

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou**  
**Faculté des Sciences Biologiques**  
**Et Sciences Agronomiques**



# MEMOIRE

**En vue de l'obtention du diplôme de Master**  
**En Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Option : Diversité et Ecologie des Peuplements Animaux**

## Thème

**Etude de la faune trichoptérologique du  
sous bassin versant de l'oued Boubhir et  
du Moyen Sébaou**

**Réalisé par:**

**M<sup>r</sup> Belkacem Hocine**

**M<sup>lle</sup> Chabane Chaouche Nabila**

**Soutenu le 05/09/2016 devant le jury :**

**M<sup>r</sup> LOUNACIA.**

**M<sup>me</sup> SEKHI S.**

**M<sup>me</sup> LANDRI G.**

**M<sup>lle</sup> MALLIL K.**

**Professeur A l'UMMTO**

**Maitre-Assistante A l'UMMTO**

**Maitre- assistante a l'UMMTO**

**Maitre-Assistante A l'UMMTO**

**Président**

**Promotrice**

**Examinatrice**

**Examinatrice**

**Promotion : 2015/2016.**

## *Remerciements*

*Tout d'abord, on tient à remercier le bon dieu tout puissant qui nous a donné toute la volonté et la patience pour réaliser ce présent travail.*

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

*Nos sincères remerciements vont à Mr LOUNACI A., professeur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou de nous avoir accueillis dans son laboratoire, pour ses précieux conseils et ses enrichissantes discussions et pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider le jury de ce mémoire.*

*On remercie également M<sup>me</sup> LANDRI G Maître assistante à l'UMMTO et M<sup>elle</sup> MALLIL K Maitres assistantes à l'UMMTO pour avoir acceptés d'examiner ce travail.*

*On remercie vivement M<sup>me</sup> HAOUCHINE S maitre assistante à l'UMMTO pour son soutien précieux et nous avoir accompagné et aidé sur le terrain. Nous vous sommes très reconnaissantes.*

*On tient à remercier aussi Mr LAMINE S et M<sup>elle</sup> KACHEMIR H pour leur aide et soutien durant notre pratique au laboratoire d'hydrobiologie.*

*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.*

*Je dédie ce présent travail à :*

*A mon père et ma mère qui ont toujours été à mes côtés et m'ont soutenu durant toutes mes études, pour leurs tendresses et leurs sacrifices.*

*A mon frère **RACHID** et ma sœur **YAMINA**.*

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

*A mes amis : **KOUCEILA, HAMZA, HAMID** et **SALAH**.*

*A mes camarades de labo **NABILA, LEILA, RACHIDA, ET FARIDA**.*

*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.*

***Hocine***

*Je dédie ce présent travail à :*

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

*A mes grands parents*

*A mon frère **Mourad** et ma sœur **Sabrina***

*A mes tantes et mes oncles, cousins et cousines et à toute ma famille.*

*A tous mes amis en particuliers **Dhaouia, Sabrina et Lydia.***

*A mes camarades de labo **Hocine, Leila, Rachida, et Farida.***

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

*NABILA*

## Liste des photos

<b>Photo 1</b> : Exemples de larves a fourreau .....	16
<b>Photo 2</b> : Exemples de larves sans fourreau .....	17
<b>Photo 3</b> : Adulte de Trichoptère. ....	18

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Situation géographique de la zone d'étude. (Lounaci, 2005) .....	2
<b>Figure 2</b> : Températures moyennes mensuelles de l'air (en °C). (maximales, minimales et Moyennes) enregistrées à Tizi-Ouzou, période de 1991-2014.....	4
<b>Figure 3</b> : Précipitations moyennes mensuelles (en mm) à certaines localités de la région d'étude (période 2000-2010). ....	5
<b>Figure 4</b> : réseau hydrographique étudié et emplacement des stations. ....	7
<b>Figure 5</b> : Richesse spécifique des trichoptères aux stations étudiées.....	21
<b>Figure 6</b> : la richesse spécifique par secteurs .....	22
<b>Figure 7</b> : Abondance relative des trichoptères de sous bassin de Boubhir. ....	23
<b>Figure 8</b> : Occurrence relative des trichoptères de sous bassin de Boubhir .....	23
<b>Figure 9</b> : ACP : Représentation de la distribution des paramètres environnementaux.....	32
<b>Figure 10</b> : Dendrogramme de la distribution des stations sur la base des variables environnementales.....	33
<b>Figure 11</b> : AFC : représentation des espèces et des stations étudiées.....	34

## Liste des tableaux

<b>Tableau (1)</b> : Caractéristiques des stations d'étude.....	09
<b>Tableau (2)</b> : Répartition de la faune trichoptérologique dans les stations étudiées. ....	20
<b>Tableau (3)</b> : Indices de diversité H' et E .....	24
<b>Tableau (4)</b> : Caractéristiques environnementales des 14 stations étudiées.....	31
<b>Tableau (5)</b> : Matrice de corrélation entre variables environnementales.....	31

# Sommaire

<b>Introduction .....</b>	<b>01</b>
<b>Chapitre I : Caractéristiques générales de la région d'étude</b>	
1. Situation géographique .....	02
2. Climatologie .....	02
2.1. Les températures .....	03
2.2. Les précipitations .....	05
3. La végétation.....	05
4. Les perturbations anthropiques.....	06
<b>Chapitre II : Sites et méthodes d'études</b>	
1. Description des cours d'eau et des stations étudiés.....	07
1.1 Assif Ousserdoun .....	08
1.2 Assif Sahel.....	08
1.3 Assif El Khemis .....	08
1.4 Le Moyen Sébaou.....	08
2. Caractéristiques physiques des stations .....	11
2.1 La pente .....	11
2.2 La vitesse du courant.....	11
3. Matériels et méthodes d'échantillonnages .....	12
3.1. Prélèvement des échantillons .....	12
3.2. Conservation des échantillons.....	12
3.3. Le tri et la détermination .....	12
4. Méthodes d'analyses de la faune des Trichoptères .....	13
4.1. Indices de diversité.....	13
4.2. Traitement statistique des données.....	14

4.3. Logiciels de calcul.....	15
-------------------------------	----

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

1. Généralités sur les Trichoptères .....	16
1.1 Description.....	16
1.2 Biologie et écologie des Trichoptères.....	18
2. Analyse du peuplement trichoptérologique .....	19
2.1 La richesse spécifique .....	21
2.2 Abondances et fréquences des espèces .....	22
2.3 Indice de SHANNON & WEAVER .....	24
2.4. Limites altitudinales des espèces .....	25
2.5 Autoécologie des espèces .....	25
2.6 La Biogéographie des espèces recensées .....	30
3. Structure des communautés .....	30
3.1 Structure mésologique.....	30
<b>Discussion .....</b>	<b>35</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>36</b>

Références bibliographiques

Annexes

# Introduction

Par sa situation géographique, l'Algérie constitue une zone de passage obligatoire pour une grande partie de la faune entre la zone paléarctique et la zone afrotropicale, qui lui confère un intérêt particulier pour les études faunistiques, écologiques et biogéographiques.

Les premières données sur les Trichoptères ont été exposées par Lestage (1925), Gauthier (1928) et Vaillant (1955, 1956). Leur contenu a été basé sur la description d'espèces et leur systématique, mais rarement à leur écologie ou à leur biogéographie.

A partir des années quatre-vingt, plusieurs travaux ont été faits pour une meilleure illustration de ce groupe en Afrique du Nord, notamment au Maghreb.

Au Maroc, plusieurs auteurs ont réalisé des récoltes dans différentes régions du pays (Dakki, 1982 ; Dakki et Tachet, 1987 ; Bouzidi, 1989) et ont publié des listes faunistiques qui portent des connaissances beaucoup plus améliorées sur la faune trichoptérologique (systématique et écologie...).

En Tunisie, parmi les travaux qui ont été exposés sur ce groupe on cite ceux de Malicky et Lounaci (1987) et Boumaiza (1994).

En Algérie Lounaci (1987) ; Malicky et Lounaci (1987) ; Lounaci *et al.* (2000), la liste établie par ces auteurs qui ont travaillé sur l'oued Aissi (Kabylie) compte 33 taxa appartenant à 11 familles et 20 genres. Six espèces sont nouvelles pour la science : *Rhyacophila urgla*, *Hydropsyche artax*, *Hydropsyche morla*, *Thremma sardoum africanum*, *Oecetis uyulal* et *Athripsodes ygramul*.

Arab *et al.* (2004) ont recensé 5 espèces de Trichoptères au niveau de l'oued Chélif : *Agraylea sp.*, *Cheumatopsyche lepida*, *Hydropsyche exocelata*, *Hydropsyche lobata* et *Hydropsyche maroccana*.

Le présent travail, axé sur l'étude des données faunistiques, a pour objet l'analyse de la répartition des espèces selon l'altitude et l'habitat et doit contribuer à une meilleure connaissance de l'écologie des éléments de cet ordre et de leur distribution.

L'ensemble de ce travail est composé de trois chapitres dont:

- ✓ Le premier est consacré aux caractéristiques physiques et environnementales de la région d'étude : géographie, climatologie, végétation et perturbations anthropiques.
- ✓ Le deuxième chapitre traite la description des sites d'étude, les méthodes et les techniques d'échantillonnages.
- ✓ Le troisième chapitre qui représente la majeure partie de ce travail est consacré à l'étude de la faune.

# Chapitre I

## Caractéristiques de la région d'étude

## 1. Situation géographique

La Kabylie du Djurdjura constitue notre zone d'étude. Elle est délimitée par :

- la chaîne côtière au nord, et au nord-est par la forêt de Yakouren ;
- à l'est, elle est limitée par l'Akfadou et au sud par la chaîne calcaire du Djurdjura ;
- à l'ouest, par une barrière montagneuse, constituée par les massifs des Djebel Belloua et d'Ait Aissi Mimoun (Figure 1) ;

Dans l'impossibilité d'étudier l'ensemble des cours d'eau du sous bassin versant de Boubhir, notre intérêt s'est porté principalement sur trois cours d'eau à savoir : Assif Ousserdoun (quatre stations), Assif Sahel (quatre stations), Assif El-Khemis (quatre stations) et Moyen Sébaou (deux stations).

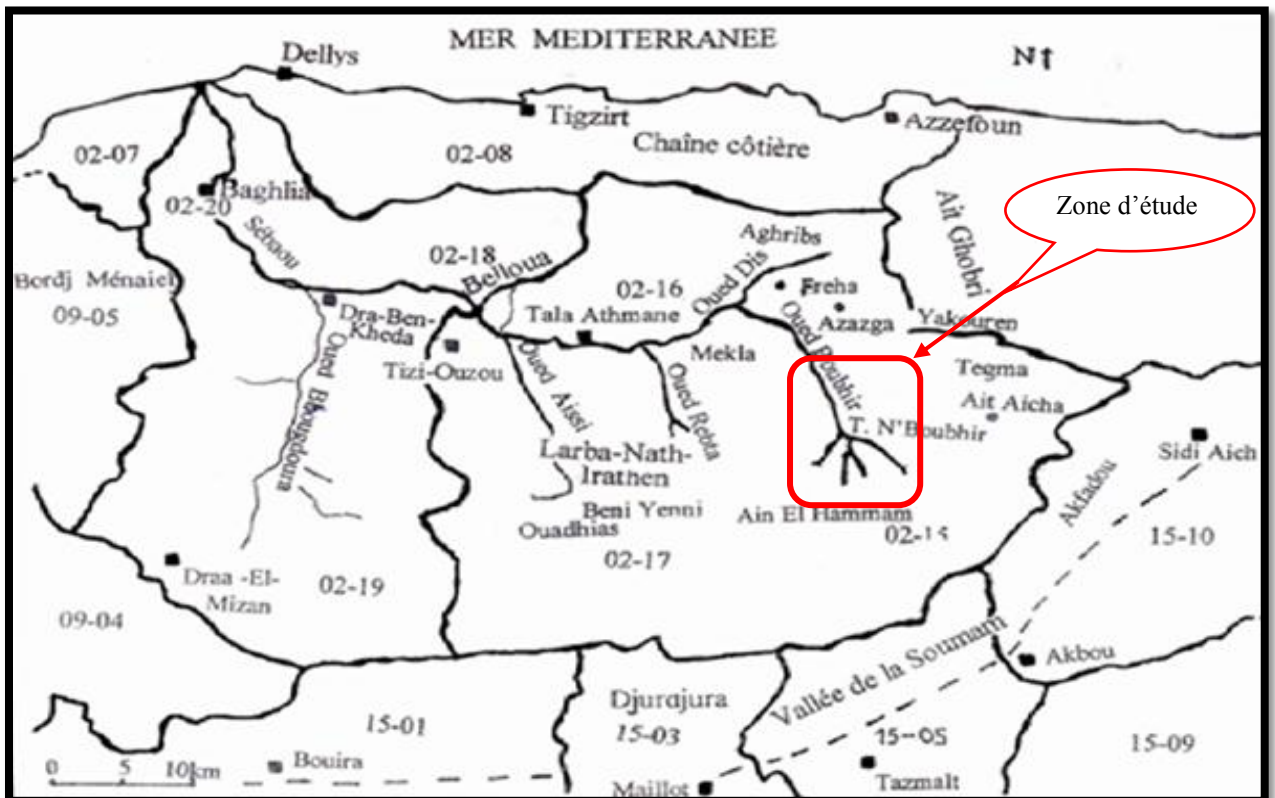


Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude.

## 2. Climatologie

Selon Selzer (1946), le climat de l'Algérie se distingue par une influence marine au nord, et par une tendance continentale subdésertique provenant du sud.

La répartition pluviométrique de la Kabylie du Djurdjura dans son ensemble dépend des conditions générales du climat méditerranéen, avec un hiver froid et pluvieux et un été chaud et sec. Les précipitations atmosphériques annuelles sont abondantes et irrégulières. (Abdessalam, 1995).

## 2.1. Les températures

### ➤ La température de l'air

La température de l'air est un facteur écologique important. Selon Barbault (2008), en règle générale, la température devient contraire à la vie vers les valeurs supérieures à 60°C et celles inférieures à 0°C. La première limite correspond au seuil critique d'altération de la structure des protéines, la seconde au seuil de détérioration par gel des structures cellulaires.

