

**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 des Sciences Agronomiques*



# Mémoire

*En vue de l'obtention du Diplôme de Master En Sciences de la Nature et de la Vie  
Spécialité: Ecologie animale*

## *Thème*

***Contribution à l'étude écologique et  
biogéographique des Trichoptères de l'oued  
Ouadhias (Tizi-Ouzou)***

**Réalisé par:**

**M<sup>lle</sup> ALINI Fetta**

**&**

**M<sup>lle</sup> TITOUCHE Fazia**

**Soutenu le : 10/10/2018**

**Devant le jury composé de:**

**Présidente: M<sup>me</sup> LOUNACI-DAOUDI D. Maître assistante à l'U.M.M.T.O**

**Promotrice: M<sup>me</sup> SEKHI S. Maître assistante à l'U.M.M.T.O**

**Examinatrice: M<sup>me</sup> HAOUCHINE S. Maître assistante à l'U.M.M.T.O**

***Promotion: 2017/2018***

# *Remerciements*

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

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

*Nous exprimons également notre reconnaissance à Monsieur LOUNACI A., Professeur à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou de nous avoir accueillis dans son laboratoire.*

*Nos vives gratitudes vont également à Madame LOUNACI – DAOUDI D. Maître 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 HAOUCHINE S., maître assistante à l'UMMTO pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

*On remercie vivement Monsieur LAMINE S et Mademoiselle KACHEMIR H pour leur soutien et nous avoir accompagné et aidé sur le terrain.*

*Merci à l'ensemble des personnes du laboratoire d'Hydrobiologie pour leur gentillesse et leur aide.*

*Merci à tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail.*

# *Dédicaces*

*Avec l'aide d'ALLAH, j'ai pu réaliser ce modeste travail que Je dédie à :*

*Mes très chers parents, aucune dédicace ne saurait exprimer à juste valeur le profond amour que je vous porte, pour toutes leurs bienveillances et leurs amours, qui n'ont jamais cessé de m'encourager et de guider mes pas vers un avenir sûr. Qu'Allah le tout puissant vous garde encore longtemps parmi nous.*

*Mon très cher et unique frère Hakim et sa fiancée Kahina.*

*Mes précieuses sœurs Nadia, Celia, Koula pour leurs encouragements et leurs soutiens.*

*Menad qui a toujours été à mes côtés dans les moments les plus dures.*

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

*Toutes mes amies.*

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

*Tous les gens que je connais de près ou de loin.*

*La mémoire de tous ceux qui nous ont quittés.*

*Fetta*

# Dédicaces

*Avec l'aide d'ALLAH, j'ai pu réaliser ce modeste travail que Je dédie à:*

*Mes très chers parents, aucune dédicace ne saurait exprimer à juste valeur le profond amour que je vous porte, pour toutes leurs bienveillances et leurs amours, qui n'ont jamais cessé de m'encourager et de guider mes pas vers un avenir sûr. Qu'Allah le tout puissant vous garde encore longtemps parmi nous.*

*Ma grande sœur ZAHIA qui m'a toujours encouragé et guidé vers la voie de la réussite et son mari DJAMEL.*

*Mon très cher et unique frère TOUFIK pour son encouragement et son soutien.*

*Ma petite sœur CHERIFA pour son soutien et sa sympathies, je ne trouve pas les paroles pour exprimer mon amour envers toi ma chérie.*

*Les petits : LOKMANE et RAHMA puisse dieu vous procure santé et longue vie inchaAllah.*

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

*Yacine qui a toujours cru en moi et qui m'a tant encouragé que dieu le garde pour moi.*

*Mes amies : CELIA et IBTISSAME.*

*Mon amie intime KAHINA, pour tous ces encouragements et les bons moments qu'on a passés ensemble et toute sa famille.*

*Celle avec qui j'ai partagé ce travail je te souhaite une vie pleine d'amour, de bonheur et de réussite inchaAllah.*

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

*Fazia*

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Situation géographique de la région d'étude .....	4
<b>Figure 2</b> : Température moyennes mensuelles de l'air en (C°) (maximales, minimales et moyennes) à Tizi-Ouzou durant la période 2010-2017(source O.N.M de Tizi-Ouzou) .....	5
<b>Figure 3</b> : Précipitations moyennes mensuelles en (mm) au niveau de deux localités de la région d'étude (Ath Djemaa et Tizi-Ouzou) durant la période 2007-2013 (source A.N.R.H de Tizi-Ouzou) .....	7
<b>Figure 4</b> : Cours d'eau étudiées et emplacements des stations.....	11
<b>Figure 5</b> : Abondance des Trichoptères dans les stations étudiées.....	31
<b>Figure 6</b> : Richesse spécifique des Trichoptères aux stations étudiées .....	32
<b>Figure 7</b> : Abondance relative des Trichoptères dans les stations d'étude.....	34
<b>Figure 8</b> : Occurrence relative des Trichoptères dans les stations étudiées .....	34
<b>Figure 9</b> : Evolution des indices de SHANNON-WEAVER et d'équitabilité dans les stations étudiées.....	36
<b>Figure 10</b> : ACP représentant la distribution des paramètres environnementaux .....	45
<b>Figure 11</b> : Analyse factorielle des correspondances réalisée sur les 7 stations .....	45
<b>Figure 12</b> : Dendrogramme de la distribution des stations sur la base des variables environnementales .....	46

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Températures ponctuelles de l'eau en (°C) enregistrées aux différentes stations étudiées .....	6
<b>Tableau 2</b> : Altitude (m) et Pente (%) des stations étudiées .....	16
<b>Tableau 3</b> : Altitude, largeur du lit et vitesse du courant mesuré aux stations d'étude.....	17
<b>Tableau 4</b> : Nature du substrat dans les stations étudiées .....	18
<b>Tableau 5</b> : Répartition des Trichoptères dans les stations d'étude .....	30
<b>Tableau 6</b> : Indices de diversité H' et E .....	36
<b>Tableau 7</b> : Caractéristiques environnementales des 7 stations étudiées .....	43

# Liste des photographies

<b>Photo 1:</b> Station O <sub>1</sub> .....	12
<b>Photo 2:</b> station O <sub>2</sub> .....	12
<b>Photo 3:</b> station O <sub>3</sub> .....	13
<b>Photo 4:</b> Station O <sub>4</sub> .....	14
<b>Photo 5:</b> Station O <sub>5</sub> .....	14
<b>Photo 6:</b> Station O <sub>6</sub> .....	15
<b>Photo 7:</b> Station O <sub>7</sub> .....	16
<b>Photo 8:</b> Exemples de larves de Trichoptères (a- avec fourreau ; b- sans fourreau) .....	26
<b>Photo 9:</b> Adulte de Trichoptère .....	27

# Sommaire

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Présentation générale de la région d'étude</b>	
1.1. Situation géographique de la région d'étude .....	3
1.2. Structure géologique.....	3
1.3. Climatologie .....	4
1.3.1. Températures .....	5
1.3.1.1. Températures de l'air.....	5
1.3.1.2. Température de l'eau.....	6
1.3.2. Précipitations .....	6
1.4. Couvert végétal .....	8
1.5. Perturbations anthropiques .....	8
<b>Chapitre II : Sites et méthodes d'étude</b>	
2.1. Description des cours d'eau et des stations d'étude .....	10
2.1.1. Assif Ath Bouaddou.....	11
2.1.2. Assif Agouni Gueghrane .....	13
2.1.3. Assif Ouadhias.....	15
2.2. Caractéristique physiques des stations étudiées .....	16
2.2.1. La pente.....	16
2.2.2. La vitesse du courant .....	17
2.2.3. Le substrat.....	18
2.3. Matériels et méthodes d'échantillonnage .....	18
2.3.1. Prélèvement des échantillons.....	19
2.3.2. Conservation des échantillons .....	19
2.3.3. Lavage, tri et détermination.....	20
2.4. Méthode d'analyse de la faune trichoptérologique .....	20
2.4.1. Indices de diversité .....	20

2.4.1.1. Richesse spécifique (S).....	20
2.4.1.2. Abondance relative des espèces.....	21
2.4.1.3. Occurrence des espèces .....	21
2.4.1.4. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H') .....	22
2.4.1.5. Equitabilité.....	22
2.4.2. Traitement statistique des données .....	23
2.4.3. Logiciels de calcul .....	23
<b>Chapitre III : Les Trichoptères</b>	
3.1. Généralités sur les Trichoptères .....	25
3.1.1. Description.....	25
3.1.1.1. La larve .....	25
3.1.1.2. La nymphe.....	26
3.1.1.3. L'adulte .....	27
3.1.2. Biologie et écologie des Trichoptères.....	27
3.2. Analyse du peuplement trichoptérologique.....	28
3.2.1. Abondance stationnelle des espèces .....	31
3.2.2. Richesse spécifique.....	32
3.2.3. Abondance et fréquence relatives des espèces .....	33
3.2.4. Limites altitudinales des espèces .....	34
3.2.5. Etude de la Diversité.....	35
3.2.6. Autoécologie des espèces inventoriées.....	36
3.2.7. Biogéographie des espèces recensées .....	42
3.3. Structure des communautés.....	42
3.3.1. Structure mésologique .....	43
3.4. Discussion.....	47
<b>Conclusion .....</b>	<b>49</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>50</b>
<b>Annexes</b>	

# **Introduction**

L'Algérie du Nord, par son relief et son climat, offre des conditions de vie aquatique très diverses où se rencontrent des biocénoses intéressantes par leur composition et leur caractère écologique.

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 faciès, 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 où à leur biogéographie (MORTON, 1896 a, 1896 b; NAVAS, 1917, 1928; LESTAGE, 1925; GAUTHIER, 1928; SEURAT, 1930; VAILLANT, 1954, 1955).

Plus récemment, MALICKY & LOUNACI (1987) ont réalisé un travail sur les Trichoptères d'Algérie et de Tunisie. Ainsi une liste de 33 taxa appartenant à 11 familles et 20 genres a été établie pour l'Algérie dont six espèces nouvelles pour la science: *Rhyacophila urgl*, *Hydropsyche artax*, *Hydropsyche morla*, *Thremmasardoum africanum*, *Athripsodes ygramul* et *Oecetis uyulal*.

En 2004, le travail d'ARAB *et al* sur l'oued Chiffa ont récolté cinq espèces de Trichoptères: *Agrulea sp*, *Hydropsyche exocellata*, *Hydropsyche maroccana* considérés comme nouvelles citations pour l'Algérie.

Pour la Kabylie du Djurdjura, LOUNACI *et al.*(2000 a)et LOUNACI (2005) ont signalé 26 espèces déjà citées dans la littérature.

En fin, les récoltes de Trichoptères faites par SEKHI *et al.* (2016) en Grande- Kabylie sont intéressantes puisque deux genre (*Micrasema*, *Allogamus*) et deux espèces (*Agapetus incertulus*, *Hydropsyche ibero maroccana*) 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 objet l'analyse de la répartition des Trichoptères recensées en relation avec l'habitat et l'altitude et doit contribuer à une meilleure connaissance de l'écologie des espèces de cet ordre et leurs distribution et de déterminer l'organisation spatiale et la structure des communautés en fonction des caractéristiques environnementales.

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

- Le premier est consacré à la présentation générale de la région d'étude.
- Le deuxième traite la description des sites d'étude, les techniques d'échantillonnage et les méthodes d'analyse de la faune trichoptérologique.
- Le troisième chapitre qui représente la majeure partie de ce travail est consacré à l'étude des Trichoptères.

# **Chapitre I**

## **Présentation générale de la région d'étude**

### 1.1. Situation géographique de la région d'étude

La Kabylie du Djurdjura constitue notre région d'étude. Elle est située dans le centre Nord d'Algérie, à 100 km à l'Est d'Alger et à moins de 50 km au Sud du littoral méditerranéen (figure 1). Elle s'étend d'Ouest en Est entre Thenia et Bejaia et du Nord au Sud entre la mer méditerranéenne et le Djurdjura. Elle comprend une chaîne côtière de moyenne montagne (alt. 800 m) qui s'étend de Dellys à Azeffoun et la chaîne du Djurdjura qui s'élève jusqu'à une altitude de 2308 m.

Dans l'impossibilité d'étudier tous les cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura, notre intérêt s'est porté sur l'un des réseaux hydrographiques du sous-bassin versant de l'Oued Aissi à savoir Oued Ouadhias.

### 1.2. Structure géologique

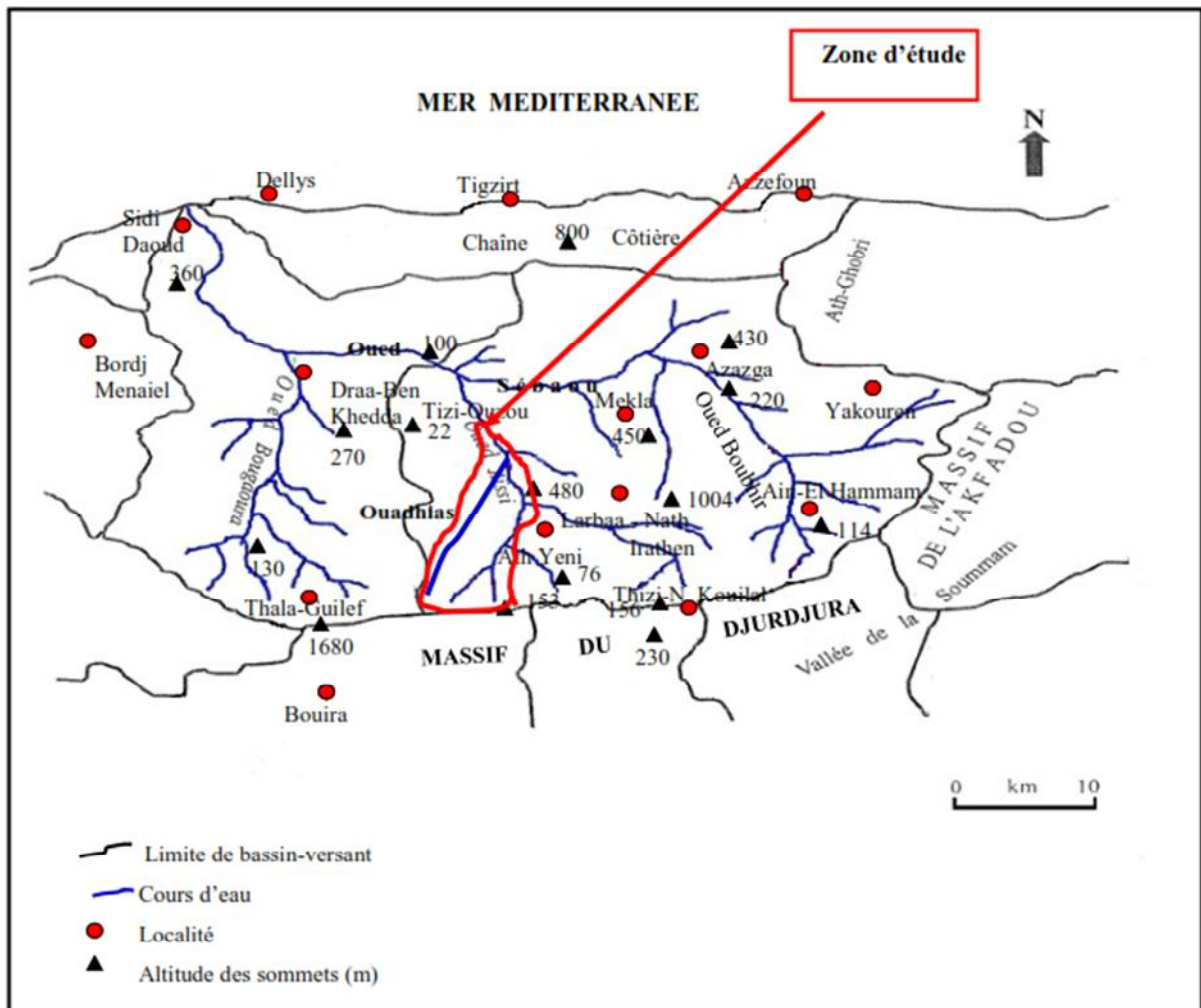
La lithologie associée à la tectonique ont imposé à la grande Kabylie une topographie particulière et des formations géologiques imperméables, ce qui participe à l'évacuation rapide des eaux de surface vers l'embouchure. YAKOUB, (1996), relève une large répartition du socle cristallophyllien entouré d'un ensemble sédimentaire composé essentiellement d'argile, de marnes, de calcaire et de flysch.

