

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques

Département de biologie



Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme

Master en Sciences de la Nature et de la Vie

Spécialité : Ecologie Animale

Thème

*Contribution à l'étude faunistique et
écologique des Trichoptères des cours
d'eau d'assif El-Khemis et de l'oued
Boubhir (s.s.)*

Présenté par :

MERROUKI Melissa & OUNNAR Souad

Soutenu le 06/01/2021 devant le jury composé de :

Présidente	Mme MALLIL K.	MAA UMMTO
Promotrice	Mme SEKHI S.	MAA UMMTO
Examinatrice	Mme CHAOUCHI-TALMAT N.	MCA UMMTO

2019/2020

Remerciements

Tout d'abord nous remercions le bon Dieu le tout puissant pour le courage, la patience et la santé Qu'il nous a donné pour suivre nos études et qui nous a permis de vivre ce bonheur.

Nous tenons en premier lieu à remercier Madame SEKHI S. notre promotrice pour toute l'aide qu'elle nous a apporté. Ainsi qu'à tous nos professeurs qui nous ont suivi tout au long de notre cursus universitaire.

Nos plus vifs remerciements vont aussi aux membres du jury Madame MALLIL K. qui nous a fait l'honneur d'accepter de présider le jury de ce mémoire et Madame CHAOUCHI-TALMAT N. pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nos plus vifs remerciements vont aussi à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de notre travail et à tous ceux qui nous ont aidé à vaincre les nombreuses difficultés rencontrés tout au long de la durée de notre mémoire.



Je dédie ce travail à mes très chers parents, en témoignage et en gratitude de leurs dévouements et leurs soutiens permanent durant toutes mes années d'études, leurs sacrifices illimités, leur réconfort moral et tous les efforts qu'ils ont consentis pour mon éducation et mon instruction pour me voir réussir un jour.

Que Dieu les garde

À mon très cher frère Mokrane

À ma très chère sœur Lylia

À ma grand-mère maternelle Memesse, ma grand-mère paternelle et à la mémoire de mes grands-pères que dieu les accueille dans son vaste paradis

À toute ma famille

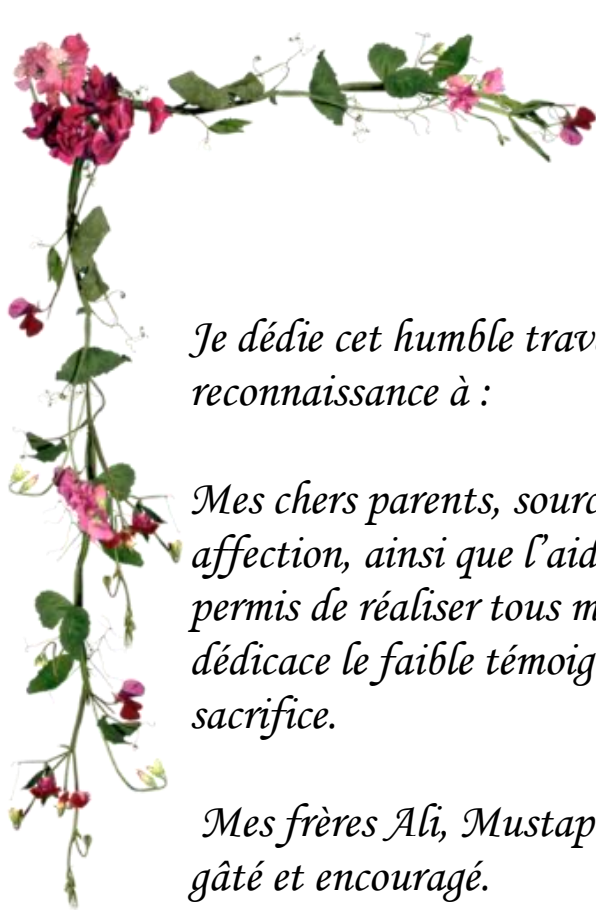
Et à tous mes amis

À tous ceux qui font partie de ma vie et qui sont chers à mon cœur.

Que dieu nous protèges et nous préserve le bonheur et la santé.

Je dédie avec ma profonde affection, ce travail.

Melissa



Dédicaces

Je dédie cet humble travail, comme preuve de respect, de gratitude et de reconnaissance à :

Mes chers parents, source de ma réussite, qui m'ont apporté soins et affection, ainsi que l'aide et les encouragements nécessaires qui m'ont permis de réaliser tous mes projets. Qu'ils trouvent à travers cette dédicace le faible témoignage de ma reconnaissance pour leurs efforts et sacrifice.

Mes frères Ali, Mustapha et Nacer que j'aime et qui m'ont toujours gâté et encouragé.

Mes précieuses sœurs Samia et Safia sans oublier mes belles sœurs Sabrina et Sadia pour leurs encouragements et leurs soutiens.

Mes adorables anges Mimi, Mayes, Maya, Ines, Yani, Elyane et Dani que Dieu les protège pour moi

Tous les membres de ma famille de près ou de loin, ainsi que mes amies

Tous mes camarades de la promotion Diversité et Ecologie des Peuplements Animaux qu'avec j'ai passé des moments inoubliables

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

Souad

Liste des figures

Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude	3
Figure 2 : Précipitations moyennes mensuelles (en mm) à certaines localités de la région d'étude (période 1994-2014)	6
Figure 3 : Températures mensuelles moyennes de l'air en (°C) (maximales, minimales, moyennes) à Tizi-Ouzou (période 1994-2014, source : O.N.M de Tizi-Ouzou)	7
Figure 4 : Réseau hydrographique étudié et emplacement des stations	12
Figure 5 : Caractéristiques d'une larve de Trichoptère (TACHET <i>et al</i> , 2006)	24
Figure 6 : Richesse spécifique des Trichoptères aux stations étudiées	31
Figure 7 : Abondance des Trichoptères dans les stations étudiées	32
Figure 8 : Abondance relative des Trichoptères dans les stations étudiées	34
Figure 9 : Abondance relative des Trichoptères dans les stations étudiées	34
Figure 10 : Evolution des indices de SHANNON-WEAVER et d'équitabilité dans les stations étudiées	36
Figure 11 : ACP : Représentation de la distribution des paramètres environnementaux	45
Figure 12 : Dendrogramme de la distribution des stations sur la base des variables environnementales	45

Liste des photos

Photo 1 : station II	13
Photo 2 : station IL	13
Photo 3 : station KH1	14
Photo 4 : station KH2	14
Photo 5 : station B1	15
Photo 6 : station B2	15
Photos 7 : larves de Trichoptères	25
Photo 8 : nymphe de Trichoptère	26
Photo 9 : adulte de Trichoptère	27
Photo 10 : Différents stades de développement de Trichoptères	28

Liste des tableaux

Tableau 1 : Températures ponctuelles de l'eau en (°C) enregistrés aux différentes stations étudiée	8
Tableau 2 : Altitudes et pentes des stations étudiées	16
Tableau 3 : les vitesses du courant enregistrées aux stations d'études	17
Tableau 4 : Nature du substrat dans les stations étudiées	18
Tableau 5 : Répartition de la faune trichoptérologique dans les stations étudiées.....	30
Tableau 6 : Caractéristiques environnementales des 6 stations étudiées	43
Tableau 7 : Matrice de corrélation entre variables environnementales	44

