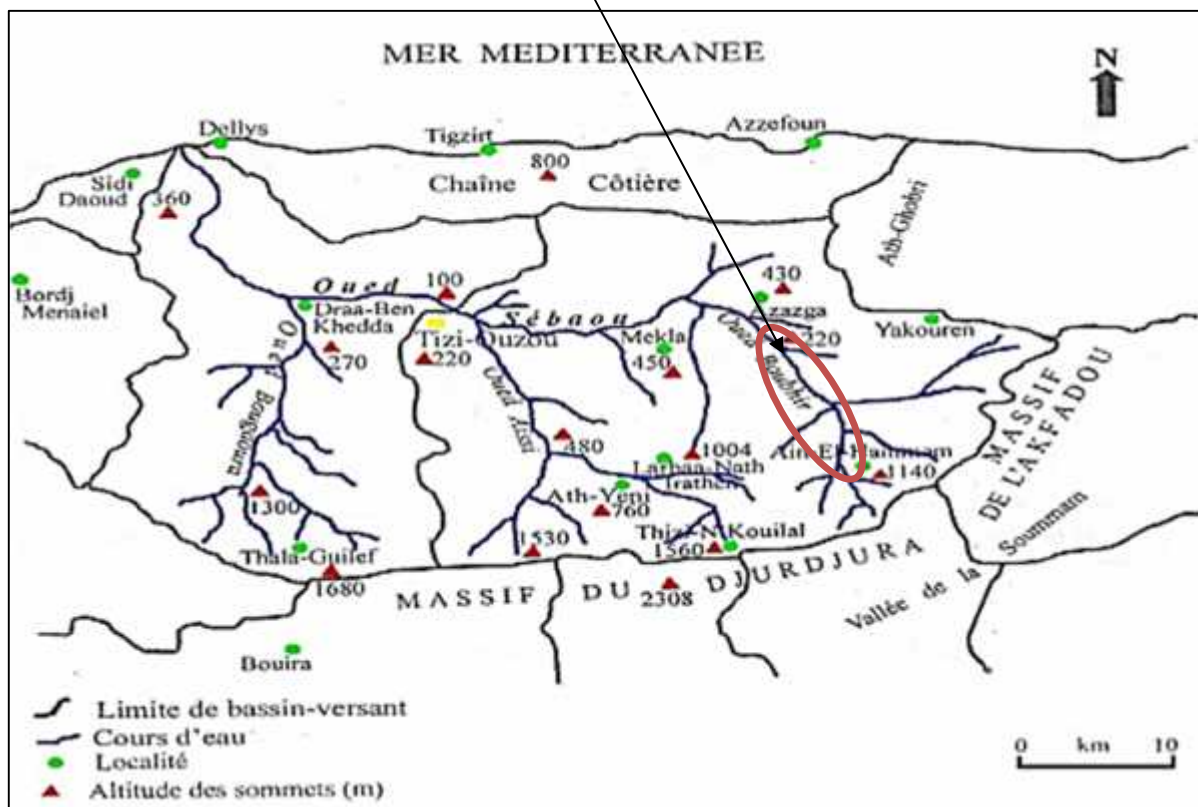
Il déborde largement sur les limites de la wilaya de Tizi-Ouzou et s'étale d'Est en Ouest sur une distance d'environ 110 km (du col de Chellata jusqu'à l'embouchure de Dellys), il est considéré comme le principal oued de la Grande-Kabylie.

La figure 1 montre que le bassin versant du Sébaou est délimité :

- au Nord par la Méditerranée ;
- au Sud par la chaîne du Djurdjura ;
- à l'Est par le massif de l'Akfadou ;
- et à l'Ouest par les massifs de Djebel Belloua et d'Ath Aissa Mimoun.

Dans l'impossibilité d'étudier l'ensemble du sous bassin versant de l'oued Boubhir, notre intérêt s'est porté principalement sur assif Sahel et oued Boubhir (s.s).

### Zone d'étude



**Figure1** : Situation géographique de la région d'étude (Lounaci, 2005).

## 2-Cadre géologique

Le massif de Djurdjura a fait l'objet de nombreuses études stratigraphiques, tectoniques et orogènes (Flandrin, 1952 ; Thiebault, 1952 ; Raymond, 1976; Gelard, 1979 ; Yakoub, 1996).

Ces auteurs décrivent une topographie particulière et une lithologie assez variée qui résultent d'une histoire géologique complexe.

Nous nous limiterons à en donner une vue globale de la géologie de la région d'étude :

- J) **Les dépressions sédimentaires** : Elles se composent d'un matériel hétérogène grossier (galets, graviers).
- J) **Le socle métamorphique** : Il est présenté principalement par diverses formations cristophyliens, les granites et les pegmatites. De part sa topographie, le socle kabyle favorise la convergence des eaux de pluies vers les principaux affluents de l'oued Sébaou (Yakoub, 1996).
- J) **La chaîne calcaire**: Elle est à l'origine de nombreux écoulements superficiels et Saisonniers. Elle favorise l'existence du phénomène de karstification donnant lieu Souvent à des sources en altitude et le développement d'importants gouffres (Yakoub, 1996).

## 3-Climatologie

Doucet (1997) définit le climat comme étant un ensemble fluctuant de phénomènes météorologiques qui caractérisent principalement l'atmosphère d'un lieu donné et dont l'action complexe influence le comportement des êtres vivants.

Le climat dépend de nombreux facteurs tels que la température, les précipitations, l'humidité relative de l'air et le vent (Faurie *et al.*, 2003).

La région de la Kabylie appartient au domaine méditerranéen, caractérisé à l'échelle annuelle par une opposition thermique et pluviométrique : par un été chaud et sec et par un hiver froid et pluvieux.

### 3-1-Températures

La température est l'un des éléments importants pour la caractérisation du climat (Ramade, 1984 ; Dajoz, 1985).

#### 3-1-1- Températures de l'air

La température de l'air est un facteur important dans l'établissement du bilan hydrique. Elle contrôle l'ensemble des activités en conditionnant la répartition des espèces animales et végétales.

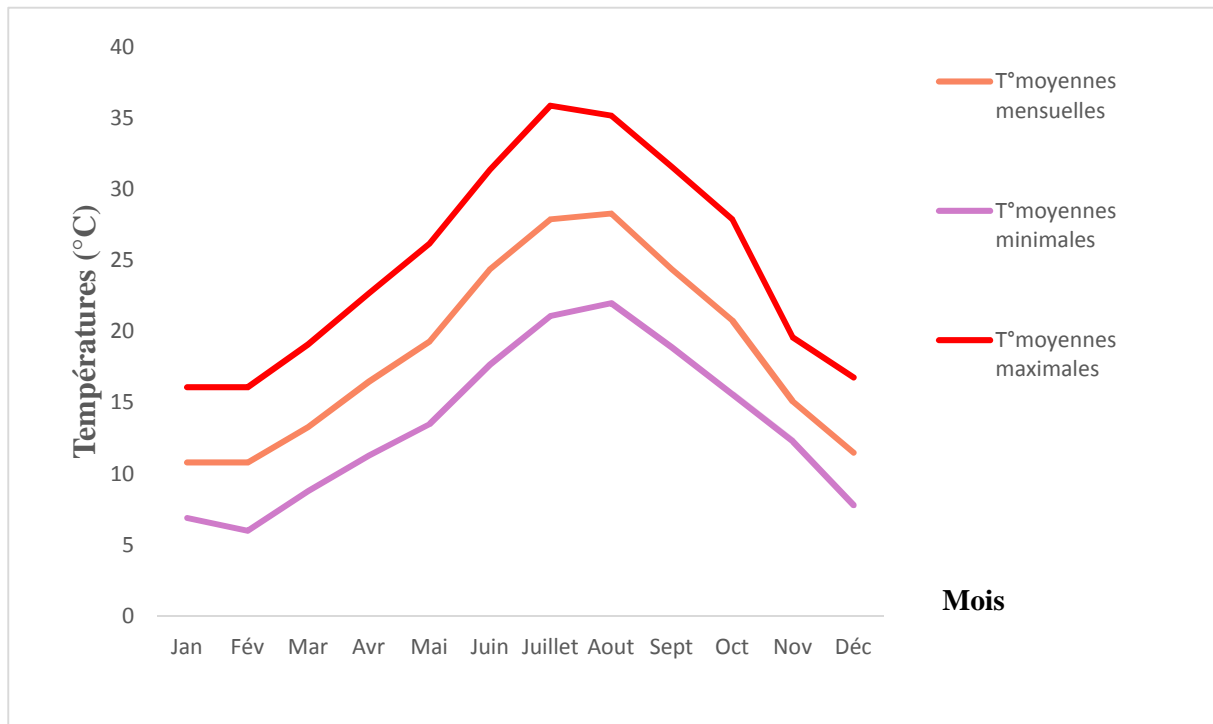
Le manque de données, dû à l'absence d'un réseau météorologique dans la région d'étude, nous a contraints à utiliser les données de l'office national de météorologie (O.N.M) enregistrées seulement à Tizi-Ouzou pour la période 2010-2017 (Tableau 1 et figure 2).

**Tableau 1 :** Température moyennes mensuelles de l'air en (°C) (maximales, minimales, moyennes) enregistrées à Tizi-Ouzou (Période 2010-2017), Source O.N.M de Tizi-Ouzou.

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
<b>T°moyennes Mensuelles (°C)</b>	10,8	10,8	13,3	16,5	19.3	24.4	27.9	28.3	24.4	20.8	15.1	11.5
<b>T°moyennes Minimales (°C)</b>	6,9	6	8,8	11.3	13.5	17.7	21.1	22	18.9	15.6	12.3	7.8
<b>T°moyennes Maximales (°C)</b>	16,1	16 ,1	19,1	22.7	26.2	31.4	35.9	35.2	31.6	27.9	19.6	16.8

Les moyennes annuelles des températures sont variables d'une année à une autre.

- )] Les mois les plus chauds sont Juillet et Août. Leurs températures moyennes enregistrées sont respectivement de 27,9°C et 28,3°C avec des maxima de 35,9 °C et 35,2 °C.
- )] Les mois les plus froids sont Décembre, Janvier et Février avec des minima respectifs de 7,8°C, 6,9°C et 6°C.



**Figure 2 :** Températures mensuelles de l'air (maximales, minimales et moyennes) en (° C) à Tizi- Ouzou, période 2010-2017.

### 3-1-2- Températures de l'eau

La température de l'eau est un facteur écologique primordial dans les eaux courantes. Elle conditionne les possibilités de développement et la durée du cycle biologique des êtres vivants ainsi que la composition faunistique d'un cours d'eau.

La température agit directement sur les activités enzymatiques et sur toute une série de phénomènes physico-chimiques extrêmement importants au niveau cellulaire.

Elle influence la vie des organismes aquatiques de façon indirecte (Angelier, 2000). Selon Rodier (1996), la mesure de la température de l'eau est très utile pour les études limnologiques car elle joue un rôle dans la solubilité des gaz, notamment l'oxygène, la détermination de pH et la dissociation des sels.

De plus, elle joue un rôle primordial dans le déterminisme de la distribution longitudinale des zoocénoses.

La survie d'une espèce entre deux limites de température entre ces limites, son action se manifeste sur le métabolisme, la durée du cycle biologique, le taux de survie et le taux de reproduction.

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. Elles sont exprimées en (°C).

Les valeurs ponctuelles de la température moyenne de l'eau dans les stations étudiées sont données ici à titre indicatif (tableau 2).

**Tableau 2 :** Températures moyennes ponctuelles de l'eau enregistrées aux stations d'étude

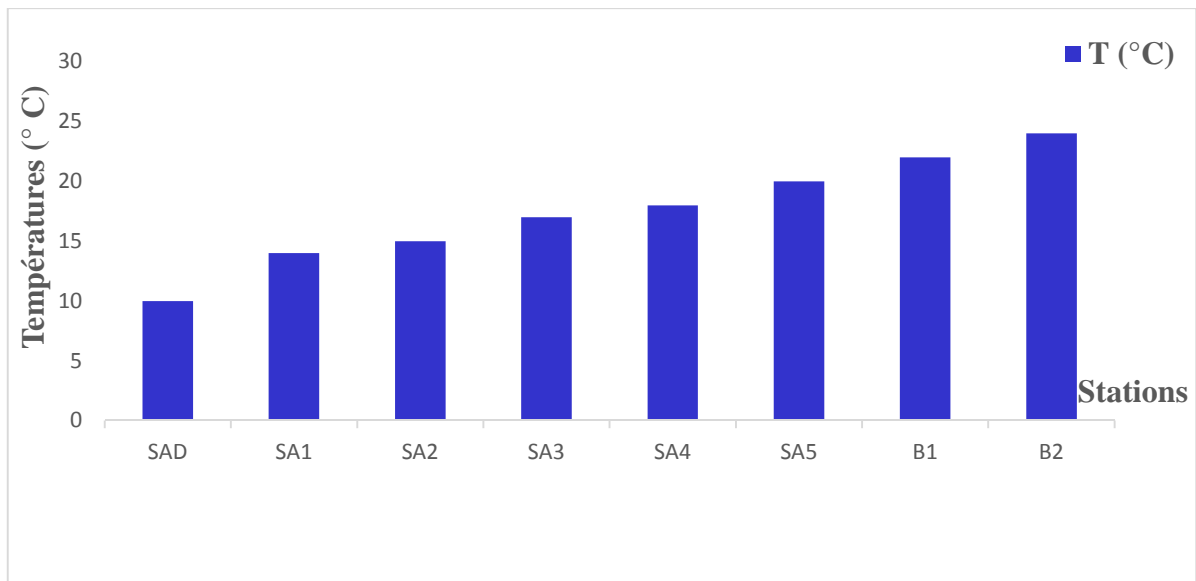
Station	SAD	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	B1	B2
Altitude (m)	1200	1170	1140	870	580	460	200	190
T (°C)	10	14	15	17	18	20	22	24

) Pour la description des stations, se conférer au chapitre 2.

La lecture du tableau 2 fait apparaître deux groupes de stations du point de vue thermique.

**Groupe 1 :** renferme les stations des ruisseaux de montagne, pour lesquelles la température de l'eau se situe entre 10°C et 17°C. Ce sont les stations des cours d'eau alimentés par les sources et la fonte de neige, c'est le secteur des stations SAD, SA1, SA2 et SA3.

**Groupe 2 :** ce sont les stations de moyenne et basse altitude : SA4, SA5, B1, B2, la température de l'eau varie entre 18°C et 24°C. Cela est dû au réchauffement des eaux sous l'influence de l'insolation suite à la réduction ou l'absence du recouvrement et l'élargissement du lit le long des cours d'eau.



**Figure 3 :** Températures moyennes ponctuelles de l'eau relevées dans les stations étudiées.

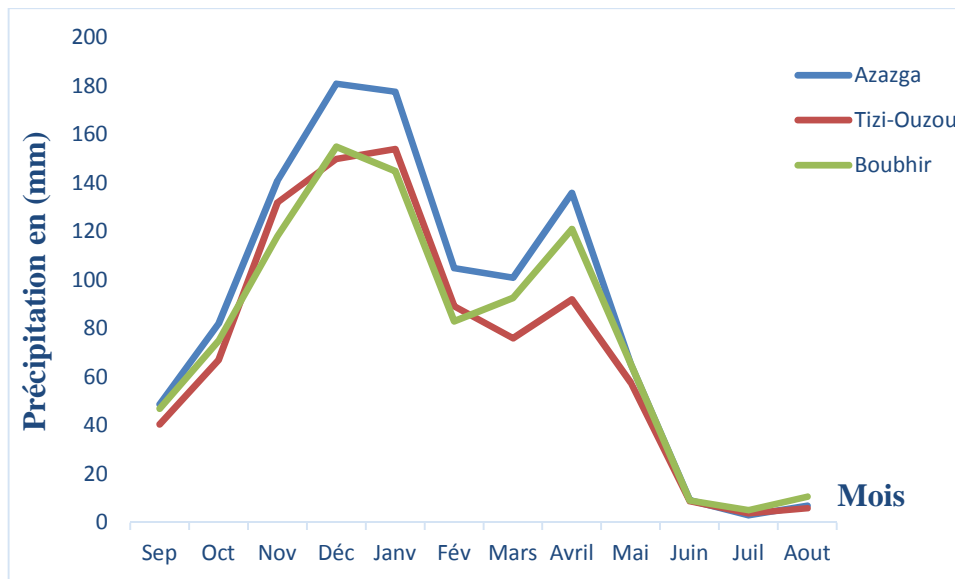
### 3-2- Précipitation

Ramade (1990), rapporte qu'en méditerranée, le régime des précipitations est hivernal et que les pluies annuelles tombent surtout durant les trois mois d'hiver.

Selon Deridj (1990) et Abdesselam (1995), la pluviométrie est plus importante au Djurdjura (altitude > 1000m). Les quantités de pluies reçues accompagnées de neige varient de 1500 à 2000 mm/an en versant Nord, tandis que la zone littorale et les piémonts présentent des précipitations moindres qui oscillent autour de 800 mm/an.

Les données pluviométriques enregistrées dans les localités environnantes de la région d'étude (Azazga, Tizi Ouzou et Boubhir) pour la période 1995-2014 sont portées en annexes 1. Elles nous ont été fournies par l'Agence Nationale de Ressources Hydrauliques (A.N.R.H) de Tizi-Ouzou.