Les formations géologiques essentielles qui constituent la Kabylie sont les suivant :

❖ **La chaîne du Djurdjura:** forme l'élément principal d'une grande unité structurale dite « chaîne calcaire Kabyle » présente un faciès principal composé essentiellement de terrains calcaires, de roches cristallines et cristallophylliennes de nature magmatique (granites et pegmatite) et métamorphiques (micaschistes et quartzites), qui lui confèrent une grande résistance à l'érosion linéaire mais fortement karstifié.

❖ **Le socle métamorphique:** Il est représenté par divers formations cristallophylliennes: les orthogénéis inférieures, les marbres, les micaschistes, les orthogénéis supérieures et les schistes. De par sa topographie, le socle Kabyle favorise la convergence des eaux de pluies vers les principaux affluents de l'Oued Sébaou (YAKOUB, 1985).

❖ **Les dépressions sédimentaires:** Elles correspondent à d'étroites vallées intra montagneuses. Elles sont représentées essentiellement par celles des Ouacifs et de Meschtras creusées au pied du Djurdjura à de très basses altitudes (300 à 400 m) ainsi que la dépression principale du col de Tirourda, qui se maintient à 1956 m.



**Figure 1 :** Situation géographique de la région d'étude

### 1.3. Climatologie

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution des êtres vivants (FAURIE *et al.*, 1980). En Algérie le climat se distingue par une influence marine au Nord et par une tendance continentale subdésertique provenant du Sud. Les vents prédominants sont de direction Nord et Nord-Est.

La Kabylie se trouve sous l'influence du climat méditerranéen. Ce dernier est caractérisé par la sécheresse de la saison estivale (sécheresse totale bien marquée de juillet à septembre) et des hivers relativement humides avec des précipitations torrentielles à grandes irrégularités interannuelles (ABDESSELAM, 1995).

### 1.3.1. Températures

#### 1.3.1.1. Température de l'air

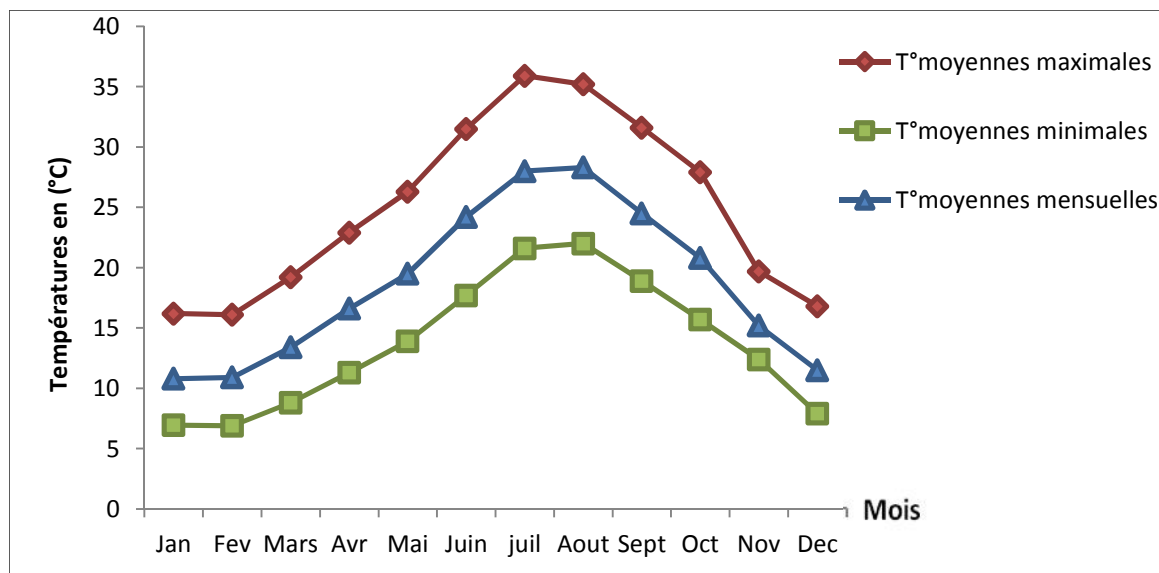
La température est un facteur écologique important dans l'établissement du bilan hydrique (DAJOZ, 1979). Elle est considérée comme un facteur limitant car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (RAMADE, 1984).

Dans l'annexe I, nous reportons les valeurs moyennes mensuelles, minimales et maximales des températures de l'air enregistrées à Tizi-Ouzou durant la période allant de 2010 à 2017. (Source : Office National de la Météorologie de Tizi-Ouzou).

Une des caractéristiques thermiques de la région d'étude est l'écart élevé entre la température moyenne minimale ( $m=6,9\text{ °C}$ ) du mois le plus froid (février) et la température moyenne maximale ( $M=35,9\text{ °C}$ ) du mois le plus chaud (juillet). Cet écart peut atteindre  $29\text{ °C}$ .

La lecture de la figure 2 montre que :

- Les mois de juillet et août peuvent être considérés comme les mois les plus chauds. Leurs températures moyennes maximales enregistrées sont respectivement :  $35,9\text{ °C}$  et  $35,2\text{ °C}$ .
- Les mois de décembre, janvier et février sont les mois les plus froids. Leurs températures moyennes minimales enregistrées sont respectivement:  $7,9\text{ °C}$ ;  $6,95\text{ °C}$  et  $6,9\text{ °C}$ .



**Figure 2 :** Température moyennes mensuelles de l'air (en °C) (maximales, minimales et moyennes) à Tizi-Ouzou durant la période 2010-2017(source O.N.M de Tizi-Ouzou).

### 1.3.1.2. Température de l'eau

La température de l'eau est un facteur vital et déterminant de la survie de la faune aquatique. Elle varie régulièrement d'amont en aval et elle intervient dans le développement et la composition faunistique d'un cours d'eau.

Le régime thermique des stations est déterminé par une combinaison de paramètres tels que: la température atmosphérique, l'altitude, la distance à la source, le régime hydrologique, la saison, la largeur du lit et l'ensoleillement qui dépend de la ripisylve. Dans les eaux courantes, les variations des températures de l'eau suivent généralement celles de l'air. En effet, de nombreux auteurs renvoient la répartition de la faune benthique dans les cours d'eau à l'action de la température. DECAMPS (1967) a montré que le régime thermique associé à l'altitude constitue le facteur responsable de la répartition des Trichoptères.

Dans le cadre de ce travail, devant l'impossibilité de réaliser des mesures journalières de la température, nous nous sommes contentés de réaliser des relevés ponctuels à l'aide d'un thermomètre à mercure dans les stations étudiées. Les valeurs ponctuelles enregistrées sont données à titre indicatif dans le tableau 1.

**Tableau 1 :** Températures ponctuelles de l'eau en (°C) enregistrées aux différentes stations étudiées.

Stations	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>	O <sub>5</sub>	O <sub>6</sub>	O <sub>7</sub>
Altitudes(m)	850	500	1040	950	600	290	200
Température (°C)	16	19	12	15	18	20	21

**N B :** Pour la description des stations, se conférer au chapitre 2, pages (12-16).

### 1.3.2. Précipitations

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale. Elle est caractérisée par une répartition inégale d'une région à une autre et d'une saison à une autre. Les pluies interviennent principalement en automne, en hiver et au printemps, l'été est généralement sec. C'est d'ailleurs une caractéristique du climat méditerranéen (EMBERGER, 1971).

Les auteurs ayant étudiés le climat de l'Algérie citent la Kabylie de Djurdjura parmi les régions les plus arrosées. Ainsi, CHAUMONT & PAQUIN (1971), DERRIDJ (1990) et ABDESSELAM (1995) notent une pluviométrie variant de 1500 mm à 2000 mm /an dans le

Djurdjura (altitude >1000m), tandis que dans les piémonts et plaines, les précipitations oscillent entre 800 mm et 900 mm/an.

Les données pluviométriques enregistrées dans les localités environnantes de la région d'étude (Ath-Djemaa, Tizi-Ouzou), pour la période 2007-2013, sont portées dans l'annexe 2.

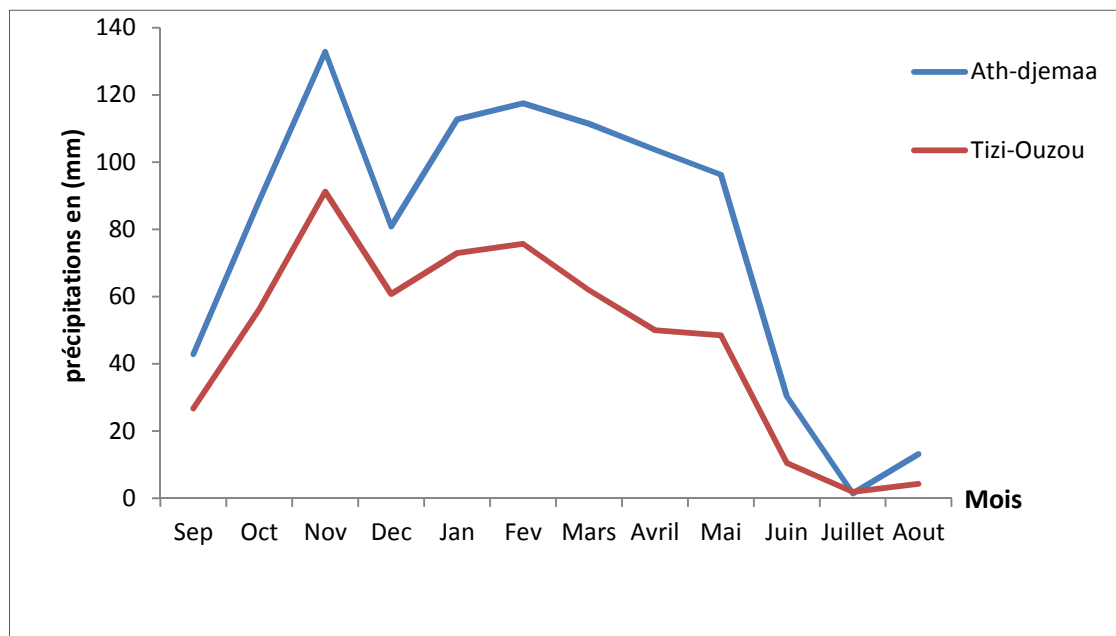
Elles nous ont été fournies par l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (A.N.R.H) de Tizi-Ouzou.

La moyenne annuelle calculée (période 2007-2013) est de 931,74 mm pour la région d'Ath Djemaa et de 560,71 mm pour la région de Tizi-Ouzou.

La lecture de la figure 3 montre que les précipitations moyennes mensuelles présentent dans l'ensemble un même profil pluviométrique malgré l'importance de leur variation d'un mois à l'autre.

Les précipitations les plus importantes s'observent de novembre à mai avec un maximum en novembre et février: respectivement Ath-Djemaa 132,9 mm et 117,5 mm et Tizi-Ouzou 91,2 mm et 75,7mm.

Ces précipitations diminuent ensuite progressivement pour atteindre une valeur de l'ordre de 1,4 mm en juillet et reprennent en septembre.



**Figure 3 :** Précipitations moyennes mensuelles en (mm) au niveau de deux localités de la région d'étude (Ath Djemaa et Tizi-Ouzou) durant la période 2007-2013 (source A.N.R.H de Tizi-Ouzou).

#### 1.4. Couvert végétal

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

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

- En altitude supérieur à 1100 m, une forêt mixte, des sommets couverts par des pelouses écorchées à xérophytes épineux et rampants : ronces (*Rubus sp*), genets (*Genista sp*) et quelques pieds de cèdres (*Cedrus atlantica*) ;
- En altitude inférieur à 1100m, la végétation est formée essentiellement de chêne vert (*Quercus rotundifolia*), de chêne liège (*Quercus suber*) et de frêne (*Fraxinus sp*). Ce sont des feuillus qui empêchent le réchauffement de l'eau en été ;
- En moyenne montagne (altitude inférieur à 800m), on rencontre des arbres du domaine agricole (*Cultures fruitières*) comme l'olivier (*Olea europea*), le figuier (*Ficus carica*), le grenadier (*Punica granatium*) et le cerisier (*Prunus cerasus*) ;
- En plaines, les formations végétales sont présentées essentiellement par des vergers: pommiers, poiriers, figuiers, orangers...
- Près des cours d'eau, la végétation constitue une importante ressource en matière organique nécessaire pour la faune aquatique. Les strates arborescentes et arbustives (lentisque, aulne, laurier rose, roseau, peupliers...) sont importantes pour diminuer le réchauffement des eaux en période estivale.

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

#### 1.5. Perturbations anthropiques

Aujourd'hui, la pollution atteint une bonne partie des réseaux hydrographique de la Kabylie. Cela résulte de l'accroissement de la population, de l'industrie, de l'intensification de l'agriculture et de la surexploitation des ressources d'eau douce.

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

Dans la partie amont, les agglomérations sont de petites tailles où les activités humaines ont conservé un caractère traditionnel. Les principales sources de pollution enregistrées sont d'origine domestique, causées par l'élevage et le pompage des eaux pour l'irrigation. Leurs impacts potentiels sur les cours d'eau devraient être relativement faibles.

Dans la partie aval, l'utilisation en excès d'engrais chimiques, d'herbicides et d'insecticides est responsable de nombreux polluants dans les cours d'eau. Ces produits induisent une dégradation de la qualité des eaux souterraine et de surface.

De plus le développement des surfaces irriguées, entraîne la multiplication des points de pompage d'eau. En période estivale, la baisse du débit cumulée à l'infiltration, l'évaporation et au pompage des eaux de surface entraînent la mise à sec de portions importantes des cours d'eau.

A ces perturbations s'ajoute l'extraction de sable et de graviers dans les cours d'eau, qui déstabilise le fond du lit avec une modification de sa morphologie ainsi qu'une mise en suspension des éléments fins.

# **Chapitre II**

## **Sites et méthodes d'étude**

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

Dans le cadre de ce travail, notre intérêt s'est porté sur assif Ouadhias, l'un des trois principaux affluents de l'oued Aissi, il coule en orientation Sud-Nord sur une distance de 20 km entre 180 m et 100 m d'altitude. Il reçoit l'ensemble des affluents provenant des sous-bassins versants Assif Larbâa, Assif El Djmâa et Assif Ouadhias ce dernier collecte l'ensemble des écoulements en provenance de la dorsale médiane du Djurdjura Il résulte de la confluence des oueds « Ath Bouaddou » et « Agouni Gueghrane » au lieu-dit « Thamda Erahma ».

Parmi les stations prospectées, sept ont été retenues le long du réseau hydrographique des Ouadhias (figure 4). Le choix de ces stations est fait en tenant compte de quelques paramètres tels que: l'altitude, la distance à la source, la pente, nature du substrat, l'amont et aval des agglomérations, et dans une certaine mesure, la régularité de la répartition des stations le long des cours d'eau. Ce choix est aussi conditionné par l'accessibilité aux stations.

Les stations retenues se répartissent comme suit :

- deux stations sont situées sur Assif Ath Bouaddou : O1 et O2;
- trois stations sur Assif Agouni Gueghrane : O3, O4 et O5;
- deux stations sur Assif Ouadhias : O6 et O7.

Vu les pluies diluviennes qui ont eu lieu cette année en particulier pendant les mois de mars, avril et Mai, nous n'avons pu réaliser qu'une seule campagne de prélèvement le 21 juin 2018.

Les stations d'étude sont indiquées par des carrés sur la figure 4.

Pour chaque station étudiée, nous indiquons :

- la localité la plus proche;
- l'altitude;
- la pente de la station;
- la largeur moyenne du cours d'eau;
- la profondeur moyenne de la lame d'eau;
- température de l'eau;
- la vitesse du courant;
- la nature du substrat;

- la végétation;
- l'influence anthropique lorsqu'il y'en a.

### 2.1.1. Assif Ath Bouaddou

Il prend naissance à 1100 m d'altitude à partir des sources et des ruisseaux alimentés par les eaux de pluies et de fonte de neige au niveau du Djbel d'Ath Bouadou (Djurdjura). De pente moyenne de 10.5 % et d'une largeur pouvant atteindre 7 m, il coule en orientation Sud /Nord-Est sur une distance de 12 km entre 1100 m et 380 m d'altitudes avant de se jeter dans l'Assif Ouadhias.