Sommaire

Introduction.....	1
--------------------------	----------

Chapitre I : Présentation générale de la région d'étude

1. La situation géographique de la région d'étude.....	3
2. Le contexte géologique	4
3. La climatologie	4
3.1. Les précipitations	5
3.2. Les températures	6
3.2.1. La température de l'air	6
3.2.2. La température de l'eau	7
4. Le couvert végétal	9
5. Les perturbations anthropiques	10

Chapitre II : Sites et méthodes d'étude

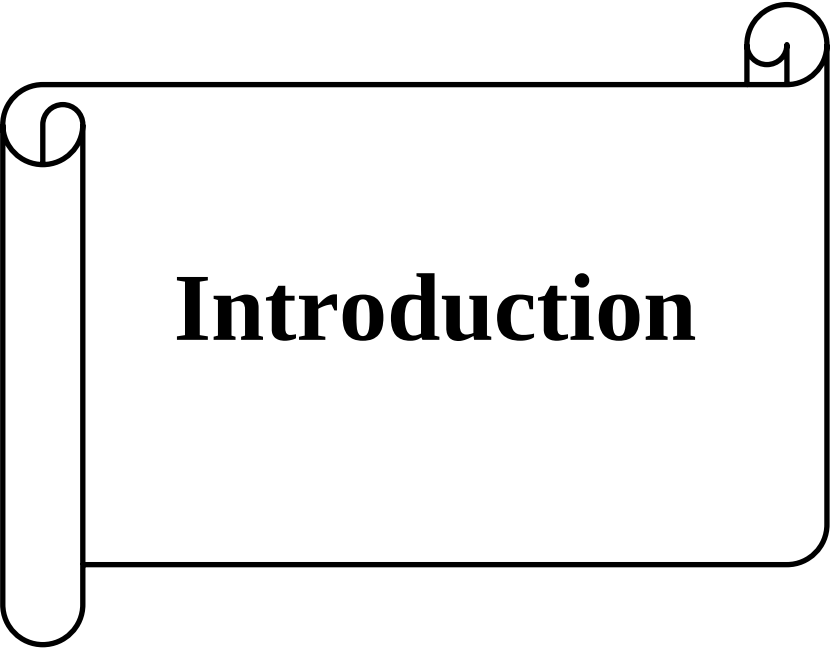
1. La description des cours d'eaux et des stations d'étude	11
1.1. Assif El-Khemis	13
1.2. Oued Boubhir (s.s)	15
2. Les caractéristiques physiques des stations	16
2.1. La pente	16
2.2. Débit et vitesse du courant	17
2.3. Le substrat	18
3. Le matériel et la méthode d'échantillonnage	19
3.1. Prélèvement des échantillons	19
3.2. Chasse d'adultes	19
3.3. Conservation des échantillons	19
3.4. Tri et détermination	20
4. Méthodes d'analyse de la faune trichoptérologique	20
4.1. Indices écologiques de composition et de structure des peuplements	20
5. Traitement statistique des données	22
5.1. Logiciels de calcul	22

Chapitre III : Les Trichoptères

1. Généralités sur les Trichoptères	23
1.1. Systématique	23
1.2. Description	23
1.2.1. La larve	24
1.2.2. La nymphe	25
1.2.3. L'adulte	26
1.3. Biologie et écologie des Trichoptères.....	27
2. Analyse du peuplement trichoptérologique.....	29
2.1. Richesse spécifique	31
2.2. Abondance stationnelle des espèces	32
2.3. Abondance et Occurrence relatives des espèces	33
2.4. Limites altitudinales des espèces	35
2.5. Etude de la Diversité	35
2.6. Autoécologie des espèces inventoriées	37
2.7. Biogéographie des espèces recensées	42
3. Structure des communautés.....	42
3.1. Structure mésologique	43
Conclusion	47

Références bibliographiques

Annexes



Introduction

Introduction

Les eaux douces sont d'une importance capitale pour la vie et le fonctionnement des écosystèmes.

Les cours d'eau sont composés d'une mosaïque d'habitats qui se distinguent par leur structure physique, leur composition faunistique et leur fonctionnement. Ce sont des écosystèmes ouverts présentant un fort lien avec les écosystèmes adjacents. Ils ont une forme linéaire (lit du cours d'eau) et un fonctionnement unidirectionnel principalement de l'amont vers l'aval.

Les études faunistiques (invertébrés benthiques), et écologiques (répartition spatiale, structure des communautés) revêtent d'une importance primordiale dans la compréhension du fonctionnement et de la gestion des systèmes naturels.

Les Trichoptères constituent un groupe assez diversifié des communautés d'invertébrés lotiques méditerranéens (GIUDICELLI *et al.*, 1985). La mobilité réduite de ses espèces alliées à une longue durée de vie, et des distributions raisonnablement cosmopolites permettent des études comparatives au niveau régional. 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 ou à leur biogéographie (MORTON, 1896 a, 1896 b ; NAVAS, 1917, 1928 ; LESTAGE, 1925 ; GAUTHIER, 1928 ; SEURAT, 1930 ; VAILLANT, 1954, 1955).

D'autres travaux ont vu le jour : MALICKY & LOUNACI (1987) ; LOUNACI *et al.* (2000) ; ARAB *et al.* (2004) ; LOUNACI (2005) ; MEHAL (2014) ; ZAIDAT (2014).

Plus récemment : BELKACEM & CHABANE CHAOUICHE (2016) ; SEKHI *et al.* (2016) en Grande-Kabylie dont deux genres (*Micrasema*, *Allogamus*) et deux espèces (*Agapetus incertulus*, *Hydropsyche iberomaroccana*) sont nouvelles pour l'Algérie, six autres taxons sont nouveaux pour la Grande Kabylie ; ALILAT & ALIOUANE (2017).

Le présent travail, se veut une contribution à l'étude hydrobiologique du cours d'eau de l'Assif El-Khemis et de l'oued Boubhir au sens strict (s.s.). Les données faunistiques recueillies ont pour objectif d'étudier la répartition des Trichoptères selon l'altitude et

Introduction

l'habitat et doit contribuer à une meilleure connaissance de l'écologie des éléments de cet ordre et de leur distribution.

L'ensemble de ce travail s'articule en trois principaux chapitres :

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

Chapitre I
Caractéristiques
générales
de la région d'étude

1. La situation géographique de la région d'étude

Le bassin versant du Sébaou représente un réservoir hydrobiologique important pour la région de Kabylie. Il se situe dans le centre Nord de l'Algérie à une centaine de kilomètres d'Alger et à moins de 50 Km au Sud du littoral méditerranéen.

Le Sébaou, principal cours d'eau de Kabylie, s'étale sur une superficie de 2500 Km² et d'une longueur de 117 Km (YAKOUB, 2005). Il est délimité (figure 1) :

- au Nord, par la ligne de crête de la chaîne littorale ;
- au Sud, par le flanc Nord de la chaîne calcaire du Djurdjura ;
- à l'Est, par le massif forestier de l'Akfadou ;
- et à l'Ouest, par le massif cristallophyllien de Sidi Ali Bounab et les piémonts de la rive gauche de la basse vallée du Sébaou.

Dans l'impossibilité d'étudier tout le chevelu hydrographique du sous-bassin versant de l'oued Boubhir, qui draine les écoulements en provenance de la dorsale orientale du Djurdjura (col de Tirourda) et du massif de l'Akfadou (col de l'Akfadou et de Chellata), notre intérêt s'est porté sur l'un de ses affluents à savoir assif El-Khemis et l'oued Boubhir au sens strict (s.s.).