Par son importance, la température contrôle l'ensemble des précipitations, des phénomènes métaboliques et conditionne la répartition des espèces végétales et animales.

Dans l'annexe I (tableau1), nous reportons les valeurs moyennes mensuelles, minimales et maximales des températures de l'air enregistrées à Tizi-Ouzou durant la période allant de 1990 à 2014. (Source : Office National de la Météorologie de Tizi-Ouzou).

Les moyennes annuelles des températures de l'air sont variables d'une année à l'autre. La température moyenne enregistrée à Tizi-Ouzou est de 18,36°C.

L'une des caractéristiques thermiques de la région d'étude est l'écart élevé entre les températures moyennes minimales (m) du mois le plus froid (janvier) et des températures moyennes maximales (M) du mois le plus chaud (août). Les minima et maxima enregistrés à Tizi-Ouzou sont :

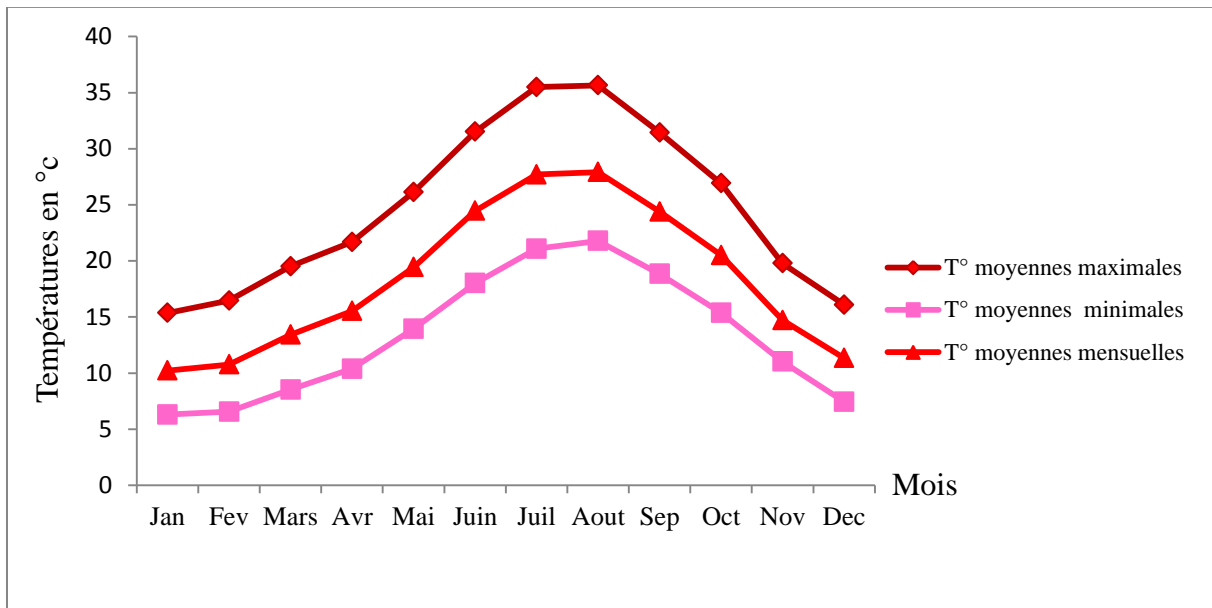
$$m = 6,30^{\circ}\text{C}$$

$$M = 35,65^{\circ}\text{C}$$

La lecture de la figure 2 montre que:

❖ Les mois de juillet et août peuvent être considérés comme les plus chauds. Leurs températures moyennes enregistrées étant respectivement de 27,7°C et 27,92°C, leurs maximales atteignent les 35,50°C et 35,65°C.

❖ Les mois de janvier et février sont les plus froids avec des températures moyennes respectives de 10,22°C et 10,76°C et leurs minimales sont 6,30°C et 6,56°C.



**Figure 2 :** Températures moyennes mensuelles de l'air (en °C). (maximales, minimales et moyennes) enregistrées à Tizi-Ouzou, période de 1991-2014.

### ➤ La température de l'eau

La température de l'eau est un facteur primordial dans les eaux courantes, elle varie régulièrement sur le profil longitudinal d'un cours d'eau. Elle conditionne les possibilités de développement et la durée des cycles biologiques de chaque espèce.

En chaque point d'un profil longitudinal, la température est fonction de l'altitude, de la distance à la source, du régime hydrologique, de l'épaisseur de la ripisylve et de la saison. En effet, de nombreux auteurs ont expliqué l'action prépondérante de ce paramètre dans la répartition des espèces. Décamps (1967) a montré que le régime thermique associé à l'altitude constitué le facteur responsable de la répartition des Trichoptères. Lavandier (1979), Thomas (1981), Angelier *et al.* (1985) et Vinçon (1987) expliquent la répartition de la faune benthique dans les cours d'eau pyrénéens par l'action de la température.

Dans les cours d'eau étudiés, l'analyse des températures moyennes enregistrées nous permet de scinder les stations en deux groupes :

Le premier groupe renferme les stations de haute altitude (II, IL, SAD, SA1, SA2, IG1, IG2, IG3) leurs températures sont entre 5°C et 13.5°C. Ce sont des stations des cours d'eau d'altitude, alimentées par les sources, les torrents et la fonte des neiges.

Le deuxième groupe renferme les stations de moyenne et basse altitudes (PBZ, SA3, KH1, KH2, B1, B2) leurs températures sont comprises entre 10°C et 18°C. En effet, la forte insolation surtout au niveau des vallées, l'absence d'ombrage le long des cours d'eau, l'élargissement du lit sont à l'origine de ces fortes températures

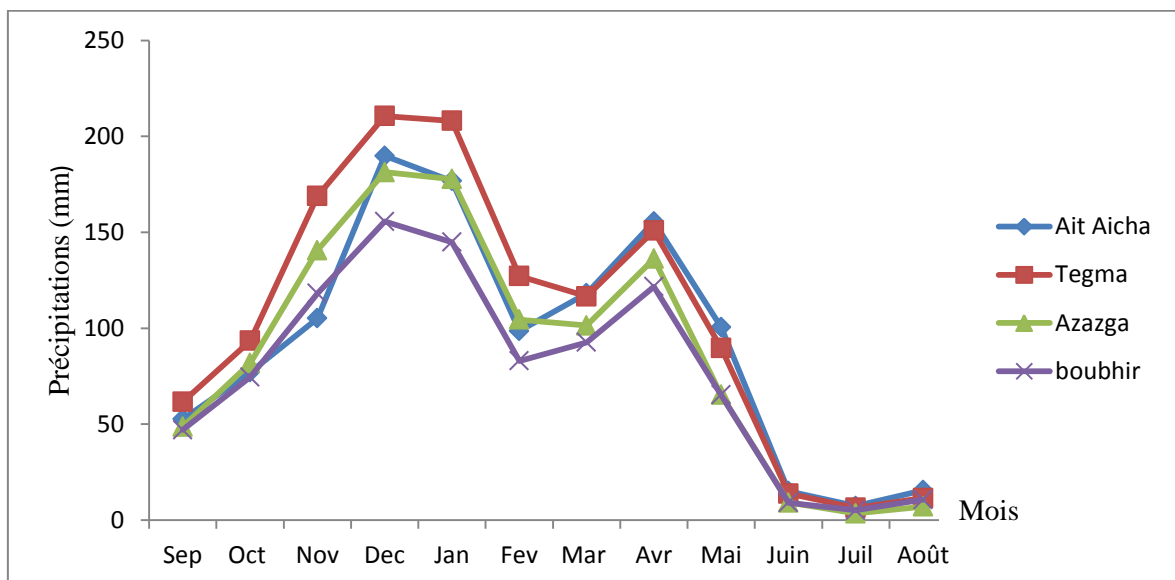
**NB :** pour la description des stations il ya lieu de se conférer au chapitre II page 9 et 10.

## 2.2. Les précipitation

D'après de nombreux travaux, la pluviométrie en Algérie est sous l'influence de facteurs géographiques : l'altitude, la latitude, la longitude et l'exposition. En effet, la pluviométrie augmente avec l'altitude, mais elle est élevée sur le versant exposé aux vents humides. Elle augmente également d'ouest en est et diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral vers le sud.

Selon Derridj (1990) et Abdesselam (1995), la pluviométrie est plus importante dans le Djurdjura (altitude >1000m). Les quantités de pluies reçues accompagnées de neige varient de 1500 à 2000 mm/an au versant du nord, tandis que la zone littorale et les piémonts présentent des précipitations moindres qui oscillent entre 800 et 900 mm/an.

Les données pluviométriques enregistrées dans les localités environnantes de la région d'étude (Ait Aicha, Tegma, Azazga, Boubhir) sont portées dans l'annexe I (tableau 2) et sur la figure 3 pour la période 2000-2010. Les données ont été fournies par l'Agence National des Ressources Hydriques (A.N.R.H) de Tizi-Ouzou.



**Figure 3** : Précipitations moyennes mensuelles (en mm) à certaines localités de la région d'étude (période 2000-2010).

La figure 3 montre que les précipitations les plus importantes s'observent de novembre à avril avec deux pics :

- Le premier en décembre.
- Le second en avril.

## 3. La végétation

La végétation est un facteur déterminant en hydrologie. Elle influence sur le ruissellement superficiel, l'évapotranspiration et la capacité de rétention. Elle empêche le réchauffement excessif des eaux en été, ainsi joue un rôle important dans la répartition de la faune benthique (Lounaci, 2005).

Selon, plusieurs auteurs le couvert végétal est très dense en Kabylie, il varie en fonction de l'altitude.

- Dans les altitudes > 1100m, la végétation est constituée principalement de pelouses écorchées à xérophytes épineuses rampantes ;
- En altitude < 1100 m, la végétation est formée essentiellement de chêne vert (*Quercus ilex*), de frêne (*Fraxinus sp*), et d'érable (*Acer obtusatum*) ;
- En moyenne montagne (< 800 m), la végétation est représentée par l'olivier (*Olea europea*) qui domine le figuier (*Ficus carica*),...
- En plaines, les formations végétales sont représentées essentiellement par des vergers, oranger, pommier, vigne, et surtout les cultures maraichères ;
- Concernant la ripisylve, elle est composée de l'aulne glutineux (*Alnus glutinosa*) l'if (*Taxus baccata*) et le houx (*Ilex aquifolium*)
- Quant à la végétation aquatique, elle est représentée par les mousses dans les parties supérieures des cours d'eaux, et par les algues filamenteuses et les macrophytes dans les parties inférieures.

#### 4. Les perturbations anthropiques

D'après Rodier (2010), la pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine. Elle peut être d'origine urbaine (différents usages domestiques de l'eau...), agricole (engrais, pesticides, pompages des eaux...), ou industrielle (industries agro-alimentaires, métallurgie, industries chimiques, centrales nucléaires...)

Dans le réseau hydrographique étudié l'impact anthropique varie d'une région à une autre, selon l'altitude de secteur.

Dans la partie Amont les principales sources de pollution enregistrées sont d'origine domestique, causées par l'élevage modeste et le pompage des eaux pour l'irrigation. Leurs impacts sont relativement faibles et potentiels.

Dans la partie aval, la pollution a plusieurs origines :

- Les rejets urbains : l'extension rapide des zones urbaine accentue le déversement de l'eau usée dans les cours d'eaux.
- Les rejets agricoles : la pollution agricole s'intensifie depuis que les agriculteurs utilisent les engrais chimiques, des herbicides et les insecticides pour améliorer le rendement de leurs cultures. Ces produits induisent une dégradation de la qualité des eaux souterraine et de surface.  
De plus, l'activité d'élevage et le pompage abusif de l'eau à des fins d'irrigation peut progressivement conduire à l'assèchement des territoires situés plus en aval.
- La pollution d'origine mécanique : l'extraction de sable et du gravier induit une perturbation de fond de lit.