La lecture de la figure 4 montre que les précipitations les plus importantes s'observent de Novembre à Avril avec deux pics, le premier en Décembre, le second moins important en Avril. Ces précipitations diminuent ensuite progressivement pour atteindre les valeurs de l'ordre de (3,1 ; 3,8 ; 5,2) mm en juillet et (7 ; 6 ; 10,7) mm en Aout puis reprennent en Septembre.



**Figure 4** : Précipitations moyennes mensuelles (en mm) à certaines localités de la Kabylie (période 2007-2013) source A.N.R.H De Tizi-Ouzou.

#### 4- Couvert végétal

Le couvert végétal est un facteur écologique très important, qui influe sur les écoulements superficiels. La résistance à l'écoulement est d'autant plus grande que le couvert végétal est plus dense.

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

La couverture végétale de la Kabylie du Djurdjura est dense et varie en fonction de la lithologie, de l'altitude et de l'exposition des versants.

- Aux altitudes supérieures à 1100 m : la végétation est constituée essentiellement de pelouses écorchées à xérophytes épineuses et rampantes : ronce (*Rubus sp*) et genêt (*Genista sp*).
- Au-dessous de 1000 m : c'est le domaine des forêts de chêne vert (*Quercus rotundifolia*) de frêne (*Fraxinus sp*), quelques pieds de cèdres (*Cedrus atlantica*) et le chêne liège (*Quercus suber*) qui se trouve dispersé.

- Entre 600 à 800 m d'altitude : l'olivier (*Olea europea*) et les cultures maraichères dominant ; Les vergers (pommiers, figuiers, orangers...) sont les principaux représentants des formations végétales en plaine.
- Quant à la végétation aquatique, elle est représentée par les mousses dans les parties supérieures des cours d'eau, les algues et les macrophytes dans les parties inférieures des cours d'eau.

## 5- Perturbations anthropiques

La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparait en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine.

En Kabylie du Djurdjura, cette pollution a pris une ampleur inquiétante engendrant un impact certain sur la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines, tel est le cas de l'oued Sébaou considéré comme le plus affecté.

Dans le réseau hydrographique étudié, l'impact anthropique varie d'une zone à l'autre. Dans la partie amont des cours d'eau, la pollution est essentiellement d'origine domestique, causée par l'élevage et le pompage de l'eau pour l'irrigation, mais elle reste négligeable. Dans le secteur moyen et de basse altitude du réseau hydrographique étudié, les atteintes au milieu dues à l'homme sont plus intenses, la pollution présente différentes origines :

### ❖ Origine urbaine

L'extension rapide des zones urbaines accentue le déversement des eaux usées dans les cours d'eaux.

Les décharges publiques constituées de dépôts de déchets abondants et anarchiques présentent une autre forme de pollution. L'enfouissement des déchets engendre la production de lixiviat résultant de la fermentation anaérobie des déchets. Ils peuvent être à l'origine de l'altération des eaux superficielles par ruissellement et des eaux souterraines par infiltration.

### ❖ Origine agricole

L'agriculture, l'élevage et l'aviculture sont responsables du rejet de nombreux polluants organiques et inorganiques dans les eaux de surface et souterraines. Ces contaminants comprennent à la fois des sédiments provenant de l'érosion des terres agricoles, des composés phosphorés ou azotés issus des déchets animaux et des engrais commerciaux, notamment des nitrates.

Pompage de l'eau pour l'irrigation est à l'origine de la détérioration des conditions de vie du milieu, conduisant ainsi à des changements profonds de la faune et flore aquatiques.

D'autre part, il constitue une menace sur le plan sanitaire et limitant la potabilité des eaux des nappes traditionnellement utilisées comme source d'eau potable.

❖ **Origine mécanique**

L'extraction de sables et de graviers dans le lit des cours d'eau déstabilise le fond des lits des oueds avec une modification de sa morphologie ainsi qu'une remise en suspension des éléments fins. Ce phénomène réduit les productions primaires et par conséquent contribue à l'altération des écosystèmes aquatiques.

---

*Chapitre II*

*Sites et méthodes d'étude*

---

## 1-Description du réseau hydrographique et stations d'étude

Ce chapitre constitue une description des cours d'eau étudiés, des stations d'échantillonnages avec une présentation générale du contexte environnemental et les méthodes d'étude employés.

Dans l'impossibilité d'étudier l'ensemble du chevelu hydrographique du sous- bassin versant de l'oued Boubhir , notre intérêt s'est porté sur l'un de ses principaux affluents à savoir l'assif Sahel et sur l'oued Boubhir(s .s).

Vu les conditions d'échantillonnage très difficiles (Covid 19), nous nous sommes référés aux bases de données du laboratoire " écosystèmes aquatiques continentaux" de la faculté de l'U.M .M .T.O. Parmi les travaux consultés, nous avons Kaci & Koulougli (2013) ; Belkacem & Chabane Chaouche (2016) ; Raab & Yacine (2018).

Dans le cadre de ce travail, huit stations ont été retenues. Elles nous paraissent refléter la diversité des habitats et couvrir un large panel de situations mésologiques.

Le choix de ces stations a été effectué en tenant compte particulièrement de certains paramètres tels que l'altitude, la pente, la diversité des biotopes, l'amont et l'aval des agglomérations.

Les stations retenues pour la présente étude sont indiquées par des carrés sur la figure 5 et se répartissent comme suit :

6 stations sur assif Sahel : SAD, SA1, SA2, SA3, SA4 et SA5

2 stations sur l'oued Boubhir (s.s) : B1 et B2

Pour chaque station nous indiquons :

- ) la localité la plus proche ;
- ) l'altitude ;
- ) la pente;
- ) la largeur du lit;
- ) la profondeur de la lame d'eau ;
- ) la vitesse de courant ;
- ) la végétation ;
- ) la nature du substrat ;
- ) la température de l'eau ;
- ) et l'action anthropique.

### 1-1- Assif Sahel

Assif Sahel, cours d'eau de montagne, prend naissance dans le col de Chellata (Thala Addardar) où il collecte les écoulements de petits ruisseaux alimentés par les sources, les eaux de pluie et de fonte de neige. Il coule en orientations Sud Nord sur une distance de 12 km, entre 1300 et 250 m d'altitude avant de se jeter dans l'oued Boubhir. Sa partie supérieure est caractérisée par une pente moyenne de l'ordre de 15 % qui lui confère un régime hydrologique torrentiel. Sa partie inférieure se caractérise par une faible pente de l'ordre de 2 %, ce qui explique l'écoulement laminaire de ces eaux.

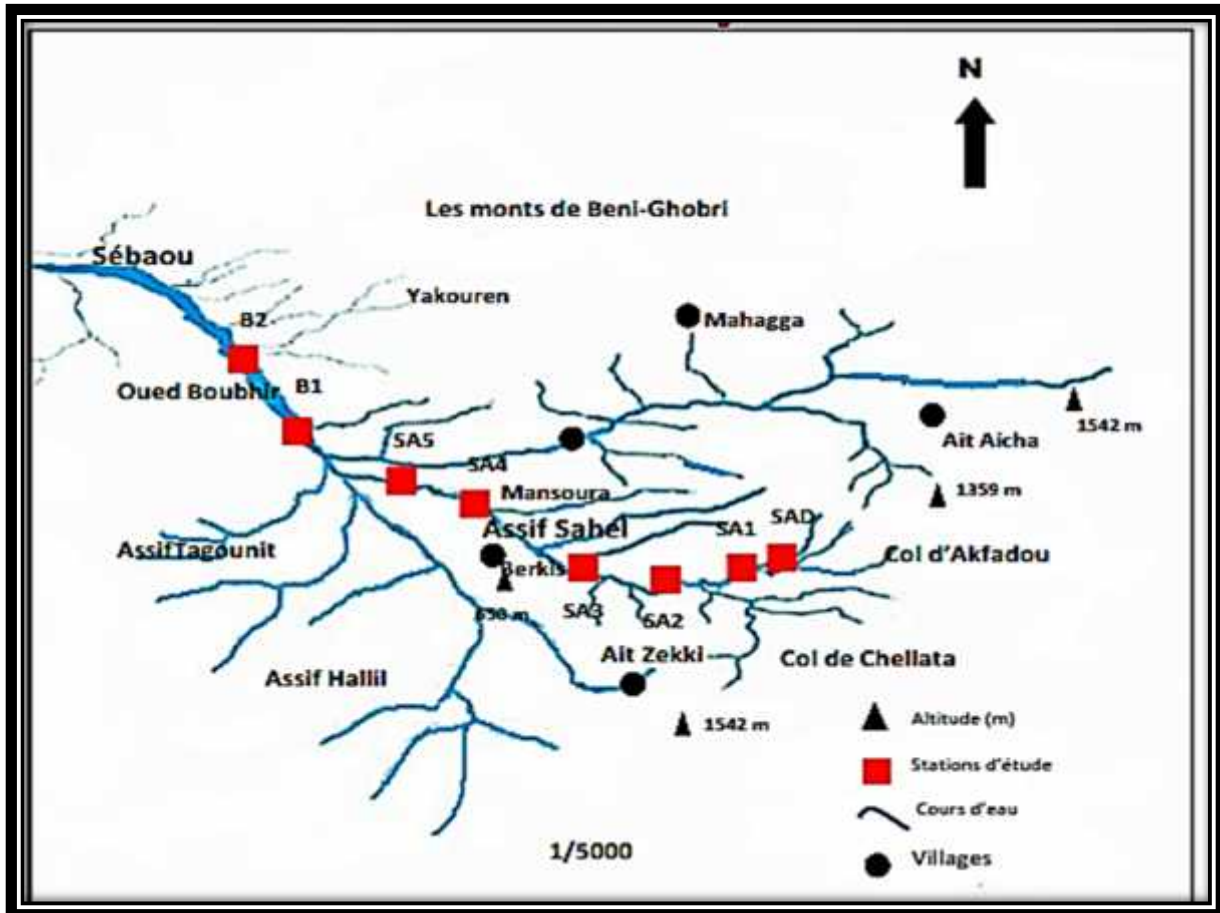


Figure 5 : Réseau hydrographique et emplacement des stations d'étude.

**Station SAD** (photo 1)

Elle est située à 200 m en aval de la source Addardar.

- ) Altitude : 1200 m ;
- ) Pente : 25 % ;
- ) Largeur du lit : 80 cm ;
- ) Profondeur de l'eau : 15 cm ;
- ) Vitesse du courant : rapide ;
- ) Température de l'eau : 10 ° C ;
- ) Substrat : grossier, blocs, gros galets ;
- ) Végétation aquatique : quelques mousses ;
- ) Végétation bordante : strates herbacée et arbustive ;
- ) Recouvrement : 10%



**Photo 1** : Station SAD

**Station SA1** (photo 2)

Elle est située à 500 m en aval de la source Addardar et à 7 km en amont des villages de Ait Zikki.

- ) Altitude : 1170 m ;
- ) Pente : 20 % ;
- ) Largeur du lit : 3 m ;
- ) Profondeur de l'eau : 20 cm ;
- ) Vitesse du courant : rapide ;
- ) Température de l'eau : 14 ° C ;
- ) Substrat : dalles, galets, graviers, sables, débris végétaux ;
- ) Végétation aquatique : mousses, macrophytes ;
- ) Végétation bordante : dominance de la strate arbustive ;
- ) Recouvrement: 70 % ;
- ) Impact humain : agriculture et pâturage modestes.



**Photo 2** : Station SA1

**Station SA2** (photo 3)

Elle est située à 1,5 km en aval de la source Addardar.

- ) Altitude : 1140 m ;
- ) Pente : 18 % ;
- ) Largeur du lit : 2,5 m ;
- ) Profondeur de l'eau : 25 cm ;
- ) Vitesse du courant : rapide ;
- ) Température de l'eau : 15 ° C ;
- ) Substrat : dominance de bloc ; gros galets et sables ;
- ) Végétation aquatique : mousses, macrophytes ;
- ) Végétation bordante : strates arbustive et herbacée ;
- ) Recouvrement : 70 % ;
- ) Impact humain : pâturage modeste et quelques pratiques culturelles négligeables.



**Photo 3** : Station SA2

**Station SA3** (photo 4)

Elle est située à 2,5 km en aval de la source et à 200m du village Berkiss.

- ) Altitude : 870 m ;
- ) Pente : 13 % ;
- ) Largeur du lit : 2 m ;
- ) Profondeur : 30 cm ;
- ) Vitesse du courant : rapide ;
- ) Température de l'eau : 17 ° C ;
- ) Substrat : hétérogène, blocs, gravier, sable, limon ;
- ) Végétation aquatique : mousses ;
- ) Végétation bordante : strates herbacée, arbustive et arborée ;
- ) Recouvrement : 30 % ;
- ) Impact humain : réseau d'assainissement de différents villages (Thaurirth Bar, Agouni Ifilkane et Igar Amrane) ainsi que le pompage de l'eau pour l'irrigation.



**Photo 4** : Station SA3

**Station SA4** (photo 5)

Située à 3,5 km en aval de la source et à 100 m du village Mansoura.

- ) Altitude : 580 m ;
- ) Pente : 10 % ;
- ) Largeur du lit : 6 m ;
- ) Profondeur : 30 cm ;
- ) Vitesse du courant : rapide ;
- ) Température de l'eau : 18 ° C ;
- ) Substrat : dalle, galet ;
- ) Végétation aquatique : mousses ;
- ) Végétation bordante : strates herbacée et arborée ;
- ) Recouvrement : 30 % ;
- ) Impact humain : réseau d'assainissement de village Berkiss et Amokrez ainsi, que le pompage de l'eau pour l'irrigation.



**Photo 5** : Station SA4

**Station SA5** (photo 6)

Elle est située à 200 m en aval du lieu-dit pont Sahel et a 8 km en aval de la source Addardar.

- ) Altitude : 460 m ;
- ) Pente : 6 % ;
- ) Largeur de lit : 8 m ;
- ) Profondeur de l'eau : 35 cm ;
- ) Vitesse du courant : rapide ;
- ) Température : 19 ° C ;
- ) Substrat : grossier, blocs, dalles, gros galets, matière organique ;
- ) Végétation aquatique : mousses ;
- ) Végétation bordante : strates herbacée, arbustive et arborée ;
- ) Impact humain : décharge sauvage sur les rives, réseau d'assainissement du village Sahel.



**Photo 6** : Station SA5

**1-2- Oued Boubhir (s.s)**

L'oued Boubhir constitue le prolongement de l'oued Hallil, principal affluent de l'oued Boubhir. Il prend naissance à 20 km au Sud-Ouest d'Azazga et coule du Sud au Nord entre 350 m et 150 m d'altitude. Sa pente moyenne est de l'ordre de 1 % et la largeur de son lit majeur peut atteindre par endroits plus de 50 m.

Deux stations sont retenues sur ce cours d'eau : B1 et B2

**Station B1 (photo 7)**

- ) Altitude : 200 m ;
- ) Pente : 1 % ;
- ) Largeur du lit mouillé : 25 m ;
- ) Profondeur de l'eau : 40 cm ;
- ) vitesse du courant : moyenne ;
- ) Substrat : galets, gravier, sable et limons ;
- ) Végétation aquatique : algues filamenteuses ;
- ) Végétation bordante : strates arborescente, arbustive et herbacée ;
- ) Température de l'eau : 22 ° C ;
- ) Action anthropique : rejet d'ordures ménagères sur les rives.



**Photo 7** : Station B1

**Station B2 (photo 8)**

- ) Altitude : 190 m ;
- ) Pente : 0,8 % ;
- ) Largeur du lit mouillé : 19 m ;
- ) Profondeur de l'eau : 45 cm ;
- ) Vitesse du courant : moyenne ;
- ) Substrat : dominance de sable et limon, présence de matière organique ;
- ) Végétation aquatique : algues filamenteuses et quelques macrophytes ;
- ) Végétation bordante : strates arborescente et herbacée
- ) Température de l'eau : 24 ° C ;
- ) Impact humain : rejet d'ordures ménagères sur les rives.



**Photo 8** : Station B2

## 2- Caractéristiques physiques des stations

Divers auteurs (Berthelemy, 1966 ; Angelier *et al.*, 1985 ; Vincon & Thomas, 1987 ; Lavandier, 1997) 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.

### 2-1- La pente

La pente est un facteur écologique important qui dépend de l'altitude. Elle intervient dans le déterminisme de la vitesse du courant, de la taille des éléments du substrat ainsi que dans la distribution de la faune benthique. Le tableau 4 donne les altitudes et les pentes aux stations des cours d'eau étudiés.

**Tableau 4** : Altitudes et pentes des stations étudiées.

Station	SAD	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	B1	B2
Altitude(m)	1200	1170	1140	870	580	460	200	190
Pente (%)	25	20	18	13	10	6	1	0,8

Le tableau 4 met en évidence trois catégories de secteurs en fonction de la pente :

- )] le secteur le plus pentu correspond à celui des stations d'altitude : SAD (alt. 1200 m), SA1 (alt. 1170 m) et SA2 (alt. 1140 m) avec une pente comprise entre 18 et 25 % ;
- )] le secteur à pente moyenne correspond à celui des stations SA3 (alt. 850 m), SA4 (alt. 580 m) et SA5 (alt. 460 m) avec une pente comprise entre 6 et 13 % ;
- )] le secteur des stations B1 et B2 présente une pente moyenne est de l'ordre de 0,9 % ce qui lui confère un profil qui s'approche de l'originalité. En effet, dans ce secteur, l'eau coule sur un lit plat et relativement large.