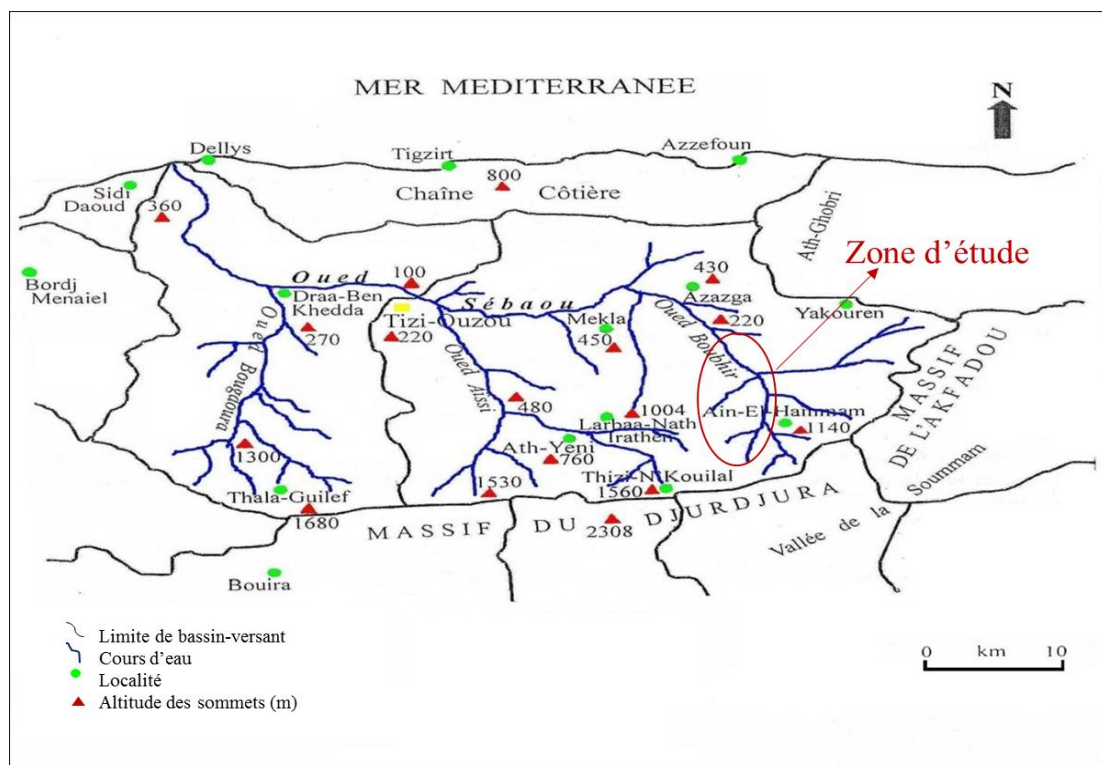


Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude (LOUNACI, 2005).

2. Le contexte géologique

La Kabylie du Djurdjura s'inscrit dans l'orogénèse alpine périméditerranéenne de la chaîne littorale d'Afrique du Nord. Sa description géologique est bien connue depuis les travaux de FLANDRIN (1952) ; THIEBAULT (1952) ; RAYMOND (1976) ; GELARD (1979) ; ABDESSLAM (1995).

Selon la structure, on distingue trois ensemble géologiques représentés par :

- **La chaîne du Djurdjura :** la chaîne du Djurdjura constitue le tronçon le plus important de la Dorsale Kabyle. Elle forme une barrière entre les formations du socle métamorphique au Nord et celle du crétacé tellien au Sud.
Les principaux reliefs de cette chaîne sont déterminés par les formations calcaires liasiques et celles de l'Eocène.
- **Le socle Kabyle :** il est constitué de terrains métamorphiques qui affleurent en grande partie dans la zone centrale et Sud de la Wilaya de Tizi Ouzou, à la limite des flancs Nord du Djurdjura.

Cette unité se subdivise en trois ensembles structuraux, superposés de bas en haut :

- un socle gneissique fortement métamorphique.
 - une série de schistes satinés, faiblement métamorphique, la base de cette série comporte, de haut en bas des marbres, des quartzites, des sericitoschistes et des amphibolites.
 - et des schistes argileux et siliceux, peu ou pas métamorphiques.
- **Les dépressions sédimentaires :** C'est une étroite vallée comprise entre le massif montagneux de la Grande-Kabylie et la terminaison occidentale de la chaîne du Djurdjura. Elles se composent d'un matériel hétérogène grossier (galets, graviers) et peut former des nappes alluviales suite aux importants écoulements.

3. La climatologie

Le climat est l'un des facteurs écologiques dont dépend étroitement l'équilibre et le maintien en vie des êtres vivants. C'est un ensemble de facteurs climatiques ayant une influence directe sur le développement et la répartition des êtres vivants.

L'Algérie présente un climat de type méditerranéen, extra tropical tempéré, caractérisé par une longue période de sécheresse estivale (3 à 4 mois sur le littoral, 5 à 6 mois au niveau des hautes plaines et plus de 6 mois au niveau de l'atlas Saharien). Cette caractéristique est due essentiellement à l'influence de trois paramètres : la mer, le relief et l'altitude.

ABDESSELAM (1995) signale que, la répartition pluviométrique de la Kabylie du Djurdjura dépend des conditions générales du climat méditerranéen caractérisé par :

- ❖ des hivers froids et humides avec des précipitations à grandes irrégularités interannuelles ;
- ❖ et des étés chauds et secs avec une sécheresse totale bien marquée se prolongeant de Juin à Septembre.

3.1. Les précipitations

La pluviosité est caractérisée par une répartition inégale d'un point à un autre. Selon SELTZER (1946), QUEZEL (1957) et CHAUMONT & PAQUIN (1971), la pluviométrie en Algérie est sous l'influence de facteurs géographiques : l'altitude, la latitude, la longitude et l'exposition. En effet, la pluviosité augmente avec l'altitude, mais elle est plus élevée sur le versant exposé aux vents humides. Elle augmente d'Ouest en Est, et diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral vers le Sud.

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

Par son orientation Est-Ouest, le massif montagneux du Djurdjura joue un rôle de barrière naturelle aux vents humides, provenant du Nord-Ouest. Il représente un réservoir hydrologique important pour l'alimentation de l'oued Sébaou et ses affluents.

Les données pluviométriques enregistrées dans les localités environnantes de la région d'étude (Azazga, Tizi-Ouzou et Boubhir) sont portées sur la figure 2 et annexe 1 pour la période allant de 1994 à 2014. Elles nous ont été fournies par l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (A.N.R.H) de Tizi-Ouzou.