# Chapitre II

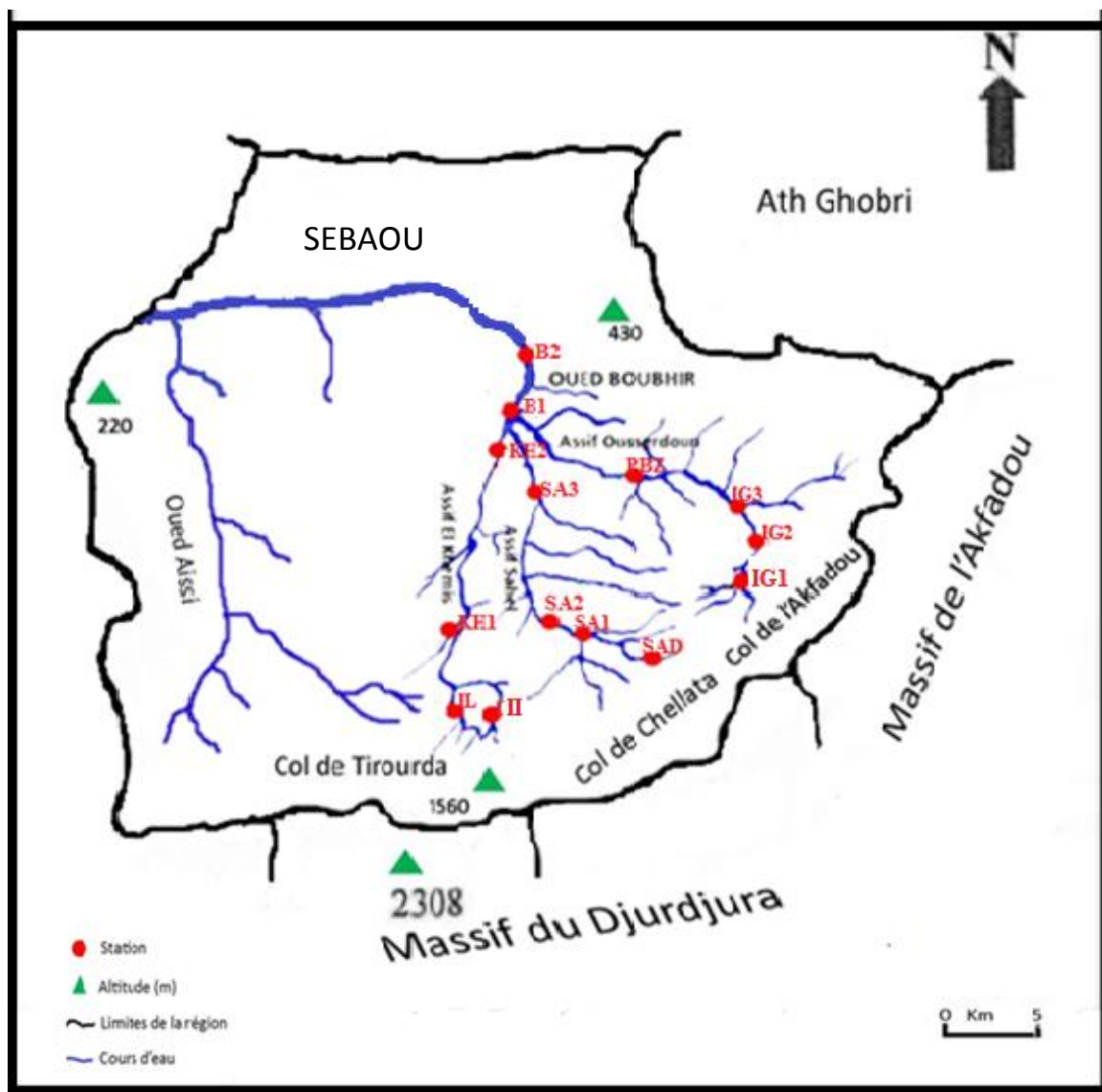
## Sites et méthodes d'étude

### 1. Description des cours d'eau et des stations étudiés

Le haut Sébaou débute à l'Est de la chaîne du Djurdjura par l'intermédiaire de quatre torrents qui naissent entre le col de Tirourda, le col de Chellata et l'Akfadou, entre 1900 et 1600m d'altitude. Il s'agit de : Assif Ousserdoun, Assif Sahel et Assif El-Khemis qui se regroupent pour former assif N'Boubhir à Tighzert N'Boubhir.

Le présent travail s'est porté sur trois principaux affluents de l'oued Boubhir à savoir Assif Ousserdoun, Assif Sahel, Assif El-Khemis et sur le Moyen Sébaou. (Figure 4)

Les prélèvements ont été effectués au cours de deux campagnes (avril et juin). Nous nous sommes aussi référés aux bases de données du laboratoire « Ecosystèmes Aquatique Continentaux » de la faculté de l'UMMTO.



**Figure 4 :** Réseau hydrographique étudié et emplacement des stations.

### ***1.1 Assif Ousserdoun***

Le réseau hydrographique d'Assif Ousserdoun est très développé avec un drainage dense. Il prend naissance dans l'Akfadou à 1400m d'altitude, coule dans un espace à dominance forestière.

Il présente une pente moyenne de 10% et la largeur de son lit peut atteindre dans certains endroits 8 mètres. Après un parcours de 20km, il se jette à Tighzert N'Boubhir à une altitude d'environ 240m.

Quatre stations sont retenues sur ce cours d'eau: IG1, IG2, IG3 et PBZ. (Tableau 1)

### ***1.2 Assif Sahel***

Le cours d'eau de montagne qui prend naissance dans le col de Chellata. Il collecte les écoulements de petits ruisseaux alimentés par les eaux de pluie et de fonte de neiges. Il coule du sud en Nord sur une distance de 17km, a une altitude qui varie entre 1150 et 200m. Il se caractérise dans sa partie supérieure par une pente de l'ordre de 5,6%, laquelle lui confère par endroits un régime hydrographique de type torrentiel. De dimensions réduites en amont, il s'élargit dans sa partie inférieure, atteignant plus de 3m de large au niveau du village de Sahel (420m d'altitude).

Quatre stations sont retenues sur ce cours d'eau : SAD, SA1, SA2 et SA3. (Tableau 1)

### ***1.3 Assif El Khemis***

Ce cours d'eau prend naissance à 1756 m d'altitude à partir des sources et des ruisselets alimentés par les eaux de pluies et de fonte des neiges du col de Chellata.

Assif El Khemis suit une direction SSE-NNW, il coule sur une distance de 12 Km environ avant de rejoindre Assif Sahel et Assif Ousserdoun pour former l'Oued de Boubhir.

Quatre stations sont retenues : II, IL, KH1, KH2. (Tableau 1)

### ***1.4 Le Moyen Sébaou***

Le moyen Sébaou s'étend depuis les gorges de Belloua situées à 3 Km à l'est de Tizi-Ouzou jusqu'à la région d'Azazga. Il coule d'est en ouest sur une distance d'environ 40 Km.

Il présente une pente moyenne de 1.4% et la largeur de son lit atteint par endroit 200m.

Deux stations ont été retenues: B1 et B2. (Tableau 1)

Tableau 1 : Caractéristiques des stations étudiées.

	Assif Ousserdoun				Assif Sahel			
Stations	IG1	IG2	IG3	PBZ	SAD	SA1	SA2	SA3
Localisation	2.5 km en aval de la source (torrent de montagne)	1 km en aval d'IG1 (torrent de montagne)	2 km en aval d'IG2	8 km en aval de la source	200 m en aval de la source Addardar	1 km en aval de SAD (torrent de montagne)	1.8 km de la source (torrent de montagne)	6 km en aval de la source
Altitude (m)	1000	870	670	460	1200	1170	1130	430
Pente (%)	30	24	20	8	16	13	10	5
Profondeur du lit (cm)	25	30	30	35	10	20	25	35
Vitesse du courant (cm/s)	Très rapide	Très rapide	Très rapide	Rapide	Très rapide	Très rapide	Rapide	Rapide
Température (°c)	5	9	12.5	14	6	13.5	11	16
Largeur du lit (m)	0.6	2	4	12	5	6	9	9
Substrat	Galets, blocs, gros galets	Dalles, galets, blocs, gros galets	Dalles, blocs, gros galets et sables	Blocs, gros galets	Blocs, gros galets	Blocs, gros galets	Blocs, gros galets, sables et débris végétaux	Grossiers, blocs, dalles, gros galets, matières organiques
Végétation aquatique	Mousses, végétation enracinée	Mousses	Mousses, végétation enracinée	Mousses et algues	Quelques mousses	Mousses, végétation enracinée, algues	Mousses, végétation enracinée	Mousses et algues
Recouvrement (%)	40	90	15	10	0	70	80	0
Végétation bordante	Strates arborée, arborescente et herbacée	Strates arbustive, arborescente et herbacée	Strates arborescente	Strates arborescente, arbustive et herbacée	Eparse composée uniquement d'herbacées	Strates arbustive et herbacée	Strates arbustive, arborescente et herbacée	Strates arbustive et herbacée
Influences anthropiques	Elevage modeste	Elevage modeste	Pâturage modeste	Rejets urbains du village Idjeur, dépôts d'ordures ménagères sur les rives et le pompage de l'eau		Quelques cultures négligeables, pâturage modeste, pompage de l'eau	Pompage de l'eau pour l'irrigation	Rejets des ordures ménagères sur les rives, réseau d'assainissement des villages Ath Zikki et Sahel et pompage de l'eau

	Assif El Khemis				Moyen Sébaou	
Stations	II	IL	KH1	KH2	B1	B2
<b>Localisation</b>	500m en aval de la source, au lieu-dit « Thizibert » au col de chellata	2 km en aval de la source	250 m avant la confluence de ouedHallil avec Assil El Khemis	200 m en amont du pont El Khemis	50m en amont du pont de Boubhir	2 km en aval de B1
<b>Altitude (m)</b>	1290	710	370	220	200	190
<b>Pente (%)</b>	25	14	3	1.5	1	0.8
<b>Profondeur du lit (cm)</b>	15	20	40	45	30	45
<b>Vitesse du courant</b>	Rapide	Rapide	Très rapide	Rapide	Rapide	Rapide
<b>Température (°c)</b>	7	10	14	15	18	18
<b>Largeur du lit (m)</b>	0.8	1.5	3	6	8	10
<b>Substrat</b>	Gros galets et blocs	Blocs, gros galets, sable, limon et débris végétaux	Gros galets, sable et limon, matières organiques	Gros galets, sables et limon, matières organiques	Gros galets, dominance de sable et limon, présence de matière organique	Gros galets, dominance de sable et limon, présence de matière organique
<b>Végétations aquatiques</b>	Mousses et macrophytes	Mousses et macrophytes	Algues, mousses et débris végétaux	Algues filamenteuses, et un peu de végétation enracinée	Algues filamenteuses	Algues filamenteuses, quelques macrophytes
<b>Recouvrement (%)</b>	0	80	80	0	0	0
<b>Végétation bordante</b>	Dominance de la strate herbacée	Strates arbustive, arborescente et herbacée	Strates arborescente, arbustive et herbacée	Strates arbustive, arborescente et herbacée	Strates arborescente, arbustive et herbacée mais n'affectant pas l'ensoleillement du lit majeur	Strates arborescente et herbacée mais n'affectant pas l'ensoleillement du lit
<b>Influences anthropiques</b>		Pompage de l'eau et pâturage modeste	Rejets en amont d'un poulailler, ainsi que les eaux usées des villages avoisinantes	Pompage de l'eau, utilisation des engrais et pesticides pour l'agriculture, pâturage	Pompage de l'eau, engrais et pesticides, déchets ménagers sur les rives, pâturage	Pompage de l'eau, utilisation des engrais, pesticides pour l'agriculture pâturage

## 2. Caractéristiques physiques des stations

### 2.1 La pente

La pente est un paramètre écologique qui dépend de l'altitude. Elle a un rôle important dans la détermination de la vitesse du courant, la taille des éléments du substrat ainsi que la répartition de la faune benthique.

Les pentes des stations étudiées varient selon leurs altitudes annexes II (voir tableau1)

Les secteurs les plus pentus correspondent aux cours d'eau de montagne (alt; 670 – 1290m). Leurs pentes sont comprises entre 10 et 30%. (Secteurs des stations ; IG1, IL, IG2, IG3, SA2, SA1, SAD, II).

Pour les secteurs de moyenne et basse altitude, on assiste à une rupture de pente et à l'élargissement des cours d'eau. La pente à ces stations ne dépasse pas 8% (secteur des stations; PBZ, SA3, KH1, KH2, B1, B2).

### 2.2 La vitesse du courant

C'est l'un des facteurs essentiels qui agit sur les peuplements aquatiques. En effet, la présence d'un courant exerce une influence sur le comportement, la distribution et le métabolisme des communautés (Decamps ,1971)

La vitesse du courant 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.

La vitesse du courant varie d'une station à une autre, en effet elle est ralentie de l'amont à l'aval du fait de la pente qui est plus élevée en amont et plus faible en aval d'où l'élargissement du lit.

Les vitesses relevées dans les quatorze stations sont représentées dans l'annexe I (tableau3).Elles sont classées d'après l'échelle de Berg :

- Vitesse très lente: <10cm /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 : >100cm /s

Les stations d'étude présentent des vitesses de courant allant de rapide à très rapide ce qui est dû essentiellement à la période d'échantillonnage qui coïncide avec la fonte des neiges. En effet, cette dernière a beaucoup contribué à l'élévation de la vitesse du courant.

### 3. Matériels et méthodes d'échantillonnages

Notre unité de base dans ce travail 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 plus grande diversité faunistique représentative des habitats à étudier et d'obtenir un maximum d'individus représentant les différents taxons présents dans les cours d'eau.

#### 3.1. Prélèvement des échantillons

L'échantillonnage dans un milieu lotique s'effectue à l'aide de filet « Surber » qui possède un cadre métallique carré de 30cm de diamètre, prolongé d'une toile de 1 mètre de long et de 275µ de vide de maille.

Il est placé sur le fond du lit, l'ouverture du filet face au courant. Le substrat se trouvant dans la surface d'échantillonnage est lavé, récupérant ainsi les larves, les nymphes et les adultes dans le filet. Les formes solidement fixées sont détachées à l'aide d'une pince et la faune interstitielle est récupérée par raclage du fond, le courant entraîne ainsi les organismes dans le filet.

##### ➤ Chasse d'adultes

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

#### 3.2. Conservation des échantillons

Les échantillons récoltés sont transférés dans des sachets en plastique puis fixés à l'aide de formol à 5% dans le lieu même de prélèvement.

Pour chaque prélèvement, la date, le numéro, les caractéristiques de la station, et le type d'échantillonnage sont notés au crayon sur une étiquette qu'on met dans le sachet.

#### 3.3. Tri et détermination

Au laboratoire, le contenu des sachets est lavé et débarrassé de la vase et des débris végétaux, sur une série de tamis à mailles de tailles décroissantes (5 à 0.2mm). Le contenu des tamis est ensuite versé dans un bac puis transvasé dans des béciers de 250 ml.

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

La conservation se fait avec de l'alcool 70 % dans des piluliers en verre en mettant des étiquettes indiquant le point et le type de prélèvement, la date de capture, le nom de la station.

Les Trichoptères ont été déterminés jusqu'à l'espèce. En utilisant les clés de détermination disponibles, Malicky (1983), Rufino V. L (2000) et Tachet *et al.* (2000).

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

### 4.1. Indices de diversité

Ce sont des expressions mathématiques qui renseignent le mieux sur la structure du peuplement. Ils permettent d'avoir une évaluation de la diversité du peuplement.

L'objectif de ces indices est de rendre compte de l'abondance relative de chaque espèce, de comparer entre des peuplements et de comprendre l'évolution de ce dernier dans le temps et dans l'espace (Dajoz, 1985).

#### ➤ La richesse spécifique (S)

La richesse spécifique ou taxonomique est considérée comme étant la première perception du milieu nous indique que plus il y a de taxons distincts (espèces, genres, familles,...), plus la diversité est grande, et donc c'est l'étape de base pour l'étude des communautés. Selon Ramade (2003), la richesse spécifique est simplement le nombre de taxons distincts présents sur un site donné à un moment donné.