### 2-2 Le débit

Le débit est le volume d'eau en mouvement auquel peut être rattaché une quantité de matière transportée organique ou minérale, inerte ou vivante, endogène ou exogène (Lavandier, 1979).

Il dépend des précipitations, de la pente, de la largeur du lit, des apports des affluents ainsi que de la taille des éléments du substrat et de la profondeur de la lame d'eau.

Lounaci (2005), signale qu'en Kabylie, les cours d'eau de montagne d'altitude supérieure à 1000 m présentent un régime hydrologique pluvio-nival de Décembre à mi-Avril et pluvial de mi-Avril à début Juin. Dans les zones de piémonts et de plaines, le régime hydrologique est plutôt pluvial.

### 2-3- L'écoulement et la 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, il exerce une influence sur le comportement animal et le métabolisme des communautés (Leveque, 1996).

La vitesse du courant varie d'une station à une autre. Elle dépend des précipitations, de la pente, de la largeur du lit, de la profondeur de la lame d'eau, de l'apport des affluents et de la taille du substrat.

Les mesures de vitesse sont 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 vitesses relevées dans les huit stations sont consignées dans le tableau 5. Elles sont classées selon l'échelle de Berg.

- vitesse très lente : inférieur à 10 cm/s ;
- vitesse lente : 10 à 25 cm/s ;
- vitesse moyenne : 25 à 50 cm/s ;
- vitesse rapide : 50 à 100 cm/s ;
- vitesse très rapide : Supérieur à 100 cm/s.

**Tableau 5** : Altitude, largeur du lit et vitesse du courant mesurées aux stations d'étude.

Stations/ Paramètres	SAD	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	B1	B2
Largeur du lit (m)	0,8	3	2,5	2	6	8	25	19
Vitesse du courant (cm/s)	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide	Moyenne	Moyenne

Le tableau 5 montre que dans l'ensemble des stations étudiées de l'assif Sahel, la vitesse du courant est rapide, ce qui est due au régime hydrologique pluvio-nival (fonte des neiges et précipitations).

#### 2-4- Le Substrat

Le substrat constitue le support vital des invertébrés benthiques auquel il est intimement associé pendant une partie de leur vie.

Les cours d'eau présentent naturellement une grande diversité structurelle qui se traduit par la présence d'une grande variété d'habitats : fonds sableux, dépôt de débris végétaux, zone rocailleuse, rochers...etc. De nombreux organismes d'eaux courantes présentent une adaptation très spécifique et ne colonisent que les habitats dont les conditions leurs sont favorables.

On distingue deux types de substrat : le substrat minéral et le substrat végétal.

- ) **Le substrat minéral** : quatre catégories de tailles sont distinguées selon le diamètre moyen des éléments fins qui les composent : galets, graviers, sables et limons.
- ) **Le substrat végétal** : il peut être utilisé comme support inerte et comme ressource trophique (mousses, algues, macrophytes).

La distribution des stations en fonction de l'altitude et de la nature du substrat est donnée dans le tableau 6.

**Tableau 6** : Nature du substrat dans les stations étudiées.

Station/Paramètre	SAD	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	B1	B2
Galet –gravier (%)	85	80	80	70	65	70	25	25
Sable-limon (%)	15	20	10	20	25	15	50	50
Matière organique (%)	0	0	10	10	10	15	25	25
Végétation aquatique (%)	5	20	30	25	15	25	25	20

La lecture du tableau 6 montre une hétérogénéité du substrat dans les stations étudiées. Au niveau des stations d'altitude, le substrat est à dominance gros galet et de graviers. En revanche, dans les stations de basses altitudes, il est plutôt à dominance de sable et de limons. Le pourcentage de la matière organique est plus élevé dans les stations aval (B1, B2) suite à l'importance de l'action anthropique.

La végétation aquatique quant à elle, est composée essentiellement de mousses en amont et d'algues filamenteuses en aval.

### 3-Matériel et méthodes d'échantillonnage

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

Le but de l'échantillonnage est de rassembler la diversité la plus représentative de macro invertébrés, et pour chaque station examinée.

#### 3-1-Echantillonnage benthique

Le fond des cours d'eau est peuplé de macro-invertébrés qui vivent sur ou sous les cailloux, dans le sable ou les vases, fixés aux rochers ou encore accrochés aux feuilles ou aux tiges des végétaux aquatiques.

Les récoltés ont été effectués à l'aide d'un échantillonneur de type Surber d'ouverture carrée de 30 cm de diamètre et de vide de maille 300 µm.

L'échantillonneur est posé sur le fond du lit du cours d'eau face au courant. On gratte le substrat, ce qui a pour effet d'entraîner les invertébrés dans le filet, récupérant ainsi les larves, les nymphes et les adultes tombés accidentellement dans l'eau.

### **3-2-Chasse d'adulte**

La capture d'adulte, est bien souvent utilisable pour l'identification spécifique de certains taxons difficiles à séparer au stade larvaire.

Les insectes repérés, en vu en bordure du cours d'eau sur la végétation et sur les pierres, sont capturés à l'aide d'un filet fauchoir ou bien saisis à l'aide d'une pièce entomologique souple puis recueillis dans des piluliers remplis d'alcool à 70 %.

### **3-3-Conservation des échantillons benthiques**

Les échantillons récoltés sont transférés dans des sachets en matière plastique, puis fixés à l'aide d'une solution de formol à 8 % sur le lieu même du prélèvement. La date, le numéro et les caractéristiques de la station sont notés à chaque prélèvement.

### **3-4-Lavage, tri et détermination**

Au laboratoire, les échantillons sont lavés et débarrassés des particules indésirables dans une série de tamis de mailles décroissantes allant de 5 à 0,2 mm afin d'éliminer au maximum le substrat fin restant et les éléments grossiers (graviers, plantes, feuilles...).

Un près tri et une détermination jusqu'à la famille sont effectués sous une loupe binoculaire, par fractions successives dans des boîtes de pétri à fond quadrillé.

Les organismes sont répartis en familles systématiques dans des piluliers contenant de l'alcool à 70 % munis d'une étiquette portant la date, le numéro de la station.

Les Trichoptères récoltés sont déterminés au mieux, en fonction des clés d'identification spécifiques disponibles : Malicky (1983) ; Tachet *et al.* (2000) et Vieira-Lanero (2000).

## 4-Indices écologiques

Plusieurs relations espèces-individus ont été établis dans l'objectif d'estimer aux mieux la richesse spécifique absolue, indépendamment de la taille de l'échantillon (Peet, 1974) : ce sont les indices de la diversité spécifique, fournissant des informations relatives à cette double considération de la richesse spécifique et de l'abondance.

### 4-1-Indices de composition

#### 4-1-1-La richesse spécifique (S)

La richesse spécifique d'un peuplement est le nombre d'espèces composant ce peuplement. Une mesure impériuse de la diversité car elle ne tient pas compte de l'importance numérique des espèces.

#### 4-1-2- Abondance relative des espèces (la dominance)

Ramade (2003), indique que l'abondance représente le nombre d'individus de chaque taxon (i) présent par unité de surface ou de volume. Il est variable aussi bien dans l'espace que dans le temps.

On le calcule par la formule :  $P_i = n_i / N * 100$

$P_i$  : Représente la probabilité de rencontre de l'espèce de rang « i ».

$n_i$  : Nombre d'individus de l'espèce de rang « i » dans l'échantillon.

$N$  : Nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon

En fonction de valeurs de  $P_i$  (%), les espèces sont qualifiées de la manière suivante :

**0% <  $P_i$  < 20%** : espèce rare.

**20% <  $P_i$  < 40%** : espèce rare et dispersée.

**40% <  $P_i$  < 60%** : espèce peu abondante.

**60% <  $P_i$  < 80%** : espèce abondante.

**$P_i$  80%** : espèce très abondante.

#### 4-1-3- Fréquence d'occurrence (C%)

La fréquence d'occurrence (**C%**) est le rapport exprimé sous la forme d'un pourcentage du nombre de relevés **Pi** où l'espèce **i** est présenté sur le nombre total de relevés **P** (Bachelier, 1978).

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

**Pi** : le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

**P** : le total de relevés effectués.

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

**C= 100%** : espèce omniprésente.

**75%<C<100%** : constante.

**50%<C<75%** : espèce fréquente.

**25%<C<50%** : espèce accessoire.

**5%<C<25%** : espèce rare.

**1%<C<5%** : espèce très rare.

**C<1%** : accidentelle.

#### 4-2-Indice de structure

##### 4-2-1-Indice de Shannon-Weaver

Parmi les nombreux indices disponibles permettant d'exprimer la structure d'un peuplement, nous avons l'indice de Shannon-Weaver (1949), il a pour modèle mathématique :

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

**P** : l'abondance proportionnelle ou pourcentage de l'espèce, se calcule ainsi  $p(i) = ni / N$ .

**ni** : nombre d'individus d'une espèce (taxon) dans l'échantillon.

**N** : nombre total d'individus de toutes les espèces (taxon) dans l'échantillon.

**log<sub>2</sub>** : log à base de 2 avec  $\log_2 X = \log X / \log 2 = \log X / 0,30$ .

L'indice **H'** varie de 0 à 5, les résultats sont généralement compris entre 1,5 et 3,5.

Un indice élevé correspond à des conditions du milieu favorables permettant la colonisation de nombreuses espèces, chacune étant représentée par une faible proportion. A l'inverse, une faible valeur de l'indice de diversité traduit des conditions de vie difficiles permettant à peu d'espèces de s'établir. Ces dernières sont souvent représentées en grand nombre.

##### 4-2-2-L'équitabilité de Pielou

L'indice de Shannon-Weaver est souvent accompagné de l'indice de l'équitabilité (Pielou, 1966) qui représente le rapport de **H'** sur l'indice maximal théorique dans le peuplement (**H max**), il est appelé aussi régularité (Frontier, 1976) et équirépartition (Blondel, 1979).

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

$$H' \text{ max} = H' / \log_2(S)$$

**H'** : la diversité spécifique observée = l'indice de Shannon-Weaver.

**H' max** : le logarithme a base 2 du nombre total d'espèce (S) dans l'échantillon.

L'équitabilité varie de **0** à **1** : elle tend vers **0** quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une même espèce et elle est de **1** lorsque toutes les espèces ont la même abondance (Barbault, 2008).

### **5-Traitement statistique des données**

Les différentes méthodes statistiques utilisées dans ce travail s'appuient sur l'analyse en composantes principales (ACP), et la classification ascendante hiérarchique (CAH).

L'objectif de l'ACP est de représenter d'une manière synthétique et graphique P individus dans un espace de dimensions réduites (en général dans 2 ou 3 dimensions), sachant que l'on part d'un espace à n dimensions, n étant le nombre de variables mesurées.

La classification ascendante hiérarchique (CAH) est destinée à reproduire des groupements décrits par un certain nombre de variables ou caractères. Elle procède en fait à la construction de classes (paquets) par agglomération successive des objets deux à deux, qui fournissent une hiérarchie de partition des objets. Elle se base sur la similitude des individus ou sur leurs dissimilarités.

---

*Chapitre III*  
*Les Trichoptères*

---

## 1 - Généralités sur les Trichoptères

Le nom de Trichoptère vient du grec « Trichos » pour poils et « ptéron » pour les ailes. Ces dernières sont généralement couvertes de soies (écailles trichoptéroïdes) et souvent frangées de longues soies.

Les Trichoptères sont des insectes holométaboles (à métamorphoses complètes) et présentent donc des larves et des nymphes distinctes des stades adultes. Leurs larves et leurs nymphes sont toutes aquatiques à l'exception de Limnephilidae (*Enoicyla pusilla*) qui s'est adapté à la vie terrestre.

De taille très variable, certains Trichoptères ne mesurent que quelques mm, d'autres ont une envergure de 50 à 60 mm. Leur corps est allongé, brun-jaune ou grisâtre.

### 1-1-Position systématique des Trichoptères

La position systématique des Trichoptères montre qu'ils appartiennent au :

Règne : Animal

Phylum : Invertébrés

Embranchement : Arthropodes

Sous embranchement : Mandibulates

Classe : Insectes

Sous-classe : Ptérygotes

Ordre : Trichoptères

### 1-2-Description

#### 1- 2- 1- La larve

D'après Zahradnik (1988) et Tachet *et al.* (2002), les larves des Trichoptères ont un aspect caractéristique et d'après leur morphologie, on les classe en deux groupes :

#### ) larves éruciformes, larves à étui ou larves à fourreau (photo 9)

Dès que la larve a quitté la ponte, elle construit un étui fait de fines particules minérales, de grains de sables, de petits cailloux, d'aiguilles de conifères, de petites coquilles d'escargots. Chaque particule est fixée à ses voisines grâce à des fils de soie ; de nature protéique et liquide et collante à l'émission.

Après chaque mue, la larve grossit et s'allonge, elle doit donc agrandir son étui. Elle ajoute des éléments à l'avant et coupe l'extrémité postérieure de l'étui devenue trop étroite. Elle va procéder ainsi jusqu'au dernier stade larvaire.

**) larves compodèiformes ou larves sans étui** (photo 10)

Elles sont aussi répandues que celles à étui, mais l'absence de ce dernier les rend moins visibles. Chez ces formes, soit il n'y a pas de construction larvaire comme chez les Rhyacophilidae ou seul sera édifié le cocon nymphal, soit il y'a des constructions larvaires de types variés :

- structure filtrante chez les Hydropsychidae et les Philopotamidae
- système de piège chez les Economidae et les Polycentropodidae
- galerie collée au substrat chez les Psychomyiidae.

Chez la majorité des espèces de Trichoptères, on compte quatre mues donc cinq stades larvaires, mais il y a des genres qui comptent plus de dix ou sept stades comme dans le cas des Sericostomatidae et de Glossosomatidae.



**Photo 9 :** Exemples de larves à fourreau.



**Photo 10 :** Exemples de larves sans fourreau.

### 1- 2- 2- Les nymphes (photo 11)

A la fin de dernier stade larvaire, en se libérant de toutes constructions larvaires (chez les deux formes), la larve va subir les processus qui précèdent la métamorphose avec la mise en place de nouveaux organes : fourreaux alaires, yeux composés, pattes et antennes allongées. On parle à ce stade de prénymphe.

En rejetant l'exuvie larvaire, cette dernière se transforme en nymphe avec des organes strictement nymphaux : les mandibules nymphales (rôle d'ouverture de l'étui), les pattes thoraciques et une à deux paires de sclérites épineux abdominaux (rôle natatoire).

Au fur et à mesure que l'on s'approche de la mue imaginale, les ébauches des organes de l'adulte commencent à se différencier nettement, notamment les yeux composés et les fourreaux alaires qui apparaissent avec une pigmentation plus marquée.



**Photo 11** : Nympe de Trichoptère.

### 1-2-3- L'adulte (photo 12)

Les Trichoptères se caractérisent par des adultes qui ressemblent à des papillons nocturnes mais dont l'appareil buccal est toujours dépourvu de trompe.

Les Trichoptères adultes possèdent deux paires d'ailes membraneuses couvertes de poils ; c'est notamment ce qui permet de les distinguer des mites *lepidoptera tineidae* et *pyralidae* dont les ailes portent plutôt des écailles. Les adultes de Trichoptères peuvent aussi être confondus avec les adultes du genre *sialis megaloptera sialidae* en plus d'avoir un corps très ressemblant, ces derniers ont aussi les ailes repliées en toit au repos toutefois leurs ailes fortement réticulées sont membraneuses et transparentées.



**Photo 12 :** Adulte de Trichoptère

### 1-3- Biologie et écologie des Trichoptères

La reproduction et la ponte se déroulent souvent en automne ; la ponte suit de près l'accouplement, elle varie de quelques heures à un petit nombre de jours, les œufs sont émis en général, en paquet enrobés dans une substance gélatineuse puis fixés à un substrat dans ou hors de l'eau.

A l'éclosion, les larvules peuvent soit quitter la ponte rapidement et se dispersées dans le milieu ; soit commencer leur développement post embryonnaire dans la ponte qui constitue une première source de nourriture.

La nymphose est toujours aquatique, elle se réalise en deux temps, les larves sans fourreau construisent un abri (cocon nymphal) fait d'éléments divers maintenus avec la soie.

En fin de nymphose, la nymphe va ouvrir le cocon nymphal grâce à ses mandibules nymphales, elle rejoint la surface ou elle s'accroche à un support grâce à des mouvements de contraction abdominaux, l'adulte émerge peu à peu de l'exuvie nymphale achève de déplier ses ailes avant de s'envoler.

L'adulte va vivre de quelques jours pour certains groupes (Hydropsychidae), il est mature et la reproduction ainsi que la ponte ont lieu dans les jours qui suivent l'émergence à quelques mois pour certains Limnephilidae à diapause imaginale, la reproduction dans ce cas n'a lieu que plus tard. La mue imaginale est toujours nocturne.

La majorité des adultes ont une activité crépusculaire et même nocturne, quelques espèces de Polycentropodidae et de Leptoceridae ont une activité diurne. Elles sont terrestres, possédant des ailes repliées en toit et sont recouvertes de soies.

L'appareil buccal est fondamentalement de type broyeur, il existe cependant quelques modifications des mandibules chez certains genres d'Hydroptilidae qui leur permettent de percer les cellules algales dont elles lèchent le contenu.