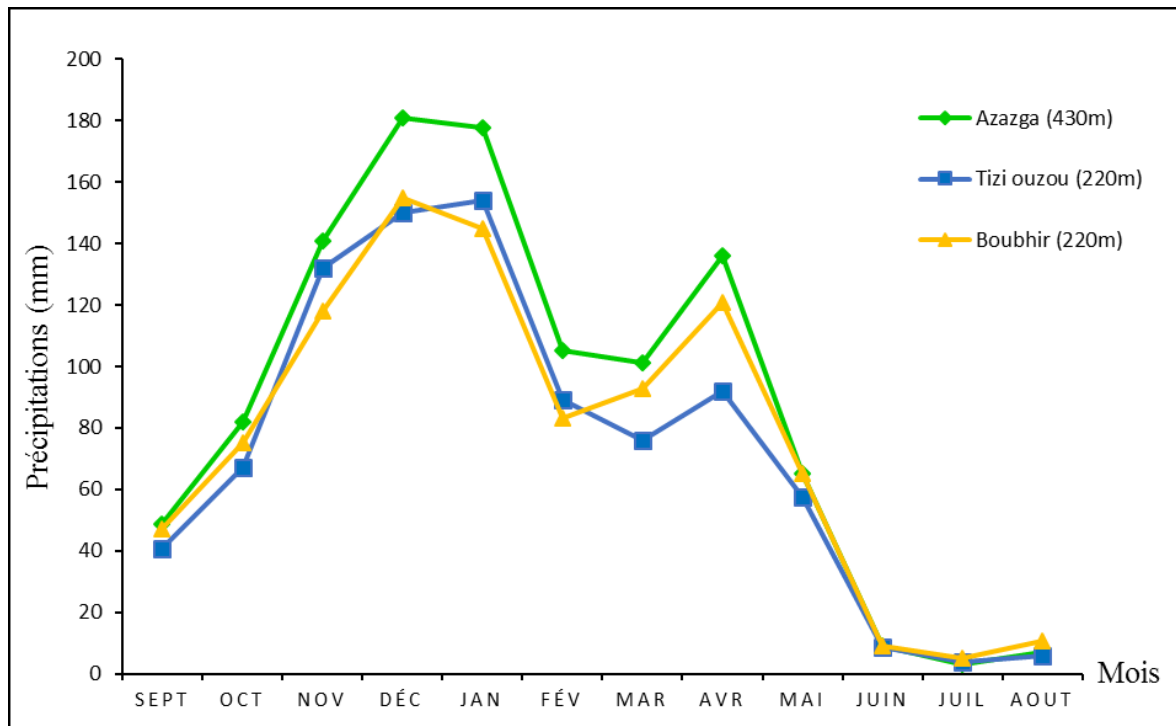


Figure 2 : Précipitations moyennes mensuelles (en mm) à certaines localités de la région d'étude (période 1994-2014).

La lecture de la figure 2 montre que, les précipitations les plus importantes s'observent de novembre à avril avec deux pics, (plus de 80 % du total pluviométrique) :

- Décembre et Janvier avec respectivement 162mm et 158,8 mm ;
- Avril avec 116,3 mm.

Ces précipitations diminuent ensuite progressivement pour atteindre les valeurs de l'ordre de 4,03 mm en Juillet et 7,9 mm en Août puis reprennent en Septembre.

3.2. Les températures

3.2.1. La température de l'air

La température représente un facteur limitant de toute première importance, elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivant dans la biosphère (RAMADE, 1984).

Elle influence sur la vie des organismes aquatiques de façon directe (ANGELIER, 2000).

Dans la figure 3 et l'annexe 2, nous avons reporté les valeurs moyennes mensuelles minimales et maximales des températures de l'air enregistrées à Tizi-Ouzou durant la période allant de 1994 à 2014 (Source : Office National de Météorologie de Tizi-Ouzou).

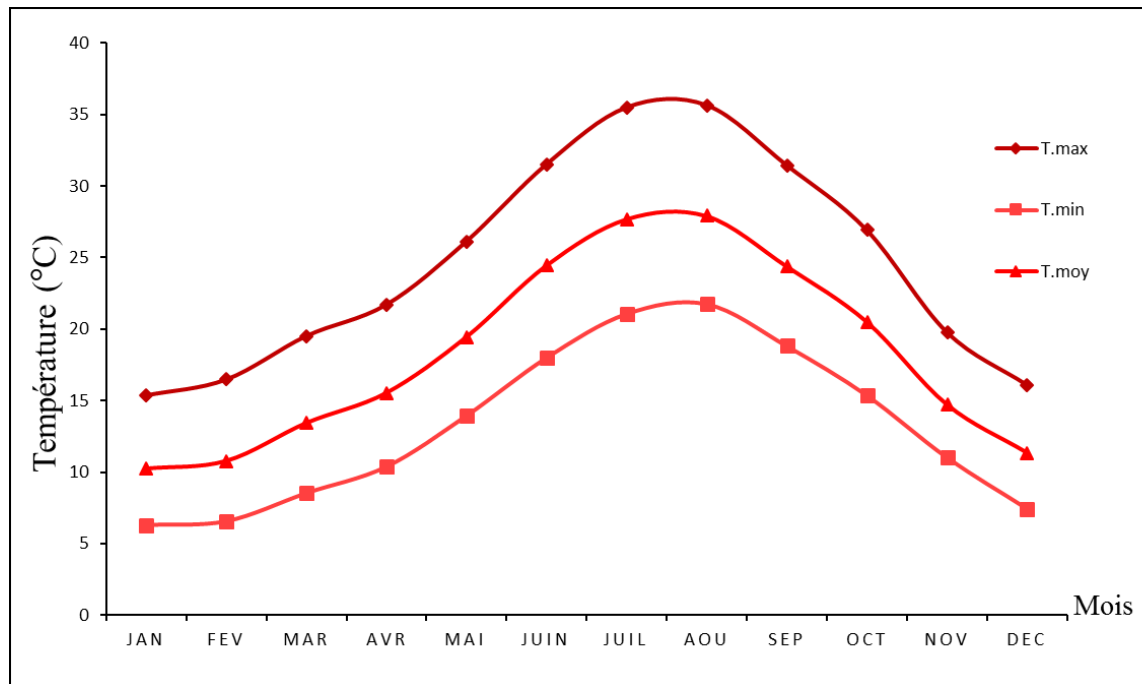


Figure 3 : Températures mensuelles moyennes de l'air en (°C) (maximales, minimales, moyennes) à Tizi-Ouzou (période 1994-2014, source : O.N.M de Tizi-Ouzou).

Les moyennes annuelles des températures de l'air sont variables d'une année à l'autre. La lecture de la figure 3 montre que :

- ❖ les mois de Janvier et Février sont les plus froids avec des températures moyennes respectivement de 10,22 °C et 10,76°C, et leurs minima sont 6,30 °C et 6,56 °C ;
- ❖ les mois de Juillet etAoût sont les plus chauds avec des températures moyennes respectivement de 27,7 °C et 27,92 °C, et leurs maxima atteignent 35,50 °C et 35,65°C.

3.2.2. La température de l'eau

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

Ce paramètre varie régulièrement sur le profil longitudinal des cours d'eau. Il est en fonction de l'altitude, de la distance à la source, du régime hydrologique, de l'épaisseur de la ripisylve et de la saison (ANGELIER, 2000).

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

Les températures de l'eau ont été mesurées in situ à l'aide d'un thermomètre à mercure.

Dans le tableau1, sont présentées les valeurs de températures moyennes ponctuelles de l'eau relevées dans les différentes stations étudiées.

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

Stations	II	IL	KH1	KH2	B1	B2
Altitudes(m)	1290	710	370	220	200	190
Températures (°C)	7	10	14	15	18	18

* Pour les caractéristiques environnementales des stations d'étude, se référer au chapitre II page 13.

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

- **Groupe 1** : renferme les stations de haute altitude (II, IL). Leurs températures sont respectivement de 7°C et 10°C. Ces stations sont alimentées par les sources, les torrents, la fonte des neiges et /ou les stations des ruisseaux ombragés.
- **Groupe 2** : renferme les stations de moyenne et basse altitudes (KH1, KH2, B1, B2) leurs températures sont comprises entre 14°C et 18°C. En effet, la forte insolation, l'absence d'ombrage le long des cours d'eau et l'élargissement du lit sont à l'origine de ces fortes températures.