#### ➤ 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 totale d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

#### ➤ Occurrence des espèces

La fréquence d'occurrence est le rapport, exprimé en pourcentage, entre le nombre de relevés ( $P_i$ ) où l'on trouve l'espèce (i) et le nombre total de relevés réalisés (P) dans une station précise.

Elle est calculée par la formule : 
$$C (\%) = 100 * P_i / P$$

$P_i$  = nombre de prélèvements où l'espèce i est présente.

$P$  = nombre total de prélèvements.

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

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

#### ➤ Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

L'indice de Shannon-Weaver convient bien à l'étude comparative de communautés car il est relativement indépendant de la taille des relevés. Et il coordonne à la fois l'abondance et la richesse spécifique.

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

$n_i$  = nombre d'individus de l'espèce de rang  $i$

$N$  = nombre total d'individus

$H'$  est nul si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule espèce (taxon), il est minimal si une espèce domine le peuplement et il est maximal quand toutes les abondances sont réparties équitablement entre les espèces (taxons). Il a pour unité le bit.

### ➤ Equitabilité

L'indice de Shannon-Weaver est souvent accompagné de l'indice de d'équitabilité qui détermine soit le rapprochement ou bien l'éloignement entre ( $H'$ ) et ( $H' \max$ ). Il est appelé aussi régularité.

Nous pouvons calculer l'équitabilité à partir de l'équi-répartition ou diversité maximale ( $H' \max$ ), laquelle correspond au cas où toutes les espèces seraient représentées par le même nombre d'individu. Dans ce cas :

$$H' \max = \log_2 S$$

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

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

Parallèlement à l'indice de SHANNON-WEAVER et afin de pouvoir comparer les densités de deux peuplements ayant deux richesses spécifiques différentes (Ramade, 2003), nous utilisons l'équitabilité comme le rapport :

$$E = H' / H' \max = H' / \log_2 S$$

$H'$  = indice de Shannon-Weaver

$S$  = Richesse spécifique

$\log_2$  = logarithme à base 2

L'équitabilité varie entre 0 et 1, tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce ; elle est de 1 lorsque toutes les espèces ont une même abondance.

## 4.2. Traitement statistique des données

Les différentes méthodes statistiques utilisées dans ce travail s'appuient sur l'analyse en composantes principales (ACP), l'analyse factorielle des correspondances (AFC) 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.

Le but de l'AFC est de donner la meilleure représentation simultanée des groupements de variables, permettant d'obtenir une correspondance entre groupes d'espèces et groupes de stations.

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.

### **4.3. Logiciels de calcul**

Les logiciels 'Statistica 6.4' et 'Stat Box 6' permettent de réaliser diverses analyses factorielles (ACP, AFC, CAH), ainsi que leurs représentations graphiques.

# Chapitre III

## Résultats et discussion

## 1. Généralités sur les Trichoptères

Le nom scientifique Trichoptères provient de “trichos” qui signifie “poils” et “pteron” qui signifie “ailes”. Ces ailes ont peu de nervures transversales, généralement couvertes de soies et au repos, sont posées en toit sur l'abdomen.

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

### 1.1. Description

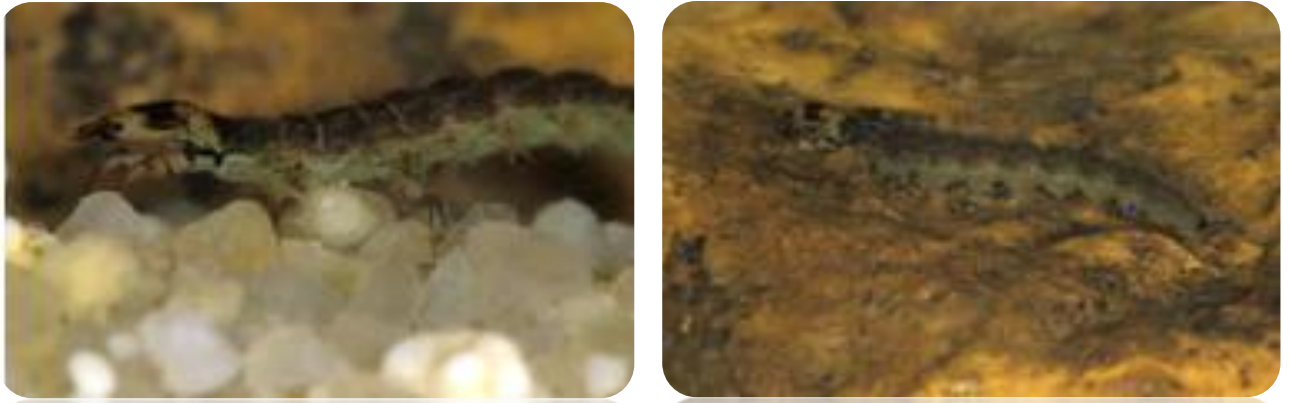
#### *La larve*

Les larves des Trichoptères sont de type *eucéphale* ; On distingue aisément la tête, le thorax et l'abdomen. Elles se distinguent de celle des coléoptères par la présence d'une paire de crochets anneaux.

Dans un premier groupe de familles, les larves ont une tête longue sans étui jusqu'au stade nymphale, et ainsi construction d'un étui fixe. Elles sont libres et capables : de se déplacer à la recherche de nourriture et des endroits favorables, de tisser des filets en soie qui leur servent de pièges à nourritures. (Photos 1)

Dans un second groupe de familles, les larves ont une tête large et courte, et un étui mobile. Elles tissent autour de leur abdomen un étui formé de sécrétion soyeuse ou d'objets étrangers, grains de sable, pierres, débris végétaux réunis par de la soie. L'abdomen protégé par ce fourreau leur permet de s'y rétracter entièrement en cas de nécessité. Ce type de larve s'appelle larves éruciformes, larves à étui ou larves à fourreau. (Photos 2)

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 six ou sept stades comme dans le cas des Sericostomatidae et des Glossosomatidae.



**Photo1** : Exemples de larves sans fourreau (Internet)



**Photo 2** : Exemples de larves a fourreau (Internet)

### ***La nymphe***

Après que la larve subit quelques constructions : fourreaux alaires, yeux composés, pattes et antennes allongées, et en rejetant l'exuvie larvaire, cette dernière se transforme en nymphe.

Les nymphes des Trichoptères sont cependant relativement immobiles, aptes seulement à faire onduler leur abdomen dans le fourreau ou la logette pour y entretenir un courant d'eau.

Elle possède des organes strictement nymphaux qui lui permettent de quitter son fourreau et d'émerger. Les mandibules nymphales (rôle d'ouverture du cocon ou l'étui) les pattes thoraciques et une à deux paires de sclérites épineux abdominaux (rôle natatoire).

### ***L'adulte***

L'adulte des Trichoptères se distingue de papillon nocturne par ces ailes qui sont rabattues en toit et par l'absence de trompe en spirale, les pièces buccales sont bien individualisées à l'exception des mandibules. L'adulte ne se nourrit pas. (Tachet *et al.*, 2000) (Photo 3)



**Photo 3** : Adulte de Trichoptère. (Internet)

## 1.2. Biologie et écologie des Trichoptères

La reproduction et la ponte ont lieu à l'automne. Les nymphes sont aquatiques et les pontes dépendent des espèces. Les œufs sont pondus par groupe et rassemblés dans une matière gélatineuse, elles peuvent être :

- aquatiques et cimentées (aplatis et collée au substrat).
- aquatiques gélatineuses et massives.
- terrestres gélatineuses et massives sur la végétation.

Parfois, les larves n'éclosent qu'après l'hiver, elles peuvent : soit, quitter aussitôt la ponte et se disperser dans le milieu ; soit, rester dans le milieu (la ponte) où elles vont commencer leur développement post-embryonnaire.

Lors de la nymphose, les larves s'enferment et s'immobilisent dans leur fourreau (cocon nymphale) solidement fixé au substrat où subissent plusieurs mues (transformations). La nymphe quitte le cocon grâce à ses solides mandibules et rejoint la surface de l'eau ou la rive afin d'effectuer sa métamorphose.

Les adultes sont terrestres, possédant des ailes repliées en toit et sont recouvertes de soies. Ils peuvent sortir le jour, mais c'est la nuit qu'ils se voient le plus souvent. Leur courte vie quelques jours pour certains groupes (Hydropsychidae), a quelques mois pour d'autres (certains Limnephilidae) constitue une contrainte pour assurer la survie et la continuité de l'espèce.

## 2. Analyse du peuplement trichoptérologique

Les Trichoptères recensés comptent 1179 individus appartenant à 10 familles et 13 genres.

Rhyacophilidae : 1 genre, 1 espèce.

Glossosomatidae : 1 genre, 2 espèces.

Hydroptilidae : 3 genres, 3 espèces.

Philopotamidae : 1 genre, 1 espèce.

Hydropsychidae : 2 genres, 7 espèces.

Polycentropodidae : 1 genre, 1 espèce.

Psychomyidae : 1 genre, 1 espèce.

Brachycentridae : 1 genre, 1 espèce.

Limnephilidae : 1 genre, 1 espèce.

Goeridae : 1 genre, 1 espèce.

La famille des Hydropsychidae est représentée par 2 genres et 7 espèces. Le genre *Hydropsyche* est de loin le plus diversifié, il compte à lui seul 6 espèces.

La famille des Hydroptilidae est représentée par 3 genres et 3 espèces occupent la deuxième place. La famille des Glossosomatidae occupe la troisième place avec 1 genre et 3 espèces.

Les autres familles à savoir Rhyacophilidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Psychomyidae, Brachycentridae, Limnephilidae et Goeridae sont monospécifiques (tableau 2)

Lounaci (2005) a inventorié lors de son étude sur l'oued Aissi 33 taxa de Trichoptères appartenant à 11 familles et 20 genres dont 13 sont monospécifiques. Les espèces répertoriées se répartissent comme suit : 3 Rhyacophilidae, 3 Glossosomatidae, 5 Hydroptilidae, 7 Hydropsychidae, 2 Polycentropodidae, 4 Psychomyiidae, 5 Leptoceridae et les familles des Goeridae, Thremmatidae, Limnephilidae et Beraeidae sont monospécifiques.

Signalons tout de même que malgré les différentes investigations faites sur le terrain, les familles des Leptoceridae, Beraeidae et Thremmatidae n'ont pas été retrouvées. Par contre, nous avons répertorié deux nouvelles familles à savoir les Philopotamidae et les Brachycentridae.

La liste établie par Mehal (2014) sur les Trichoptères d'Assif El-Khemis est de 10 taxons appartenant à 6 familles et 6 genres (*Rhyacophila*, *Hydroptila*, *Wormaldia*, *Hydropsyche*, *Polycentropus* et *al.logamus*). Nous tenons à préciser que ces genres ont été retrouvés lors de nos prélèvements.

Ainsi, la richesse spécifique du peuplement trichoptérologique des cours d'eau étudiés est relativement faible comparée aux pays voisins ; Haut-Atlas 34 espèces (Bouzidi, 1989) ; Moyen-Atlas 46 espèces (Dakki, 1987), Rif 41 espèces (Hajji.*et al.*, 2013) ; Khroumine 45 espèces (Malicky et Lounaci, 1987).

Tableau 2 : Répartition de la faune trichoptérologique dans les stations étudiées.

Taxons / Stations	SAD (1200)	SA1 (1170)	SA2 (1130)	SA3 (430)	IG1 (1000)	IG2 (870)	IG3 (670)	PBZ (460)	II (1290)	IL (710)	KH1 (370)	KH2 (220)	B1 (200)	B2 (190)
<b>Rhyacophilidae</b>														
<i>Rhyacophila munda</i>	32	36	8	8	32	24	4	8	8	8	3	6	0	4
<b>Glossosomatidae</b>														
<i>Agapetus incertulus</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agapetus sp</i>	20	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Hydroptilidae</b>														
<i>Allotrichia pallicornis</i>	0	3	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Hydroptila vectis</i>	0	4	3	0	0	0	4	0	0	24	12	0	7	0
<i>Orthotrichia sp</i>	0	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Philopotamidae</b>														
<i>Wormalidia sp</i>	32	9	30	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
<b>Hydropsychidae</b>														
<i>Cheumatopsyche sp</i>	0	4	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hydropsyche fezana</i>	16	25	25	3	15	10	0	0	0	0	4	0	0	0
<i>Hydropsyche iberomaroccana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	4	0
<i>Hydropsyche lobata</i>	0	3	0	8	0	3	3	0	4	4	40	50	20	64
<i>Hydropsyche obscura</i>	0	19	48	0	10	3	0	0	0	6	50	4	0	0
<i>Hydropsyche resmineda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	5
<i>Hydropsyche gpe pellucidula</i>	3	8	8	3	0	3	0	20	0	0	14	4	7	26
<b>Polycentropodidae</b>														
<i>Polycentropus kingi</i>	0	3	3	3	3	3	0	0	6	0	0	0	0	0
<b>Psychomyiidae</b>														
<i>Tinodes sp</i>	0	3	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
<b>Brachycentridae</b>														
<i>Micrasema sp</i>	56	32	44	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Limnephilidae</b>														
<i>Allogamus sp</i>	3	8	3	0	8	4	4	0	16	0	0	0	0	0
<b>Goeridae</b>														
<i>Silonella aurata</i>	8	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Abondance</b>	<b>170</b>	<b>196</b>	<b>188</b>	<b>34</b>	<b>72</b>	<b>58</b>	<b>15</b>	<b>31</b>	<b>37</b>	<b>46</b>	<b>129</b>	<b>67</b>	<b>42</b>	<b>99</b>

## 2.1 La Richesse spécifique

La lecture de la figure 5 relative à la richesse taxonomique stationnelle des Trichoptères montre des fluctuations entre 3 et 16 taxons. Cette variation dépend de plusieurs paramètres tels que la qualité du milieu, la présence ou l'absence de la végétation aquatique, la vitesse du courant, la température de l'eau ainsi que la nature du substrat.