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

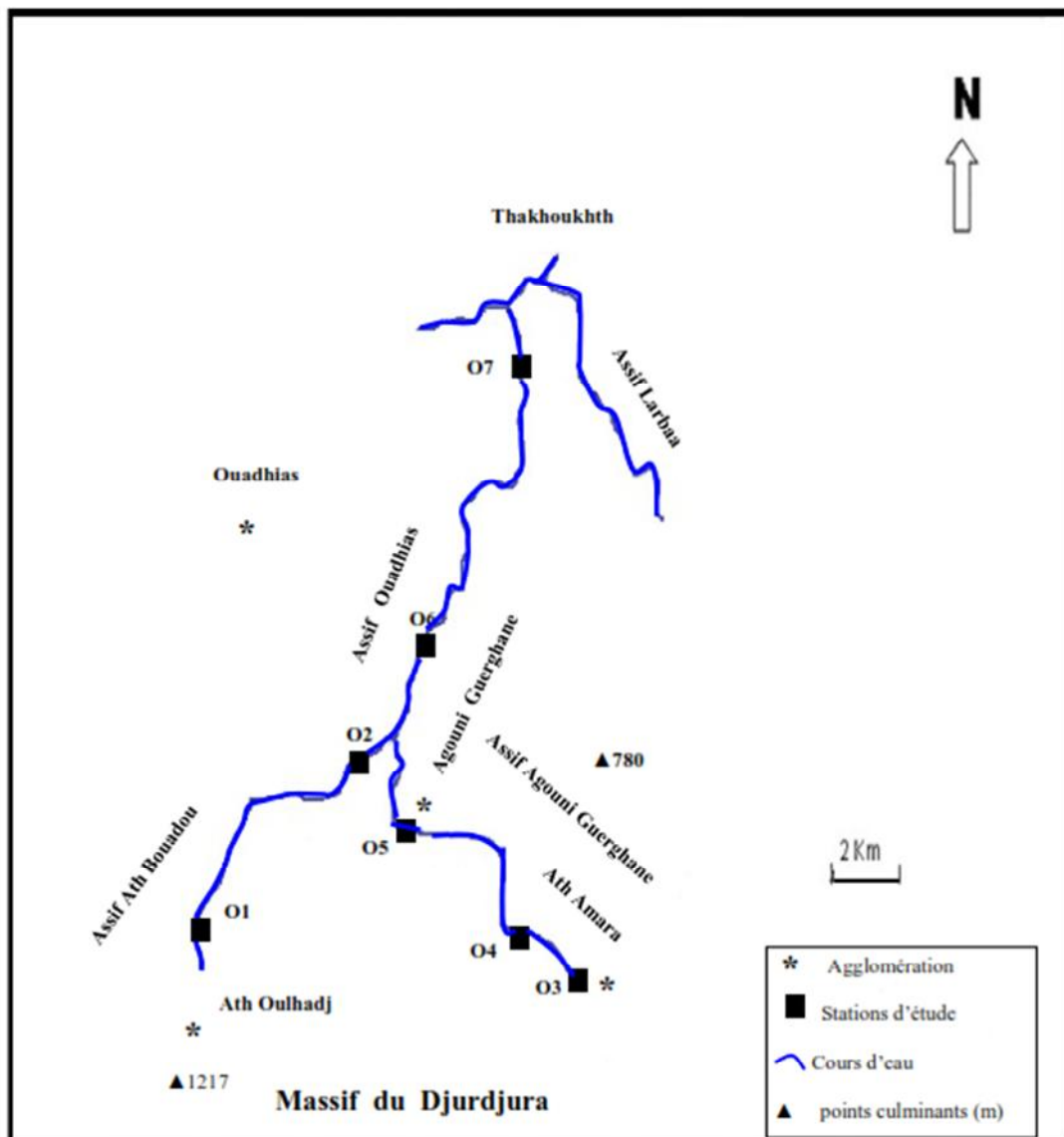


Figure 4 : Cours d'eau étudiés et emplacement des stations

**❖ Station O<sub>1</sub>(photo 1)**

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

- altitude: 850 m;
- pente de la station: 15 %;
- largeur du lit: 6 m;
- profondeur moyenne de la lame d'eau : 40 cm;
- température de l'eau: 16°C ;
- vitesse du courant: rapide;
- nature du substrat: blocs, roches, graviers et galets;
- végétation aquatique: mousses et débris végétaux;
- végétation bordante: strates arborée et arbustive;
- recouvrement: 50 % ;
- action anthropique: la baignade.



**Photo 1: Station O<sub>1</sub>**

**❖ Station O<sub>2</sub> (photo 2)**

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

- altitude: 500m;
- pente de la station: 9,5 %;
- largeur du lit: 7 m;
- profondeur moyenne de la lame d'eau: 50 cm;
- température de l'eau: 19°C;
- vitesse du courant: rapide;
- nature du substrat: gros galets, blocs, sable et matière organique;
- végétation aquatique: mousses et débris végétaux;
- végétation bordante: strates arborée, arbustive et herbacée ;



**Photo 2: Station O<sub>2</sub>**

- recouvrement: 60%
- action anthropique: rejets urbains par les villages d'Ath El-kaid, baignade, pompage de l'eau pur l'irrigation.

### 2.1.2. Assif Agouni Guehrane

C'est un cours d'eau de montagne qui prend naissance à 1250 m d'altitude, il collecte l'ensemble des écoulements en provenance de Djebel Agouni Guehrane. Sa pente est de l'ordre de 11,5 % et sa largeur peut atteindre 3,5 m dans certaines endroits, il coule en orientation Sud/Nord-Ouest sur une distance de 16Km entre 1250 m et 380 m d'altitude, avant de rejoindre Aassif d'Ath Bouaddou au lieu-dit « Thamda Erahma ».

Trois stations sont retenues dans ce cours d'eau : O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub>, O<sub>5</sub>.

#### ❖ Station O3 (photo 3)

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

- altitude: 1040 m;
- pente de la station: 19,5 %;
- largeur du lit: 2m;
- profondeur moyenne de la lame d'eau: 20cm;
- température de l'eau: 12°C;
- vitesse du courant: rapide;
- nature du substrat: blocs, gros galets et galets ;
- végétation aquatique : débris végétaux, mousse;
- végétation bordante: strates arborée et herbacée;
- action anthropique: pompage de l'eau pour l'irrigation.



**Photo 3: Station O3**

❖ **Station O<sub>4</sub> (photo 4)**

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

- altitude: 950 m;
- pente de la station: 19 %;
- largeur du lit: 2,5 m;
- profondeur moyenne de la lame d'eau: 30 cm;
- température de l'eau: 15°C;
- vitesse du courant: rapide;
- nature du substrat: gros galets, blocs, graviers, limons et dépôt de matière organique;
- végétation aquatique: mousses, débris végétaux;
- végétation bordante: strates arborée et herbacée;
- recouvrement: 50% ;
- action anthropique : pâturage, rejets d'un poulailler en amont.



**Photo 4 : Station O<sub>4</sub>**

❖ **Station O<sub>5</sub> (photo 5)**

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

- altitude: 600 m;
- pente de la station: 11 %;
- largeur du lit: 3,5 m;
- profondeur moyenne de la lame d'eau: 40 cm;
- température de l'eau: 18°C;
- vitesse du courant: rapide;
- nature du substrat: galets, blocs, graviers et sables;
- végétation aquatique: quelques mousses;
- végétation bordante : strates arborée, arbustive et herbacée.



**Photo 5 : Station O<sub>5</sub>**

- recouvrement: 70%;
- action anthropique : rejets urbains.

### 2.1.3. Assif Ouadhias

Il prend naissance au point de confluence des Assifs Ath Bouaddou et Agouni Gueghrane au lieu-dit « Thamda Erahma », doté d'une pente moyenne de l'ordre de 2 % et la largeur de son lit peut atteindre à certains endroits 9 m. Il coule en orientation sud/nord-est entre 380 m et 180 m d'altitude sur une distance de 12 km avant de se jeter dans l'Oued Aissi.

Deux stations sont retenues dans ce cours d'eau: O6, O7.

#### ❖ Station O6 (photo6)

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

- altitude: 290 m;
- pente de la station: 3 %;
- largeur du lit: 4 m ;
- profondeur moyenne de la lame d'eau: 35cm;
- température de l'eau: 20°C;
- vitesse du courant: rapide;
- nature du substrat: blocs, graviers, sables, limons et matière organique;
- végétation aquatique: mousses et débris végétaux;
- végétation bordante: strates arborée et herbacée;
- recouvrement:80%
- action anthropique: rejets domestiques.



**Photo 6 : Station O<sub>6</sub>**

❖ **Station O7(photo7)**

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

- altitude: 200m.
- pente de la station: 1,5 %;
- largeur du lit: 6 m;
- profondeur moyenne de la lame d'eau: 40 cm;
- température de l'eau: 21°C;
- vitesse du courant: moyenne;
- nature du substrat : graviers, sables et limons;
- végétation aquatique: mousses et algues filamenteuses;
- végétation bordante: strate arbustive éparse et n'assure aucun recouvrement;
- action anthropique: rejets domestiques, extraction de sable, pâturage et pompage de l'eau pour l'irrigation.



**Photo 7 : Station O<sub>7</sub>**

## 2.2. Caractéristiques physiques des stations étudiées

### 2.2.1. La pente

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

Les altitudes et les pentes qui correspondent aux stations des cours d'eau étudiés sont illustrées dans le tableau 2.

**Tableau 2** : Altitude (m) et Pente (%) des stations étudiées.

Stations	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7
Altitude (m)	850	500	1040	950	600	290	200
Pente (%)	15	9,5	19,5	19	11	3	1,5

La lecture du tableau 2 montre que les secteurs les plus pentus correspondent aux stations amont situées entre 850 m et 1040 m d'altitude avec des pentes comprise entre 15 et 19,5 %.

Le secteur des stations O<sub>2</sub> et O<sub>5</sub> dont l'altitude est comprise entre 500 et 600 m, la pente est moyenne (9,5 et 11 %).

Dans les basses altitudes (200-290) et les zones de piémont, le profil est régulier ; on assiste à une rupture de pente et à l'élargissement des cours d'eau. Les pentes varient entre 1,5 et 3% (secteur des stations O<sub>6</sub> et O<sub>7</sub>).

### 2.2.2. La vitesse du courant

La vitesse du courant est considérée comme un facteur qui agit sur la répartition des peuplements aquatiques. Elle dépend du débit, 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.

Les mesures de vitesse du courant 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 relevés de la vitesse de l'eau, qui ne présentent que des valeurs indicatrices, sont portés sur le tableau 3. 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 100cm/s.

**Tableau 3 :** Altitude, largeur du lit et vitesse du courant mesuré aux stations d'étude.

Stations	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>	O <sub>5</sub>	O <sub>6</sub>	O <sub>7</sub>
Altitude (m)	850	500	1040	950	600	290	200
Largeur du lit (m)	6	7	2	2,5	3,5	4	6
Vitesse du courant (cm/s)	100	80	90	75	70	75	40

La vitesse du courant varie d'une station à l'autre, elle est rapide dans les stations d'altitudes et du piémont: (O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub>, O<sub>5</sub> et O<sub>6</sub>) ce qui est dû essentiellement à la période d'échantillonnage qui coïncide avec la fonte des neiges et les précipitation importantes qui ont eu lieu cette année, moyenne dans la station O<sub>7</sub> (la plus basse station du cours d'eau étudié) car l'eau coule sur un lit large et relativement plat avec une faible pente de l'ordre de 1,5 %. En effet, la vitesse du courant est ralentie de l'amont à l'aval du faite de la pente qui est plus élevée en amont et plus faible en aval d'où l'élargissement du lit.

### 2.2.3. Le Substrat

Le substrat joue un rôle important dans la répartition de la faune benthique, car la diversité de la communauté reflète la diversité des substrats qui confère un habitat, un abri et un support de ponte pour la faune qui y vit. Les cours d'eau étudiés présentent une grande variété d'habitats.

Le substrat est composé principalement de rochers, de galets, sable, limons et de débris végétaux. Les mousses et les végétaux sont considérés comme abris, support inerte car ils servent également comme ressource trophique pour les invertébrés benthiques qui sont intimement associés au substrat pendant une partie de leur vie.

La distribution des stations en fonction de l'altitude et de la nature du substrat (tableau 4) montre une hétérogénéité du substratum au sein de tous les étages altitudinaux. Au niveau des sources et des stations d'altitude, le substrat est à dominance gros galets et de graviers. En revanche, dans les stations de basse altitude, il est plutôt à dominance de sable et de limons.

**Tableau 4 :** Nature du substrat dans les stations étudiées.

Stations	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7
Galets-Graviers (%)	90	75	90	80	70	50	25
Sable-Limons (%)	10	15	10	10	30	30	50
Matière Organique (%)	0	10	0	10	0	20	25
Végétation aquatique (%)	10	20	5	15	10	25	30

### 2.3. Matériels et méthodes d'échantillonnage

Les écosystèmes peuvent être considérés comme des milieux hétérogènes que l'on peut assimiler à des mosaïques d'habitats aux conditions environnementales différentes.

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

Le but de l'échantillonnage est de rassembler la plus grande diversité faunistique représentative des habitats à étudier et obtenir un maximum d'individus représentant les différents taxons présents dans les cours d'eau.

### **2.3.1. Prélèvement des échantillons**

En milieu lotique, les prélèvements semi-quantitatifs ont été réalisés à l'aide d'un filet Surber dans des zones peu profondes (inférieure à 40 cm). Le filet est formé d'un cadre métallique carré de 25 cm de diamètre et prolongé d'une toile de 1 m de long et de 275  $\mu$  de vide de maille. Il permet ainsi de retenir des espèces de petites tailles sans crainte de colmatage rapide sur des substrats de galets, de graviers, de sable et de limons.

Le filet 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 file.

En milieu lentique, le dispositif utilisé pour la récolte du matériel biologique est le filet troubleau, ce dernier est à manche et présente une ouverture circulaire de 30 cm de diamètre.

On drague au filet les fonds sablonneux et limoneux-vaseux en faisant des aller et retours sur une distance d'un mètre environ.

Des prélèvements qualitatifs ont été rajoutés dans les deux faciès pour permettre de récupérer le maximum de faune occupant la mosaïque d'habitats dans chaque station.

#### **❖ Chasse d'adultes**

La chasse d'imagos est bien une étape souvent importante pour l'identification spécifique de certains taxons difficile à identifier au stade larvaire.

La chasse de ces adultes est effectuée en bordure des cours d'eau sur la végétation et sur les pierres, les insectes repérés 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 %.

### **2.3.2. Conservation des échantillons**

Chaque prélèvement benthique récolté est transféré dans des sachets en plastique, puis

fixé dans du formol à 8 % sur lieu même du prélèvement. L'étiquetage est indispensable, au crayon à papier, où sont notés la date, le nom de la station et le type de prélèvement réalisé.

### 2.3.3. Lavage, 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 de mailles de tailles décroissante (5 à 0,2 mm) afin d'éliminer au maximum le substrat fin restant et les éléments grossiers (graviers, plantes, feuilles...). Le contenu des tamis est ensuite versé dans une bassine puis transvasé dans des béciers de 250 ml.

Un pré-tri et une identification de la faune jusqu'à la famille est faite sous la loupe binoculaire. Les organismes sont manipulés à l'aide de pinces fines dans des boîtes à pétri à fond quadrillé.

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

Les Trichoptères inventoriés sont déterminés jusqu'à l'espèce à l'aide de clés de détermination spécifiques, MALICKY (1983), RUFINO VIERA LANIRO (2000) et TACHET *et al.* (2000).

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

### 2.4.1. Indices de diversité

Ce sont des expressions mathématiques qui renseignent le mieux sur la structure du peuplement. Elles permettent d'avoir rapidement une évaluation de la diversité du peuplement. Ces indices ont pour intérêt de rendre compte de l'abondance relative de chaque espèce, de comparer entre des peuplements et comment ceux-ci évoluent dans l'espace et dans le temps (DAJOZ, 1985).