4. Le couvert végétal

En hydrologie, le couvert végétal est un facteur déterminant. Il influe sur le ruissellement superficiel, l'évapotranspiration et la capacité de rétention. Il empêche le réchauffement excessif des eaux en été, ainsi joue un rôle important dans la répartition de la faune benthique (LOUNACI, 2005).

D'après, 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.

- Les forêts (entre 900 et 1500 m d'altitude) : occupant les zones montagneuses et représentées généralement par le chêne vert (*Quercus rotundifolia*), et le cèdres (*Cedrus atlantica*) ;
- Les maquis (Altitude inférieure à 800 m): caractérisant en particulier les zones intermédiaires, constitués essentiellement de très denses champs d'oliviers (*Olea europea*) et de petites parcelles de figuiers (*Ficus carica*)
- Les cultures : elles sont concentrées dans les plaines et représentées par l'arboriculture et les superbes champs des cultures maraîchères.

Le long des cours d'eau on peut trouver sur les berges :

- En altitude une strate herbacée et des épineux ;
- Dans les zones piémont et de plaine, l'aulne (*Alnus glutinosa*), laurier rose (*Nerium oleander*), le merisier (*Cerasus avium*), le tamaris (*Tamarix sp*), le peuplier blanc (*Populus alba*) et le peuplier noir (*Populus nigra*), le roseau (*Arrundo donax*) et des épineux.
- Quant à la végétation aquatique, elle est constituée essentiellement de mousses, d'algues et de macrophytes. Les mousses prédominent dans les parties supérieures des cours d'eau, tandis que les parties avals présentent plus d'algues filamenteuses.

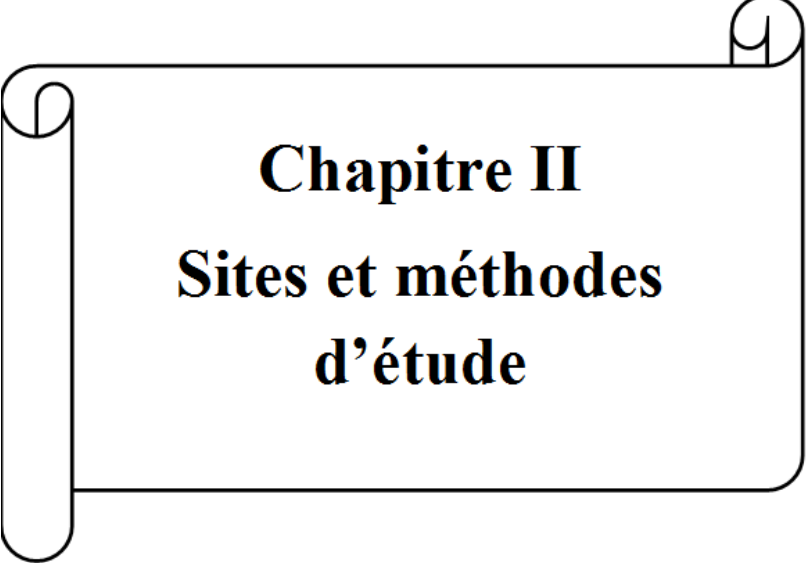
5. Les perturbations anthropiques

De nos jours, les réseaux hydrographiques de la Kabylie ont subi une dégradation sévère liée à une croissance démographique accélérée et un développement industriel et agricole qui ont engendré une augmentation démesurée du volume des déchets urbains.

Ces dégradations ont conduit à la fragmentation croissante des milieux, se traduisant par des modifications profondes et rapides des communautés d'organismes aquatiques avec une perte de diversité et/ou des déséquilibres démographiques (LOUNACI, 2014).

Dans le réseau hydrographique étudié, l'impact anthropique varie d'une zone à l'autre, selon l'altitude du secteur concerné. En effet dans la partie amont des cours d'eau, la pollution est essentiellement d'origine domestique, causées par l'élevage et le pompage des eaux pour l'irrigation. Son impact potentiel sur les cours d'eau devrait être relativement faible. Dans les piémonts et en basse altitudes, les atteintes au milieu dues à l'homme sont plus intenses. Les principales sources de pollution sont :

- ❖ **Pollution Agricole** : résulte des effluents d'élevage et de l'emploi des pesticides et d'engrais organique ou minéraux pour la fertilisation des terres et l'amélioration du rendement des cultures. Ces composés peuvent être lessivés lors des précipitations et entraînés vers les cours d'eau induisant un déséquilibre sur la faune et la flore aquatique.
- ❖ **Pollution urbaine** : l'extension rapide des zones urbaines et l'amélioration du cadre de vie accroissent la demande des besoins en eaux, et donc les volumes d'eaux usées dans les cours d'eau sont importants.
Ajoutant à cela, les décharges publiques constituées de dépôts de déchets abondants et anarchiques présentent une autre forme de pollution.
- ❖ **Pollution avicole** : l'aviculture est responsable du rejet de nombreux polluants organiques et inorganiques dans les eaux de surface et souterraines. Ces contaminants comprennent des composés phosphorés ou azotés issus des déchets animaux et des engrais commerciaux, notamment des nitrates constituant une source de perturbation eutrophisante.



Chapitre II

Sites et méthodes d'étude

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

1. Description des cours d'eau et des stations d'étude

Dans le cadre de ce travail, notre intérêt s'est porté sur l'un des principaux affluents de l'oued Boubhir, qui draine des écoulements en prévenance de la dorsale orientale de Djurdjura à savoir assif El-Khemis et l'oued Boubhir (s.s.) (figure 4).

Le choix des stations a été effectué en tenant compte plus particulièrement de certains paramètres tels que l'altitude, la pente, la distance à la source, amont et aval des agglomérations, le recouvrement, l'accessibilité et la sécurité de l'endroit.

Vu les conditions d'échantillonnages très difficiles suite à la pandémie COVID19, nous sommes référés pour réaliser ce travail, aux bases de données du laboratoire « Ecosystèmes Aquatiques Continentaux » de la faculté de l'U.M.M.T.O. Parmi ces références, nous avons ZAIDAT(2014); MEHAL(2014); BELKACEM&CHABANE CHAOUICHE (2016); ALILAT & ALIOUANE(2017).

Les stations retenues sont indiquées par des carrés sur la figure 4. Pour chaque station étudiée, nous indiquons :

- ✓ La localité la plus proche;
- ✓ L'altitude;
- ✓ La pente ;
- ✓ La largeur du lit;
- ✓ La profondeur de la lame d'eau;
- ✓ La vitesse du courant;
- ✓ La nature du substrat;
- ✓ Température de l'eau;
- ✓ La végétation;
- ✓ L'action anthropique.

Les stations se répartissent comme suit :

- 4 sur assif El-Khemis : II (Ighzer Ifrane), IL (Ighzer Laarabi), KH, KH2 (Kerrouche) ;
- 2 sur l'assif Boubhir (s.s) : B1, B2 (Boubhir).