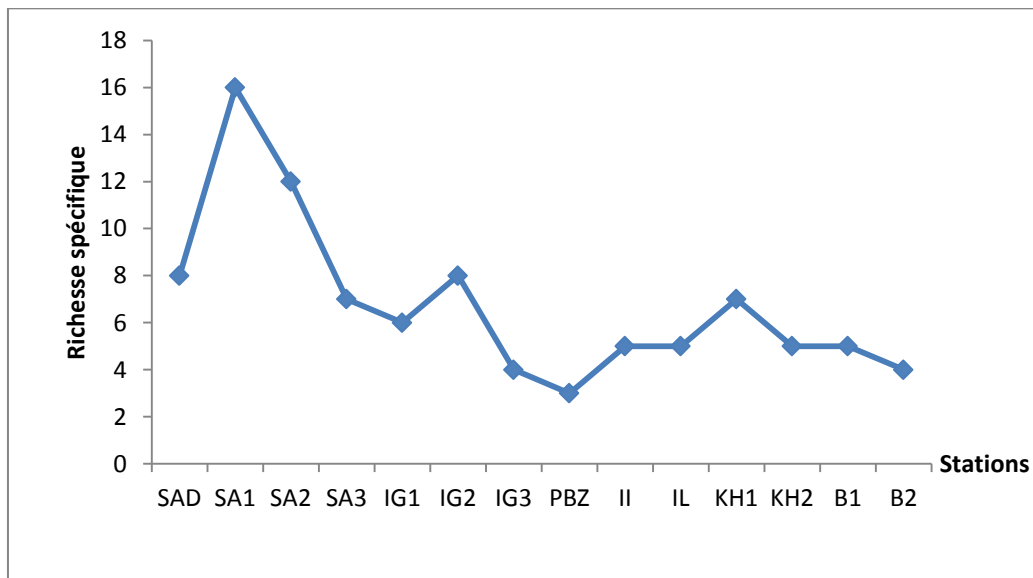
Les zones d'altitudes sont les plus diversifiées. Les conditions écologiques favorables ainsi que la grande diversité des habitats ont permis le développement d'une faune riche en espèces.

La richesse spécifique la plus élevée est notée au niveau de la station SA1 avec 16 espèces. Ce torrent de montagne situé à 170m d'altitude et à 1 Km en aval de la source présente une pente de 13%, un substrat grossier, un courant très rapide, une température moyenne de l'eau 13.5 °c, un recouvrement de la ripisylve de l'ordre de 70%.

A ce sujet, Lounaci (2005) signale que la station A3 présente la richesse spécifique la plus élevée (21 espèces de Trichoptères). En effet, cette dernière correspond à un torrent de moyenne montagne (480m d'alt.), à couvert végétal très dense, à courant rapide et à température relativement basse (8- 16°C).

Nous tenons à préciser l'importance écologique de l'Assif Sahel puisqu'il recèle 17 espèces de Trichoptères, suivi d'Assif Ousserdoun avec 10 espèces puis Assif El-Khemis 9 espèces et enfin le Moyen Sébaou avec seulement 7 espèces.

En revanche, les zones de piémont et de basses altitudes sont moins diversifiées, cela est dû aux impacts négatifs des différentes activités anthropiques.



**Figure 5 :** Richesse spécifique des Trichoptères aux stations étudiées.

## 2.2. Abondance et fréquence des espèces

Les figures 6 et 7 permettent de classer les Trichoptères récoltés dans les stations en trois grands groupes.

### Les espèces dominantes ou constantes dont la fréquence d'occurrence est supérieure à 50%

Ce sont en général les espèces à population plus ou moins denses : *Rhyacophila munda*, *Hydropsyche lobata* et *Hydropsyche gpe pellucidula*.

*Rhyacophila munda* est la plus occurrente (occurrence 92.85%) et a large amplitude écologique. Elle colonise tous les types d'habitats d'eau courante. Les autres espèces sont moins fréquentes (occurrence : 50- 71.4%).

En effet, Lounaci (2005) signale la présence de *Rhyacophila munda* dans les ruisseaux de source, torrent et rivières entre 200 et 920 m d'altitude.

*Hydropsyche fezana*, *Hydropsyche obscura* et *al.logamus sp* sont moins occurrentes (C.R= 50%).

### Espèces peu abondantes ou accessoires

Ce sont en général les espèces ayant des fréquences d'occurrences comprises entre 25 et 50%, ce sont des éléments à population peu dense : *Hydroptila vectis* et *Polycentropus kingi*.

Cette dernière a été classée par Lounaci (2005) comme espèce assez fréquente et peu abondante à tendance sténotherme, inféodées au cours d'eau de moyenne montagne (480-200m)

Les espèces *Wormaldia sp*, *Tinodes sp* et *Micrasema sp* sont moins occurrentes et ne descendent pas au-dessous de 710 m'altitude. Ces taxons sont à tendance sténotherme, inféodés aux cours d'eau d'altitude et de moyenne montagne.

Giudicelli et Dakki (1984) signalent que *Wormaldia*, autre Philopotamidae, en Europe est nettement plus inféodé aux sources que *Philopotamus*.

### Espèces rares ou accidentelles à la fois très peu abondantes et très peu fréquentes

Ce sont en général des espèces très localisées qui sont repérées dans une, deux ou trois stations et qui se caractérisent par des biotopes bien spécialisés :

➤ Sources et ruisseaux de sources et biotope rhéophiles de moyenne montagne : *Agapetus incertilus*, *Agapetus sp*, *Orthotrichia sp*, *Silonella aurata*, *Cheumatopsyche sp* et *al.lotrichia pallicornis*

Lounaci (2005) signale que *Hydropsyche morla*, *Silonella aurata*, *Thremma sardoum africanum*, *Beraea auresi*, *Sitodes sp* et *Diplectronea sp* sont des éléments de moyenne montagne. Leur amplitude altitudinale est assez large (480-920m). Ils présentent une tendance alticole, sténotherme et rhithrophile.

Dakki (1987) signale qu'*Agapetus incertilus* fait partie du faciès spécialisés de grandes sources permanentes tempérées de haute altitude.

- *Hydropsyche iberomaroccana* est *Hydropsyche resmineda* sont liées au biotope de basse altitude, qui est caractérisé par des températures plus élevée et la présence de pollution.

Ces espèces ne sont présentes que dans la partie aval des cours d'eau étudiés à savoir Assif El-Khemis et le Moyen Sébaou dont la tranche altitudinale est comprise entre 190 – 370m.

Ces espèces semblent thermophiles puisqu'elles ne sont présentes que dans les habitats de basse altitude.

En effet, Lounaci (2005) qualifié *Hydropsyche resmineda* de potamophile. Elle est localisée dans la zone de piémont et de basse altitude (140-380m).

Selon Dakki (1987), *Hydropsyche resmineda* est la moins alticole et préfère les basses rivières chaudes.

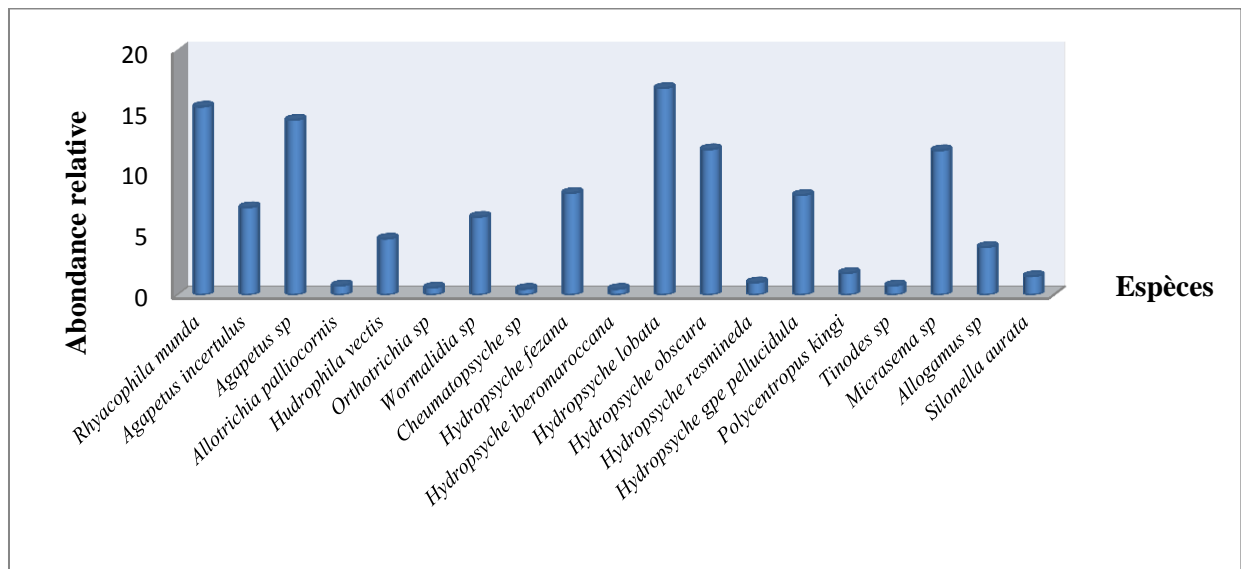


Figure 7 : Abondance relative des Trichoptères dans les stations étudiées.

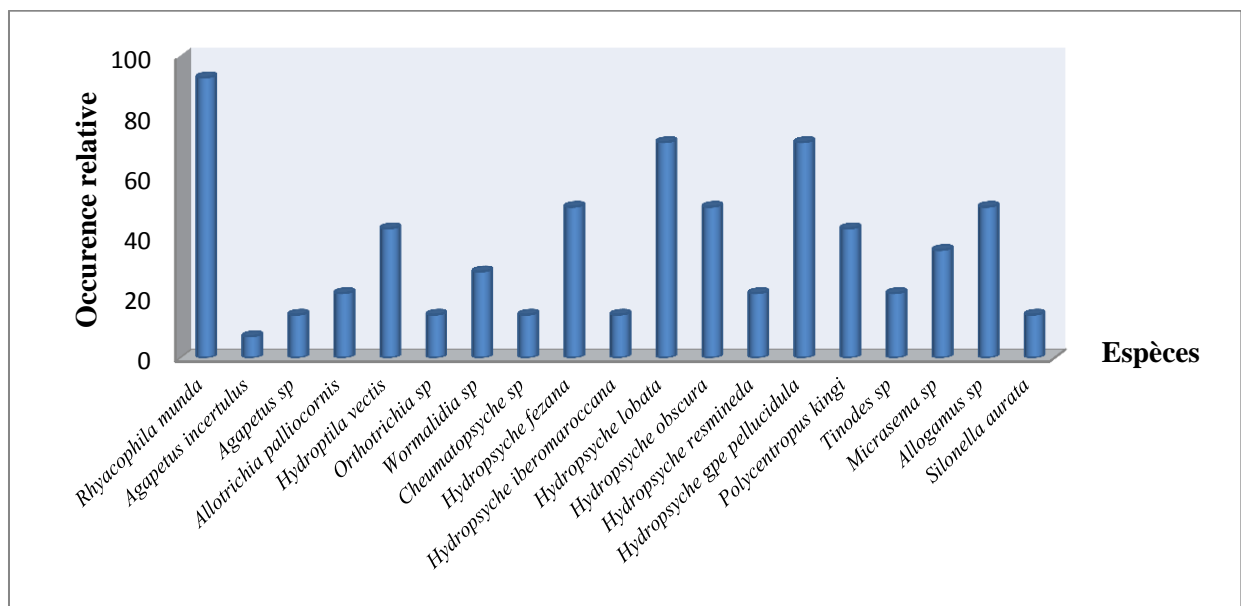


Figure 8 : Occurrence relative des Trichoptères dans les stations étudiées.

### 2.3. Indice de SHANNON et WEAVER

L'indice de Shannon- Weaver reflète les modifications de structure des peuplements et visualise leur variation dans l'espace. Plus cet indice est élevé, plus le milieu contient un nombre d'espèces à abondance relative élevé, impliquant une communauté benthique diversifiée.

Les valeurs de  $H'$  et de  $E$  varient respectivement entre un maximum de  $H'=3.12$  et  $E= 0.77$  à la station SA1 et un minimum de  $H'= 1.21$  et  $E= 0.52$  notés à la station KH2.

Les stations SAD, SA1, SA2, SA3, IG1 et IG2 présentent des indices ( $H'$  et  $E$ ) assez élevés.

Ces stations sont caractérisées par un couvert végétal relativement important, un substrat grossier, absence de pollution.

Dans ces stations, la grande diversité des habitats permet le développement d'une communauté riche en espèces. Malgré les différentes perturbations auxquelles sont soumises les stations SA3 et KH1, elles enregistrent des indices de diversité  $H'= 2.55$  et  $E = 0.75$  et  $H'= 2.13$  et  $E = 0.90$  ce qui témoigne de la grande capacité d'autoépuration du milieu.

Les stations de moyenne et basse altitude IG3, PBZ, IL, KH2, B1, B2 présentent des indices de SHANNON-WEAVER compris entre 1,21 et 1,97 bit et des indices d'équitabilité entre 0.52 et 0.98.

Ces stations présentent des indices de diversité moins élevés. Cette diminution est due aux perturbations anthropiques.

L'un des facteurs essentiels qui conditionnent aussi l'importance de la diversité tient une hétérogénéité du milieu, car la plupart des espèces sont spécialisées par un type bien défini du microhabitat.

**Tableau 3 :** Indices de diversité  $H'$  et  $E$

Stations	SAD	SA1	SA2	SA3	IG1	IG2	IG3	PBZ	II	IL	KH1	KH2	B1	B2
$H'$	2.36	<b>3.12</b>	2.64	2.55	2.15	2.32	1.96	1.22	2.03	1.88	2.13	<b>1.21</b>	1.97	1.3
$E$	0.78	0.77	0.73	0.90	0.83	0.77	0.98	0.76	0.87	0.81	0.75	0.52	0.84	0.64

## 2.4. Limites altitudinales des espèces

La lecture du tableau 2 permet de répartir les Trichoptères récoltés dans les cours d'eau étudiés en quatre groupes bien individualisés.