#### 2.4.1.1. Richesse spécifique

L'étape de base dans l'étude des communautés consiste à obtenir la richesse spécifique ou taxonomique, c'est-à-dire le nombre total d'espèces effectivement présents sur un site à un moment donné (BOULUNIE *et al.*, 1998 ; RAMADE, 2003).

La richesse spécifique est considérée comme étant la première perception du milieu qui nous indique que plus il y a de taxons distincts (espèces, genres, familles..), plus la diversité est grande.

### 2.4.1.2. Abondance relative des espèces

L'abondance est un paramètre important pour la description d'un peuplement. Il représente le nombre d'individus du taxon (i) présent par unité de surface ou de volume (RAMADE, 2003). Il est variable aussi bien dans l'espace que dans le temps.

L'abondance relative est un rapport exprimé en pourcentage représente le nombre d'individus d'une espèce rapporter ou nombre totale des individus de tous les espèces.

Elle est calculée avec la formule suivante :

$$P_i = n_i / N * 100$$

**P<sub>i</sub>** : Représente la probabilité de rencontre de l'espèce de rang « i ».

**n<sub>i</sub>** : Nombre d'individus de l'espèce de rang « i » (taxon) dans l'échantillon.

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

Ces abondances relatives sont réparties en 5 classes :

- 0 à 20 % espèce rare.
- 20 à 40 % espèce rare et dispersée.
- 40 à 60 % espèce peu abondante.
- 60 à 80 % espèce abondante.
- ≥ 80 % espèce très abondante.

### 2.4.1.3. Occurrence des espèces

Appelée aussi indice de constance au sens de DAJOZ (1985), la fréquence d'occurrence est le rapport, exprimé en pourcentage, entre le nombre de relevés (P<sub>i</sub>) où l'on trouve l'espèce (i) et le nombre total de relevés réalisés (P) dans une même station.

Elle est calculée par la formule :

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

**P<sub>i</sub>** = 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

#### 2.4.1.4. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

De tous les indices, la formule de Shannon-Weaver est l'indice le plus utilisé, il exprime le mieux la diversité des peuplements. Il présente l'avantage de n'être subordonné à aucune hypothèse préalable sur la distribution des espèces et des individus (BLONDEL, 1979 ; LEGENDRE & LEGENDRE, 1979 ; BARBAULT, 1981).

L'indice de Shannon-Weaver  $H'$  (SHANNON & WEAVER, 1963) convient bien à l'étude comparative de communautés car il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon. Il coordonne à la fois l'abondance et la richesse spécifique.

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

Il a pour expression :

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

$N$  = nombre total d'individus

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

#### 2.4.1.5. Equitabilité (PIÉLOU, 1969)

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

On peut calculer l'équitabilité à partir de 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 de richesses spécifiques différentes (RAMADE, 2003), nous utilisons l'équitabilité comme le rapport :

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

**H'** = Indice de Schannon-Weaver

**S** = Richesse spécifique

**log<sub>2</sub>** = logarithme à base 2

L'équitabilité varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce, et tend vers 1 lorsque toutes les espèces représente un nombre semblable d'individus.

#### 2.4.2. Traitement statistique des données

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

Le but de l'ACP est de donner une représentation synthétique et graphique de 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.

#### 2.4.3. Logiciels de calcul

Les logiciels 'Statistica 6,4' a représentations graphiques des analyses multivariées de type ACP et CAH.

# **Chapitre III**

## **Les Trichoptères**

### 3.1. Généralités sur les Trichoptères

Parmi les nombreux insectes qui peuplent, le plus souvent à l'état larvaire, les écosystèmes dulcicoles, les Trichoptères occupent une place de choix tant par le nombre d'espèces recensées que par la diversité des milieux colonisés (FAESSEL, 1985 ; VIEIRA-LANERO, 2000).

#### 3.1.1. Description

Le nom de Trichoptères vient du grec « Trichos » qui signifie « poils » et « pteron » qui signifie « ailes ».

Ces ailes ont peu de nervures transversales généralement couvertes de soies (écailles trichoptéroïdes) et souvent frangées de longues soies.

Les Trichoptères sont des insectes holométaboles (métamorphose complète) qui présentent des larves et des nymphes distinctes des stades adultes, ce sont toutes aquatiques à l'exception du Limnephilidae (*Enoicyla pusilla*) qui s'est adapté à la vie terrestre.

La taille de ces insectes est très variable, certains d'entre eux ne mesurent que quelques mm, d'autres ont une envergure de 50 à 60 mm. Leurs corps est allongé, brun-jaune ou grisâtre.

##### 3.1.1.1. La larve

Les larves des Trichoptères sont de type eucéphale, on distingue aisément la tête, le thorax et l'abdomen. Elle se distingue de celle des Coléoptères par la présence d'une paire de crochets anneaux.

Les larves de Trichoptères appartiennent à deux types distincts à la fois par leur morphologie et par leur éthologie.

**Le type éruciforme** : larves à étui ou larve à fourreau (photo 8 a).

Dans ce type, les larves ont une tête large et courte, et un étui mobile. Elles tissent autour de leur abdomen un étui formé de grain de sable, de particule minérale fine, de petits cailloux, d'aiguilles de conifères, de petites coquilles d'escargots... Chaque particule est fixé à ses voisines grâce à des fils de soie ; de nature protéique et liquide collante à l'émission.

L'abdomen protégé par ce fourreau leur permet de s'y rétracter entièrement en cas de nécessité.

**Le type compodeiforme** : larve sans étui ou larve sans fourreau (photo 8 b).

Les larves ont une tête longue sans étui jusqu'au stade nymphale, et ainsi construction d'un étui fixe. 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 construction larvaire comme les Rhyacophilidae ou seul sera édifié le cocon nymphal, soit il y'a des constructions larvaires de type varié : structure filtrante chez les Hydropsychidae et les Philopotamidae, système de piège chez les Economidae et les polycentropodidae, galerie collée au substrat chez les Psychomyiidae.



**Photo 8 :** Exemples de larves de Trichoptères (a- avec fourreau ; b- sans fourreau).

### 3.1.1.2. La nymphe

A la fin du dernier stade larvaire, la larve va subir les processus qui précèdent la métamorphose avec la construction de nouveaux organes : fourreaux alaires, yeux composés, pattes et antennes allongées, en rejetant l'exuvie larvaire, cette dernière se transforme en nymphe.

Les nymphes des Trichoptères sont des nymphes à appendices libres. 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: 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).

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.

### 3.1.1.3. L'adulte

L'adulte des Trichoptères (photo 9) se distingue de papillon nocturne par ces ailes qui sont rabattues en toit et par l'absence de trompe en spirale, il est généralement de taille moyenne ou petite, de teinte brune, grise ou noirâtre. Les pièces buccales sont bien individualisées à l'exception des mandibules. L'adulte ne se nourrit pas (TACHET *et al.*, 2002).

Les adultes s'éloignent assez peu des eaux où ont vécu les larves. La journée, ils demeurent blottis dans des abris et ce n'est que vers la fin de la journée qu'on peut les voir voler près de l'eau (BERTRAND, 1954).



GLIME, 2017

Photo 9 : Adulte de Trichoptère

### 3.1.2. Biologie et écologie des Trichoptères

La reproduction et la ponte ont lieu à l'automne. L'accouplement a généralement sur le sol ou sur la végétation. Les œufs sont enrobés d'une substance gélatineuse et déposés en masses sous forme de longs cordons, de boules ou d'anneaux, dans l'eau, sur la végétation ou sous les pierres.

Généralement, l'éclosion a lieu quelques jours après la ponte. Les larvules peuvent soit quitter la ponte rapidement et se disperser dans le milieu, soit commencer leurs développement post-embryonnaire dans la ponte qui constitue une première source de nourriture.

La nymphose est toujours aquatique, 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 où 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.

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), à quelques mois pour d'autres (certains Limnephilidae) constitue une contrainte pour assurer la survie et la continuité de l'espèce.

On compte généralement une seule génération de Trichoptères par année, mais la durée du cycle vital varie selon les espèces.

### 3.2. Analyse du peuplement trichoptérologique (Tableau 5)

La faune des Trichoptères inventoriés dans le réseau hydrographique de l'Assif Ouadhias compte 1040 individus qui se répartissent en 14 taxa appartenant à 9 familles et 9 genres dont 8 sont monospécifiques.

Rhyacophilidae: 1 genre, 1 espèce.

Hydroptilidae: 1 genre, 1 espèce.

Philopotamidae: 1 genre, 1 espèce.

Polycentropodidae: 1 genre, 1 espèce.

Psychomyidae: 1 genre, 1 espèce.

Hydropsychidae: 1 genre, 6 espèces.

Brachycentridae: 1 genre, 1 espèce.

Limnephilidae: 1 genre, 1 espèce.

Georidae: 1 genre, 1 espèce.

La famille des Hydropsychidae est de loin la plus diversifiée. Elle est représentée par l'unique genre *Hydropsyche* qui compte 6 espèces. Les autres familles à savoir les Rhyacophilidae, les Hydroptilidae, les Philopotamidae, les Polycentropodidae, les Psychomyidae, les Brachycentridae, les Limnephilidae, les Georidae sont monospécifiques.

De manière générale, la richesse spécifique des Trichoptères de l'Assif Ouadhias est faible comparée à celle recensée par LOUNACI (2005) au niveau des 7 stations de l'oued Aissi

échelonnées entre 140 et 920 m d'altitude. L'auteur a recensé 33 taxa appartenant à 11 familles et 20 genres : Rhyacophilidae (1 genre, 3 espèces); Glossosomatidae (1 genre, 3 espèces); Hydroptilidae (3 genres, 5 espèces); Hydropsychidae (3 genres, 7 espèces); Polycentropodidae (2 genres, 2 espèces); Psychomyiidae (2 genres, 4 espèces); Leptoceridae (4 genres, 5 espèces); Goeridae (1 genre, 1 espèce); Thremmatidae (1 genre, 1 espèce); Limnephilidae (1 genre, 1 espèce); Beraeidae (1 genre, 1 espèce).

Tableau 5 : Répartition des Trichoptères dans les stations d'étude (les nombres indiquent l'abondance moyenne par 1m<sup>2</sup>).

Ab: Abondance, Ab, rel: Abondance relative, Oc: occurrence, Oc, rel: Occurrence relative).

Taxons/stations	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>	O <sub>5</sub>	O <sub>6</sub>	O <sub>7</sub>	Ab	Ab,rel	Oc	Oc, rel
<b>Altitude(m)</b>	<b>850</b>	<b>500</b>	<b>1040</b>	<b>950</b>	<b>600</b>	<b>290</b>	<b>200</b>				
<b>Rhyacophilidae</b>											
<i>Rhyacophila munda</i>	64	60	32	64	36	144	32	432	41,54	7	100
<b>Hydroptilidae</b>											
<i>Hydroptila vectis</i>	8	4	0	0	0	0	0	12	1,15	2	28,57
<b>Philopotamidae</b>											
<i>Wormaldia sp</i>	4	0	0	0	0	0	0	4	0,38	1	14,29
<b>Polycentropodidae</b>											
<i>Polycenropus kingi</i>	4	0	0	4	12	4	0	24	2,31	4	57,14
<b>Psychomyiidae</b>											
<i>Tinodes sp</i>	4	0	0	0	0	0	0	4	0,38	1	14,29
<b>Hydropsychidae</b>											
<i>Hydropsyche fezana</i>	36	8	0	4	8	0	0	56	5,38	4	57,14
<i>Hydropsyche obscura</i>	8	8	0	0	8	4	0	28	2,69	4	57,14
<i>Hydropsyche lobata</i>	4	40	0	0	12	40	108	204	19,62	5	71,43
<i>Hydropsyche resmineda</i>	0	0	0	0	0	0	52	52	5	1	14,29
<i>Hydropsyche gpe pellucidula</i>	0	32	0	0	0	144	0	176	16,92	2	28,57
<i>Hydropsyche sp</i>	0	0	8	0	0	0	20	28	2,69	2	28,57
<b>Brachycentridae</b>											
<i>Micrasema sp</i>	0	0	8	0	0	0	0	8	0,77	1	14,29
<b>Limnephilidae</b>											
<i>Allogamus sp</i>	0	4	0	4	0	0	0	8	0,77	2	28,57
<b>Goeridae</b>											
<i>Silonella aurata</i>	4	0	0	0	0	0	0	4	0,38	1	14,29
<b>Abondance</b>	136	156	48	76	76	336	212	<b>1040</b>			
<b>Richesse spécifique</b>	9	7	3	4	5	5	4				

### 3.2.1 Abondance stationnelle des espèces (Figure 5)

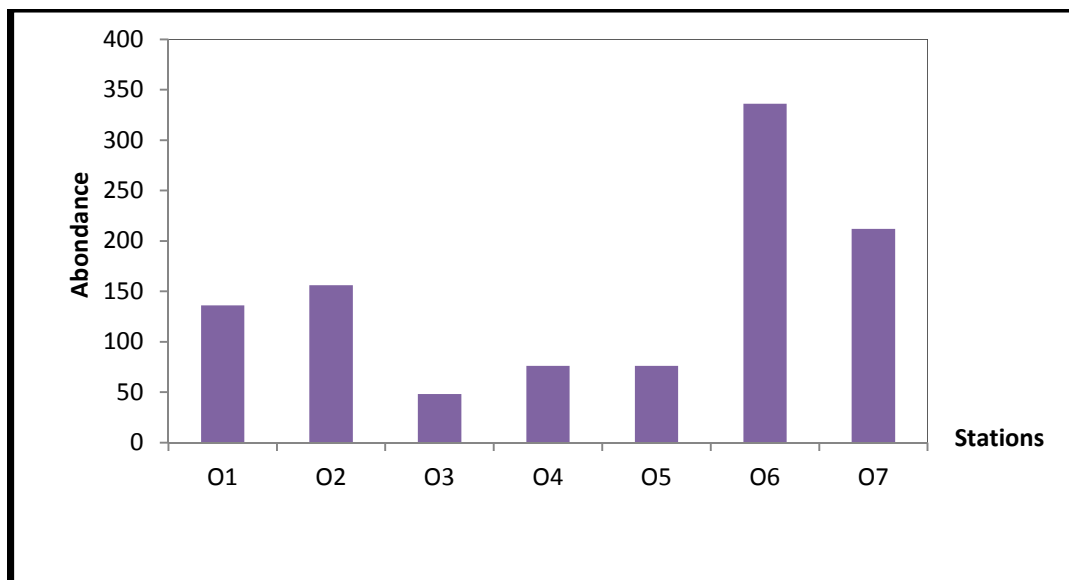
Les Trichoptères recensés dans ce travail totalisent 1040 individus. Leurs abondances par m<sup>2</sup> fluctuent d'une station à une autre variant de 48 individus (station O<sub>3</sub>) à 336 individus (station O<sub>6</sub>).

Les stations alticoles à savoir O<sub>1</sub>, O<sub>3</sub> et O<sub>4</sub> présentent une abondance moyenne de 87 individus. Ces derniers appartiennent aux espèces préférant le secteur amont caractérisées par un courant rapide, un substrat grossier, une température de l'eau relativement basse, un recouvrement assez important et un impact humaine négligeable.

Les stations de moyenne montagne (O<sub>2</sub> et O<sub>5</sub>) présentent une abondance moyenne de 116 individus.

Ce secteur est surtout caractérisé surtout par l'hétérogénéité du substrat, courant rapide permet l'installation d'un effectif relativement élevé de Trichoptères.

Le secteur des stations O<sub>6</sub>et O<sub>7</sub> présente une abondance moyenne de 274 individus. En effet, dans ce tronçon du cours d'eau, les conditions environnementales (température élevée, substrat hétérogène, présence de matière organique suite à l'action anthropique) favorisent la prolifération des taxons thermophiles en particulier les *Hydropsyches* (*Hydropsyche lobata*, *Hydropsyche resmineda* et *Hydropsyche gpe pellucidula*).