Les larves quelque soit leur taille et en dépit de leur étui protecteur, constituent une source de nourriture pour de nombreux invertébrés et pour les poissons qui capturent également les adultes qui volent près de la surface. En effet, les Trichoptères font partie de l'alimentation principale des Salmonidae (poissons) qui s'en nourrissent le plus souvent au stade émergent ou ils sont plus vulnérables. Quant aux nymphes, étant donné que l'émergence a lieu la nuit, la prédation est réduite.

Dans le milieu aérien, les adultes, en dépit d'une concentration des activités sur la nuit, sont la proie des oiseaux et des chauves-souris.

#### **1-4- Répartition des Trichoptères dans le monde**

Il existe plus de onze milles espèces de Trichoptères sont actuellement reconnus (Gibon, 2001), mais Schmid (1980) a estimé environ 40000 espèces sont réparties sur le globe.

Les régions orientales et néotropicales sont les plus diversifiées, elles comptent respectivement 3522 espèces et 2072 espèces. Elles sont suivies par la région paléarctique occidentale 1724 espèces, la région néarctique 1524 espèces, la région paléarctique orientale 1228 espèces, la région Australienne 1116 espèces et enfin la région afrotropicale avec seulement 920 espèces.

L'Europe méditerranéenne apparait plus riche que l'Afrique du Nord, la Péninsule Ibérique héberge 390 espèces (Gonzalez, 2007), 201 espèces dans les pyrénéens (Decamps, 1967), 104 espèces du jura et des Vosges (Verneaux, 1973), 66 espèces en Corse (Giudicelli & Orsini, 1986). Alors qu'au Maghreb, Hajji *et al.* (2013) signalent 113 espèces (73 espèces au Maroc, 60 en Algérie et 48 en Tunisie).

#### **2-Analyse du peuplement trichoptérologique**

Les Trichoptères inventoriés dans l'assif Sahel et dans l'oued Boubhir (s.s) comptent 1705 individus appartenant à 10 familles, 14 genres et 21 espèces (figure 6 et tableau 6).

Rhyacophilidae : 1 genre, 1 espèce.

Glossosomatidae : 1 genre, 2 espèces.

Hydroptilidae : 4 genres, 4 espèces.

Philopotamidae : 1 genre, 1 espèce.

Polycentropodidae : 1 genre, 1 espèce.

Psychomyiidae : 1 genre, 1 espèce.

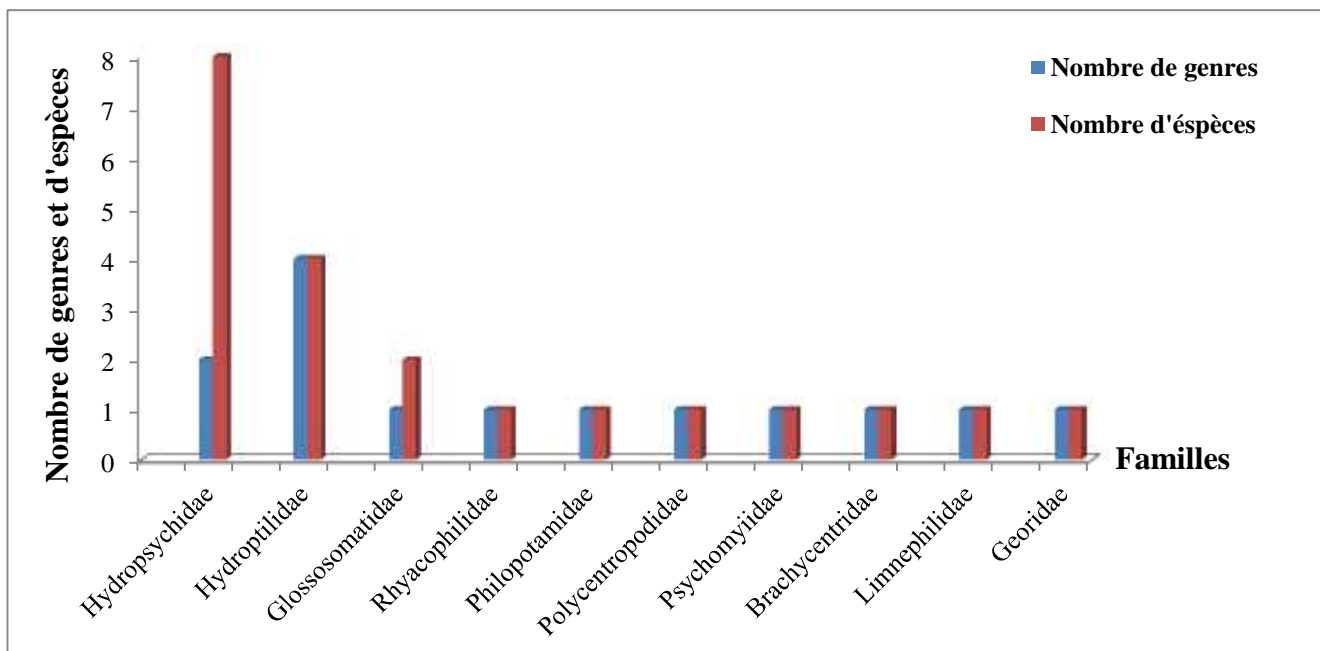
Hydropsychidae : 2 genres, 8 espèces.

Brachycentridae : 1 genre, 1 espèce.

Limnephilidae : 1 genre, 1 espèce.

Goeridae : 1 genre, 1 espèce.

La famille des Hydropsychidae est de loin la plus diversifiée elle est représentée par 2 genres et 8 espèces avec le genre *Hydropsyche* qui est le plus largement réparti. Vient ensuite la famille des Hydroptilidae avec 4 genres et 4 espèces, les Glossosomatidae avec 1 genre et 2 espèces. Enfin, les Rhyacophilidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Psychomyiidae, Brachycentridae, Limnephilioeridae sont monospécifiques.



**Figure 6** : Représentation du nombre de genre et d'espèces par familles des Trichoptères.

Parmi l'ensemble des taxons recensés dans ce travail, Sekhi *et al.* (2016) précisent que les deux genres *Micrasema* et *Allogamus* ainsi que les deux espèces *Agapetus incertulus* et *Hydropsyche iberomaroccana* sont de nouvelles citations pour l'Algérie, et 6 autres taxons sont nouveaux pour la Grande-Kabylie (*Allotrichia pallicornis*, *Hydroptila vectis*, *Hydropsyche fezana*, *Hydropsyche obscura*, *Orthotrichia sp*, *Stactobia sp*).

La richesse spécifique de ce peuplement est comparable aux Trichoptères inventoriés dans le réseau hydrographique du sous bassin de l'oued Aissi qui se compose de 33 taxa appartenant à 11 familles et 20 genres dont 13 sont monospécifiques.

La richesse spécifique en Trichoptères de l'assif sahel et l'oued Boubhir (s.s) est plus élevée comparée à celle obtenue par Belkacem & Chabane Chaouche 2016 dans l'assif El- Khemis avec 7 familles et 12 espèces recensées.

Tableau 6 : Répartition de la faune trichoptérologique dans les stations étudiées.

Taxons/Stations	SAD	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	B1	B2	Ab	Ab. R(%)	O c	Oc. R(%)
<b>Altitude</b>	1200	1170	1140	870	580	460	200	190				
<b>Rhyacophilidae</b>												
<i>R. munda</i>	36	40	12	56	68	24	0	4	<b>240</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>87,5</b>
<b>Glossosomatidae</b>												
<i>A. incertulus</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	<b>3</b>	<b>0,17</b>	<b>1</b>	<b>12,5</b>
<i>Agapetus sp</i>	32	36	0	4	0	0	0	0	<b>72</b>	<b>4,22</b>	<b>3</b>	<b>37,5</b>
<b>Hydroptilidae</b>												
<i>Allotrichia pallicornis</i>	4	3	7	0	0	0	156	0	<b>170</b>	<b>9,97</b>	<b>3</b>	<b>37,5</b>
<i>Hydroptila vectis</i>	8	8	3	0	0	0	7	0	<b>26</b>	<b>1,52</b>	<b>4</b>	<b>50</b>
<i>Stactobia sp</i>	0	0	0	4	0		0	0	<b>4</b>	<b>0,23</b>	<b>1</b>	<b>12,5</b>
<i>Orthotrichia sp</i>	0	4	0	0	0	3	0	0	<b>7</b>	<b>0,41</b>	<b>2</b>	<b>25</b>
<b>Philopotamidae</b>												
<i>Wormaldia sp</i>	40	13	34	0		0	0	0	<b>87</b>	<b>5,01</b>	<b>3</b>	<b>37,5</b>
<b>Polycentropodidae</b>												
<i>Polycentropus kingi</i>	8	3	3	4		3	0	0	<b>21</b>	<b>1,23</b>	<b>5</b>	<b>62,5</b>
<b>Psychomyiidae</b>												
<i>Tinodes sp</i>	4	7	7	0		0	0	0	<b>18</b>	<b>1,05</b>	<b>3</b>	<b>37,5</b>
<b>Hydropsychidae</b>												
<i>Cheumatopsyche sp</i>	0	4	0	0		6	0	0	<b>10</b>	<b>0,58</b>	<b>2</b>	<b>25</b>
<i>Hydropsyche fezana</i>	40	89	125	36		11	0	0	<b>301</b>	<b>17,65</b>	<b>5</b>	<b>62,5</b>
<i>Hydropsyche lobata</i>	0	3	0	8	4	48	76	100	<b>239</b>	<b>14,01</b>	<b>6</b>	<b>75</b>
<i>Hydropsyche obscura</i>	0	47	68	16		0	0	0	<b>131</b>	<b>7,68</b>	<b>3</b>	<b>37,5</b>
<i>Hydropsyche resmineda</i>	0	0	4	0	4	0	8	9	<b>25</b>	<b>1,46</b>	<b>4</b>	<b>50</b>
<i>H. iberomaroccana</i>	0	0	0	0		0	4	0	<b>4</b>	<b>0,23</b>	<b>1</b>	<b>12,5</b>
<i>Hydropsyche gpe pellucidula</i>	3	8	8	0	12	47	7	34	<b>119</b>	<b>6,97</b>	<b>7</b>	<b>87,5</b>
<i>Hydropsyche sp</i>	0	0	0	16	20	0	0	0	<b>36</b>	<b>2,11</b>	<b>2</b>	<b>25</b>
<b>Brachycentridae</b>												
<i>Micrasema sp</i>	60	40	44	0		0	0	0	<b>144</b>	<b>8,44</b>	<b>3</b>	<b>37,5</b>
<b>Limnephilidae</b>												
<i>Allogamus sp</i>	7	12	7	0		0	0	0	<b>26</b>	<b>1,52</b>	<b>3</b>	<b>37,5</b>
<b>Goeridae</b>												
<i>Silonella aurata</i>	8	0	14	0		0	0	0	<b>22</b>	<b>1,29</b>	<b>2</b>	<b>25</b>
<b>Abondance</b>	<b>250</b>	<b>320</b>	<b>336</b>	<b>144</b>	<b>108</b>	<b>142</b>	<b>258</b>	<b>147</b>	<b>1705</b>			
<b>Richesse spécifique</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>4</b>				

Ab : Abondance, Ab R (%) : Abondance relative, Oc : Occurrence, Oc R (%) : Occurrence relative.

### 3-Abondance des Trichoptères recensés

L'abondance des Trichoptères récoltés dans cette étude en 1m<sup>2</sup> fluctue d'une station à l'autre et varie de 108 individus (SA4) à 336 individus (SA2) (Tableau 7 et figure 7).

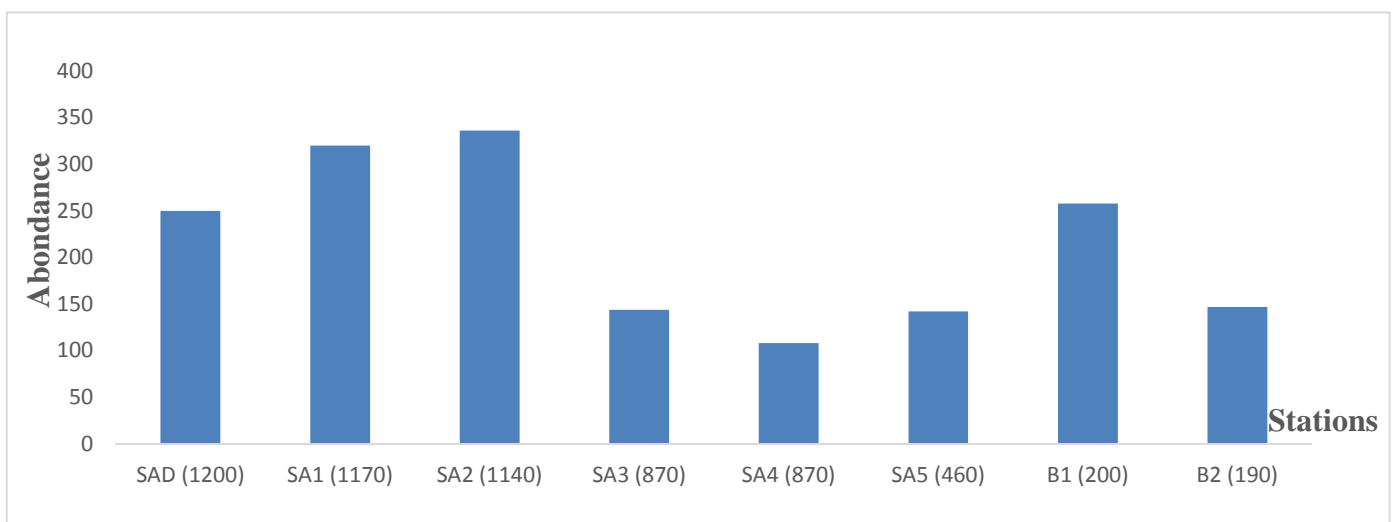
**Tableau 7** : Abondance des Trichoptères des stations étudiées.

Stations	SAD	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	B1	B2
Abondance	250	320	336	144	108	142	258	147

Les effectifs les plus élevés des Trichoptères dans les stations SA1 et SA2 sont dus essentiellement à la prolifération des Hydropsychidae qui comptent respectivement 151 individus (soit 47 %) et 205 individus (soit 61 %) du total trichoptérologique stationnel.

Parmi les Hydropsychidae récoltés dans les stations SA1 et SA2, les deux espèces *Hydropsyche fezana* et *Hydropsyche obscura* contribuent largement à l'abondance stationnelle. En effet ces deux espèces sont connues pour leurs préférence des secteurs montagnard, elles sont rhéophiles, aiment les températures de l'eau relativement basse et un courant rapide.

L'effectif trichoptérologique le plus faible noté dans la station SA4 (108 individus) est du exclusivement à la prolifération des Rhyacophilidae avec 68 individus (soit 62, 96 %) et des Hydropsychidae avec 40 individus (soit 37, 03 %) du total stationnel.



**Figure 7** : Abondance des Trichoptères dans les stations étudiées.

#### 4- Richesse spécifique

La richesse taxonomique représente le nombre de taxons présents dans un échantillon. Cette richesse reflète la santé et la communauté.

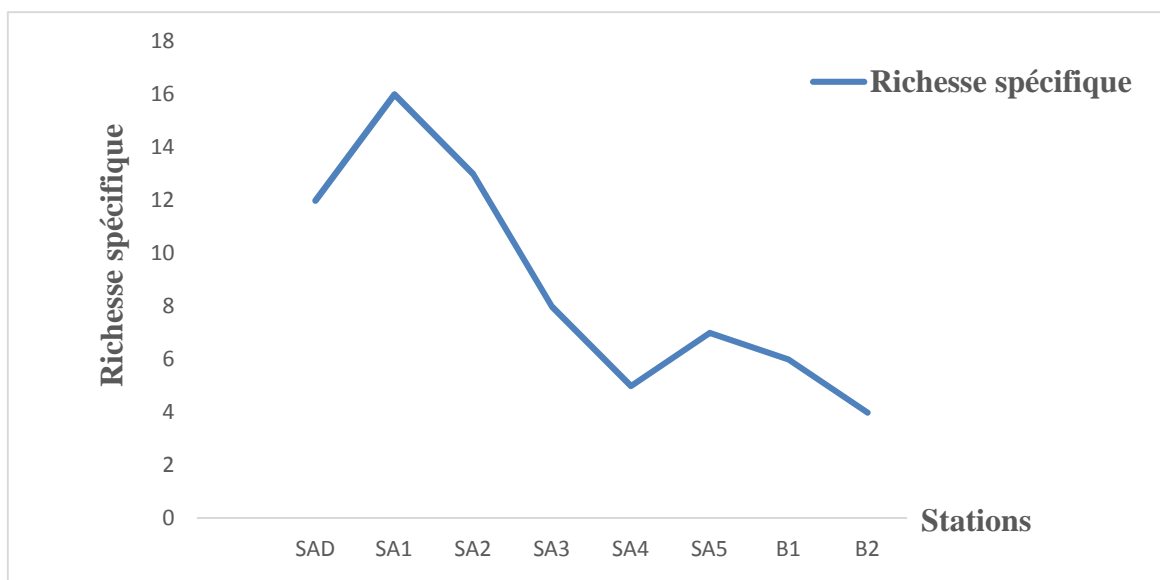
La lecture de la figure 8 relative à la richesse taxonomique des Trichoptères montre que la richesse spécifique varie au long des cours d'eau étudiés, entre un maximum de 16 espèces (SA1) et un minimum de 4 espèces (B2).