**Le premier groupe** est composé d'espèces sténothermes qui se localisent dans les parties supérieures des cours d'eau : *Silonella aurata*, *Tinodes sp*, *Agapetus incertilus*, *Agapetus sp*. Ce sont des éléments de haute montagne, leur amplitude altitudinale est supérieure à 1130m.

Le deuxième groupe est composé d'espèces alticoles mais pouvant descendre jusqu'à la moyenne montagne :

- *Micrasema sp* et *Wormaldia sp*, ce sont des espèces rhéophiles qui sont inféodées aux milieux de haute montagne et piémont. Ces éléments semblent ne pas supporter le réchauffement des biotopes de basse altitude.
- *Cheumatopsyche sp* et *Orthotrichia sp* sont des formes rhithrophiles et vraisemblablement stenotopes et elle sont pour habitat les torrents de haute et moyenne montagnes à courant rapide à très rapide

**Le troisième groupe** contient les espèces de basse altitude : *Hydropsyche resmineda* et *Hydropsyche iberomaroccana*. Elles sont localisées dans les zones de piémont et de basse altitude. Ces espèces sont qualifiées de potamophiles.

**Le quatrième groupe** contient les espèces à large valence écologique :

Se rencontrent pratiquement dans toutes les stations depuis les biotopes d'altitude (1290m) jusqu'à la station B2 (190m). Il s'agit de *Rhyacophila munda*, *Hydropsyche vectis*, *Hydropsyche lobata*, *Hydropsyche gpe pellucidula* et *al.logamus sp*.

### 2.4. Autoécologie des espèces

#### La famille des Rhyacophilidae

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

- *Rhyacophila munda* McLachlan 1862

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

Sur l'ensemble des stations prospectées, cette espèce est abondante et très occurrente. Elle est présente dans les ruisseaux de source, torrents et rivières entre 1200 et 190m d'altitude.

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

En Tunisie, *Rhyacophila munda* a été recensée en Khroumirie (Malicky et Lounaci, 1987)

Espèce Ouest-paléarctique répandue dans le sud-ouest de l'Europe et le Maghreb, elle présente une large distribution dans la Péninsule Ibérique (RufinoVieira-Lanero, 2000 ; Bonada *et al.*. 2008).

### La Famille des Glossosomatidae

Cette famille est représentée par l'unique genre *Agapetus*.

- *Agapetus incertilus* McLachlan, 1884

Cette espèce est citée pour la première fois à l'Algérie. Malgré les différentes investigations sur le terrain, elle est localisée, elle n'a été récoltée qu'au niveau de la station SA1. Cette dernière correspond au torrent de montagne situé sur l'Assif Sahel à 1Km en aval de la source addardar présente une altitude de 1170m, une pente moyenne de 13%, une profondeur de 26cm, un courant rapide, une température de l'eau de 11°C, une largeur du lit n'excédant pas sur un substrat relativement grossier, un recouvrement de l'ordre de 70%, une végétation aquatique composée essentiellement de mousse.

Au Maroc, l'espèce n'est présente que dans le Moyen Atlas (Dakki, 1987 ; El-Alami et Dakki, 1998)

D'après Bounada *et al.* (2004), l'espèce se trouve dans la Péninsule Ibérique et le nord de l'Afrique.

- *Agapetus sp*

Ce taxon a été récolté dans deux stations de hautes altitudes SA1 et SAD. Ces dernières présentent un biotope constitué essentiellement de galet et de gravier, courant rapide à très rapide et des températures basses.

### Famille des Hydroptilidae

Les Hydroptilidae sont représentés par trois espèces appartenant à trois genres. D'après Dakki (1987), les Hydroptilidae sont des espèces de rivières chaudes et tempérées, riches en matières organiques, sont eurythermes et hémieurythermes.

Trois espèces appartenant à trois genres ont été récoltées :

- *Allotrichia pallicornis* Eaton, 1873

Elle est connue d'Algérie la première fois par Morton (1896). Nous avons récolté l'espèce dans 3 stations échelonnées entre 1170 et 460 m, avec des effectifs faibles.

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

Cette espèce est retrouvée en région méditerranéenne, en Europe occidentale et centrale (Dakki, 1987) mais aussi en sud-ouest d'Asie (Bonada *et al.* 2004)

- *Hydroptila vectis* Curtis 1834

L'espèce a été citée d'Algérie la première fois par Morton (1896).

Dans les cours d'eaux étudiés, nous avons récolté l'espèce dans six stations échelonnées entre 1170 et 200 m d'altitude.

L'espèce est présente dans le Haut Atlas, le Moyen Atlas et le Rif (Hajji *et al.* 2013).

L'espèce est présente en Tunisie (Malicky et 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 (Gonzales *et al.* 1992 ; Bonada *et al.* 2004 ; 2008)

- *Orthotrichia sp*

Nous avons trouvé le taxon dans deux stations de haute et moyenne altitude (1170m et 430m) avec des effectifs faibles.

### **La Famille des Philopotamidae**

- *Wormaldia sp*

Ce taxon a été cité pour la première fois par Gauthier (1928) au niveau thalassite, forêt de l'Akfadou.

Le taxon a été récolté dans 4 stations échelonnées entre 1200 et 710m d'altitude. Il semble rhéophile et sténotherme d'eau froide.

Au Maroc, les éléments du genre *Wormaldia* sont rares et localisés (El-Alami et Dakki, 1998)

### **La Famille des Hydropsychidae**

Les Hydropsychidae représentent l'une des familles de Trichoptères les plus diversifiées. Cette famille compte sept espèces appartenant à deux genres : 1 *Cheumatopsyche* et 6 *Hydropsyche*.

- *Cheumatopsyche sp*

Ce taxon a été récolté dans 2 stations situées respectivement à 1170 et 430m d'altitude.

- *Hydropsyche fezana* Navas, 1935

C'est une espèce endémique Maghrébine (Maroc, Algérie). Dakki (1987)

Dans le cours d'eau étudiée, *Hydropsyche fezana* a été notée dans les stations dont les limites altitudinales varient entre 1130 m et 370 m.

Elle a été citée par Dakki et Giudicelli 1984 dans le Moyen Atlas. Dans le Rif (El-Alami et Dakki, 1998), c'est le Trichoptère le plus abondant et le plus commun dans le Rif.

D'après El-Alami et Dakki (1998), *Hydropsyche fezana* est une espèce hémieurytherme à hiver froid ou tempéré, elle pullule dans les ruisseaux de sources froides.

- *Hydropsyche iberomaroccana* Gonzalez et Malicky, 1999

Cette espèce est nouvelle pour l'Algérie.

A travers notre résultat *Hydropsyche iberomaroccana* n'est présente que dans deux stations de 370 et 200 m d'altitude avec des faibles fréquences.

Selon Gonzalez et Malicky (1999) *Hydropsyche iberomaroccana* a été signalée dans le Rif, elle couvre le Maroc et la péninsule ibérique.

Selon Gontalez et Malicky (1999), cette espèce a été dénommée sous différente provision : *H. punica*, H.cf, *H. gr. Pellucidula*.

- *Hydropsyche lobata* McLachlan, 1884

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

Dans les cours d'eau étudiés, cette espèce est présente dans plusieurs stations (1170 - 190m d'altitude) elle est plus abondante dans les stations de basse altitude (370 - 200m d'altitude). Elle semble préfère les milieux qui sont riches en matière organique et présentent une température de l'eau assez élevée varie entre 14 à 18°C. En effet Giudicelli et Dakki (1984) signalent que certaines espèces vivant généralement dans les rivières de basse altitude, ont été trouvées à plusieurs reprises avec un faible effectif.

Au Maroc, El-Alami et Dakki (1998) signalent que l'espèce est thermophile, elle côtoie essentiellement les stations du cours central inférieur et moyen de l'oued Laou (Moyen Atlas).

Selon Tobias et Tobias (2008), l'espèce a une distribution Ibéro-Maghrébine.

- *Hydropsyche resmineda* Malicky, 1977

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

Nous avons récolté l'espèce entre 220 et 190 m d'altitude. En effet, selon Lounaci (2005) l'espèce est thermophile inféodée aux habitats de piémont.

Au Maroc, l'espèce a été signalée au Moyen Atlas (Dakki, 1987) et dans le Rif (Hajji *et al.* 2013). Ces derniers signalent que l'espèce est thermophile. Elle occupe les cours inférieurs entre 190 et 580m d'altitude dans le Rif Marocain.

En Tunisie, signalée par Boumaiza (1994).

- *Hydropsyche obscura* Navas, 1928

Dans les cours d'eau étudiés, *Hydropsyche obscura* figure dans six stations situées entre 220 m et 1170 m d'altitude.

Au Maroc, elle est connue du Haut Atlas (Bouzidi, 1989) et du Rif (Hajji *et al.* 2013). C'est une espèce eurytope, elle a été échantillonnée au Rif Marocain entre 80 m et 1600m d'altitude.

*Hydropsyche obscura* est une espèce dont l'aire de distribution est restreinte à l'Inde et l'Afrique du nord (Tobias et Tobias, 2008) où elle n'est connue que du Maroc et d'Algérie (Hajji *et al.* 2013).

- *Hydropsyche gpe pellucidula*

Dans les cours d'eau étudiés cette espèce est nouvelle pour l'Algérie, elle est présente presque dans toute les stations entre 1290 et 190 m d'altitude.

Les espèces regroupés dans le groupe *pellucidula* sont : *Hydropsyche pellucidula* (Curtis, 1834) *Hydropsyche brevis* (Mostely, 1930), *Hydropsyche botosaneanui* (MarinKovic, 1966), *Hydropsyche dinarica* (MarinKovic, 1979), *Hydropsyche punica* (Malicky, 1981) et *Hydropsyche incognita* (Pitsch, 1993)

### Famille des *Polycentropodidae*

- *Polycentropus kingi* McLachlan, 1881

En Algérie, l'espèce a été signalée par Lounaci *et al.* (2000) ; Lounaci (2005) dans l'oued Sébaou entre 300 et 480m d'altitude.

Dans les cours d'eau étudiés, *Polycentropus kingi* est présente dans quatre stations, trois stations de hautes altitudes (entre 1290 et 1130 m d'altitude) et une station de moyenne altitude (430m d'altitude) caractérisées par la dominance de grand galets et une végétation aquatique absente.

Au Maroc l'espèce a été signalée dans le moyen Guigou entre 1500 et 1850m d'altitude (Dakki, 1987), Récolté dans l'oued Lou au Rif entre 100 et 900m d'altitude abondante surtout dans les ruisseaux frais, et absente dans les eaux chaudes en hiver (El-Alami et Dakki, 1998).

*Polycentropus kingi* est une espèce à aire de distribution qui couvre la méditerranée et l'Europe occidentale et centrale (DAKKI, 1987). Elle a une large distribution dans la péninsule ibérique (Gonzalez *et al.*, 1992 ; Bonada *et al.*, 2004).

### Famille Des *Brachycentridae*

- *Micrasema sp*

Cette famille est nouvelle pour la Kabylie, elle est représentée par un seul taxon *Micrasema sp* : nous avons récolté le taxon dans 5 stations échelonnées entre 1200 et 870m d'altitude, ce taxon semble alticole.

### Famille des *Limnephilidae*

Cette famille est représentée par une seule espèce dans les cours d'eau étudiés.

- *Allogamus sp*

Ce taxon a été représenté dans les stations de moyenne et hautes altitudes entre 670m et 1290m, avec un faible effectif dans la plupart des stations.

### Famille des *Goeridae*

- *Silonella aurata* Hagen, 1864

*Silonella aurata* est la seule espèce qui représente les *Goeridae* dans les cours d'eau étudiés. Elle a été retrouvée dans deux stations d'altitudes (1000 et 1200m), sa distribution semble liée aux biotopes où domine le gros galet, à eaux fraîches et à courant vif.

Au Maroc, l'espèce a été décrite la première fois par Dakki (1982) au Rif à 20m d'altitude, ensuite elle a été trouvée par El-Alami et Dakki (1998) à 800m d'altitude.

## 2.5. La Biogéographie des espèces recensées

L'analyse biogéographique des Trichoptères étudiés dans les cours d'eau du Kabylie (Assif Ousserdoun, Assif El Khemis, Assif El Sahel et le Moyen Sébaou) 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. L'originalité réside dans la proportion élevée d'endémiques 54.54% (Lounaci, 2005).

Sur les 11 éléments identifiés spécifiquement, nous distinguons :

- **Les espèces nord Africaines :** *Hydropsyche fezana*, *Hydropsyche resmineda*.
- **Les espèces Ibéro-nord-africaines:** *Agapetus incertilus*, *Hydropsyche iberomaroccana*, *Hydropsyche lobata* et *Silonella aurata*.
- **Les espèces Méditerranéennes strictes :** *Hydroptila vectis*.
- **Les espèces à dispersion latitudinale couvrant toute la zone paléarctique occidentale :** *Hydropsyche obscura*
- **Les espèces Méditerranéennes et d'Europe occidentale et centrale:** *Rhyacophila munda*, *Polycentropus kingi*, *Allotrichia pallicornis*.

## 3. Structure des communautés

### 3.1. Structure mésologique

Plusieurs auteurs tels que Lavendier, (1979); Lounaci *et al.* (2000), ont signalés que la distribution spatiale des macroinvertébrés benthiques est fonction des facteurs environnementaux qui varient d'une station à une autre.

Pour cela, nous avons essayé de déterminer l'organisation spatiale est la structure des communautés des Trichoptères des cours d'eau étudiés en fonction de ces facteurs.

Et pour une meilleure illustration pour cette étude, nous avons fait approche aux différentes méthodes d'analyse quantitative : ACP, AFC et CAH.

Dans ce travail, 9 descripteurs environnementaux sont pris en compte pour caractériser chacune des 14 stations (tableau 4).

**Tableau 4** : Caractéristiques environnementales des 14 stations étudiées.

Alt : Altitude (m), Pen : Pente (%), Lar : Largeur du cours d'eau (m), Vit : Vitesse du courant (cm/s), Tmoy : Température moyenne (°C), Vaq : Végétation aquatique (%), GG : Galets graviers (%), SL : Sables et limons (%), MO : Matière organique (%).