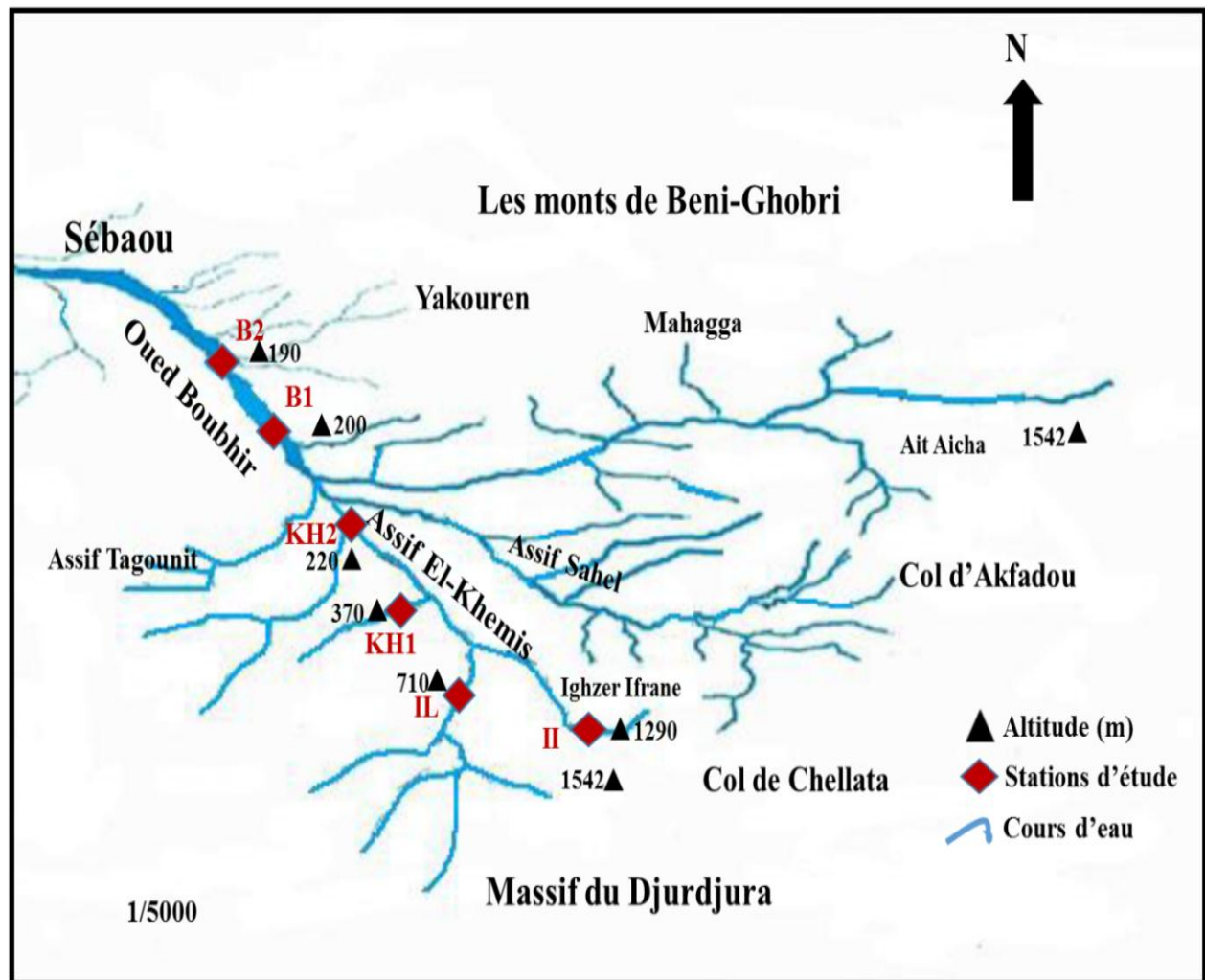


Figure 4 : Réseau hydrographique étudié et emplacement des stations.

1.1. Assif El-Khemis

Assif El-Khemis est un cours d'eau qui prend naissance à 1756 m d'altitude à partir des sources et des ruisselets alimentés par les eaux de pluies et de fonte des neiges du col de Chellata. Il suit une direction SSE-NNW, coulant sur une distance de 12 Km environ avant de rejoindre assif Sahel et assif Ouserdoun pour former l'oued Boubhir.

Quatre stations ont été retenues sur ce cours d'eau : II, IL, KH1, KH2.

❖ Station II (photo1)

Torrent de montagne situé à Ighzer Ifrane à 500 m en aval de la source au lieu-dit « Thizibert » au col de Chellata.

Altitude : 1290 m ;

Pente : 30% ;

Largeur de lit : 0,6m ;

Profondeur de la lame d'eau : 15 cm ;

Vitesse du courant : 70cm/s;

Température de l'eau : 7°C ;

Substrat : gros galets et blocs ;

Végétation bordante : dominance de la strate herbacée ;

Végétation aquatique : mousses et macrophytes.



Photo1 : station II

❖ Station IL (photo 2)

Torrent de montagne de dimension réduite nommé IghzerLaarbi situé à 2 Km en aval de la source au col de Chellata (environ 1,5 Km du village Ath Lahcen).

Altitude : 710 m ;

Pente : 14% ;

Largeur de lit : 1,15 m ;

Profondeur de la lame d'eau : 20 cm ;

Vitesse du courant : 75cm /s ;

Température de l'eau : 10°C ;

Recouvrement : 80% ;



Photo 2 : station IL

Substrat : blocs, gros galets, sable, limon et débris végétaux ;

Végétation bordante: strates arborescente, arbustive et herbacée ;

Végétation aquatique : mousses et macrophytes ;

Action de l'homme : pompage de l'eau et pâturage modeste.

❖ **Station KH1 (photo 3)**

Station localisée à Kerrouche. Elle est située sur l'oued Hallil, à 250 m avant sa confluence avec l'assif El-Khemis.

Altitude : 370 m ;

Pente : 3% ;

Largeur de lit : 4m ;

Profondeur de la lame d'eau : 40 cm ;

Vitesse du courant : 120cm /s ;

Température de l'eau : 14°C ;

Recouvrement : 60% ;

Substrat : gros galets, sable et limon, matière organique et débris végétaux;

Végétation bordante : strates arborescente et arbustive ;

Végétation aquatique : algues, mousses;

Action de l'homme : rejets en amont d'un poulailler ainsi que les eaux usées des villages avoisinants.



Photo 3 : station KH1

❖ **Station KH2 (photo 4)**

Elle est située à 200 m en amont du pont El - Khemis.

Altitude : 220 m ;

Pente : 1,5% ;

Largeur de lit : 9 m ;

Profondeur de la lame d'eau : 45 cm ;

Vitesse du courant : 110cm/s ;

Température de l'eau : 15°C ;

Substrat : gros galets, sable et limon, matière organique ;

Végétation bordante : strates herbacée, arbustive et arborescente ;

Végétation aquatique : algues filamenteuses et un peu de macrophytes ;



Photo 4 : station KH2

Action de l'homme : pompage de l'eau pour l'irrigation, utilisation des engrais et pesticides pour l'agriculture, pâturage.

1.2. Oued Boubhir (s.s.)

L'oued Boubhir constitue le prolongement de l'assif El-Khemis. Il prend naissance à 20 Km au Sud-Ouest d'Azazga et coule du Sud au Nord, entre 350 m et 150 m d'altitude. Sa pente moyenne est de l'ordre de 2 % et la largeur de son lit majeur peut atteindre par endroit plus de 50 m. L'importance de son débit est due aux écoulements en provenance du col de Tirourda, du col de Chellata (assif El-Khemis et assif Sahel) et de l'Akfadou (assif Ousserdoun)

Deux stations ont été retenues : B1, B2

❖ Station B1 : (photo 5)

Elle est située à 50 m en amont du pont de Boubhir.