La richesse spécifique est plus élevée dans les zones d'altitudes entre 12 et 16 espèces, les espèces recensées sont pour la plupart rhéophiles, fréquentant les cours d'eau rapides bordés d'une végétation très dense (surtout SA1 et SA2).

Inversement, cette richesse est réduite à partir de 850 m d'altitude (station SA3 avec 8 espèces) jusqu'à la station de basse altitude (B2 avec seulement 4 espèces recensées).

Dans ces stations, les Hydropsychidae contribuent largement à la richesse spécifique.

En effet, l'impact humain devient de plus en plus important à partir de 850 m d'altitude jusqu'à 190 m. Giudicelli *et al.* (1986) signalent que parmi les Trichoptères, seuls les *Hydropsyche* sont favorisés par les rejets organiques.



**Figure 8 :** Richesse spécifique des Trichoptères aux stations étudiées.

### 5 - Occurrence et abondance relatives des taxons

La lecture des figures 9 et 10 permet de classer les Trichoptères récoltés en trois grands groupes :

) **Espèces dominantes et constantes dont la fréquence d'occurrence est supérieure à 50%.**

Ce sont en général les espèces à population plus au moins denses, dont la fréquence d'occurrence est supérieure à 50 %. Il s'agit de : *Rhyacophila munda*, *Polycentropus kingi*, *Hydropsyche fezana*, *Hydropsyche lobata*, *Hydropsyche gpe pellucidula*. *Rhyacophila munda* et *Hydropsyche gpe pellucidula*. Elles sont à large valence écologique et présentent des occurrences relatives de 87, 5 %.

) **Espèces peu abondantes ou accessoires avec des fréquences d'occurrence entre 25 et 50%.**

Ce sont des éléments à population peu dense mais dont la fréquence relative est comprise entre 25 et 50 %. Il s'agit de : *Agapetus sp*, *Allotrichia pallicornis*, *Hydroptila vectis*, *Orthotrichia sp*, *Wormaldia sp*, *Tinodes sp*, *Hydropsyche obscura* et *Hydropsyche resmineda*, *Hydropsyche sp*, *Cheumatopsyche sp*, *Micrasema sp*, *Allogamus sp* et *Silonella aurata*.

) **Espèces rares ou accidentelles à la fois très peu abondantes et très peu fréquentes dont la fréquence d'occurrence est < 25 %.**

Ce sont en général des espèces très localisées qui sont repérées dans deux ou trois stations et qui se caractérisent par des biotopes spécialisés. Il s'agit d' *Agapetus incertulus*, *Stactobia sp* et *Hydropsyche iberomaroccana*.

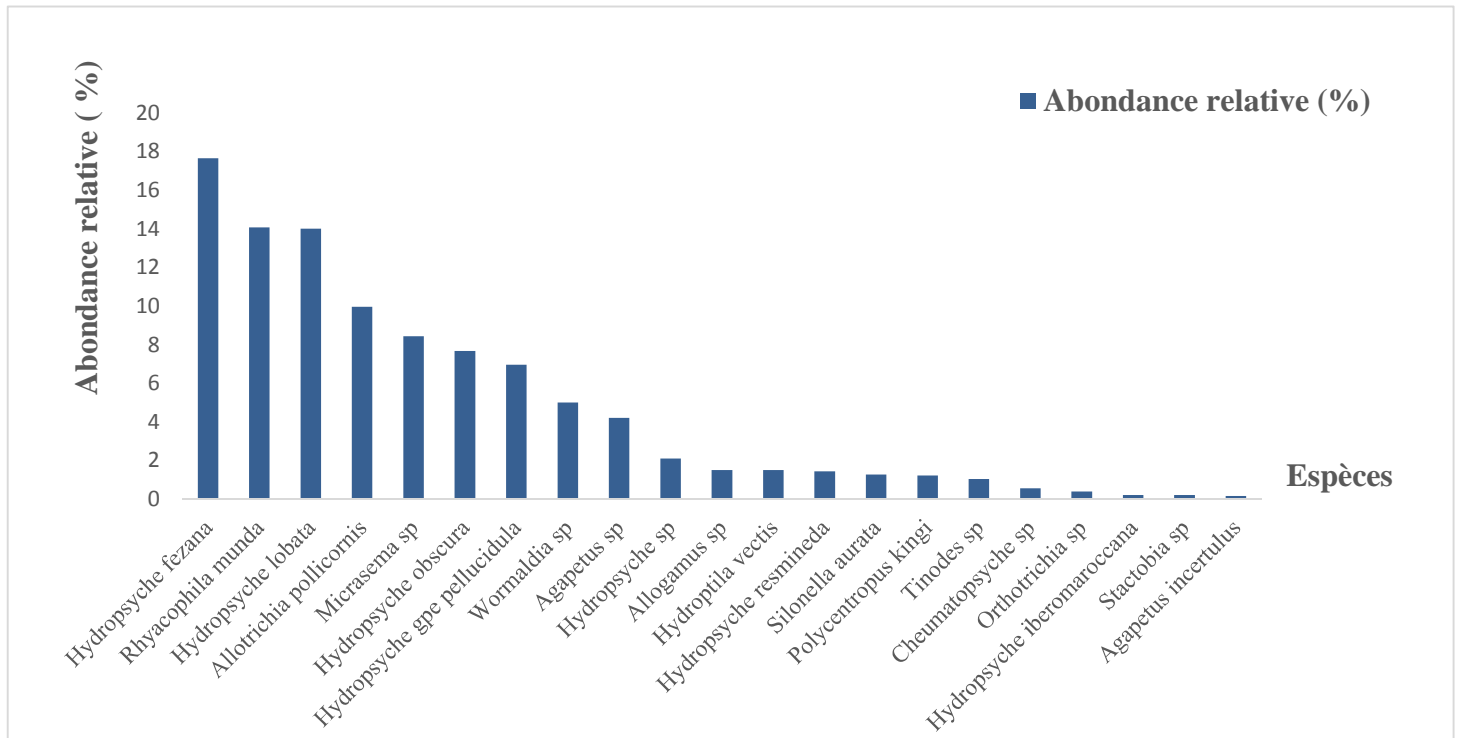


Figure 9 : Abondance relative (%) des Trichoptères des cours d'eau étudiés.

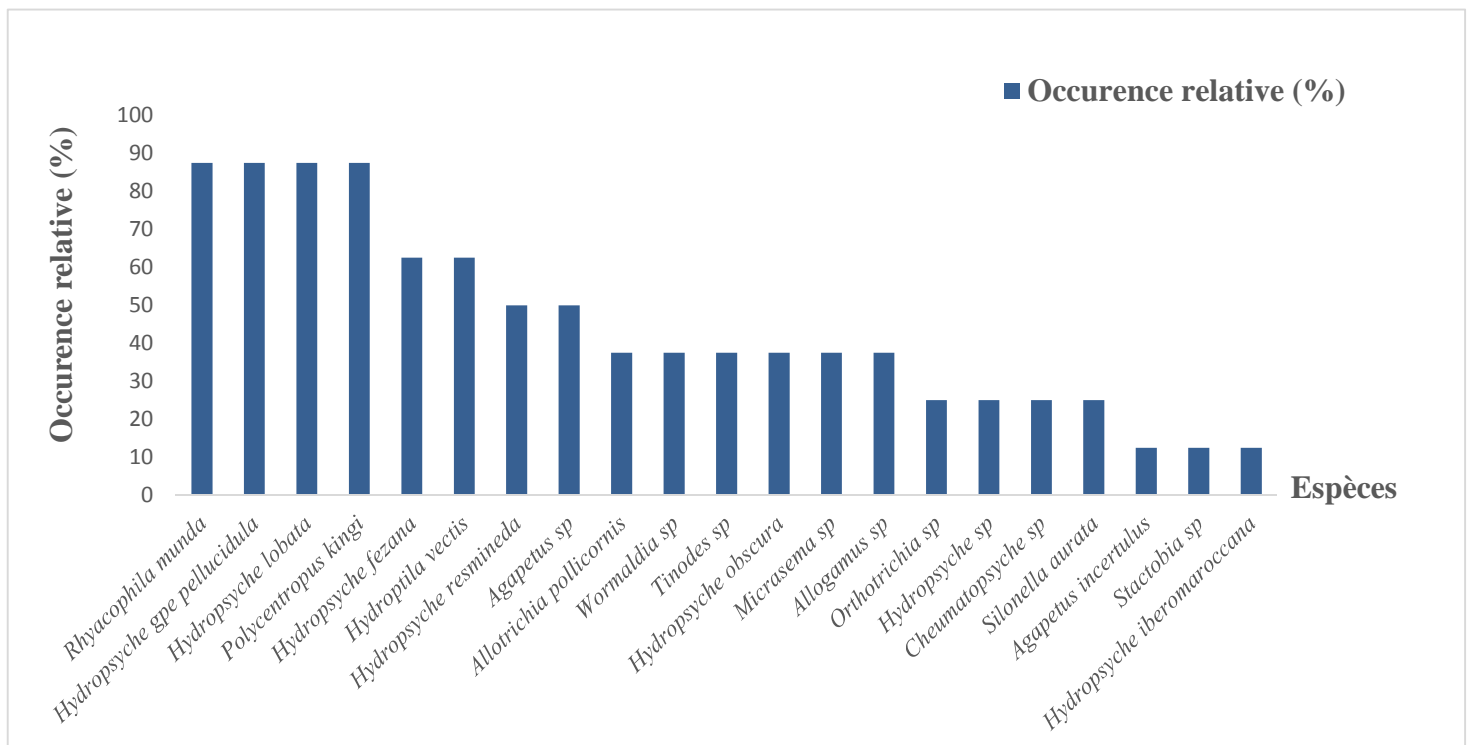


Figure 10 : Occurrence relative (%) des Trichoptères des cours d'eau étudiés.

## 6 -Limites altitudinales des espèces

Les limites altitudinales des Trichoptères recensés peuvent être subdivisées en 4 groupes assez distincts.

### ▪ Le premier groupe

Englobe les espèces strictement alticoles qui se localisent dans les parties supérieures des cours d'eau de 870 à 1200 m d'altitude, ces éléments semblent caractérisés les biotopes à eau fraîche pure et bien oxygénée. Ces espèces sont rhéophiles et inféodées aux ruisseaux de sources. Nous distinguons : *Agapetus sp*, *Wormaldia sp*, *Tinodes sp*, *Hydropsyche obscura*, *Micrasema sp*, *Allogamus sp* et *Silonella aurata*.

### ▪ Deuxième groupe

Comprend les espèces alticoles pouvant descendre jusqu'en moyenne montagne *Orthotrichia sp*, *Polycentropus kingi*, *Hydropsyche fezana*, *Hydropsyche sp* et *Cheumatopsyche sp*.

### ▪ Troisième groupe

Sont réunis dans ce groupe, les espèces alticoles pouvant descendre jusqu'en basse altitude. Ces espèces présentent des effectifs plus importants dans les stations aval entre 190 et 200 m d'altitude. Il s'agit d'*Allotrichia pallicornis*, *Hydroptila vectis*, *Hydropsyche lobata* et *Hydropsyche resmineda*.

### ) Quatrième groupe

Espèces localisées, de biotopes bien spécialisés. Il s'agit d'*Agapetus incertulus* notée à 1170 m d'altitude, et *Stactobia sp* récoltée à 870m d'altitude. Ces espèces semblent inféodées au secteur de source. Elles sont rhéophiles, sténotopes et sténothermes d'eau froide.

*Hydropsyche iberomaroccana* quant à elle, est recensée à 200 m d'altitude, elle est thermophile et potamophile.

## 7- Structure du peuplement

Au sein d'un biotope plus les espèces sont nombreuses plus leur abondance est voisine et plus la diversité est élevée.

Les résultats des indices de diversité Shannon-weaver (H') et d'équitabilité (E) calculés au niveau des stations étudiées sont consignés dans le tableau 8 et figure 11.

**Tableau 8** : Indices de Shannon & Weaver (H') et d'équitabilité (E) dans les stations d'étude.

Stations	SAD	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	B1	B2
<b>H'</b>	2,82	2,99	2,63	2,27	1,51	2,12	1,38	1,2
<b>E</b>	0,78	0,74	0,70	0,75	0,65	0,75	0,53	0,66

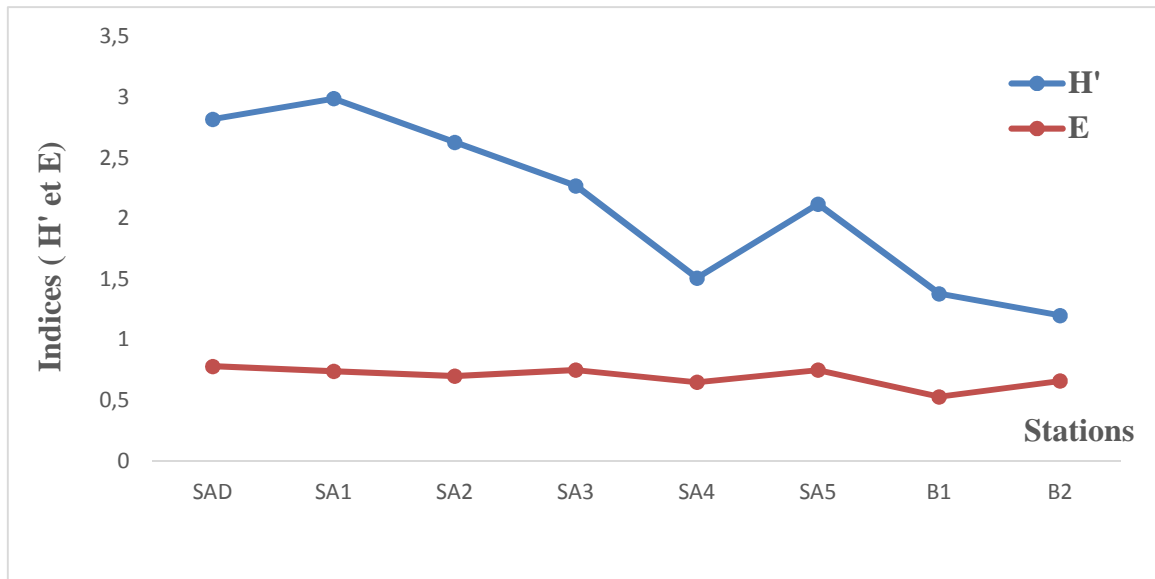
Les valeurs des indices H' et E varient d'une station à l'autre avec respectivement de 1,2 (B2) à 2,99 (SA1) et de 0,53 (B1) à 0,78 (SAD).

Les valeurs les plus élevées des indices H' et E sont notées entre 1140 et 1200 m d'altitude, secteurs de source et ruisseaux de source avec respectivement pour SAD (2,82 et 0,78), SA1 (2,99 et 0,74) et SA2 (2,63 et 0,70). En effet, ces stations, présentent un substrat très grossier, un courant rapide, une température de l'eau basse et une action anthropique absente ou négligeable, Un recouvrement important. Ce milieu est très favorable au développement des Trichoptères surtout à fourreaux (*Agapetus incertulus*, *Micrasema sp*, *Allogamus sp* et *Silonella aurata*).

Les stations SA3, SA4 et SA5 présentent des indices H' et E compris entre 1,51 et 2,27 pour H' et 0,65 et 0,75 pour E. En effet, le secteur de ces stations est soumis aux différentes agressions anthropiques (décharges domestiques, réseaux d'assainissements et pompage de l'eau pour l'irrigation), ce qui explique en partie la chute des indices. Les espèces sténothermes d'eau froide ont presque disparu au profil des Hydropsychidae qui tolèrent la présence de la matière organique. Le secteur est peuplé essentiellement par les Hydropsychidae dont *Hydropsyche lobata* connue pour sa thermophilie.

L'abondance des algues filamenteuses favorise aussi la prolifération (dominance) d'*Allotrichia pallicornis* qui représente 60,46% du peuplement de la station B1, ce qui est traduit par la valeur la plus faible de E avec 0,53.

Les stations de l'oued Boubhir (s.s) B1 et B2 présentent des valeurs minimales avec respectivement H'=1,38 et H'=1,2. Ces stations présentent une diversité faible qui est liée à la présence des perturbations anthropiques, pompage de l'eau pour l'irrigation, utilisation d'engrais et pesticides pour l'agriculture, déchets ménagers sur les rives.



**Figure 11** : Evolution des indices de Shannon & Weaver (H') et d'équitabilité (E) dans les stations étudiées.

## 8- Autoécologie des espèces

Pour chaque espèce, nous donnons la ou les éventuelles synonymies, la ou les stations où elle est récoltée, le nombre d'individus récoltés (L =larves, N = nymphes, = mâle, = femelle), sa distribution au niveau Algérien, Marocain, Tunisien et mondiale.

### 8-1-Famille des Rhyacophilidae Stephens, 1836

Les Rhyacophilidae sont représentés par une seule espèce appartenant au genre *Rhyacophila*.

#### *Rhyacophila munda* McLachlan, 1863

= *Rhyacophila atlantica* Navas, 1936

=*Rhyacophila oreina* Navas, 1936

En Algérie, cette espèce a été signalée pour la première fois par Lestage (1925) et par Gauthier (1928).