Stations	SAD	SA1	SA2	SA3	IG1	IG2	IG3	PBZ	II	IL	KH1	KH2	B1	B2
Alt	1200	1170	1130	430	1000	870	670	460	1290	710	370	220	200	190
Pen	16	13	4	5	30	24	20	8	25	14	3	1,5	1	0,8
Lar	5	6	7	9	0,6	2	4	12	0,8	1,5	3	6	8	10
Vit	150	130	100	80	100	80	150	100	70	75	120	100	70	60
Tmoy	6	11	13,5	16	5	11,5	12,5	14	7	10	14	15	18	18
Vaq	0	0	10	15	5	8	5	15	0	10	15	20	25	30
GG	90	90	80	60	85	80	80	70	90	70	50	45	25	25
SL	10	10	10	25	15	20	20	20	10	30	35	45	50	50
MO	0	0	10	15	0	0	0	10	0	0	15	10	25	25

L'analyse des corrélations entre les différents paramètres pris en compte a montré que la plupart des variables sont inter corrélées (Tableau 5)

**Tableau 5** : Matrice de corrélation entre variables environnementales.

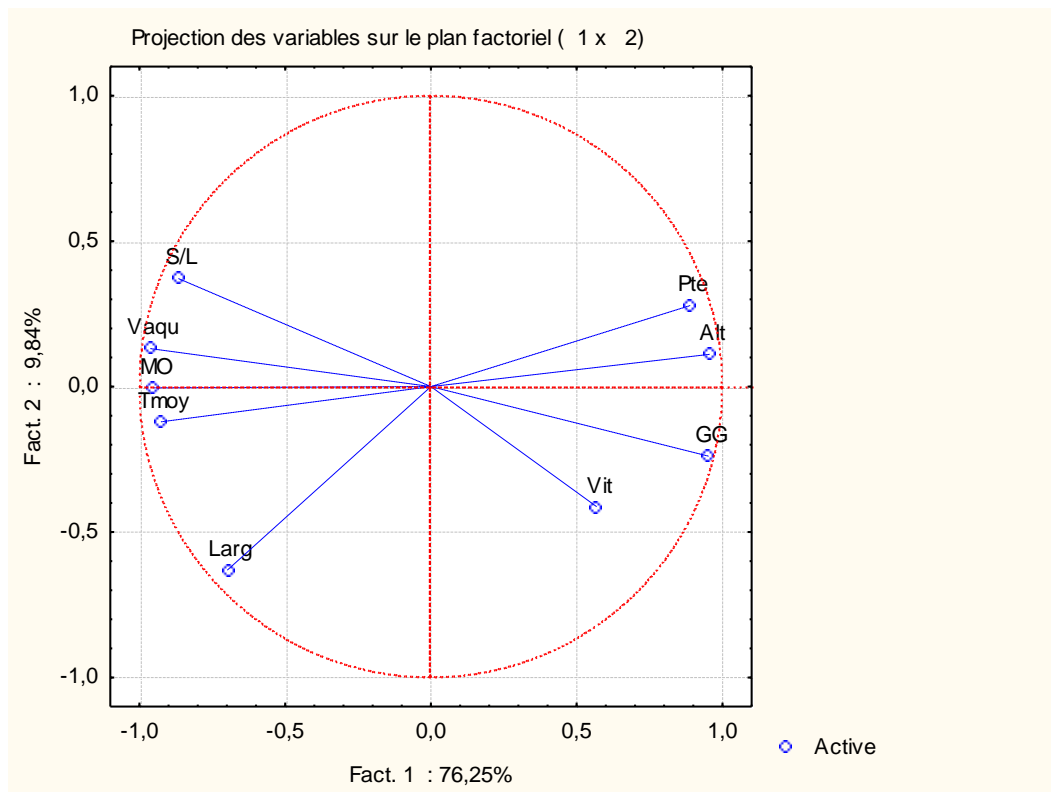
	Alt	Pte	Larg	Vit	Tmoy	Vaqu	GG	S/L	MO
Alt	1								
Pte	0,95	1							
Larg	-0,71	-0,73	1						
Vit	0,50	0,41	-0,29	1					
Tmoy	-0,85	-0,80	0,69	-0,40	1				
Vaqu	-0,88	-0,77	0,60	-0,52	0,90	1			
GG	0,87	0,76	-0,49	0,52	-0,86	-0,96	1		
SL	-0,80	-0,65	0,33	-0,45	0,77	0,91	-0,97	1	
MO	-0,87	-0,83	0,67	-0,56	0,88	0,91	-0,91	0,78	1

Vu la complexité des relations entre les caractéristiques environnementaux et la structure de peuplement, l'étude des facteurs environnementaux mesurés au cours de la période d'étude a été approché par l'utilisation de l'analyse en composante principales (ACP). Cette analyse fait apparaître clairement dans l'espace les deux facteurs significatifs F1 (axe 1) et F2 (axe 2) qui prennent en compte 86,09 % (F1 : 76.25%, F2 : 9.84 %) de la variance totale. (Figure 9).

- En Position positive de l'axe 1, les variables pentes (Pte), altitude (Alt), galet / gravier (GG) et vitesse du courant (Vit) sont très liées entre elles. Elles décroissent de l'amont vers l'aval. Egalement les variables matière organique (MO), sables et limons (SL), végétation aquatique (Vaqu)

et température moyenne (Tmoy) sont corrélées avec l'axe 1 en position négative voient leurs valeurs croitre de l'amont vers l'aval.

- la variable largeur (Larg) est très liée avec l'axe 2, en position négative.



**Figure 9:** ACP : Représentation de la distribution des paramètres environnementaux.

La classification ascendante hiérarchique de l'ensemble des stations Figure 10 montre globalement deux groupes de stations :

- Groupe 1 : SAD, IG1, IG2, IG3, II, SA1, SA2 et IL stations d'altitude et de moyenne montagne caractérisées par les paramètres altitude, pente, vitesse du courant et granulométrie grossière;
- Groupe 2 : SA3, PBZ, KH1, KH2, B1 et B2 stations de basses altitudes caractérisées par les paramètres température de l'eau, substrat composé de sable, limon et de matière organique, végétation aquatique et pollution.



Ces espèces manifestent une affinité plus forte pour les habitats d'altitudes et une tendance nette pour la rhéophilie.

Le deuxième groupe est représenté par les stations de moyennes altitudes situées entre 370 et 710 m d'altitude ces stations contribuent à la formation de l'axe 1 en position positive.

Les stations concernées sont : SA3, IG3, PBZ, IL et KH1 moins alticoles que les représentants du 1 groupe. Ce groupe est composé d' *Hydroptila vectis*, *Hydropsyche obscura*, *Hydropsyche gpe pellucidula*. Elles sont rhéophiles et bien connues pour leur polluo-sensibilité.

Le troisième groupe correspond au peuplement de stations à basse altitude KH1, KH2, B1, B2, riche en matières organiques et marquées par un substrat fin. Ces espèces sont *Hydropsyche fezana*, *Hydropsyche iberomaroccana* et *Hydropsyche lobata*.

Ces espèces tolèrent la présence de la matière organique et supportent les températures de l'eau élevées. Elles sont thermophiles et polluo-resistantes.

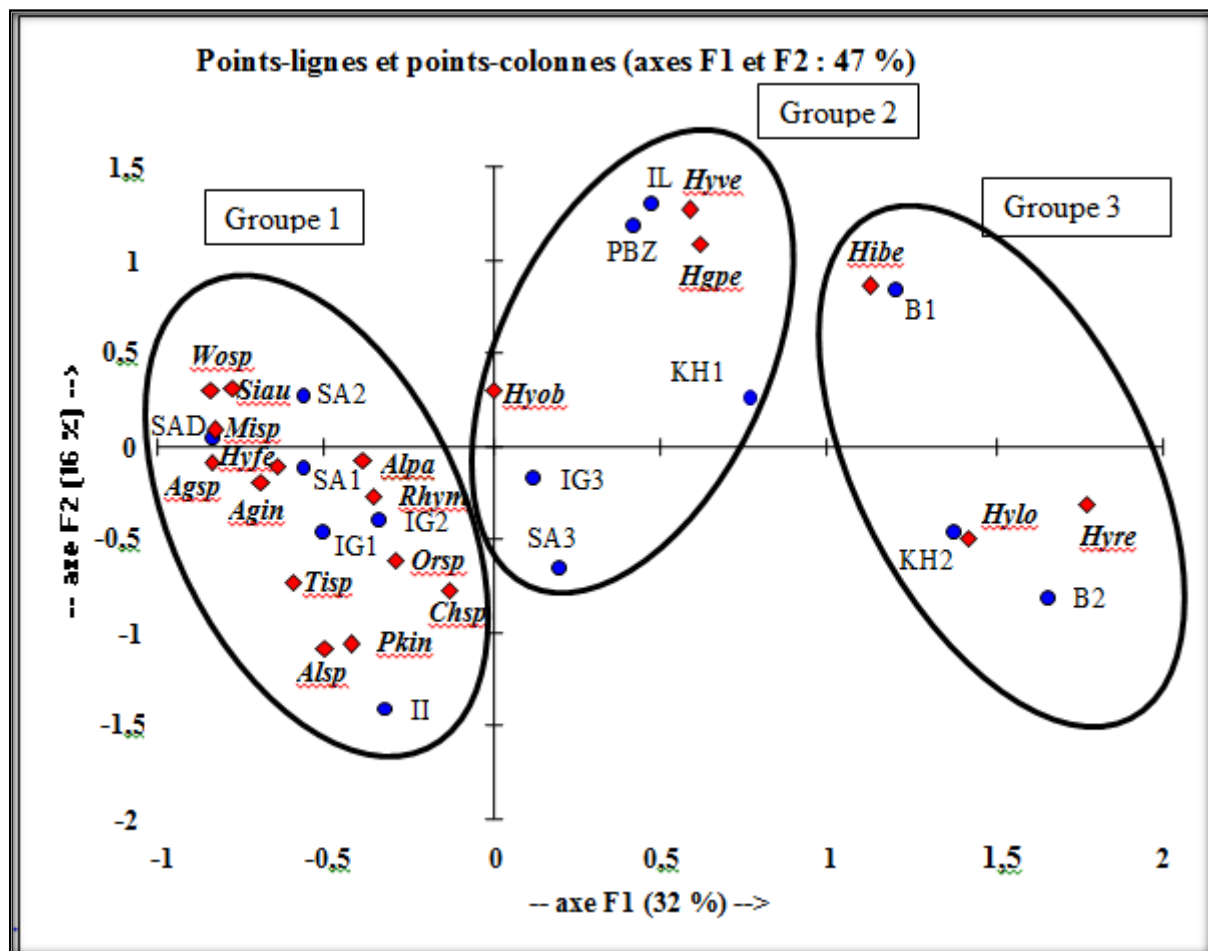


Figure 11 : AFC : Représentation des espèces et des stations étudiées.

## Discussion

L'étude de la richesse spécifique des Trichoptères récoltés dans les 14 stations étudiées met en évidence 3 grands secteurs :

Les parties supérieures des cours d'eau (1290-1000m) hébergent une richesse spécifique de 16 espèces. En effet, les espèces recensées sont pour la plupart rhéophiles, fréquentant les cours d'eau rapides bordés d'une végétation assez dense.

Les parties moyennes des cours étudiés (870 à 370m) présentent une richesse spécifique moindre avec 8 taxons recensés.

Les stations de basse altitude (220- 190m) présentent la richesse spécifique la plus faible avec seulement 7 taxons récoltés. Ce qui est dû essentiellement à l'eurythermie des cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura associée à la réduction des écoulements de l'eau de surface et aux fortes températures estivales des milieux de basse altitude.

Les Trichoptères recensés peuvent être classés en cinq groupes :

1. Espèces sténothermes d'eau froide, occupant des biotopes de haute altitude, taxons très exigeant : *Agapetus incertulus*, *Agapetus sp*, *Tinodes sp* et *Silonella aurata*.
2. Espèces alticoles pouvant descendre dans la moyenne montagne :
  - jusqu'à 710 m d'altitude : *Wormaldia sp* et *Micrasema sp*.
  - Jusqu'à 430 m d'altitude : *Cheumatopsyche sp*, *Orthotrichia sp* et *Polycentropus kingi*.
3. Espèces de basse altitude : Ce sont des espèces qui ne se répartissent qu'en aval : *Hydropsyche resmineda* et *Hydropsyche iberomaroccana*.
4. Espèces à large valence écologique : Ce sont des espèces qui se retrouvent dans la plupart des stations étudiées : *Rhyacophila munda*, *Hydroptila vectis*, *Hydropsyche lobata*, *Hydropsyche obscura* et *Hydropsyche gpe pellucidula*.

Le présent travail est une contribution à la connaissance des Trichoptères de Kabylie dont 10 taxons sont rajouté à la liste : *Agapetus incertilus*, *Allotrichia pallicornis*, *Hydroptila vectis*, *Orthotrichia sp*, *Hydropsyche fezana*, *Hydropsyche iberomaroccana*, *Hydropsyche lobata*, *Hydropsyche obscura*, *Micrasema sp* et *Allogamus sp*.

Enfin, La liste établie pour la Kabylie compte 47 taxons de Trichoptères qui se répartissent en 13 familles et 26 genres. Signalons aussi que le taxon *Micrasema sp* appartient à la famille des Brachycentridae qui est aussi nouvelle pour l'Algérie.

# Conclusion

Les Trichoptères recensés dans ce travail se composent de 1179 individus appartenant à 19 taxons, 10 familles et 13 genres. Ils sont récoltés dans 14 stations du sous bassin versant de l'oeud Boubhir et du Moyen Sébaou échelonnées entre 1290 et 190m d'altitude.

Dix nouveaux taxons viennent compléter la liste des Trichoptères de Kabylie à savoir : *Agapetus incertulus*, *Allotrichia pallicornis*, *Hydroptila vectis*, *Hydropsyche iberomaroccana*, *Hydropsyche fezana*, *Hydropsyche lobata*, *Hydropsyche obscura*, *Orthotrichia sp*, *Micrasema sp* et *Allogamus sp*.