**Figure 5 :** Abondance des Trichoptères dans les stations étudiées.

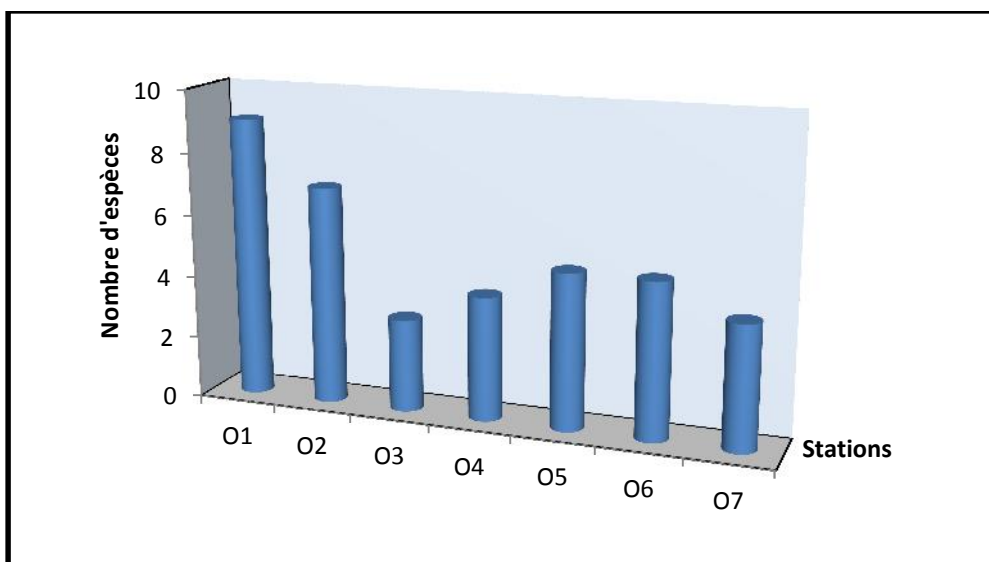
### 3.2.2. La richesse spécifique

La lecture de la figure 5, relative à la richesse spécifique stationnelle des Trichoptères montre des fluctuations au long des cours d'eau étudiés. Le nombre de taxons varie d'une station à une autre, il fluctue entre un minimum de 3 taxons récolté à la station O<sub>3</sub> (alt. 1040 m) et un maximum de 9 taxons à la station O<sub>1</sub> (alt. 850). 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.

La distribution des Trichoptères met en évidence leurs importances à la station O1 (alt. 850 m) et à la station O2 (alt. 500 m) qui comptent respectivement 9 et 7 taxons.

Ces stations situées sur le cours d'eau d'Ath Bouaddou et exactement localisées respectivement près du village Ath Oulhadj et Ath El Kaid, présentent entre autre un substrat assez grossier et un recouvrement compris entre 50 et 70 %, constituent des milieux favorables à l'installation d'une faune riche et diversifiée.

Dans les stations (O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub>, O<sub>5</sub>, O<sub>6</sub> et O<sub>7</sub>), le nombre de taxon recensé ne dépasse pas 5 taxons. Cette réduction du nombre d'espèces n'est qu'une conséquence de la diminution de niche écologique. En effet, les stations O<sub>3</sub> et O<sub>4</sub> peuvent être considérées comme des milieux extrêmes (sources très froides) et les stations O<sub>5</sub>, O<sub>6</sub> et O<sub>7</sub> sont des milieux perturbés suite à l'action néfaste de l'homme (rejets domestiques).



**Figure 6 :** Richesse spécifique des Trichoptères aux stations étudiées.

### 3.2.3. Abondance et fréquence relatives des espèces

Les figures 7 et 8 visualisent graphiquement l'abondance et l'occurrence des taxons récoltés dans les 7 stations. Ils peuvent être classés en 3 grands groupes:

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

Ce sont les espèces à population plus ou moins denses : *Rhyacophila manda*, *Polycentropus kingi*, *Hydropsyche fezana*, *Hydropsyche obscura* et *Hydropsyche lobata*.

L'espèce la plus dominante et la plus occurrente est *Rhyacophila munda*, elle totalise à elle seule 41,54% des individus récoltés et représente un indice d'occurrence relative de 100%. Elle est omniprésente dans toutes les stations étudiées. Elle colonise tous les types de milieux lotiques.

#### ❖ Espèces peu abondantes et fréquentes

Ce sont les espèces à population peu dense : qui présentent en générale des fréquences d'occurrence comprises entre 25 et 50%.

Les espèces *Hydroptilavectis*, *Hydropsyche gpe pellucidula*, *Hydropsyche sp* et *Allogamus sp* présentent un même pourcentage d'occurrence de l'ordre de 28,57 %, ces espèces ont une distribution fragmentée dans le réseau des Ouadhias.

#### ❖ Espèces rares à la fois très peu abondantes et très localisées

Ce sont des espèces très localisées, sporadiques qui ne se rencontrent que dans une seule station:

\* espèces inféodées au secteur amont des cours d'eau (850 et 1040 m d'altitude).

Il s'agit des taxons *Wormaldiasp*, *Tinodesspet* *Micrasemasp* retrouvés au niveau de la station O<sub>1</sub> (850 m d'altitude) située sur Assif Ait Bouaddou près du village Ait Oulhadj et de l'espèce *Silonella aurata* recensée dans la station O<sub>3</sub> (1040 m d'altitude) située sur l'Assif Agouni-Gueghrane en amont du village Ath-Amara.

Ces taxons sont rhéophiles et sténothermes d'eau froide préférant les milieux à courant rapide, substrat grossier et une végétation aquatique riche en mousse et débris végétaux.

\* L'espèce *Hydropsyche resmineda* recensée dans l'unique station O<sub>7</sub> (200 m) située dans l'Oued Ouadhia au lieu dit Thakhoukht. L'espèce est thermophile inféodée au station d'aval de l'Assif Ouadhias.

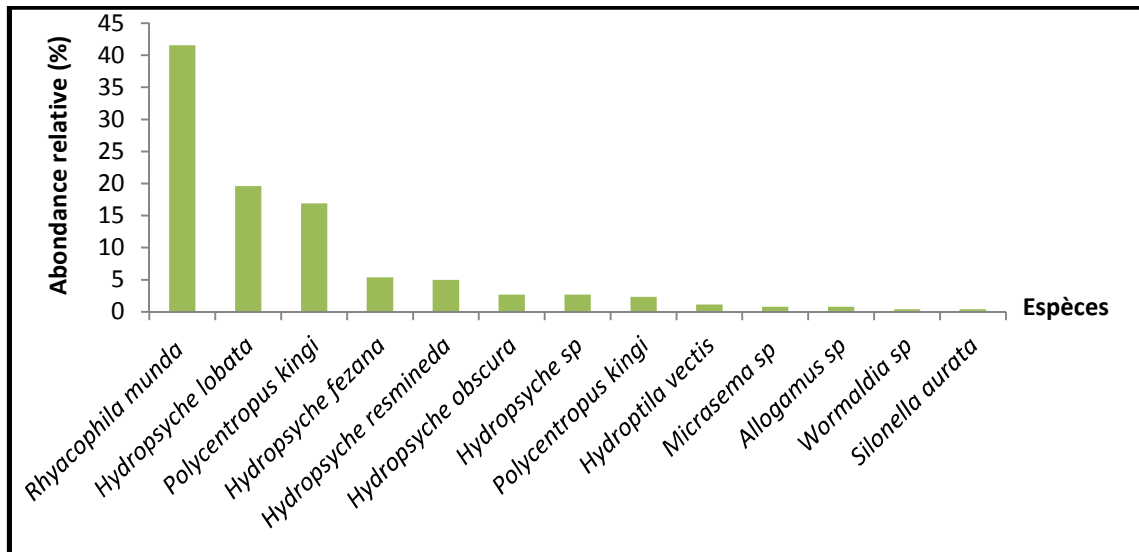


Figure 7 : Abondance relative des Trichoptères dans les stations étudiées.

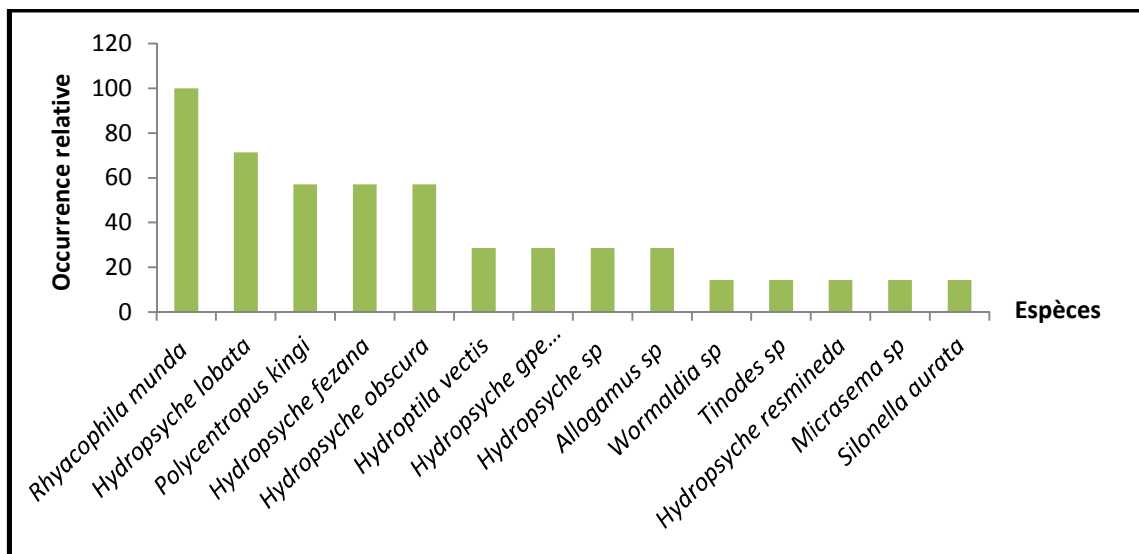


Figure 8 : Occurrence relative des Trichoptères dans les stations étudiées.

### 3.2.4. Limites altitudinales des espèces

Les taxons récoltés correspondent dans leur globalité au peuplement des cours d'eau à courant rapide à moyen. D'après leur distribution, on peut les classer en quatre groupes :

- **Le premier groupe** comprend les espèces strictement alticoles (850 et 1040 m d'alt.): *Tinodes sp*, *Wormaldia sp*, *Micrasema sp* et *Silonella aurata*. Ces taxons sont rhéophiles et sténothermes d'eau froide.

- **Le deuxième groupe** correspond aux espèces alticoles pouvant descendre en moyenne montagne: *Hydroptila vectis*, *Hydropsyche fezana* et *Allogamus sp*,

- **Le troisième groupe** renferme les espèces alticoles pouvant atteindre les stations de basse altitude: *Rhyacophila munda*, *Polycentropus kingi*, *Hydropsyche obscura*, *Hydropsyche*

*lobata*, *Hydropsyche gpe pellucidula* et *Hydropsyche sp.* Dans ce groupe *Rhyacophila munda* est la plus eurytope et eurytherme, elle est à large valence écologique.

• **Le quatrième groupe** renferme l'espèce *Hydropsyche resmineda* inféodée au secteur aval des cours d'eau étudiés. En effet, cette espèce est connue pour son caractère thermophile et potamophile.

### 3.2.5. Etude de la diversité

Dans les études écologiques, la diversité biologique apparaît comme un concept direct pouvant être évalué d'une manière rapide et facilement compréhensible. Les mesures de cette diversité constituent de bons indicateurs de la santé des écosystèmes.

Parmi les nombreux indices disponibles permettant d'exprimer la structure d'un peuplement, nous avons retenu l'indice de SHANNON & WEAVER (1948).

L'Indice de SHANNON & WEAVER permet d'évaluer la diversité faunistique d'un milieu donné. Il consiste à mesurer la richesse spécifique, mais aussi de la proportion représentée par chaque taxon au sein de la communauté. Cet indice est souvent accompagné de l'indice d'équitabilité.

THIENNEMAN (1954) signale que plus un peuplement est équilibré (pas de taxons largement dominant), plus il est stable et proche du climax et qu'à l'inverse, toute pullulation est le signe d'un déséquilibre dû à une cause naturelle ou anthropique.

Les valeurs  $H'$  et  $E$  calculés dans l'ensemble des stations étudiées varient entre 0,83 et 2,18 pour  $H'$  et entre 0,41 et 0,86 pour  $E$ .

• Les indices les plus élevés sont obtenus dans les stations  $O_1$ ,  $O_2$  et  $O_5$  avec un  $H'$  qui oscille entre 2,01 et 2,18 et une  $E$  variant de 0,68 et 0,86.

Dans ces stations, le substrat est hétérogène à dominance de galets, le couvert végétal est assez dense, le milieu est stable ce qui adonné lieu à une diversité d'habitats avec des conditions favorables permettant ainsi l'installation de nombreuses espèces chaque une étant représenté par un nombre d'individus à peu près égale.

Les stations  $O_3$ ,  $O_4$ ,  $O_6$  et  $O_7$  présentent des indices plus faibles:  $H'$  entre 0,83 et 1,71 et une équitabilité comprise entre 0,41 et 0,85.

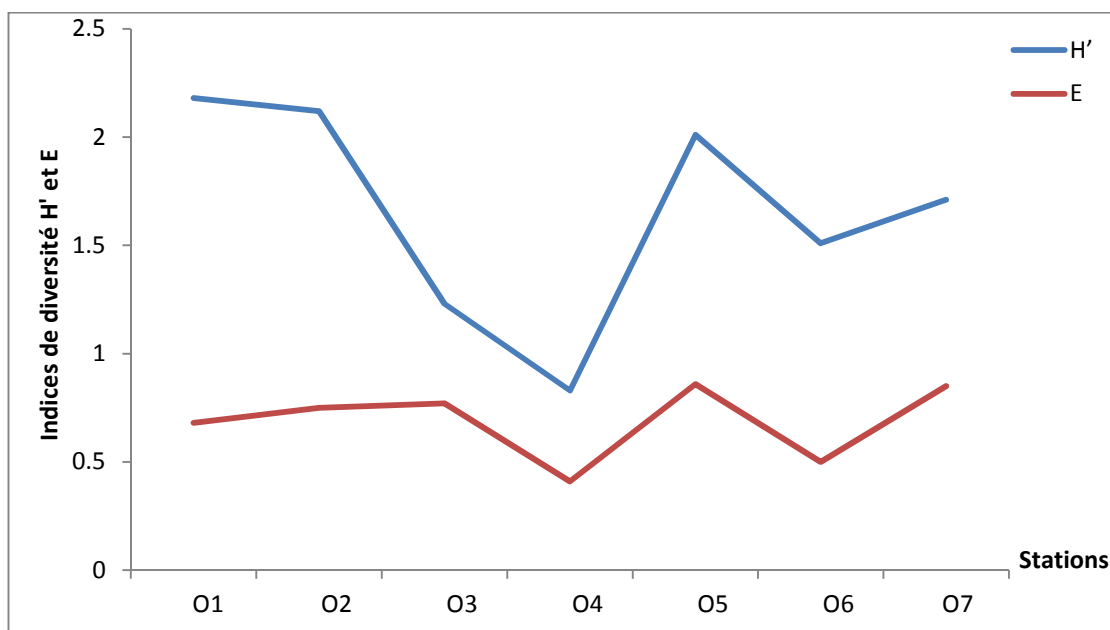
Cette diminution dans l'indice de SHANNON & WEAVER est due essentiellement aux influences anthropiques (pompage de l'eau pour l'irrigation, pâturage, rejets domestiques,

extraction de sable) qui se traduisent par la modification du substrat et destruction des habitats qui conduit à une diminution de niches écologiques.

Quant à la station O<sub>3</sub> (1040 m d'alt.), la diminution de H' s'explique par l'uniformisation du milieu suite aux conditions extrêmes dans cette station. En effet, l'altitude, la pente et le courant sont les plus élevés, le substrat très grossier et une température de l'eau la plus basse (12°C). Par conséquent le nombre de niches écologiques diminue, suivi d'une réduction de nombre d'espèces. C'est le cas de la station O<sub>3</sub> qui est très proche de la source très froide.

**Tableau 6 :** Indices de diversité H' et E.

Stations	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>	O <sub>5</sub>	O <sub>6</sub>	O <sub>7</sub>
H'	2,18	2,12	1,23	0,83	2,01	1,51	1,71
E	0,68	0,75	0,77	0,41	0,86	0,5	0,85



**Figure 9:** Evolution des indices de SHANNON-WEAVER et d'équitabilité dans les stations étudiées.

### 3.2.6. Autoécologie des espèces

#### Famille des Rhyacophilidae

Les Rhyacophilidae sont représentés par l'unique genre *Rhyacophila*.