Cette espèce est présente au Maroc (EL-Agbani, 1984 ; Giudicelli & Dakki, 1984 ; Dakki, 1987 ; Bouzidi, 1989 ; Tayoub, 1989 ; Ouahsine, 1993 ; Bonada *et al*, 2004 Alaoui, 2006 ; Hajji *et al* ., 2012 et 2013).

En Tunisie, *Rhyacophila munda* a été recensée en khroumirie (Malicky & Lounaci, 1987).

Dans les stations étudiées, nous avons recensé l'espèce dans 7 stations entre 1200 m à 190 m d'altitude. Elle est très occurente, et eurytherme.

En effet, Sekhi *et al.* (2016) signalent que *Rhyacophila munda* présente un spectre écologique assez large, depuis les stations les plus basses jusqu'à 1170 m. Ce qui s'expliquerait par l'absence d'espèces congénères potentielles (Bouzidi, 1989).

### 8-1 - Famille des Glossosomatidae Wallengren, 1891

En Algérie, il existe un seul genre ; *Agapetus*.

*Agapetus incertulus* Mc Lachlan, 1884

=*Agapetus berbericus* Giudicelli & Dakki, 1980.

=*Agapetus numidicus* Malicky, 1980.

La découverte de l'espèce en Grande-Kabylie constitue sa première citation d'Algérie (Sekhi *et al.*, 2016). Elle est recensée récemment dans les Aurès par Dambri *et al.* (2020).

C'est un élément à distribution Ouest méditerranéenne, il couvre la Péninsule Ibérique et l'Afrique du Nord (Bonada *et al.*, 2004).

*Agapetus incertulus* existe au Maroc (Dakki, 1982).

Dans le cadre de cette étude, la station hébergeant l'espèce présente une pente de 20 %, un courant rapide, température de l'eau de 14 °C, substrat grossier et recouvrement de 70 %.

#### *Agapetus sp*

Cet élément est morphologiquement différent des taxons précédents. Les larves sont difficilement identifiables dans l'état actuel des connaissances. La récolte d'imagos males est indispensable pour une détermination spécifique de ce taxon et pour pouvoir mieux connaître son écologie.

Ce taxon a été récolté dans trois stations de hautes altitudes SAD, SA1 et SA3. *Agapetus sp* semble inféodé aux habitats des ruisseaux d'altitude et de moyenne montagne.

### 8-2- Famille des Hydroptilidae Stephens, 1836.

En Algérie, cette famille est assez diversifiée, elle est représentée par 17 espèces appartenant à 7 genres (Sekhi *et al.*, 2016).

***Allotrichia Pallicornis*** Eaton, 1873

=*Allotrichia tauri* Jasquemart, 1965

Connue d'Algérie par Morton (1896), elle a été observée pour la première fois dans les cours d'eau de Grande-Kabylie par Sekhi *et al.* (2016).

Au Maroc, l'espèce a été signalé dans le Moyen Atlas (Dakki, 1982 et 1987 ; El-Alami et Dakki, 1998).

Espèce de large diffusion dans le monde, elle se localise dans le centre et le Sud de l'Europe, le Nord de l'Afrique (Maroc, Algérie et Tunisie ) et le Sud-Ouest de l'Asie.

Dans les stations étudiées, *Allotrichia pallicornis* est plus abondante dans la station B2 située à 190 m d'altitude. Elle semble thermophile et potamophile.

***Hydroptila Vectis*** Curtis, 1834

=*Hydroptila maclachlani* Klapalek, 1891

Plusieurs auteurs qualifient *Hydroptila vectis* d'eurytope et d'être à large valence écologique (Giudicelli *et al.*, 1980 ; El-Alami & Dakki, 1998 et Bonada *et al.*, 2008).

Cette espèce connue d'Algérie par Morton (1896). Elle a été citée pour la première fois en Grande-Kabylie par Sekhi *et al.* (2016) au niveau de 13 stations échelonnées entre 190 et 1170 m d'altitude.

Elle a été signalée au Maroc dans le Haut Atlas, le Moyen Atlas et le Rif (Badri, 1985 ; Ajakane, 1988 ; Bouzidi, 1989 ; El Alami & Dakki, 1998, Hajji *et al.* 2013). L'espèce est largement ré pondue et très commune dans l'ensemble du pays.

L'espèce est présente en Tunisie (Malicky & Lounaci, 1987).

L'aire de répartition de l'espèce couvre l'Europe, le Sud-Ouest d'Asie (Gonzalez *et al.*, 1992) et la Péninsule Ibérique (Gonzalez *et al.*, 1992 ; Bonada *et al.*, 2004 ; 2008).

Dans le réseau hydrographique étudié, l'espèce est présente dans 4 stations entre 1700 et 200 m d'altitude.

***Stactobia* sp**

Décrit pour la première fois en Grande-Kabylie par Sekhi *et al.* (2016), au niveau d'une seule station située à 900 m d'altitude.

Nous l'avons récolté dans l'unique station de l'assif Sahel SA3 située à 870 m d'altitude. Cette station est caractérisée par température de 17 °C, une pente de 13 %, un courant rapide et un recouvrement de 30 %.

***Orthotrichia* sp**

La première citation du genre *Orthotrichia* en Algérie est due à Morton (1896 a). Cet auteur signale avec doute des larves provenant de Constantine sous le nom d'*Orthotrichia andustelle* (Mc Lachlan, 1865).

Nous avons trouvé le taxon dans les stations de hautes et moyennes altitudes avec des effectifs faibles.

**8-4-Famille des Philopotamidae** Stephens, 1829

En Algérie, cette famille est représentée par deux genres et trois espèces.

***Wormaldia* sp**

En Algérie, ce taxon a été signalé pour la première fois par Gauthier (1928) en Kabylie au niveau de Tala Kitane, forêt de l'Akfadou.

Nous l'avons récolté dans les cours d'eau de montagne près de la source dans des habitats à courant rapide à modéré et à température basse (entre 1200 et 1140 m). Ce taxon semble rhéophile et sténotherme d'eau froide.

**8-5--Famille des Polycentropodidae** Ulmer, 1903

***Polycentropus kingi*** McLachlan, (1881)

=*Polycentropus masi* Navas, 1916

L'espèce est présente au Maroc (Giudicelli & Dakki, 1984 ; El-Alami & Dakki, 1998 ; Hajji *et al.*, 2013).

L'espèce est présente en Tunisie (Malicky & Lounaci, 1987).

Dans les cours d'eau étudiés, cette espèce figure dans cinq stations échelonnées entre 460 et 1200 m d'altitude avec des effectifs assez faibles.

En effet, Casado *et al.* (1990) signalent que l'espèce se trouve dans les sections supérieures et moyennes des rivières.

#### **8-6- Famille des *Psychomyiidae* Walker, 1852**

En Algérie, cette famille est représentée par deux genres et six espèces.

##### ***Tinodes* sp**

Dans les stations étudiées, les larves récoltées de *Tinodes* sont difficilement identifiables. Elles sont notées dans les stations d'altitudes entre 1200 et 1140 m. *Tinodes* sp semble rhéophile et sténotherme d'eau froide.

#### **8-7- Famille des *Hydropsychidae* Curtis, 1835**

En Algérie, cette famille est représentée par 16 espèces appartenant à 3 genres : *Cheumatopsyche*, *Diplectronea* et *Hydropsyche*.

##### ***Cheumatopsyche* sp**

Il a été récolté dans 2 stations situées respectivement à 1170 et 460 m d'altitude. Il est peu abondant et paraît être alticole et sténotherme d'eau froide.

##### ***Hydropsyche fezana* Navas, 1935**

= *Hydropsyche ouedorum* Botosaneanu, 1975

C'est une espèce endémique maghrébine (Maroc, Algérie), Dakki (1987). Elle a été signalée pour la première fois en Grande-Kabylie par Sekhi *et al.* (2016).

Elle a été citée par Dakki & Giudicelli (1984) dans le Moyen Atlas. Dans le Rif El-Alami & Dakki (1998) signalent que la densité maximale d' *Hydropsyche. fezana* est obtenue là où la teneur en matière organique est importante et là où les eaux sont fraîches.

Dans les cours d'eau étudiés, *Hydropsyche fezana* est notée dans les stations dont les limites altitudinales varient entre 460 m et 1200 m.

##### ***Hydropsyche lobata* McLachlan, 1884**

= *Hydropsyche inflata* Navas, 1917

En Algérie l'espèce a été signalée par Arab *et al.* (2004) dans l'oued Chélif.

Selon Tobias & Tobias (2008), l'espèce a une distribution ibéro-maghrébine.

Sekhi *et al.* (2016) signalent que dans les cours d'eau de la Grande-Kabylie, *Hydropsyche lobata* occupe une large zone altitudinale depuis les stations les plus basses jusqu'à 1170 m. Elle semble être eurytherme et peuple des milieux diversifiés.

Dans notre aire d'étude, *Hydropsyche lobata* se rencontre dans plusieurs stations échelonnées entre 190 et 1170 m d'altitude mais elle est plus abondante dans la station B2 située à 190 m d'altitude.

***Hydropsyche obscura*** Navas, 1928  
=*Hydropsyche atlanta* Botosaneanu, 1975

Citée d'Algérie (Chiffa et Batna) par Navas (1928) et de Grande-Kabylie par Sekhi *et al.* (2016).

Au Maroc, elle est connue du Haut Atlas (Bouzidi, 1989) et du Rif (Hajji *et al.*, 2013).

*Hydropsyche obscura* est une espèce dont l'aire de distribution est restreinte à l'Inde et l'Afrique du Nord (Tobias & Tobias, 2008).

Nous l'avons récolté dans 3 stations s'échelonnant entre 870 et 1170 m d'altitude. Elle semble alticole, inféodé au secteur montagnard du réseau hydrographique étudié.

***Hydropsyche resmineda*** Malicky, 1977  
=*Hydropsyche atomaria* (Pictet, 1834)

Citée d'Algérie pour la première fois par Malicky & Lounaci (1987) au niveau du réseau hydrographique de l'oued Aissi.

C'est une espèce maghrébine, signalée au Maroc, Algérie et en Tunisie (Tobias & Tobias, 2008).

Au Maroc, cette espèce a été signalée au Moyen Atlas et citée aussi dans le Rif par Hajji *et al.* (2013) et dans le Maroc Oriental Berrahou (2001).

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

Dans les cours d'eau étudiés, *H. resmineda* est notée dans 4 stations entre 1140 et 190 m d'altitude avec des effectifs assez faibles.

Selon Lounaci (2005), l'espèce est thermophile inféodée aux habitats de piémont.

***Hydropsyche iberomaroccana* Gonzalez & Malicky, 1999**

Sekhi *et al.* (2016) signalent que sa présence en Grande-Kabylie constitue sa première citation en Algérie.

Selon Gonzalez & Malicky (1999) *Hydropsyche iberomaroccana* est présente dans le Rif, elle couvre le Maroc et la Péninsule Ibérique.

A travers notre résultat, *Hydropsyche iberomaroccana* n'est présente que dans une seule station (B1) à 190 m d'altitude avec de faible effectif. Cette station de basse altitude présente une pente très faible, substrat à dominance de sable et limons, courant moyen, température de l'eau relativement élevée, présence d'algues filamenteuses et un pourcentage de matière organique assez important suite aux différentes agressions anthropiques (rejet d'ordure ménagères sur les rives...)

***Hydropsyche gpe pellucidula***

Appartiennent au groupe *pellucidula*, les larves d'*Hydropsyche* qui présentent des difficultés de détermination à savoir : *H. iberomaroccana* Gonzalez & Malicky, 1999, *H. incognita* Pitsch, 1993 et *H. punica* Malicky, 1981.

Nous avons noté l'espèce dans 7 stations entre 1200 à 190 m d'altitude. Elle semble euritherme et à large valence écologique avec des effectifs plus importants en moyenne et basses altitudes.

***Hydropsyche sp***

Les larves de ce taxon sont différentes des autres *Hydropsyche* connus des cours d'eau de la Kabylie. Il est nécessaire de capturer l'adulte pour pouvoir préciser son statut taxonomique et étudier son écologie.

Les larves juvéniles ne permettant pas leur identification jusqu'au rang de l'espèce.

Ce taxon se retrouve dans deux stations (SA3 à 870 m d'altitude et SA4 à 580 m d'altitude).

**8-8 - Famille des *Brachycentridae* Ulmer, 1903**

Cette famille est citée pour la première fois en Algérie par Sekhi *et al.* (2016). Selon ces auteurs, cette famille est représentée par l'unique genre *Micrasema*.

***Micrasema sp***

Dans notre travail, ce taxon est récolté au niveau des stations qui s'échelonnent entre 1140 et 1200 m d'altitude, il semble être alticole et inféodée au secteur de source et ruisseaux de source.

**8-9- Famille des *Limnephilidae* Kolenati, 1848**

Cette famille qui dans les ruisseaux Européens est assez diversifiée et bien représenté dans le rithral et le potamal (Decamps, 1968), elle est indiquée par un seul taxon dans les cours d'eau étudiés.

***Allogamus sp***

Ce taxon a été signalé pour la première fois d'Algérie par Sekhi *et al.* Nous l'avons noté dans trois stations alticoles de l'assif Sahel entre 1140 et 1200 m d'altitude. Il semble rhéophile et liée aux substrat très grossier à courant rapide et à la température de l'eau basse.

**8-10-Famille des *Goeridae* Ulmer, 1903*****Silonella aurata* Hagen, 1864**

Signalée d'Algérie pour la première fois par Gauthier en 1928 au niveau des gorges de la Chiffa (Sud-Ouest d'Alger).

Au Maroc, l'espèce a été citée pour la première fois par Dakki (1982) au Rif, plus tard elle a été trouvée par Tayoub (1989), ensuite elle a été retrouvée par El-Alami & Dakki (1998) et Bonada *et al.* (2008).

Elle a été retrouvée dans deux stations SA2 (1140) et SAD (1200) m d'altitude. La distribution de cette espèce est liée au secteur des sources et ruisseau de source. Ce tronçon du cours d'eau est caractérisé par un courant vif, substrat très grossier et température de l'eau basse.

**9- Biogéographie des Trichoptères recensés**

L'analyse biogéographique des Trichoptères étudiés dans les cours d'eau de Kabylie montre qu'il s'agit d'une faune paléarctique à caractère méditerranéen. Toutes les espèces, y compris les endémiques, appartiennent à des lignées Sud- Européennes. Elles présentent des relations étroites avec la faune Ibérique et celle de Corse et de Sardaigne.

Par sa position géographique, l'Algérie représente une aire de contact entre plusieurs régions, tels le Sud de l'Europe et l'Afrique, son importance, en tant que zone de passage obligatoire

pour une grande partie de la faune, entre les régions paléarctiques et afro tropicales, lui confère un intérêt particulier pour les études faunistiques, écologiques et biogéographiques.

Sur les 11 éléments identifiés spécifiquement, nous distinguons :

) **Les espèces Nord Africaines**

Les macros endémiques : *Hydropsyche resmineda* endémique de l'ensemble du Maghreb (Malicky & Lounaci, 1987 ; Tobias & Tobias, 2008) ; *H. fezana* se repartie en Algérie et au Maroc (Tobias & Tobias, 2008)

) **Les espèces Ouest paléarctiques**

Elles présentent une aire de répartition plus ou moins large dans la région Ouest de la Méditerranée. Dans cet ensemble, nous distinguons :

Les espèces Ouest méditerranéennes s'étendant dans la Péninsule Ibérique :

*Rhyacophila munda*, *Agapetus incertulus*, *Hydropsyche iberomaroccana* et *Hydropsyche lobata* (Malicky & Lounaci, 1987 ; Gonzalez *et al.*, 1992 ; Gonzalez & Malicky 1999 ; Vieira Lanero, 2000).

L'espèce Ouest méditerranéenne recouvrant le Maghreb, la Corse et la Sardaigne : *Silonella aurata* (Bonada *et al.* 2008).

) **Les espèces à vaste répartition paléarctique**

Ces espèces présentent une large distribution dans la péninsule ibérique, l'Europe méditerranéenne et l'Afrique du Nord. Certaines étendent leur aire de répartition jusqu'en Asie : *Allotrichia pallicornis*, *Hydroptila vectis*, et *Polycentropus kingi* (Gonzalez *et al.* 1992 ; Vieira Lanero, 2000).

) **Les espèces à aire de répartition restreinte**

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

## 10 - Structure des communautés

L'étude de la structure de la faune a pour but de déterminer la structure de Communautés d'invertébrés benthiques et leur organisation spatiale dans les cours d'eau étudiés en fonction des caractéristiques environnementales.

Parmi les méthodes statistiques principales utilisées dans le traitement des données :

La CAH (classification ascendante hiérarchique), calculée à partir des coordonnées des relevés sur les axes pour permettre de connaître à quel niveau sont reliées les espèces fréquemment associées ;

- L'ACP (analyse de la composante principale), sert à décrire des tableaux "individus variables quantitatives" de grande dimension pour tenir compte de l'hétérogénéité des variables environnementales.

### 11-Structure mésologique

Dans ce travail, 11 descripteurs environnementaux sont pris en compte pour caractériser chacune des 8 stations étudiées. ( les données sont notés dans l'annexe 3).