La richesse spécifique et l'abondance maximale des Trichoptères sont enregistrées dans les parties supérieures des cours d'eau étudiés. Les espèces présentes sont pour la plupart rhéophiles fréquentant les cours d'eau rapides bordés d'une végétation assez dense et sténothermes : *Agapetus incertulus*, *Agapetus sp*, *Wormaldia sp*, *Cheumatopsyche sp*, *Hydropsyche fezana*, *Polycentropus kingi*, *Tinodes sp*, *Micrasema sp*, *Allogamus sp* et *Silonella aurata*.

En revanche, les zone 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 supportant mieux les élévations de température.

Les valeurs de  $H'$  et de  $E$  stationnelles varient respectivement entre un maximum de  $H'=3.12$  et  $E= 0.77$  à la station SA1 et un minimum de  $H'= 1.21$  et  $E= 0.52$  notés à la station KH2.

L'analyse biogéographique des Trichoptères étudiés 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. L'originalité réside dans la proportion élevée d'endémiques.

L'étude des facteurs environnementaux réalisés par une analyse en composantes principales (ACP) a fait apparaitre les relations existantes entre les stations et les paramètres du milieu.

La classification ascendante hiérarchique de l'ensemble des stations montre globalement deux groupes de stations :

- Groupe 1 : SAD, IG1, IG2, IG3, II, SA1, SA2 et IL stations d'altitude et de moyenne montagne caractérisées par les paramètres altitude, pente, vitesse du courant et granulométrie grossière;
- Groupe 2 : SA3, PBZ, KH1, KH2, B1 et B2 stations de basses altitudes caractérisées par les paramètres température de l'eau, substrat composé de sable, limon et de matière organique, végétation aquatique et pollution.

La distribution spatiale des espèces est précisée grâce à une analyse factorielle des correspondances (AFC) et a permis de montrer que :

Le premier groupe représenté par les stations de haute altitude (alt : 1290 - 870 m). Elles sont caractérisées par une vitesse de courant rapide à très rapide, une pente comprise entre 13 et 30%, une température de l'eau moyenne, un substrat grossier (à dominance blocs et gros galets). Ces stations présentent une faune caractéristique ou les formes sténotherme des eaux froides dominant et caractérisent parfaitement le Crénon. Il s'agit des espèces : *Agapetus incertilus*, *Agapetus sp*, *Allotrichia pallicornis*, *Wormaldia sp*, *Orthotrichia sp*, *Cheumatopsyche sp*, *Hydropsyche fezana*, *Tinodes sp*, *Polycentropus kingi*, *Micrasema sp*, *Allogamus sp* et *Silonella aurata*.

Le deuxième groupe est représenté par les stations de moyennes altitudes situées entre 370 et 710 m d'altitude. Ce groupe est composé : *Hydroptila vectis*, *Hydropsyche obscura*, *Hydropsyche gpe pellucidula*. Elles sont rhéophiles et bien connues pour leur polluo-sensibilité.

Le troisième groupe correspond au peuplement de stations à basse altitude (220 à 190m). Ces espèces sont *Hydropsyche fezana*, *Hydropsyche iberomaroccana* et *Hydropsyche lobata* et *Hydropsyche resmineda*. En effet, ces espèces tolèrent la présence de la matière organique et supportent les températures de l'eau élevées. Elles sont thermophiles et polluo-résistantes.

## Perspectives

A travers leur faune, les cours d'eau du sous bassin versant de l'oued Boubhir et du Moyen Sébaou semblent être d'un grand intérêt écologique. A la venir, il serait intéressant de prospecter de nouveaux sites pour enrichir d'avantage le présent inventaire ;

Les parties supérieures des cours d'eau (1290-1000m) doivent être impérativement protégées puisqu'elles hébergent une richesse spécifique élevée et peuvent être considérées comme zone refuge pour la plupart des espèces rhéophiles et crénobiontes.

Enfin, d'autres stations doivent aussi être prises sur l'ensemble du bassin versant de Sébaou (sous bassins versants de l'oued Aissi et de l'oued Bougdoura) pour avoir la liste la plus exhaustive que possible des Trichoptères de Kabylie.

# Références bibliographiques

**Abdesselam M., 1995.** Structure et fonctionnement d'un karst de montagne sous climat méditerranéen : exemple de Djurdjura occidental (Grande Kabylie, Algérie). Thèse doct ; Univ. Franche-Comté : 232-233p.

**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 benthique. Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle, Faculté science, Marrakech.189pp

**Angelier E ; Angelie M.L et Langa J., 1985.** Recherche sur l'écologie des hydracariens (hydrachnella, Acari) dans les eaux courantes. *Annl. Limnol.* 21(1) : 25-640.

**Arab A; Lek S ; Lounaci A et Park YS., 2004.** Spatial and temporal patterns of benthic invertebrate communities in an intermittent river (North Africa). *Ann.Limnol.int.J. Lim.* N°40(4), 317-327pp.

**Barbault R., 2008.** Ecologie générale ; structure et fonctionnement de la biosphère. Edition Dunod; 6<sup>ème</sup> édition: 390p.

**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 et Prat N ., 2004.** Trichoptera (insecta) collected in Mediterranean river basins of the Iberian Peninsula : taxonomic remarks and notes on ecology. *Article Graellsia.* 60(1): 41-69.

**Bonada N ; Zamora-Munoz C ; El Alami M ;Murria C et Prat N., 2008.**New records of trichoptera in reference mediterranean climate rivers of the Iberian Peninsula and north Africa: Taxonomical, Faunistical and Ecological aspects. *Graellsia,* 64(2):189-208pp.

**Bouzidi A., 1989.** Recherche hydrobiologiques sur les cours d'eau des massifs du haut Atlas (Maroc). Bio-écologie des macroinvertébrés et distribution spatiale des peuplements. Thèse d'Etat, Université Cadi Ayyad. Faculté des sciences. Marrakech, 199p.

**Dakki M., 1978.** Le Genre Hydropsyche au Maroc, Trichoptera Hydropsychidae. Bulletin del'Institut Scientifique. Rabat ; n°3 :111-120.

**Dakki M., 1982.** Trichoptères du Maroc. *Bull.Inst. Scie.* Rabat ; n° 6 : 139-155.

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

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

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

**Derridj A., 1990.** Etude des populations de *Cedrus atlantica* M. en Algérie. Thèse Docteur es- sciences. Paul Sabatier, Toulous : 288p.

**El-Agbani M.A., 1984.** Le réseau hydrographique du bassin versant de l'oued Bouregreg (plateau central Marocain) Essai de biotypologie- thèse dev3 ème cycle, univ. Claude Bernard, Lyon I, 1-147pp.

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

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

**Genin B ; Chauvin C et Menard F., 2003.** Cours d'eau et indices biologiques. Pollution-méthodes- IBGN. 2 ème édition, educagri : 105-108p.

**Giudicelli J et 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 Dierkunde, 54 (1) : 83-100.

**Gonzalez M. A ; Terra L. S. W ; Garcia de Jalon D et Cobo F ., 1992.** Lista faunistica y bibliografica de los Trichopteros (Trichoptera) de la peninsula Iberica e Islas Baleares. Asociacion Espanola de Limnologia, 11. 200pp.

**Hajji K ; Zamora-munoz C ; Bonnada N et 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 : 559-562pp.

**Hajji K ; El Almani M ; Bonada N et 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.

**Lavendier P., 1979.** Ecologie d'un torrent pyrénéen de haute montagne : l'Estaragne. Thèse de Doctorat sciences, uni. Paul Sabatier, Toulouse : 532p.

**Legendre L et Legendre P., 1979.** Ecologie numérique le traitement multiple des données écologique : 2ème édition Masson,Paris, 206p.

**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.

**Lounaci A., 1987.** Recherches hydrobiologiques sur les peuplements d'invertébrés benthiques du bassin de l'oued Aissi (Grande Kabylie). Thèse Magister, Université d'Alger, 133p.

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

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

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

**Ramade F., 2003.** Elément d'écologie. Ecologie fondamentale 3ème Edition, Dunod, Paris,690p.

**Rodier J., 2010.** L'analyse de l'eau. Edition DUNOD, 9<sup>ème</sup> édition, paris, 159p.

**Rufino V L.,2000.** Las Larvas de los Trichopteros de Gali Cia (insecta : Trichoptera). Tesis Doctoral. Universidade de Santaigo de compostela, Facltade de biologia,611p.

**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, 234pp.

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

**Seltzer P., 1946.** Le climat de l'Algerie. Trav. Inst . meteor. Phys. Du Globe, Univ. Alger. Fascicule hors-série : 1-219.

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

**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, 137p.

**Thomas A.G.B., 1981.** Travaux sur la taxonomie, la biologie et l'écologie d'insectes torrenticoles du Sud-Ouest de la France (Éphéméroptères et Diptères, Dixidae, Cecidomyiidae, Rhagionidae et Athericidae), avec quelques exemples de perturbations par l'homme. Tèse de Doctorat en sciences, Université de Toulouse, 330p.

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

**Vinçon G, 1987.** Comparaison de la faune benthique des vallées d'Aure et d'Ossau, en vue de l'élaboration d'une méthodologie de surveillance des cours d'eau de montagne. Thèse de Docteur ingénieur, Université Toulouse, 330p.

# Annexes

## Annexe I

**Tableau 1 :** Températures mensuelles de l'air (maximales, minimales et moyennes) en °C à Tizi-Ouzou, période 1990-2014 (Source O.N.M). Tizi-Ouzou.

Températures	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
T° moyennes des maxima	15,36	16,46	19,51	21,69	26,13	31,52	35,49	35,65	31,44	26,92	19,78	16,09
T° moyennes des minima	6,30	6,56	8,53	10,38	13,95	18,01	21,09	21,78	18,84	15,38	11,03	7,44
T° moyennes mensuelles	10,22	10,76	13,42	15,53	19,45	24,46	27,71	27,92	24,39	20,51	14,72	11,34

**Tableau 2 :** Précipitations moyennes mensuelles (en mm) à certaines localités de la région d'étude (période 2000-2010). (Source A. N. R. H) Tizi-Ouzou.

Stations	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Total
Ait Aicha (1000m)	52.65	77.04	105.15	189.81	176.73	98.61	118.20	155.53	100.59	15.11	7.37	15.56	1112.35
Tegma (950m)	61.67	93.46	168.89	210.56	208.09	127.23	116.63	150.87	89.74	13.81	6.46	11.49	1258.9
Azazga (430m)	48.69	81.84	140.64	181.36	177.73	104.51	101.41	136.23	65.34	9.2	3.5	7.1	1057.55
Boubhir (220m)	47	74.6	118.2	155.6	144.9	83	92.7	121.7	65.3	9.1	5.2	10.7	928
Total	52.5	81.37	133.22	184.33	176.86	103.33	107.23	141.08	80.24	11.8	5.63	11.21	1089.2

**Tableau 3 :** Paramètres environnementaux des stations étudiées.

Stations	Assif Ousserdoun				Assif Sahel				Assif El-Khemis				Moyenne Sebaou	
	IG1	IG2	IG3	PBZ	SAD	SA1	SA2	SA3	II	IL	KH1	KH2	B1	B2
Altitude (m)	1000	870	670	460	1200	1170	1130	430	1290	710	370	220	200	190
Pente (%)	30	24	20	8	16	13	4	5	25	14	3	1,5	1	0,8
Largeur du lit (m)	0,6	2	4	12	5	6	7	9	0,8	1,5	3	6	8	10
Vitesse du courant (cm/s)	100	80	150	100	150	130	100	80	70	75	120	100	70	60
Température moyenne (°c)	5	11,5	12,5	14	6	11	13,5	16	7	10	14	15	18	18
Végétation aquatique (%)	5	8	5	15	0	0	10	15	0	10	15	20	25	30
Galet/Gravièr (%)	85	80	80	70	90	90	80	60	90	70	50	45	25	25
Sable/Limon (%)	15	20	20	20	10	10	10	25	10	30	35	45	50	50
Matières Organiques (%)	0	0	0	10	0	0	10	15	0	0	15	10	25	25

## Annexe II

Tableau 1 : Richesse spécifique des stations étudiées.

stations	SAD	SA1	SA2	SA3	IG1	IG2	IG3	PBZ	II	IL	KH1	KH2	B1	B2
Richesse spécifique	8	16	12	7	6	8	4	3	5	5	7	5	5	4

Tableau 2 : Richesse spécifique des stations étudiées par secteurs.

Secteurs	(1000-1290m)	(370-870m)	(190-220m)
Richesse spécifique /secteur	17	14	7

Tableau 3 : abondances et occurrences des espèces.

Taxons	Ab	Ab,Rel	Oc	Oc,Re
<i>Rhyacophila munda</i>	181	15,35	13	92,85
<i>Agapetus incertulus</i>	3	0,25	1	7,14
<i>Agapetus sp</i>	52	4,41	2	14,28
<i>Allotrichia palliocornis</i>	9	0,76	3	21,42
<i>Hydroptila vectis</i>	54	4,58	6	42,85
<i>Orthotrichia sp</i>	7	0,59	2	14,28
<i>Wormalidia sp</i>	75	6,36	4	28,57
<i>Cheumatopsyche sp</i>	10	0,48	2	14,28
<i>Hydropsyche fezana</i>	98	8,31	7	50
<i>Hydropsyche iberomaroccana</i>	10	0,48	2	14,28
<i>Hydropsyche lobata</i>	199	16,87	10	71,42
<i>Hydropsyche obsura</i>	140	11,87	7	50
<i>Hydropsyche resmineda</i>	12	1,01	3	21,42
<i>Hydropsyche gpe pellucidula</i>	96	8,14	10	71,42
<i>Polycentropus kingi</i>	21	1,78	6	42,85
<i>Tinodes sp</i>	9	0,76	3	21,42
<i>Micrasema sp</i>	139	11,79	5	35,71
<i>Allogamus sp</i>	46	3,9	7	50
<i>Silonella aurata</i>	18	1,52	2	14,28