- *Rhyacophila munda* McLachlan 1862

Au Maroc, *Rhyacophila munda* est présente dans le Haut Atlas (BADRI, 1985; AJAKANE, 1988; BOUZIDI, 1989; OUAHSINE, 1993); Moyen Atlas (DAKKI, 1986); plateau

central (EL AGBANI, 1984); et le Rif (GIUDICELLI & DAKKI, 1984; TAYOUB, 1989; EL ALAMI & DAKKI, 1998; ALAOUI, 2006; BONADA *et al.*, 2008; HAJJI *et al.*, 2012).

En Tunisie, cette espèce a été recensée en Khroumirie (MALICKY & LOUNACI, 1987).

L'espèce a été signalée pour la première fois en Algérie par LESTAGE (1925) et par GAUTHIER (1928).

Cette espèce est largement répandue dans tous les cours d'eau étudiés. Elle est eurytherme et eurytope. Elle est abondante et très occurrente. *Rhyacophila munda* est présente dans les ruisseaux de source, torrents et rivières entre 200 et 1040 m d'altitude.

Cette espèce fréquente tous les types de milieux lotiques depuis le cours supérieur jusqu'au cours inférieur. Ce vaste spectre écologique s'expliquerait par l'absence d'espèces congénères concurrentes potentielles (BOUZIDI, 1989).

### Famille des Hydroptilidae

Les Hydroptilidae sont représentés ici par une seule espèce appartenant à un seul genre *Hydroptila*, qui est à la fois limnophile et rhéophile selon DAKKI (1987) qui signale que les Hydroptilidae sont des espèces de rivière chaudes et tempérées, riches en matières organiques, sont eurythermes hémieurythermes.

- *Hydroptila vectis* Curtis 1834

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 répandue et très commune dans l'ensemble du pays.

Selon MALICKY et LOUNACI 1987, elle est présente en Tunisie.

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.

Dans les cours d'eau étudié, 12 individus sont récoltés dans la station O<sub>1</sub> (850 m d'alt. 8 inds.) et la station O<sub>2</sub> (500 m d'alt. 4 inds.).

En effet, EL ALAMI & DAKKI (1998) signalent que l'espèce abondante dans les cours supérieurs des cours d'eau marocains.

### Famille des Philopotamidae

Cette famille est représentée ici par un seul taxon appartenant à l'unique genre *wormaldia*.

Au Maroc le genre *Wormaldia* ne semble être présent qu'en Haut Atlas (BOUZIDI, 1989) et le Rif (TAYOUB, 1989; EL ALAMI & DAKKI, 1998; BONADA *et al.* 2008) où sa distribution est discontinue.

- *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.

Dans le cadre de notre étude, ce taxon a été observé dans la station O<sub>1</sub> à 850 m d'altitude. En effet, il semble être rhéophile et sténotherme d'eau froide.

### Famille des Polycentropodidae

Cette famille est représentée par une seule espèce dans le cours d'eau étudié.

- *Polycentropus kingi* McLachlan, 1881

Au Maroc, l'espèce a été décrite dans le moyen Guigou, elle paraît plus alticole (DAKKI, 1987). Elle a été récoltée dans l'Oued Laou au Rif, abondante surtout dans les ruisseaux frais, et absente dans les eaux chaudes en hiver (EL-ALAMI & DAKKI, 1998).

L'espèce a été retrouvée en Tunisie (MALICKY & LOUNACI, 1987).

Dans les cours d'eau étudiés, cette espèce figure dans quatre stations échelonnées entre 290 et 950 m d'altitude. Sa densité maximale est observée dans un torrent de moyenne montagne (station O<sub>5</sub>), c'est une espèce rare et constante.

### Famille des Psychomyiidae

Cette famille est représentée par un seul taxon dans les cours d'eau étudiés.

- *Tinodes sp*

Ce taxon est très faiblement représenté, il est très peu abondant et rare dans nos récoltes, 4 individus seulement dans la station O<sub>1</sub> à 850 m d'altitude.

### Famille des Hydropsychidae

Cette famille est la plus diversifiée parmi les Trichoptères recensés. Elle compte six espèces appartenant à l'unique genre : *Hydropsyche*.

Les larves d'*Hydropsyches*, généralement rhéophiles. Elles constituent un élément fréquent, souvent abondant du benthos des eaux courantes (VERNEAUX & FAESSEL, 1976).

- ***Hydropsyche fezana*** Navas, 1935

Au Maroc, l'espèce a été signalée dans le Moyen Atlas (DAKKI & GIUDICELLI, 1984), dans le Haut Atlas (BADRI, 1985; BOUZIDI, 1989; OUAHSINE, 1993) et dans le Rif (TAYOUB, 1989; EL ALAMI & DAKKI, 1998; ALAOUI, 2006; BONADA *et al.* 2008).

Il s'agit du Trichoptère le plus abondant et le plus commun.

*Hydropsyche fezana* est endémique au Maghreb. Elle a été signalée pour la première fois en Grande-Kabylie par SEKHI *et al.* (2016)

A travers notre résultat, nous avons récolté l'espèce dans quatre stations entre 490 m et 950 m, c'est une espèce rare et constante.

*Hydropsyche fezana* présente une répartition liée en grande partie au régime thermique.

C'est une espèce héli-eurytherme à hiver froid ou tempéré, elle pullule dans les ruisseaux de source froides (EL-ALAMI & DAKKI, 1998).

- ***Hdropsyche obscura*** Navas, 1928

Au Maroc, elle est connue du Haut Atlas (BOUZIDI, 1989) et du le Rif (HAJJI *et al.* 2013).

Citée d'Algérie (Chiffa et Batna) par NAVAS (1928) et de Grande Kabylie pour la première fois par SEKHI *et al.* (2016)

Nous l'avons récolté dans 4 stations s'échelonnant entre 290 et 850 m d'altitude.

- ***Hydropsyche lobata*** McLachlan, 1884

Au Maroc, elle a été signalée dans le Haut Atlas par BOUZIDI (1989), dans le Moyen Atlas (DAKKI, 1987), dans le Maroc Oriental (BERRAHOU, 2001) et dans le Rif (TAYOUB, 1989; ALAOUI, 2006; BONADA *et al.* 2008).

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

Dans notre aire d'étude, *Hydropsyche lobata* se rencontre dans plusieurs stations échelonnées entre 200 et 850 m d'altitude mais elle est plus abondante dans la station O7 située à 200 m d'Altitude. En Effet, 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.

***Hydropsyche resminida*** Malicky, 1977

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 DAKKI(1978) 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).

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

Dans nos récoltes, l'espèce est rare et accessoire. Elle est repérée à 200 m d'altitude dans la station O<sub>7</sub> qui représente la plus basse station à température moyenne 21°C avec un écoulement moyen.

- ***Hydropsyche gpe pellucidula***

Ce taxon appartient au groupe pellucidula. Ce dernier regroupe les larves d'*Hydropsyches* qui présentent des difficultés de détermination à savoir *Hydropsyche iberomaroccana* GONZALEZ & MALIKY 1999; *Hydropsyche incognita* PITTSCH, 1993 et *Hydropsyche punica* MALICKY 1981.

Nous l'avons observé dans deux stations O<sub>2</sub> et O<sub>6</sub> situées respectivement à 500 et 290 m d'altitude.

- ***Hydropsyche sp***

Ce taxon a été capturé dans la station la plus alticole (O<sub>3</sub> : 1040m) et la plus basse (O<sub>7</sub> : 200m) des cours d'eau étudiés qui possèdent des conditions nettement différents.

Sa densité est relativement importante à la station O<sub>7</sub> qui est caractérisée par un courant moyen, granulométrie mixte (gravier, sable, limons) avec la présence de matières organiques et la température moyenne est de l'ordre de 21°C. Il semble être eurytherme, eurytope et potamophile.

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.

### Famille des Brachycentridae

Cette famille est citée pour la première fois d'Algérie par SEKHI *et al.* (2016) représentée par l'unique genre *Micrasema*.

- *Micrasema sp*

Ce taxon est récolté qu'au niveau de la station O<sub>3</sub> qui se situe à 1040 m d'altitude à courant rapide et à température basse (12°C) avec un faible effectif.

SEKHI *et al.* (2016) ont recensé le taxon dans 7 stations dont l'altitude est supérieure à 600 m. Ces auteurs signalent que l'habitat du taxon semble être caractéristique des ruisseaux de source bordés d'une ripisylve assez dense.

### Famille des Limnephilidae

Cette famille qui dans les réseaux européens est assez diversifiée et bien représentée dans le rhithral et le potamal (DECAMPS, 1968), elle est indiquée par un seul taxon dans les cours d'eau étudiés.

- *Allogamus sp*

Ce taxon a été cité pour la première fois d'Algérie par SEKHI *et al.* (2016). Il a été récolté dans 10 stations en Grande-Kabylie échelonnées entre 600 et 1170 m d'altitude. Il semble selon ces auteurs s'agir d'une forme montagnarde, à caractère rhéophile. Il vit sur des substrats pierreux, en courant modéré, au voisinage des sources. En effet, nous avons récolté le taxon au niveau de deux stations de moyenne et hautes altitudes (500 m et 950m) avec seulement 4 individus.

### Famille des Goeridae

- *Silonella aurata* HAGEN, 1864

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) à Oued Laou (Moyen Atlas).

Dans nos prospections, cette espèce est rare et fréquente dans le réseau hydrographique des Ouadhias. Elle a été récoltée dans une station d'altitude (O<sub>1</sub> : 850 m) avec seulement 4 individus. Sa distribution semble liée à des habitats à voisinage des sources à courant rapide, aux eaux fraîches et là où il y a dominance du gros galet.

### 3.2.7. La Biogéographie des espèces recensées

La position géographique du Maghreb lui offre un intérêt particulier pour les études faunistiques et biogéographiques car il est une zone de contact entre les régions telles que le Sud de l'Europe et l'Afrique du Nord et un passage obligatoire d'une grande partie de la faune entre les régions paléarctique et afrotropicale.

L'étude biogéographique des Trichoptères recensés dans le réseau hydrographique des Ouadhias (Assif Ath Bouaddou, Assif Agouni Gueghran et Assif Ouadhias) 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.

Sur les 8 éléments identifiés spécifiquement, nous distinguons :

- **Les espèces Nord Africaines:** Elles sont largement répandues au Maghreb (MALICKY & LOUNACI, 1987 ; TOBIAS et TOBIAS, 2008) *Hydropsyche fezana* et *Hydropsyche resmineda*.
- **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* et *Hydropsyche lobata* (MALICKY & LOUNACI, 1987 ; HAJJI *et al.*, 2013 ; BONADA *et al.*, 2004,2008).

Les espèces Ouest -méditerranéen recouvrant le Maghreb, la Corse et la Sardaigne: *Silonella aurata* (BONADA *et al.*, 2008).

- **Les espèces à vaste répartition paléarctiques :** Elles présentent une large distribution dans la Péninsule Ibérique, l'Europe méditerranéenne et l'Afrique du Nord : *Hydroptila vectis* et *Polycentropus Kingi* (GONZALEZ *et al.*, 1992; BONADA *et al.*, 2004 ; MARTIN *et al.*, 2014).
- **L'espèce à aire de répartition restreinte à l'Afrique du Nord et l'Inde :** *Hydropsyche obscura* (TOBIAS & TOBIAS, 2008).

### 3.3. Structure des communautés

De nombreux travaux ont montré que la distribution spatiale des macroinvertébrés benthiques est régie par un complexe de facteurs environnementaux qui varient d'une station à

une autre. (MINSHALL&MINSHALL, 1977 ; LAVANDIER, 1979 ; ANGELIER *et al.*, 1985; LOUNACI *et al.*, 2000b).

Le but de cette étude est de déterminer l'organisation spatiale et la structure des communautés des Trichoptères des cours d'eau étudiés en fonction des caractéristiques environnementales.

Afin d'obtenir une description la plus objective possible de données, nous avons associé différentes méthodes quantitatives d'analyse de données :

- Une analyse factorielle en composante principale (ACP) pour tenir de l'hétérogénéité des variables environnementales ;
- Une classification ascendante hiérarchique (CAH) calculée à partir des coordonnées des relevés sur les axes pour permettre de connaître à quel niveau sont reliées les espèces fréquemment associées.

### 3.3.1. Structure mésologique

Dans le cadre de ce travail, 10 descripteurs environnementaux sont pris en compte pour caractériser chacune des 7 stations étudiées (tableau 7).

**Tableau 7 :** Caractéristiques environnementales des 7 stations étudiées.

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

Stations	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>	O <sub>5</sub>	O <sub>6</sub>	O <sub>7</sub>
<b>Alt</b>	850	500	1040	950	600	290	200
<b>Pen</b>	15	9,5	19,5	19	11	3	1,5
<b>Lar</b>	6	7	2	2,5	3,5	4	6
<b>Pro</b>	40	50	20	30	40	35	40
<b>Vit</b>	100	80	90	75	70	75	40
<b>Tmoy</b>	16	19	12	15	18	20	21
<b>Vaq</b>	10	20	5	15	10	25	30
<b>GG</b>	90	75	90	80	70	50	25
<b>SL</b>	10	15	10	10	30	30	50
<b>MO</b>	0	10	0	10	0	20	25

Compte tenu de la complexité des relations entre les caractéristiques biologiques ou écologiques et la structure du peuplement, l'étude des facteurs environnementaux mesurés a été approchée par l'utilisation de l'analyse en composantes principales (ACP). Cette analyse fait apparaître clairement dans l'espace les deux facteurs significatifs F1 (axe1) et F2 (axe 2). Ils prennent en compte 84,72% de la variance totale (F1 : 69,44 %, F2 : 15,28%) (Figure 9).

La structure mésologique obtenue fait apparaître un gradient amont aval des cours d'eau. Les variables altitude (Alt), pente (Pen), galets / graviers (GG) et vitesse du courant (Vit) sont fortement liées entre elle et avec l'axe 1 (en position positive), décroissent progressivement de l'amont vers l'aval.

Egalement les variables matière organique (MO), sable et limons (SL), végétation aquatique (Vaq) et température moyenne (Tmoy) sont corrélées avec l'axe 1 (en position négative), voient leurs valeurs croître de l'amont vers l'aval.

Quant aux variables largeur (Lar) (en position positive) et profondeur (pro) (en position négative) sont liées avec l'axe 2.

La figure 10 qui correspond à la représentation des stations dans l'espace des mêmes facteurs (F1 avec 69,44 % et F2 avec 15,28 %) montre une opposition entre les stations d'altitudes, en position positive sur l'axe 1 avec les stations de piémont et de basses altitudes, en position négative.