L'analyse des corrélations entre les différents paramètres pris en compte a montré que la plupart des variables sont inter corrélées (Tableau 9) et particulièrement :  
atitude, pente, substrat grossier, variables parfaitement linéaires liées par une relation de plus en plus décroissantes ;

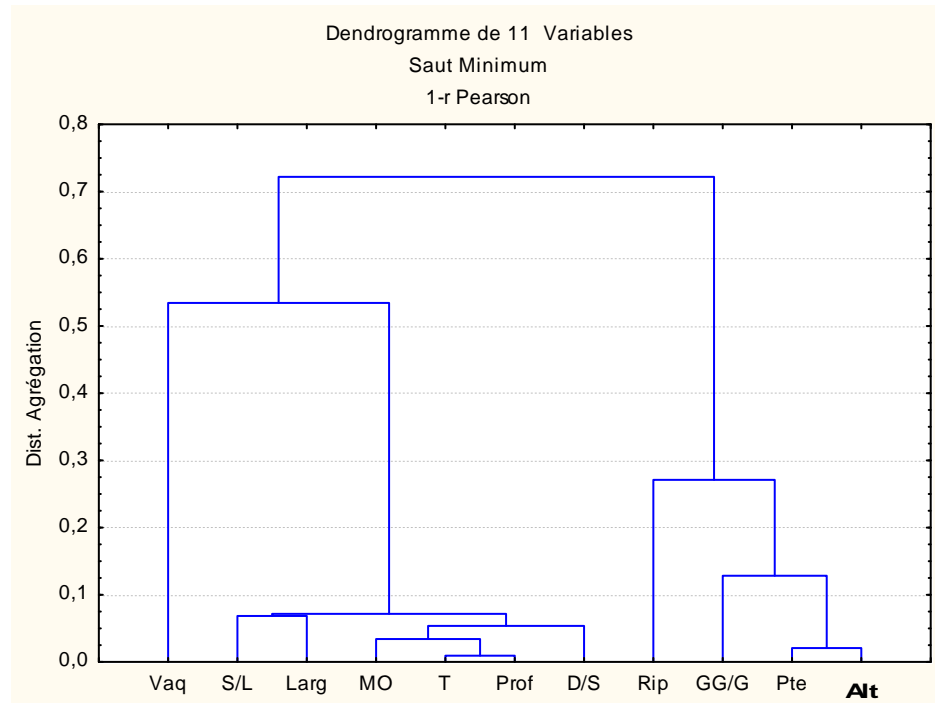
- distance à la source, largeur du lit, profondeur de la lame d'eau, température de l'eau, substrat fin et matière organique, variables liées par une relation croissante ;

-quant aux autres variables, végétation aquatique et ripisylve, leurs niveaux de liaisons sont en général assez faibles et ne présentent pas de linéarité entre elles.

**Tableau 9** : Matrice des corrélations entre variables environnementales (N= 11, P <0,05).

	Alt	Pte	D/S	Larg	Prof	T	Rip	Vaq	GG/G	S/L	MO
Alt	1										
Pte	0,97	1									
D/S	-0,94	-0,93	1								
Larg	-0,87	-0,85	0,92	1							
Prof	-0,94	-0,98	0,94	0,83	1						
T	-0,94	-0,98	0,92	0,84	0,99	1					
Rip	0,72	0,61	-0,71	-0,60	-0,57	-0,50	1				
Vaq	-0,23	-0,42	0,26	0,24	0,46	0,46	0,27	1			
GG/G	0,86	0,87	-0,92	-0,95	-0,89	-0,89	0,54	-0,30	1		
S/L	-0,77	-0,76	0,84	0,93	0,78	0,80	-0,47	0,17	-0,97	1	
MO	-0,92	-0,94	0,94	0,89	0,96	0,94	-0,60	0,46	-0,93	0,83	1

L'ACP réalisée sur la base de la classification hiérarchique (figure 12) permet l'extraction sur le premier axe factoriel 79,78 % de la variabilité totale du nuage de points, tandis que le deuxième axe représente 12,24 % de la variabilité.



**Figure 12 :** Dendrogramme de la distribution des stations sur la base des variables environnementales.

La structure des variables environnementales obtenue par l'ACP (figure 13) est un gradient amont-aval.

) L'ensemble des variables : altitude, substrat grossier et pente sont fortement corrélées entre elles et avec l'axe F1 en position positive, décroissent progressivement de l'amont vers l'aval.

De même très liées à l'axe F1 en position négative les variables profondeur, largeur du lit, matière organique, distance à la source et température de l'eau voient leur valeur croître de l'amont vers l'aval.

) Quant à la variable ripisylve, elle est corrélée avec l'axe F2 en position positive. La variable végétation aquatique est corrélée négativement avec l'axe 2.

La représentation des stations dans l'espace des mêmes facteurs F1 et F2 (figure 14), fait apparaître sur l'axe F1 l'opposition des stations d'assif Sahel (stations alticoles et de moyenne montagne) en position positive avec celles de la station de Sahel SA5 et de l'oued Boubhir (s.s) en position négative (stations de basse altitude). Ce groupe présente des altitudes faibles comprises entre 190 et 460 m, pentes faibles inférieure à 6 %, substrat à

dominance de sable et limons avec un fort pourcentage de matière organique ainsi un recouvrement nul ainsi que l'impact anthropique intense.

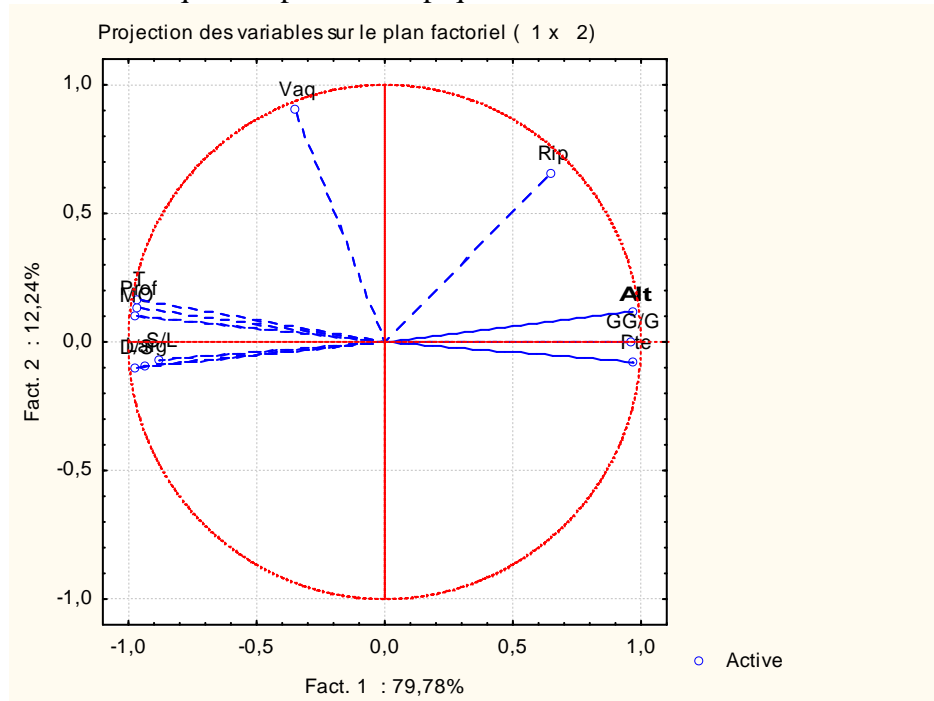


Figure 13 : Analyses en composantes principales des paramètres écologiques sur le plan F1 et F2.

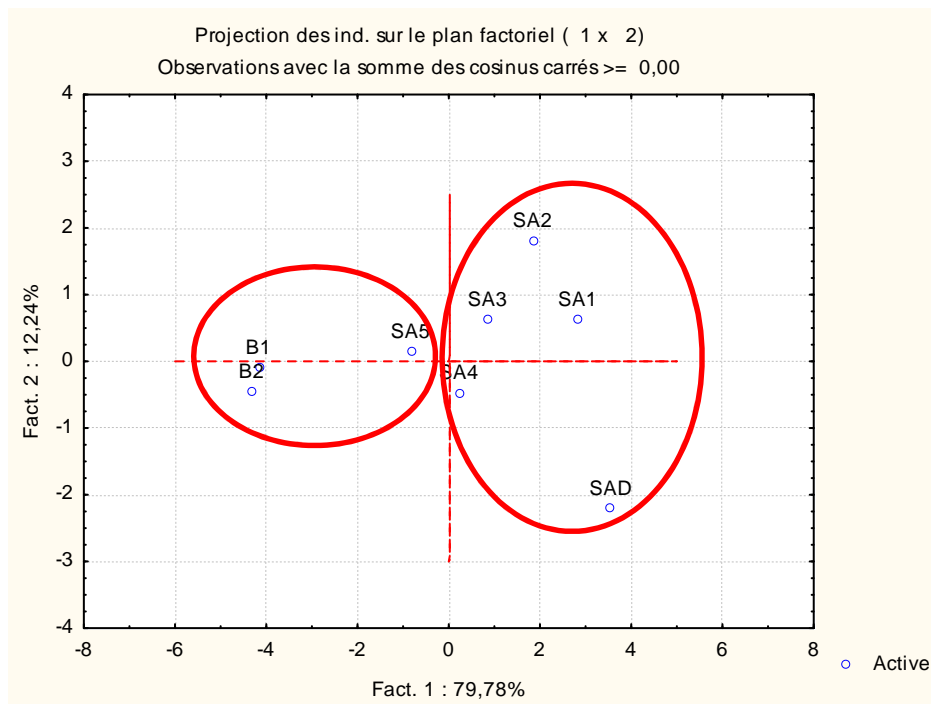


Figure 14 : Représentation des stations dans l'espace des facteurs F1 et F2.

## *Conclusion*

---

---

## ***Conclusion***

---

L'objectif est d'approfondir nos connaissances sur la composition de la faune des Trichoptères et de montrer la relation entre la répartition des taxons et les différents microhabitats composant le milieu dulçaquicole dont les caractéristiques portent sur la vitesse du courant, la végétation, la nature du substrat, la température et l'altitude.

Les Trichoptères recensés dans ce travail se composent de 1705 individus appartenant à 10 familles, 21 taxons et 14 genres. Ils sont récoltés dans les 8 stations de l'assif Sahel et de l'oued Boubhir échelonnés entre 190 et 1200 m d'altitude.

La richesse spécifique et l'abondance maximales des Trichoptères sont notées dans les parties supérieures des cours d'eau étudiées. Les espèces présentes sont pour la plupart thermophiles à large valence écologique et supportant mieux les élévations de température fréquentant les cours d'eau à courant rapide et sténothermes : *Agapetus sp*, *Hydropsyche vectis*, *Wormaldia sp*, *Hydropsyche fezana*, *Micaresma sp*, *Allogamus sp*.

En revanche, les zones de piémont et de basse altitude sont moins diversifiées, les espèces rencontrées à ce niveau sont pour la plupart thermophiles ou à large valence écologique et supportent mieux les élévations de température ainsi qu'une charge organique importante due à la pollution. Les espèces présents dans ce secteur appartiennent essentiellement aux Rhyacophilidae et Hydropsychidae.

Les valeurs de H' et E, calculés pour les différentes stations étudiées, varient entre un maximum de ( H' = 2,99 et E= 0,78) et un minimum de ( H'=1,2 et E= 0,53).

L'analyse biogéographique des Trichoptères des espèces étudiées montre qu'il s'agit d'une faune paléarctique à caractère méditerranéen. Toutes les espèces y compris les endémiques, appartiennent à des lignées Sud-Européennes. Elles présentent des relations étroites avec la faune Ibérique et celle de Sardaigne.

L'étude des facteurs environnementaux réalisés par une analyse en composantes principales (ACP) fait apparaître des corrélations entre les variables d'une part et la distribution des stations d'autre part. La structure mésologique obtenue fait apparaître un gradient amont aval des cours d'eau.

En perspective, il nous semble raisonnable d'envisager la présence d'autres espèces dans les stations étudiées en tenant compte de celles qui posent actuellement un problème de détermination : les Hydroptilidae, les Glossosomatidae, les Brachycentridae et les Limnephilidae.

## *Conclusion*

---

Afin de préserver les diverses espèces aquatiques ; il serait judicieux :

- ) De conserver des différentes structures des lits et des rives.
- ) De préserver la végétation riveraine.
- ) Et enfin d'interdire l'accès aux véhicules sur le lit majeur.

# Références bibliographiques

## A. N. R. H.

**Ait Mouloud S. 1988.** Essai de recherches sur la dérive des macro- invertébrés dans l'oued Aissi : faunistique, écologie et biogéographie. Thèse de Magister, Univ. Alger. 188pp.

**Ajakane A. 1988.** Etude hydrobiologique du bassin versant de l'oued N'fis Haut Atlas marocain biotypologie, dynamique saisonnière, impact de l'assèchement sur les communautés benthiques. Thèse de 3ème cycle, Faculté Science, Marrakech. 189p.

**Abdesselam M. 1995.** Structure et fonctionnement d'un Kart de montagne sous climat Méditerranéen : exemple de Djurdjura occidental (Grande-Kabylie, Algérie). Thèse de doctorat, en science de la terre, université de Franche Comté : 233p.

**Alaoui A. 2006.** Trichoptères du bassin versant de l'oued N'fis (Haut Atlas marocain) biotypologie, dynamique saisonnière, impact de l'assèchement sur les communautés benthiques. Thèse de 3ème cycle, faculté science, Marrakech. 189pp.

**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.

**Angelier E. 2000.** Ecologie des eaux courantes, édition Technique et document. 199p.

**Arab A., Lek S., Lounaci A. & Park YS. 2004.** Spacial and tenporal patterns of benthics invertebrate communities in an intermittent river (North Africa). *Ann. Limnil. int. J. Lim.* 40 (4), 317-327.

**Badri A. 1985.** Etude hydrobiologique d'un cours d'eau de plaine en zone semi- aride : le Tensift. Impact des crues sur la biocénose. Thèse de 3 ème cycle, Faculté Science, Marrakech. 192 p.

**Bachelier G. 1978.** La faune du sol, son écologie et son action, IDT N°38. ORSTOM, Paris, 391 pp.

**Barbault R. 2008.** Ecologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère. Edition DUNOD, 6ème édition. 390p.

**Bedel L. 1895.** Catalogue raisonné des Coléoptères du Nord de l'Afrique (Maroc, Algérie, Tunisie et Tripolitane) avec notes sur la faune des îles Canaries et de Madère. Première partie. *Soc. Ent. Fr.* (ed.) Paris : 402. X ème congrès géologique international, Algérie, 1 ère série (4) : 43p.

**Belkacem H. & Chabane chaouche N. 2016.** Etude de la faune trichoptérologique du sous bassin versant de l'oued Boubhir et du moyen Sébaou. Mémoire de master en Ecologie Animale. UMMTO.

**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.

**Berrahoua., B. Cellot & P. Richoux. 2001.** Distribution des macroinvertébrés benthiques de la Moulouya et de ses principaux affluents (Maroc). *Annales de Limnologie :International Journal of Limnology*,37 (3) : 223-235.

**Blondel J. 1979.** Biogéographie et écologie. Masson ed.,Paris : 173p.

**Boumaiza M. 1994.** Recherches sur les eaux courantes de Tunisie. Faunistique, écologie et biogéographie. Thèse de doctorat d'état en sciences biologiques, Faculté des sciences Tunis, 427p.

**Bonada N., Zamora-Munoz C., Rieradevall M. & Prat N. 2004.** Trichoptera (insecta) collected in Mediterranean river basins of the Iberian Peninsula : taxonomic remarks and notes on ecology. *Graellsia*. 60 (1): 41-69.

**Bonada N., Zamora-Munoz C., El Alami M., Murria C. & Prat N. 2008.** NEW records of Trichoptera in reference Mediterranean climate rivers of the Iberian Peninsula and north Africa : Taxonomical, Faunistical and Ecological aspects. *Graellisia*. 64 (2) :189-208.

**Botosaneanu L. 1959.** Cercetari asupra Trichoptere lordin Masivul Retezat si muntii Banatului. *Biblta. Biol, anim.*1: 1-165.

**Bouzidi A. 1989.** Recherche hydrobiologique sur les cours d'eaux des massifs du haut Atlas (Maroc). Bio-écologie des macro invertébrés et distribution spatiale des peuplements.

**Casado C., Montes C. & Garcia De Jalon D. 1990.** Contribucion al estudio faunistico del bentos fluvial del Rio Lozoya Siera de Guadarrama, Espana). *Limnetica*, 6, 87-100.

**Dajoz R. 1985.** Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquée. 5ème édition. Gauthier Villard. Paris : 505p.

**Dambri B. M., Karaouzas I., Samraoui B. & Samraoui F. 2020.** Contribution to the knowledge of the caddisfly fauna of Algeria : An updated checklist of Algerian Trichoptera with new records from the Aures region. *Zootaxa*. 4786 (2): 221-232.

**Decamps H. 1967.** Introduction à l'étude écologique des trichoptères des Pyrénées. *Annals. De Limnologie*, 3 (1) :101-176.

**Decamps H .1968.** Recherches écologiques sur les trichoptères des pyrenées. *Annales de Limnologie*, 4 (yjl1).

**Dakki M. 1978.** Le Genre Hydropsyche au Maroc, Trichoptera hydropsychidea. *Bulletin de l'Institut Scientifique. Rabat* : 111-120.