Altitude : 200 m ;

Pente : 1% ;

Largeur de lit : 25 m

Profondeur de la lame d'eau : 30 cm ;

Vitesse du courant : 50 cm/s ;

Température de l'eau : 18°C ;

Substrat : gros galets, dominance de sable et limon, présence de matière organique ;

Végétation bordante : strates arborescente, arbustive et herbacée mais n'affectant pas l'ensoleillement du lit majeur ;

Végétation aquatique : algues filamenteuses ;

Action de l'homme : pompage de l'eau pour l'irrigation, engrais et pesticides, déchets ménagers sur les rives et pâturage.

❖ Station B2 (photo 6)

Elle est située à 2 Km en aval de B1.

Altitude : 190 m ;

Pente : 0,8% ;

Largeur de lit : 18,5 m ;

Profondeur de la lame d'eau : 45 cm ;

Vitesse du courant : 45 cm/s ;



Photo5 : station B1



Photo 6 : station B2

Température de l'eau : 18°C ;

Substrat : gros galets, dominance de sable et limon, présence de matière organique ;

Végétation bordante : strates arborescente et herbacée n'affectant pas l'ensoleillement du lit;

Végétation aquatique : algues filamenteuses, quelques macrophytes ;

Action de l'homme : pompage de l'eau pour l'irrigation, pâturage et utilisation d'engrais et pesticides pour l'agriculture.

2. Les caractéristiques physiques des stations

2.1. La pente

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

Compte tenu de la longueur des cours d'eau étudiés et de la différence d'altitude entre les ruisseaux et les secteurs de piémont et de basse altitude, on observe d'importantes variations de pente (tableau 2).

Tableau 2 : Altitudes et pentes des stations étudiées.

Stations	II	IL	KH1	KH2	B1	B2
Altitudes (m)	1290	710	370	220	200	190
Pentes (%)	30	14	3	1.5	1	0.8

La lecture du tableau 2 montre que les secteurs les plus pentus correspondent aux ruisseaux d'altitude (710-1290m). Leurs pentes sont comprises entre 14 et 30%. (Secteur des stations : II et IL).

Dans le piémont, on assiste à une rupture de pente. Elle est de 3% à la station KH1.

Pour les secteurs de basses altitudes (altitude $\leq$ 220m), le cours d'eau coule sur un lit large et relativement plat et les pentes varient entre 0.8% et 1.5%. (Secteur des stations : KH2, B1, B2).

2.2. Débit et vitesse du courant

L'écoulement de l'eau est considéré comme un facteur abiotique qui agit sur la répartition des peuplements aquatiques. Il est caractérisé par un profil de vitesse qui dépend du débit, des précipitations, de la pente, de la largeur du lit, de l'apport des affluents ainsi que de la taille des éléments du substrat et de la profondeur de la lame d'eau.

Le régime hydrologique des cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura est caractérisé par de grandes fluctuations du débit. Les crues sont soudaines et violentes, les étiages prononcés (LOUNACI, 2005).

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

Les vitesses relevées dans les six stations sont consignées dans le tableau 3. Elles sont classées d'après l'échelle de Berg (in DECAMPS, 1971).

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

Tableau 3 : Les vitesses du courant enregistrées aux stations d'études.

Stations	II	IL	KH1	KH2	B1	B2
Altitude (m)	1290	710	370	220	200	190
Vitesse du courant (cm/s)	70	75	120	110	50	45
Observation	Rapide	Rapide	Très rapide	Très rapide	moyenne	moyenne

La lecture du tableau 3 montre que les stations d'étude présente des vitesses du courant allant de moyenne à très rapide.

- Les deux torrents de montagne II et IL situées respectivement à 1290 et 710 m d'altitude présentent des vitesses de courant rapide.
- Les stations KH1 et KH2 situées en moyenne montagne présentent des vitesses de courant très rapide.
- La vitesse du courant est qualifiée de moyenne dans les stations de l'oued Boubhir (s.s), ce qui est dû essentiellement à l'élargissement du lit.

2.3. Le substrat

Par sa composition, le substrat façonne une grande partie de l'habitat des espèces aquatiques : fonds sableux, dépôts de débris végétaux, zones rocailleuses, rochers...etc. Il constitue le support vital des invertébrés benthiques auquel il est intimement associé pendant une partie de leur vie (SEKHI, 2010).

En effet, de nombreux organismes d'eaux courantes présentent une adaptation très spécifique et ne colonisent que les habitats dont les conditions leurs sont favorables. Les cours d'eau richement structurés sont donc colonisés par une communauté lotique très diversifiée et riche en espèces.

Le cours d'eau étudié se caractérise dans son ensemble par une grande diversité structurale qui se traduit par la présence d'une grande variété d'habitat (tableau 4).

Tableau 4 : Nature du substrat dans les stations étudiées.

Stations Paramètres	II	IL	KH1	KH2	B1	B2
Galet-gravier (%)	90	70	50	45	25	25
Sable-limons (%)	10	30	35	45	50	50
Matière organique (%)	0	0	15	10	25	25
Végétation aquatique (%)	5	10	15	20	25	30

Les données du tableau 4 montrent une hétérogénéité du substrat au niveau des stations étudiées.

- Dans les stations de haute altitude (ruisseaux de montagne : II et IL), le substrat est à dominance de gros galets et de graviers, quant à la végétation aquatique elle est composé de mousses.
- En revanche dans les stations de basse altitude (KH1, KH2, B1, B2), le substrat est plutôt à dominance de sable et limon avec une abondance de matière organique et de végétation aquatique (algues filamenteuse).

3. Matériel et méthodes d'étude de la faune benthique

L'échantillonnage a pour but de rassembler la diversité la plus représentative de macro invertébrés, et ce, pour chaque station examinée. Cette dernière est définie comme étant le tronçon de cours d'eau dont la longueur est sensiblement égale à dix fois la largeur du lit mouillé au moment du prélèvement (GENIN *et al*, 2003).

3.1. Prélèvement des échantillons

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

Une fois la surface à échantillonner choisie, le filet est placé sur le fond du lit, son ouverture face au courant dans des zones peu profondes (inférieure à 40 cm). Le substrat se trouvant dans la surface d'échantillonnage est lavé, récupérant ainsi les larves, les nymphes et les adultes dans le filet. Les formes solidement fixées sont détachées à l'aide d'une pince et la faune interstitielle est récupérée par raclage du fond, le courant entraîne ainsi les organismes dans le filet.

3.2. Chasse d'adultes

La chasse d'adultes permet l'identification spécifique de certains taxons difficile à identifier au stade larvaire. Elle s'effectue 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.

3.3. Conservation des échantillons

Les échantillons issus du prélèvement benthique sont recueillis dans des sachets en plastique puis fixés dans du formol à 8 % et ceux de la chasse d'adultes sont recueillis dans

des flacons puis fixés dans de l'alcool à 70 % sur le lieu de prélèvement. La date, le numéro et les caractéristiques de la station sont notés à chaque prélèvement.

3.4. Tri et détermination

Cette étape consiste à extraire la faune du substrat contenue dans l'échantillon. Elle se fait au laboratoire, où les échantillons conservés sont rincés abondamment à l'eau, sur une série de tamis de mailles et de taille 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 250ml.