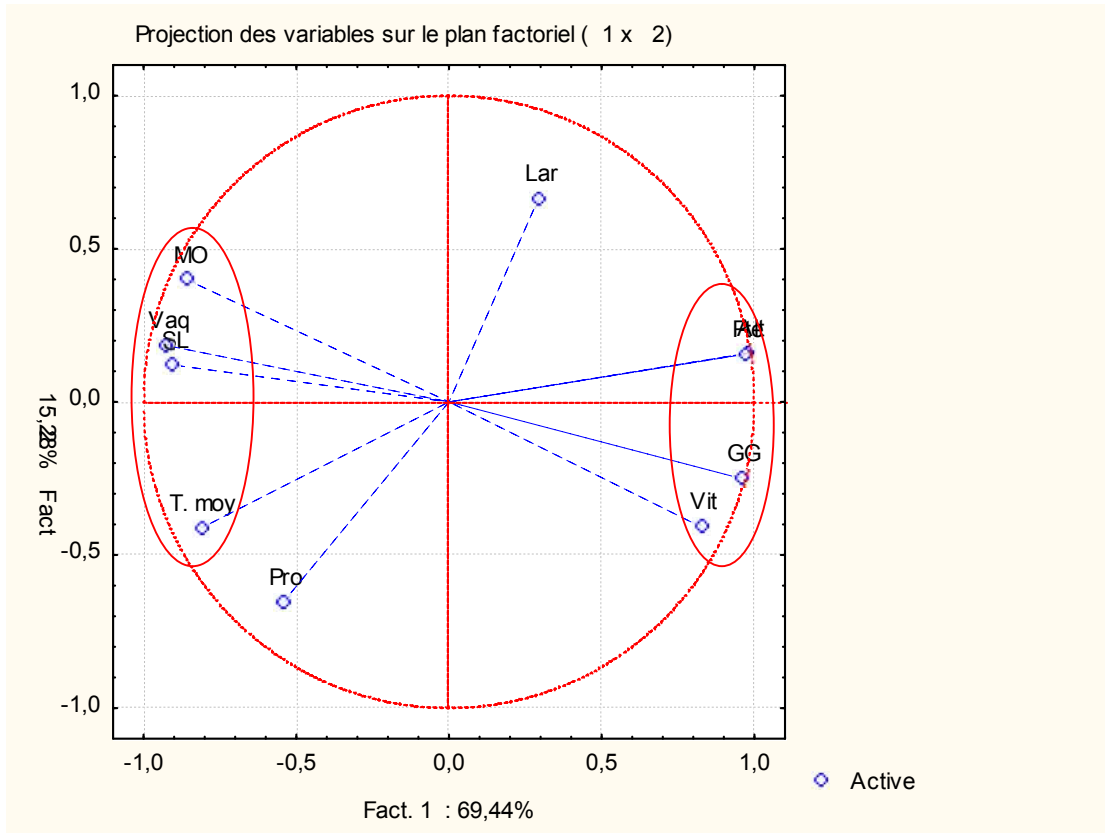
La classification ascendante hiérarchique (CAH) de l'ensemble des stations (figure 11) réalisée sur la base de l'ACP montre globalement deux grands groupes de stations :

**Groupe 1:** stations d'altitudes (O<sub>1</sub>, O<sub>3</sub> et O<sub>4</sub>) caractérisées par les paramètres altitude, pente, substrat grossier (GG) et vitesse du courant.

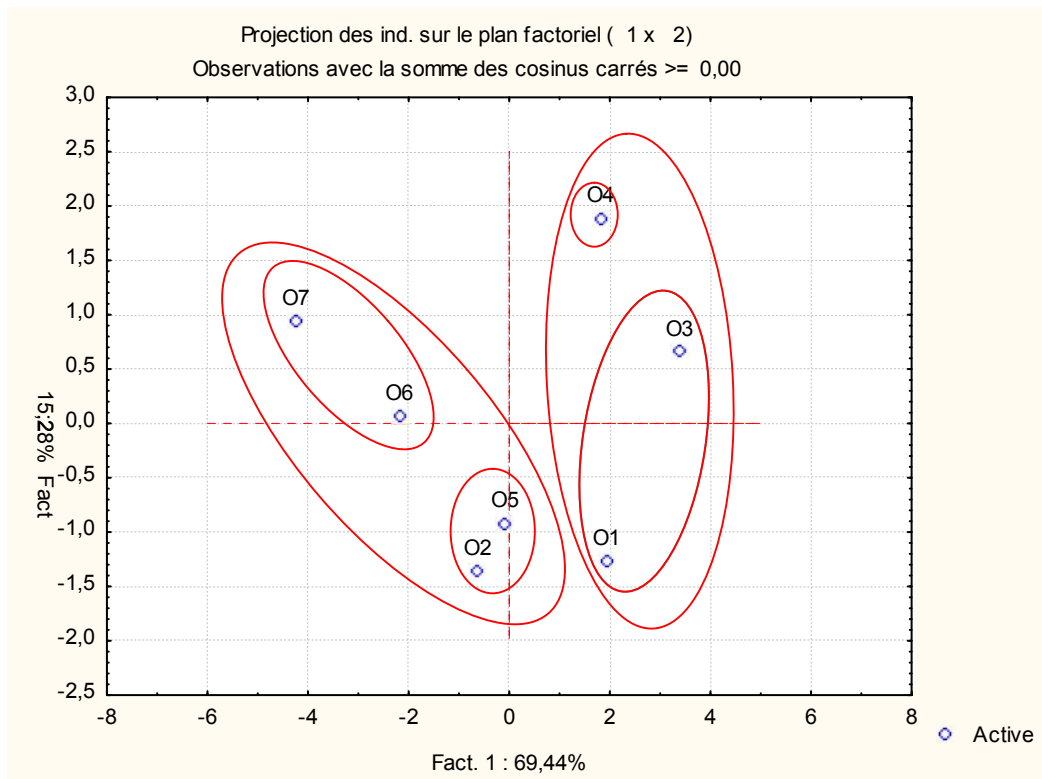
**Groupe 2:** stations de piémont et de basse altitude (O<sub>2</sub>, O<sub>5</sub>, O<sub>6</sub> et O<sub>7</sub>) caractérisées par les paramètres matière organique, sable et limons, végétation aquatique et température moyenne.

Deux sous groupes sont mis en évidence:

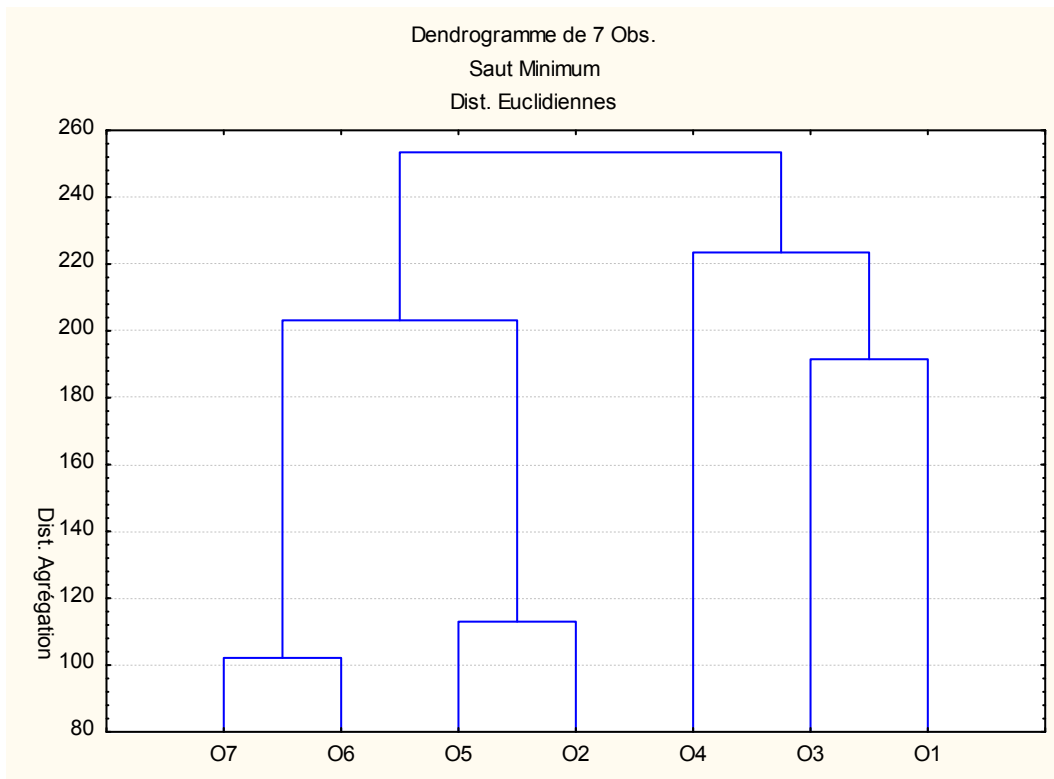
Station O<sub>2</sub> et O<sub>5</sub> de moyenne montagne dont l'altitude est comprise entre 500 et 600 m et le sous groupe des stations aval à savoir O<sub>6</sub> et O<sub>7</sub> situées respectivement à 290 et 200 m d'altitude.



**Figure 10 :** ACP représentant la distribution des paramètres environnementaux.



**Figure 11:** Analyse factorielle en composante principale des 7 stations étudiées.



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

### 3.4. Discussion

Les Trichoptères récoltés dans le réseau hydrographique des Ouadhias se composent de 14 taxons répartis en 9 familles et 9 genres. A l'exception de la famille des Hydropsychidae qui compte à elle seule 6 espèces, toutes les autres familles sont monospécifiques. Les stations étudiées présentent une richesse spécifique relativement faible par rapport à celle des pays voisins. En effet, DAKKI(1987) signale 46 espèces dans le Moyen-Atlas, BOUZIDI (1989) cite 34 espèces dans le Haut Atlas, MALICKY & LOUNACI (1987) mentionnent 45 espèces dans la Khroumirie, et 41 espèces ont été indiquées par HAJJI *et al.*, (2013) dans le Rif.

Les cours d'eau de Kabylie se situent à l'extrême Sud de zone paléarctique, la plupart des espèces qui y vivent se trouvent à la limite de leur aire de distribution et donc à la limite de leurs possibilités bioécologiques. Cette situation explique, en partie, cet appauvrissement de la faune.

L'eurythermie des cours d'eau de la région d'étude associée à la réduction des écoulements de l'eau de surface et aux fortes températures estivales des milieux de basse altitude ont des conséquences sur la distribution altitudinale et écologique des espèces. En effet, des taxons thermophiles tels que les Limnephilidae, vivant habituellement dans les habitats du potamal des réseaux de l'Europe non méditerranéenne (DECAMPS, 1968; GIUDICELLI *et al.*, 1980), remontent ici en altitude à la recherche de conditions favorables de développement.

L'abondance des Trichoptères recensés dans ce travail fluctuent d'une station à une autre: Les stations alticoles à savoir O<sub>1</sub>, O<sub>3</sub> et O<sub>4</sub> présentent une abondance moyenne de 87 individus, les stations de moyenne montagne (O<sub>2</sub> et O<sub>5</sub>) présentent une abondance moyenne de 116 individus et le secteur des stations O<sub>6</sub> et O<sub>7</sub> présente une abondance moyenne de 274 individus.

L'étude de la richesse spécifique des Trichoptères récoltés dans les 7 stations étudiées met en évidence 3 grands secteurs :

Les stations de haute altitude (850-1040m) présentent une richesse spécifique de 12 espèces recensées. Ces espèces sont pour la plupart rhéophiles, manifestent une affinité plus forte pour les habitats d'altitudes, caractérisés par un substrat grossier (bloc, galets, graviers), courant rapide, pente forte, température relativement basse.

Les parties moyennes des cours d'eau étudiés (500-600m) hébergent une richesse spécifique avec 8 taxons recensés.

Les stations de basse altitude (200-290m) présentent la richesse spécifique la plus faible avec seulement 7 taxons récoltés. Elles sont caractérisées par un substrat déposé, marqué par une granulométrie fine (limons) et la présence de végétation aquatique.

Certaines espèces sont recueillies régulièrement dans l'ensemble des stations, d'autres dans trois ou quatre stations, et d'autres encore, sont récoltées sporadiquement dans une ou deux stations seulement.

Dans l'analyse de la distribution longitudinale des espèces, nous avons relevé :

Des espèces sténothermes d'eau froide qui se localisent dans les parties supérieures des cours d'eau : *Micrasema sp*, *Wormaldia sp*, *Tinodes sp*, *Silonella aurata*.

- Des espèces alticoles pouvant descendre jusqu'à 490 m d'altitude. ce sont des taxons qui tolèrent un peu les altitudes basses et les différents changements dans les facteurs abiotiques : *Hydroptila vectis*, *Hydropsyche fezana* et *Allogamus sp*.
- Des espèces eurythermes, à distribution limitée aux stations de basse altitude : *Hydropsyche resmineda*
- Des espèces à large valence écologique, ce sont des espèces qui se trouvent presque dans toutes les stations étudiées : *Rhyacophila munda*, *Polycentropus kingi*, *Hydropsyche obscura*, *Hydropsyche lobata* et *Hydropsyche gpe pellucidula*.

Nous tenons tout de même à signaler que nos résultats sont plus ou moins satisfaisants puisque ils correspondent aux récoltes de Trichoptères d'une seule campagne de prélèvement à cause des pluies diluviennes des mois de mars, avril et mai 2018.

# **Conclusion**

Ce premier travail sur les Trichoptères de l'Assif Ouadhias nous a permis d'une part de dresser une liste des espèces présentes et d'autre part faire le lien entre la distribution de ces espèces en fonction des paramètres environnementaux.

La campagne de prélèvement effectuée le 21 juin 2018, nous a permis la récolte de 1040 individus de Trichoptère appartenant à 14 taxons, 9 familles et 9 genres dans les 7 stations étudiées échelonnées entre 200 et 1040 m d'altitude.

Le peuplement des Trichoptères récolté dans cette étude, présente une variabilité spatiale de la richesse spécifique et met en évidence leur importance à la station O<sub>1</sub> avec 9 taxons et à la station O<sub>2</sub> avec 7 espèces. Les espèces présentes sont des éléments qui fréquentent des zones bordées d'une végétation assez dense, courant rapide, milieux favorables à l'installation d'une faune riche et diversifiée.

Inversement, les stations O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub>, O<sub>5</sub>, O<sub>6</sub> et O<sub>7</sub> présentent une richesse spécifique qui ne dépasse pas 5 taxons, cette réduction est due à la diminution de niches écologiques.

Les valeurs de H' et de E calculés dans l'ensemble des stations étudiées varient entre 0,83 et 2,18 pour H' et entre 0,41 et 0,68 pour E.

Du point de vue biogéographique, les Trichoptères inventoriés dans cette présente étude, 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.

La classification ascendante hiérarchique (CAH) de l'ensemble des stations réalisée sur la base de l'ACP montre globalement deux grands groupes de stations :

**Groupe 1:** O<sub>1</sub>, O<sub>3</sub> et O<sub>4</sub> stations d'altitudes caractérisées par les paramètres altitude, pente, substrat grossier (GG) et vitesse du courant.

**Groupe 2:** O<sub>2</sub>, O<sub>5</sub>, O<sub>6</sub> et O<sub>7</sub> stations de piémont et de basse altitude caractérisées par les paramètres matière organique, sable et limons, végétation aquatique et température moyenne.

En perspective, il serait judicieux d'approfondir les prospections dans l'Assif Ouadhias, en particulier Assif Ath Bouaddou, qui révèle une richesse spécifique en Trichoptère assez intéressant et pourquoi pas trouver de nouvelles espèces pour la Kabylie et pour l'Algérie.

# **Références bibliographiques**

- **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 Compté : 233p.
- **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 3<sup>ème</sup> cycle, Faculté Science, Marrakech. 189 p.
- **Angelier E., Angelier M.L et Lauga J., 1985.** Recherches sur l'écologie des Hydracariens (Hydrachnella, Acari) dans les eaux courantes. Annales de Limnologie., 21(1) : 25-64 pp.
- **ALAOUI, A., 2006.** Trichoptères du Bassin de Oued Laou et la région de Fifi (Rifoccidental). Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle Université Abdelmalek Essaadi, Tétouan. 84 p.
- **ARAB A., LEK S., LOUNACI A. et PARK Y.S., 2004.** Spatial and Temporal patterns of benthic invertebrate communities inan intermittent river (North Africa). Ann. Limnol. – Int. J. Lim., 40 (4): 317-327 pp.
- **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<sup>ème</sup> cycle, Faculté Science, Marrakech. 192 p.
- **BARBAULT R., 1981.** Ecologie des populations et des peuplements. Des théories aux faits. Masson ed., Paris : 208 p.
- **BERRAHOU, A., B. CELLOT & P. RICHOUX, 2001.** Distribution des macroinvertébrés benthiques de la Moulouya et de ses principaux affluents (Maroc). Annales de Limnologie, 37(3): 223-235 pp.
- **BERTRAND H, 1954.** Les insectes aquatiques d'Europe - 2l Ed Paul Lechevalher.
- **BLONDEL J., 1979.** Biogéographie et écologie. Masson ed., Paris : 173 p.
- **BONADA, N., C. ZAMORA-MUÑOZ, M. EL ALAMI, C. MÚRRIA & N. PRAT, 2008.** New records of Trichoptera in reference mediterranean climate rivers of the Iberian Peninsula and north of Africa: Taxonomical, Faunistical and Ecological aspects. Graellsia, 64(2): 189-208 pp.