**Dakki M. 1982.** Trichoptères du Maroc. *Bulletin de l'institut Scientifique, Rabat*, 6, 139-155.

**Dakki M., 1987.** Ecosystèmes d'eau courante du haut Sebou (Moyen Atlas) : études typologiques et analyses écologiques et biogéographiques des principaux peuplements entomologiques. Université Mohamed V, *Institut scientifique, Rabat, Serie Zool.* 42, 99p.

**Decamps H. 1967.** Ecologie des Trichoptères de la vallée d'Aure (Hautes Pyrénées). *Annales de Limnologie.* 3 (3) : 399-577.

**Decamps H. 1968.** Recherches écologiques sur les Trichoptères des Pyrénées. *Annales de Limnologie.*, 4 (1) : 1-150 pp.

**Decamps H. 1971.** La vie dans les cours d'eau. Presses universitaires de France, Paris : 128p.

**Derridj A. 1990.** Etude des populations de *Cedrus atlantica* M. en Algérie. Thèse Docteurs-sciences, Université Paul Sabatier, Toulouse : 288p.

**Doucet R. 1997.** La science agricole : climat, sols et productions végétales du Québec, Berger, Canada pp.1-10.

**El-Agbani M.A. 1984.** Le réseau hydrographique du bassin versant de l'oued Bouregreg (plateau central Marocain). Essai de biotypologie- Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle, univ. Claude Bernard, Lyon I, 1-147.

**El-Alami M. & Dakki M. 1998.** Peuplement d'Ephéméroptères et de Trichoptères de l'oued Laou (Rif occidental, Maroc) : distribution longitudinale et biotypologie. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat*, 21 : 51-70.

**Faurie C., Ferra C., Medori P., Devaux I. & Heptime J-L. 2003.** Ecologie : approche scientifique et pratique, 5<sup>ème</sup> édition Lavoisier, Paris, pp. 69.

**Flandrin J. 1952.** La chaîne du Djurdjura : monographie régionale. XIX (ème) congrès géologique international, 1<sup>ère</sup> série 19 :1-49.

**Frontier S. 1976.** Utilisation des diagrammes rang-fréquence dans l'analyse des écosystèmes. *J. Rech. Océanogr.*, 1 (3), 35-48.

**Gauthier. 1928.** Recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie. Thèse- Doctorat, Sciences de Nature Alger : 149p.

**Genin B., Chauvin C. & Menard F. 2003.** Cours d'eau et indices biologiques. Pollution- méthodes- IBGN. 2<sup>ème</sup> édition educagri. .215p.

**Gelard J.P. 1979.** Géologie du nord-est de la Grande-Kabylie : un segment des zones internes de l'orogène littoral maghrébin. Mémoires géologiques de l'université de Dijon, 5 :1326p.

**Gibon F.M. 2001.** Biotypologie des Hydro systèmes tropicaux (exemples chez les Trichoptères africains et malgaches). Doc. IRD, centre de Montpellier. 231p.

**Giudicelli J. & Dakki M. 1980.** Les Agapetus du Maroc. Description de deux espèces nouvelles (Trichoptera, Glossosomatidae). *Bijdr. Dierk.* 50 : 227-234 pp.

**Giudicelli J. & Dakki M. 1984.** Les sources du Moyen Atlas et du Rif. (Maroc) : faunistique (description de deux espèces nouvelles de trichoptères), Ecologie, Intérêt biogéographique. *Bijdragen tot de Derhunde*, 54 (1) : 83-100.

**Giudicelli J. & Orsini A. 1986.** Trichoptères de corse, biogéographie, écologie et distribution des espèces dans les cours d'eau. Proc. Of the 5th Symp. On Trichoptera. M. Bournoud & H. Tachet ed. Junk Publishers, 39: 201-206.

**Gonzalèz M.A., Terra L.S., Garcia De Jalond & Cobo F. 1992.** Lista faunistica y bibliografica de los Trichopteros de la peninsula Iberica e Islas Baleares. *Asociacio Espanola de Limnologia*, 11, 200pp.

**Hajji K., Zamora-Munoz C., Bonada N. & El-Alami M., 2012.** Quelques notes sur l'écologie et distribution des Rhyacophilidae du Rif (du Maroc). *Boletin de la Sociedad Entomologica Aragonesa (S.E.A.)*, 50 : 559-562 pp.

**Hajji K., El Alami M., Bonada N. & Zamoura-Munoz C. 2013.** Contribution à la connaissance des Trichoptères (Trichoptera) du Rif (Nord du Maroc). *Boln. Asoc. esp. Ent.* ; 37 (3-4) : 181-216 .2013.

**Haouchine S. 2011.** Recherche sur la faunistique et l'écologie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie. Thèse Magister.U.M.M.T.O en Ecologie animale.

**Illies J. & Botosaneanu L. 1963.** Problèmes et méthodes de classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. *Mitt. Ent. Ver. Limnol.*, 12: 1 – 57.

**Kaci L. & Koulougli L. 2013.** Etude hydrobiologique de deux affluents du sous bassin versant de l'oued Boubhir : faunistique et évaluation biologique de la qualité de l'eau Mémoire de master en Ecologie Animale.

**Kolenati F. A. 1848.** *Genera et species Trichopterorum*. 1. Heteropalpoidea, Praga,

**Lavendier P. 1979.** Ecologie d'un torrent pyréen de haute montagne : L'Estaragne, Thèse de doctorat d'Etat .Univ. Paul Sabatier Toulouse.532 p.

**Lestage J.A. 1925.** Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères recueillies en Algérie par M-H. Gautier et liste des espèces connues actuellement de l'Afrique du Nord. *Bull. Soc. Hist. Nat.Afr.* N°16 : 8-18.

**Levêque C. 1996.** Ecosystèmes aquatiques, Edition Hachette, paris, 159p.

**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.

**Lounaci A., Brosse S., Thomas A. & Lek S., 2000a.** Abundance, diversity and community structure of macroinvertebrates in an Algerian stream: the Sebaou wadi, *Annls Limnol.*, 36 (2) : 123-133pp.

**Lounaci A., Brosse S., Ait Mouloud S., Lounaci-Daoudi D., Mebarki M. & Thomas A. 2000 b.** Current Knowledge of benthic invertebrate diversity in an Algerian stream: a species checklis of the Sébaou River basin (TIZI-OUZOU) .*Bull. Soc. Hist. Nat; Toulouse.* 136p m

**Lounaci A. 2005.** Recherche sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macroinvertebrés des cours d'eaux de la Kabylie (Tizi- Ouzou). Thèse doctorat d'état en biologie. U.M.M.T.O : 209 p.

**Lounaci A. & Vinçon J. 2005.** Les Plécoptères de la Kabylie du Djurdjura (Algérie) et biogéographie des espèces d'Afrique du Nord (Plecoptera), *Ephemera*, 6 (2) : 109-124.

**Malicky H. 1980.** Ein Beitrag zur Kenntnis der Verwandtschaft von *Stenophylax vibex* Curtis, 1834 (Trichoptera, Limnephilidae). *Entomofauna (Linz)*, 1(8): 95-102.

**Malicky H. 1983.** Atlas of European Trichoptera. *Séries Entomologica* .24: 1-298. (Junk) Den Haag.

**Malicky H. & Lounaci A. 1987.** Beitrag zur taxonomie und faunistik der kocherfeigen von Tunesein, Algerien und Marokko (Trichoptera). *Opuscula zoologica fliminensia*, 14, 1-20 pp.

**Marlier G. 1980.** Quelques Trichoptères africains appartenant au Zoologisch Museum, Universiteit van Amsterdam. *Bulletin Zoologisch Museum, Universiteit van Amsterdam*, 7, 61-64.

**Mebarki M. 2001.** Etude hydrobiologique de trois réseaux hydrographiques de Kabylie (parc national du Djurdjura, oued Sebaou et de oued Boghni): faunistique, écologie et biogéographie des macro-invertébrés benthiques. Thèse Magister, univ. Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou : 178pp.

**Morton M. 1896.** Hydroptilidea collected in Algeria by Eaton. *Ent. Month. Mag.*, 102 p.

**Navas L. 1917.** Trichoptères nouveaux d'Algérie. *Bulletin de la société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord*, 8 : 1-15 .

**Navas L. 1928.** Insectes névroptères et voisins de Barbaries. *Bulletin de la société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord*, 19 : 189-190.

**O. N. M.**

**Ouahsine H. 1993.** Les biocénoses d'invertébrés benthiques dans un torrent du haut Atlas (Maroc) : Le Tiferguine. Structure et répartition du peuplement Régime alimentaire, Dynamique des populations et production des espèces dominantes. Université Cadi Ayyad. Faculté des sciences. Marrakech, 234 pp.

**Peet R.K. 1974.** The measurements of species diversity. *Ann. Rev. Ecol. System.*, 5, p. 285-307.

**Pielou E.C. 1966.** Shannon's formula as a measure of specific diversity: its use and measure. *American Naturalist*, 100 : 463-465.

**Raab N. & Yacine L. 2018.** Contribution à l'étude écologique et biogéographique des Trichoptères de l'assif Sahel et de l'oued Boubhir. Mémoire de master en écologie animale.

**Rahmi A. 2013.** Contribution à l'étude des Trichoptères au niveau de l'oued Chouly (N-O Algérie). Mémoire d'ingénieur en Ecologie animal, Université Tlemcen.

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

**Ramade F. 2003.** Elément d'écologie. Ecologie fondamentale. Edition. Dunod. 3ème éditions.

**Raymond D. 1976.** Evaluation sédimentaire et tectonique du Nord-Ouest de la grande Kabylie au cours du cycle alpin. Thèse de Doctorat en sciences, Paris : p 154.

**Rodier J. 1996.** L'analyse de l'eau : eaux naturelles résiduaires, eau de mer 8ème édition. Dunod, 1383p.

**Sekhi S., Haouchine S., Lounaci-Daoudi D., El Alami El M. & Lounaci A. 2016.** Contribution à la connaissance des Trichoptères de Grande-Kabylie (Algérie). [Trichoptera]. *Ephemera*, Vol. 17 (1) : 51-69.

**Tachet H., Richoux PH., Bournaud M. & Usseglio-Polatera PH. 2000.** Invertébrées d'eau douce (Systématique, biologie, écologie). Editions CNRS. France. 588 p.

**Tachet H., Richoux P., Bournaud M. & Usseglio-Polatera P.2002.** Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie. Ed. CNRS. Paris : 585P.

**Tayoub H. 1989.** Etude hydro biologique d'un réseau hydrographique rifain, l'oued Laou : Typologie et Ecologie des Trichoptères. Thèse Doctorat 3ème cycle, Faculté des sciences de Rabat, 137 p.

**Thiebault J. 1952.** Socle métamorphique en Grande-Kabylie : monographie régionale.

**Tobias D. & Tobias W. 2008.** Caddisflies of the west Palaerctic and Afrotropical regions of Africa – Working documents. [http:// Trichoptera. Insects-online. de Trichoptera %20 africana/ index. Htm.](http://Trichoptera.Insects-online.de/Trichoptera%20africana/index.Htm)

**Ulmer G. (1903)** Beitrage Zur metamorphose der Deutch Trichopteren XI-XIV.AU.Z.ENT.209-211.

**Vaillant F. 1954.** Three new species of Trichoptera from Algeria. *Annals and Magasine of naturals history*, 12 (7) : 183-142pp.

**Vaillant F. 1955.** Recherche sur la faune madicole de France, de Corse et d’Afrique du Nord. Mémoires Muséum Histoire Naturelle, paris (Zool) . 11 : 1 – 258pp.

**Vieira-Lanero R. 2000.** Las larvas de los Trichopteros de Galicia (insecta : Trichoptera). Ph. D. Thesis, university of santiago de compostela..611p

**Verneaux J. 1973.** Recherches écologiques sur le réseau hydrographique de Doubs. Essai de biotypologie. Thèse Doc. Etat, Université de Besançon : 260 p.

**Vinçon G. & Thomas A. G. B. 1987.** Etude hydrobiologique de la vallée d’Ossau (Pyrénées-Atlantiques).I. Répartition et écologie des Ephemeroptères. *Annuls Limnol.* 23 (2): 95-113.

**Yakoub B. 1996.** Le problème de l’eau en Grande Kabylie : le bassin versant du Sébaou et la willaya de Tizi Ouzou. Univ. Tizi Ouzou : 210 p.

**Zahrandik.1988.** Guide des insectes. Paris, Ed. Htier : 318p.

## Annexes

### Annex 1

**Tableau 1 :** Précipitations mensuelles moyennes (en mm) pour la période 1995 – 2014 au niveau de trois stations.

	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	Total
<b>Azazga (mm)</b>	48,7	82	141	181	177,7	105	101	136	65,3	9,2	3,1	7	1057
<b>Tizi-Ouzou (mm)</b>	40,5	67	132	150	154	89,3	76,1	92	57,7	8,8	3,8	6	877,2
<b>Boubhir (mm)</b>	47	75	118,2	155	144,9	83	92,7	121	65,3	9,1	5,2	10,7	927,1

### Annex 2

**Tableau 1 :** Représentation du nombre de genres et d'espèces par familles des Trichoptères recensées.

Familles	Hydropsychidae	Hydroptilidae	Glossomatidae	Rhyacophilidae	Philopotamidae	Polycentropodidae	Psychomyiidae	Brachycentridae	Limnephilidae	Georidae
Nombre de genre	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1
Nombre d'espèces	8	4	2	1	1	1	1	1	1	1

**Tableau 2 :** Richesse spécifique des stations étudiées.

Stations	SAD	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	B1	B2
Richesse spécifique	12	16	13	8	5	7	6	4

### Annex 3

**Tableau 1** : Paramètres environnementaux des stations étudiées.

	<b>SAD</b>	<b>SA1</b>	<b>SA2</b>	<b>SA3</b>	<b>SA4</b>	<b>SA5</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>
<b>Alt</b>	1200	1170	1140	870	580	460	200	190
<b>Pte</b>	25	20	18	13	10	6	1	0,8
<b>D/S</b>	0,2	0,5	1,2	2,5	3,5	8	12	14
<b>Larg</b>	0,8	3	2,5	2	6	8	25	19
<b>Prof</b>	15	20	25	30	30	35	40	45
<b>T</b>	10	14	15	17	18	19	22	24
<b>Rip</b>	10	70	70	30	30	5	0	0
<b>Vaq</b>	5	20	30	25	15	25	25	20
<b>GG/G</b>	85	80	70	70	65	70	25	25
<b>S/L</b>	15	20	20	20	25	15	50	50
<b>MO</b>	0	0	10	10	10	15	25	25

## Résumé

Dans cette présente étude, six stations ont été prospectées au niveau de l'assif Sahel et deux autres dans l'oued Boubhir. Ces stations s'échelonnent entre 190 et 1200 m d'altitude.

1705 individus de Trichoptères ont été récoltés, ils appartiennent à 10 familles, 14 genres et 21 espèces.

La richesse spécifique est très élevée au niveau des stations alticoles. Ces milieux sont très favorables au développement des Trichoptères. Inversement, les stations de l'oued Boubhir soumises aux différentes perturbations anthropiques dénotent la richesse spécifique la plus faible.

L'étude des facteurs environnementaux réalisée par une analyse en composante principales (ACP) a fait apparaître des corrélations entre les variables d'une part et la distribution des stations d'autre part.

L'application de l'indice H' et E montre que les valeurs élevées sont enregistrées au niveau du cours d'eau supérieure. Ce qui témoigne d'un secteur bien structuré et bien équilibré.

La distribution longitudinale des espèces met en évidence des espèces inféodées au secteur amont (*Agapetus* sp, *Agapetus incertulus*, *stactobia* sp, *Wormaldia* sp, *Tinodes* sp, *Micrasema* sp, *Allogamus* sp et *Silonella aurata*).

D'autres espèces sont liées au secteur aval et tolèrent l'élévation de la température de l'eau et la présence de la matière organique (*Hydropsyche lobata*, *Hydropsyche resmineda*, *Hydropsyche gpe pellucidula*).

**Mots clés :** assif Sahel, oued Boubhir, Trichoptères.

## Abstract

In this study, six stations were prospected in the Sahel assif and two others in the Boubhir wadi. These stations range between 190 and 1200 m in altitude.

1705 individuals of Trichoptera were collected, they belong to 10 families, 14 genera and 21 species.

The specific richness is very high at the level of the alticultural stations. These environments are very favorable to the development of Trichoptera. Conversely, the stations of the Boubhir wadi subjected to various anthropic disturbances show the lowest species richness.

The study of the environmental factors carried out by a Principal Component Analysis (PCA) revealed correlations between the variables on the one hand and the distribution of the stations on the other hand.

The application of the H' and E index shows that high values are recorded at the upper river level. This shows a well-structured and well-balanced sector.

The longitudinal distribution of the species highlights species inferred to the upstream sector (*Agapetus* sp, *Agapetus incertulus*, *stactobia* sp, *Wormaldia* sp, *Tinodes* sp, *Micrasema* sp, *Allogamus* sp and *Silonella aurata*).

Other species are related to the downstream sector and tolerate the rise in water temperature and the presence of organic matter (*Hydropsyche lobata*, *Hydropsyche resmineda*, *Hydropsyche gpe pellucidula*).

**Keywords:** Sahel assif, Wadi Boubhir, Trichoptera.