- **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 Greallsia. 60(1): 41-69 pp.
- **BOULUNIER T., NICHOLAS J.D., 1998.** Estimating species richness: the importance of heterogeneity in species detectability. The ecological society of America: 1018. Ecology 73 (3).
- **BOUMAIZA M., 1994.** Recherche sur les eaux courantes de Tunisie. Faunistique, écologie et biogéographie. Thèse de doctorat d'état en sciences biologiques, Faculté des sciences Tunis, 427p.
- **BOUZIDI, A., 1989.** Recherches 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, 190 p.
- **CHAUMONT M. & PAQUIN C., 1971.** Carte pluviométrique de l'Algérie au 1/500 000 avec notice explicative. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord : 24p.
- **DAJOZ R., 1971.** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris : 434p.
- **DAJOZ R., 1979.** Précis d'écologie. Paris. G.V: 549p.
- **DAJOZ R., 1985.** Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquées. 5<sup>ème</sup> édition Gauthier Villard. Paris: 505p.
- **DAKKI M., 1978.** Le Genre Hydropsyche au Maroc, Trichoptera Hydropsychidae. Bulletin de l'Institut Scientifique ; Rabat ; n°3 : 111-120 pp.
- **DAKKI, M., 1982.** Trichoptères du Maroc. Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, 6: 139-155 pp.
- **DAKKI, M & GIUDICELLI, J., 1984.** Les sources du Moyen Atlas et du Rif: faunistique (description de deux espèces nouvelles de Trichoptères), écologie, intérêt biogéographique. *Bijdragen Tot De Dierkunde*, 54(1): 83-100 pp.
- **DAKKI, M., 1986.** Recherches hydrobiologiques sur le haut Sebou (Moyen Atlas); une contribution à la connaissance faunistique, écologique et historique des eaux courantes Sud-méditerranéennes. Thèse es. Science. Rabat, 181 p.

- **DAKKI, M., 1987.** Ecosystème d'eau courante du haut Sebou (Moyen Atlas); Etudes typologiques et analyses écologiques et biogéographie des principaux peuplements entomologiques. Travaux de L'Institut Scientifique. Série Zoologie, 42: 99 p.
- **DAKKI M & TACHET H. 1987.** Les larves d'Hydropsyche du Maroc (Trichoptères Hydropsychidae). Proc. 5<sup>th</sup>Int. Symp. Trich., S : 25-28 pp.
- **DECAMPS H., 1967.** Ecologie des Trichoptères de la vallée d'Aure (Hautes Pyrénées). Annls Limnol. 3 (3) : 399-577 pp.
- **DECAMPS H., 1968.** Recherches écologiques sur les Trichoptères des Pyrénées. Annl Limnol., 4 (1) : 1-150 pp.
- **DERRIDJ A., 1990.** Etude des populations de *Cedrusatlantica* M. en Algérie. Thèse Docteurs- sciences, Université Paul Sabatier, Toulouse: 288p.
- **DYNESIUS M. & NILSON C., 1994.** Fragmentation and flow regulation of river systems in the northeast third of the world. Science, 266: 753-762 pp.
- **EL AGBANI, M.A., 1984.** Le réseau hydrographique du bassin versant de l'oued Bou-Regreg (plateau central marocain).Essai de biotypologie. Thèse de 3ème cycle. Université de Claude Bernard, Lyon I. 147 p.
- **EL-ALAMI M et DAKKI M, 1998.** Peuplement d'Ephéméroptères et de trichoptères de l'oued Laou (Rif occidental, Maroc) : distribution longitudinale et biotypologie. Bulletin de l'Institut Scientifique Rabat ; n°21 : 51-70 pp.
- **EMBERGER L., 1971.** Travaux de botanique et d'écologie. Ed. Masson et Cie. Paris: 250p.
- **FAESSEL B., 1985.** <<LES TRICHOPTERES>> Données biologiques, éthologiques et écologiques Clés de détermination larvaire des familles et des principaux genres de France. Bull. Fr. Pêche Piscic. (1985) 299 : 1-41 pp.
- **FAURIE C., FERRA C et MEDORI P., 1980.** Ecologie. Edition. Baillière. Paris : 168p.
- **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<sup>ème</sup> édition, Educagri : 105-108 pp.
- **GIUDICELLI J & DAKKI M.1980.-**Les agapetus tu 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: faunistique (description de deux espèces nouvelles de Trichoptères), écologie, intérêt biogéographique. *Bijdragen Tot De Dierkunde*, 54(1): 83-100 pp.
- **GIUDECELLI J., DAKKI M. & DIA A., 1985.** Caractéristiques abiotiques et hydrobiologiques des eaux courantes méditerranéennes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 22: 2094-2101 pp.
- **GONZÁLEZ, MA. & H. MALICKY, 1999.** Une nouvelle espèce de Hydropsyche du groupe pellucidula (Trichoptera: Hydropsychidae). *Braueria (Lunz am See, Austria)*, 26: 25-26 pp.
- **GONZALEZ M. A Terra L. S., Garcia de Jalon D et Cobo F., 1992.** Lista faunistica y bibliografica de los Trichopteros (Trichopetra) de la peninsula Iberica et Islas Baleares *Asociacion Espanola de la Limnologia*, 11: 200 p.
- **HAJJI, K., C. ZAMORA-MUÑOZ, N. BONADA & M. EL ALAMI, 2012.** Quelques notes sur l'écologie et distribution des Rhyacophilidae du Rif (du Maroc). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 50: 559-562 pp.
- **HAJJI K., EL ALAMI 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 pp.*
- **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.
- **LAVANDIER P., 1979.** Ecologie d'un torrent pyrénéen de haute montagne : l'Estaragne. Thèse de Doctorates Sciences, Université de Paul Sabatier, Toulouse : 532p.
- **LEGENDRE L. & LEGENDRE P., 1979.** Ecologie numérique. Le traitement multiple des données écologiques. 2<sup>ème</sup> Edition Masson, Paris : 206 p.
- **LESTAGE J.A., 1925.** Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères recueillis en Algérie par M.H Guathier et liste des espèces connues actuellement de l'Afrique du Nord. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique Nord*, 16 : 8-18 pp.
- **LOUNACI A., 1987.** Recherches hydrobiologiques sur les peuplements d'invertébrés benthiques du bassin de l'Oued Aissi (Grande Kabylie). Thèse Magister, U.S.T.H.B., 133p.
- **LOUNACI, A., S. BROSE, A. THOMAS & S. LEK, 2000.** Abundance, diversity and community structure macro-invertebrates in an Algerian stream: the Sébaou wadi. *Annales de Limnologie*, 36: 123-133 pp.

- **LOUNACI A., B. BROSSE S. THOMAS A. & LEK S., 2000(a).** Abundance, diversity and community structure of macroinvertebrates in an algerian stream: the Sebaou wadi. *Annls Limnol.*, 36 (2): 123-133 pp.
- **LOUNACI A., BROSSE S., AIT MOULOUD S., LOUNACI-DAOUDI D ET MEBARKI M. 2000(b).** Current knowledge of benthic invertebrate diversity in an Algerian stream: a species check-list of the Sebaou River bassin (Tizi-Ouzou). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse.*, 136: 43-55 pp.
- **LOUNACI A., 2005.** Recherches sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macro-invertébrées des cours d'eau de Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie). Thèse de Doctorat d'état en biologie. Univ. Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou: 208 p.
- **MALIKY H., 1983.** Chronological patherns and biome types of Eurppean Trichoptera and of the freshwater insect, *Arch, Hydrobiol*, 96, 2, 223-244 pp.
- **MALICKY H et LOUNACI A, 1987** Beitragzur taxonomie and faunistik der kocherfleigenvon Tunesein, Algerienund Marokko (Trichoptera). *Opuscula zoological fluminensia* 14, 1-20 pp.
- **MESSOUDENE M., LARIBI M ET DERRIDJ A., 2007.**Etude de la diversité floristique de la forêt de l'akfadou (Algérie). *Bois et foret des tropiques*, 291(1) ,75-81pp.
- **MINSHALL G.W et MINSHALL J.N., 1977.** Microdistribution of benthic invertebrates in a rocky mountain (U.S.A.) stream. *Hydrobiologia.*, 55 : 231-249 pp.
- **NAVAS, L. 1917.** Trichoptères nouveaux de l'Algérie. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord*, 8 : 1-15 pp.
- **NAVAS, L. 1928.** Insectes névroptères et voisins de Barbaries. *Bulletin de la société d'Histoire Naturelle d' Afrique du Nord*, 19 : 189-190 pp.
- **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.
- **PIELOU E. C., 1969.** An introduction to mathematical ecology. Wiley – Interscience, New- York: 286 p.
- **RAMADE F., 1984.** Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill. Paris: 379 p.
- **RAMADE F., 2003.** Elément d'écologie. Ecologie fondamentale 3<sup>ème</sup> Edition, Dunod, Paris, 690 p.

- **RUFINO V L., 2000.** Las Larvas de los Trichopteros de Glali Cia (insecta : Trichoptera). Tesis Doctoral. Universidade de Santaiaago de compostela, Facultad de biologia, 611p.
- **BLONDEL J., 1979.** Biogéographie et écologie. Masson ed., Paris : 173 p.
- **SEKHI S., HAOUCHINE S., LOUNACI-DAOUDI D., EL ALAMI EL MOUTAOUAKIL & LOUNACI A., 2015.** Contribution à la connaissance des Trichoptères de Grande-Kabylie (Algérie) [Trichoptera]. Ephemera, Vol. 17 (1) : 51-69.
- **SEURAT, L. G. 1930.** Exploration zoologique de l'Algérie de 1830 à 1930. Collection du centenaire de l'Algérie, Paris. 708 pp.
- **SHANNON C. E. & WEAVER W., 1963.** The mathematical theory of communication. Urbane: University of Illinois Press: 117 p.
- **TACHET H., RICHOUX PH., BOURNAUD M et USSEGLIO-POLATERA PH., 2000.** Invertébrées d'eau douce (systématique, biologie, écologie). Edition CNRS. France. 588 p.
- **TACHET H., RICHOUX P., BOURNAUD M et USSEGLIO-POLATERA PH., 2000.** Invertébrées d'eau douce : systématique, biologie, écologie. Edition CNRS. Paris : 585 p.
- **TAYOUB, H., 1989.** Etude hydrobiologique d'un réseau hydrographique rifain, l'oued Laou: Typologie et Ecologie des Trichoptères. Thèse Doctorat 3ème cycle, Faculté des Sciences de Rabat, 137 pp.
- **TOBIAS, D. & W. TOBIAS, 2008.** Caddisflies of the West Palaearctic and Afrotropical regions of Africa – Working documents. <http://trichoptera.insects-online.de/Trichoptera%20africana/index.htm>.
- **THIOULOUSE J., CHESSEL D., DOLEDEC S. & OLIVIER J. M., 1997.** ADE.4: A multivariate analysis and graphical display software. Statistics and computing, 7: 75 – 83 pp.
- **VAILLANT, F., 1954.** Three new species of Trichoptera from Algeria. Annals and Magazine of natural history, 12 (7): 183-142 pp.
- **VAILLANT, F., 1955.** Recherche sur la faune madicole de France, de Corse et d'Afrique du Nord. Mémoires Muséum Histoire Naturelle, Paris (Zool.). 11: 1-258 pp.
- **VERNEAUX J., FAESSEL B. & MALESIEU M., 1976.** Note préliminaire à la proposition de nouvelles méthodes de détermination de la qualité des eaux courantes. Trav. Labo. Hydrobiol., Univ. Besançon et CTGREF, ronéo : 40 p.
- **VIERA-LANERO R., 2000.** Las larvas de los Trichopteros de Galicia (insecta : Trichoptera). Ph.D. Thesis, University of santiago de Compostela.

- **YAKOUB B., 1985.** Contribution à l'étude hydrogéologique de la Kabylie occidentale (Algérie). Thèse Doct. 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI : 215 p.
- **YAKOUB B., 1996.** Le problème de l'eau en grand Kabylie. Le bassin versant de Sébaou et la wilaya de Tizi-Ouzou. Edition Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou: 210 p.

# **Annexes**

**Annexe I :** Température moyennes mensuelles de l'air en °C (maximales, minimales et moyennes) enregistrées à Tizi-Ouzou durant la période 2010-2017 (source O.N.M de Tizi-Ouzou)

Températures /Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
<b>T°moyennes maximales</b>	16,2	16,1	19,2	22,9	26,3	31,5	35,9	35,2	31,6	27,9	19,7	16,8
<b>T°moyennes minimales</b>	6,95	6,9	8,8	11,3	13,9	17,7	21,6	22	18,9	15,7	12,4	7,9
<b>T°moyennes mensuelles</b>	10,8	10,9	13,4	16,6	19,5	24,2	28	28,3	24,5	20,8	15,2	11,5
<b><math>\Delta T(^{\circ}C)</math></b>	9,25	9,2	10,4	11,6	12,4	13,8	14,3	13,2	12,7	12,7	7,3	8,9

**Annexe II:** Précipitations moyennes mensuelles et totaux pluviométrique (en mm) enregistrés au niveau de deux localités de la région d'étude (Ath Djemaa et Tizi-Ouzou) durant la période 2007-2013 (source A.N.R.H de Tizi-Ouzou).

Stations	Alt (m)	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Total
<b>Ath-Djemaa</b>	<b>840</b>	42,9	88,6	132,9	80,9	112,8	117,5	111,4	103,7	96,3	30,3	1,4	13,2	931,74
<b>Tizi-Ouzou</b>	<b>220</b>	26,7	56,2	91,2	60,8	73	75,7	61,9	50	48,5	10,5	1,9	4,3	560,71
<b>Moyenne</b>		<b>34,8</b>	<b>72,4</b>	<b>112</b>	<b>70,9</b>	<b>92,9</b>	<b>96,6</b>	<b>86,6</b>	<b>76,9</b>	<b>72,4</b>	<b>20,4</b>	<b>1,7</b>	<b>8,7</b>	<b>746,2</b>

**Annexe III : Richesse spécifique des Trichoptères des stations étudiées**

<b>Stations</b>	<b>O<sub>1</sub></b>	<b>O<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>O<sub>4</sub></b>	<b>O<sub>5</sub></b>	<b>O<sub>6</sub></b>	<b>O<sub>7</sub></b>
<b>Richesse spécifique</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>

**Annexe IV : Abondance des Trichoptères dans les stations étudiées**

<b>Stations</b>	<b>O<sub>1</sub></b>	<b>O<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>O<sub>4</sub></b>	<b>O<sub>5</sub></b>	<b>O<sub>6</sub></b>	<b>O<sub>7</sub></b>
<b>Abondance</b>	<b>136</b>	<b>156</b>	<b>48</b>	<b>76</b>	<b>76</b>	<b>336</b>	<b>212</b>

## **Résumé :**

7 stations ont été prospectées au niveau du réseau hydrographique de l'Oued Ouadhias (Assif Ath Bouaddou, Assif Agouni Guehrane et Assif Ouadhias) entre 200 et 1040 m d'altitude pendant le 21 juin 2018. Ce premier inventaire des Trichoptères a permis la récolte de 1040 individus, ils appartiennent à 14 espèces ou taxa répartis en 9 genres et 9 familles.

La richesse spécifique est maximale dans les stations O<sub>1</sub> avec 9 taxons O<sub>2</sub> avec 7 espèces. Inversement, elle est plus faible dans les stations O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub>, O<sub>5</sub>, O<sub>6</sub> et O<sub>7</sub> présentent une richesse spécifique qui ne dépasse pas 5 taxons, cette réduction est due aux conditions écologiques différentes.

La distribution longitudinale des espèces met en évidence 4 groupes: des espèces sténothermes d'eau froides, des espèces alticoles pouvant descendre jusqu'à 490 m d'altitude, des espèces eurythermes, à distribution limitée aux stations de basse altitude et des espèces à large valence écologique.

L'application des indices H' et E montre que les valeurs varient entre 0,83 et 2,18 pour H' et entre 0,41 et 0,68 pour E.

Sur le plan biogéographique, cet inventaire est nettement de type paléarctique.

La classification ascendante hiérarchique (CAH) de l'ensemble des stations réalisée sur la base de l'ACP montre globalement deux grands groupes de stations: groupe 1 (O<sub>1</sub>, O<sub>3</sub> et O<sub>4</sub>) et groupe 2 (O<sub>2</sub>, O<sub>5</sub>, O<sub>6</sub> et O<sub>7</sub>).

**Mots clés :** Trichoptères, Assif Ath Bouaddou, Assif Agouni Guehrane, Assif Ouadhias.