Un pré-tri est une détermination jusqu'à la famille ou au genre est effectué sous une loupe binoculaire en s'appuyant sur les clés de détermination suivant: TACHET *et al* (1980 et 2000).

Les Trichoptères récoltés, séparés du reste de la faune macroinvertébrés, sont identifiés jusqu'à l'espèce à l'aide de clés d'identification spécifique disponibles : MALICKY(1983), MORETTI(1983), VIEIRA-LANERO (2000).

4. Méthodes d'analyse de la faune trichoptérologique

4.1. Indices écologiques de composition et de structure des peuplements

De façon à synthétiser les données sur la diversité d'un peuplement, de nombreux indices sont couramment utilisées à savoir : la richesse spécifique, l'abondance relative, l'indice de Shannon-Weaver, l'indice d'équitabilité et l'occurrence des espèces.

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

Ces indices ont pour intérêt de rendre compte de l'abondance relative de chaque espèce (GAUJOUX, 1995); ils permettent également de comparer entre deux peuplements et de voir comment ceux-ci évoluent dans l'espace et dans le temps (DAJOZ, 1985).

➤ La richesse spécifique (S)

La richesse taxonomique ou spécifique correspond au nombre total d'espèces (taxons) présent dans chaque prélèvement (BOULUNIER *et al.*, 1998 ; RAMADE, 2003).

➤ **Abondance relative**

Selon (RAMADE, 2003), l'abondance relative représente le nombre d'individus du taxon (i) par unité de surface ou de volume par rapport au nombre total d'individus.

Ses valeurs sont données par la formule suivante : **AbR (%) = $100 \cdot ni / N$** avec

ni : Nombre d'individus de l'espèce i

N : Nombre total d'individus.

➤ **Occurrence des espèces (Constance)**

C'est le rapport, exprimé en pourcentage, entre le nombre de relevés (Pi) où l'on trouve l'espèce (i) et le nombre total de relevés réalisés (P) dans une station précise.

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

Pi : nombre de prélèvements où l'espèce i est présente.

P : nombre total de prélèvements

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

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

➤ Indice de diversité de SHANNON-WEAVER (H')

L'indice de SHANNON & WEAVER (1948) présente l'intérêt écologique de fournir une indication globale de l'importance relative des différents taxons (BOURNAUD & KECK, 1980). Il intègre à la fois la richesse taxonomique et l'abondance relative des différents taxons. Il a pour expression : $H' = -\sum (P_i \times \log_2 P_i)$ avec

P_i : n_i/N

N : nombre total d'individus

n_i : nombre d'individus de l'espèce de rang i

$\log_2 x = \log x / 0,30$

L'indice de SHANNON & WEAVER varie de 0 à 5. Lorsqu'il tend vers 0 cela veut dire que le milieu est représenté par une seule espèce. Lorsqu'il tend vers 5, il traduit que le milieu est très diversifié.

➤ Indice d'équitabilité (PIELOU, 1966)

Cet indice accompagne souvent l'indice de SHANNON & WEAVER afin de montrer si la structure de la communauté des macroinvertébrés est ou non équilibrée. Il se calcule à partir de la diversité maximale ($H'_{\max}$). $E = H' / H'_{\max}$

H' : indice de SHANNON & WEAVER.

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

S : richesse spécifique.

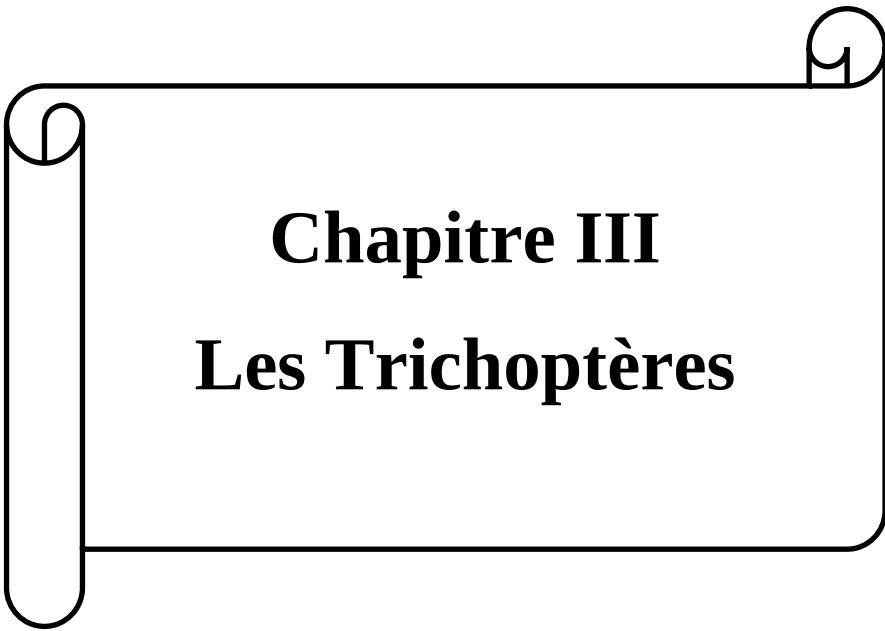
L'indice d'équitabilité varie entre 0 et 1. Lorsqu'il tend vers 0 cela veut dire qu'il y a un déséquilibre. Lorsqu'il tend vers 1, il traduit que les taxons présents ont la même abondance.

5. Traitement statistique des données

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

5.1. Logiciels de calcul

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



Chapitre III

Les Trichoptères

1. Généralités sur les Trichoptères

Les Trichoptères constituent un ordre d'insectes remarquable par la diversité des adaptations morphologiques, physiologiques et comportementales qui lui ont permis, d'une part d'exploiter la plupart des sources trophiques, d'autre part, de coloniser la plupart des milieux aquatiques d'eau douce, depuis les sources jusqu'aux grandes plaines alluviales, en passant par les mares temporaires et les profondeurs des lacs (WIGGINS & MACKAY, 1978).

1.1. Systématique

La classification des trichoptères selon GRASSE et *al.*, (1970) est la suivante :

Règne : Animal

Embranchement : Arthropodes

Classe : Insecte

Sous-classe : Ptérygotes

Ordre : Trichoptères

1.2. Description

Les Trichoptères possèdent les caractères fondamentaux des insectes ptérygotes : thorax formé de 3 segments portant chacun une paire de pattes, les segments 2 et 3 étant pourvus chacun d'une paire d'ailes, abdomen le plus souvent constitué de 10 segments. Leur développement post-embryonnaire est graduel et présente, en plus de plusieurs stades larvaires, un état nymphal (Insectes holométaboles) durant lequel apparaissent les ailes qui se développent à l'intérieur de fourreaux alaires (Insectes endoptérygotes). La présence de nombreuses soies sur les ailes est à l'origine du nom donné à cet ordre (FAESSEL, 1985 ; GIBON & ELOUARDE, 2001).

Les Trichoptères sont holométaboles (à métamorphoses complètes), la phase larvaire et nymphale sont aquatiques à l'exception du Limnephilidae (*Enoicylapusilla*) qui s'est adapté à la vie terrestre. Les adultes, dont l'activité est essentiellement crépusculaire, sont souvent petits et de coloration grise ou beige, souvent discrète et élégante.

1.2.1. La larve

Les larves de Trichoptères possèdent les caractéristiques suivantes (TACHET *et al*, 1980) :

- des yeux simples ;
- absence de fourreau alaire
- présence de pattes thoraciques ;
- des mandibules plus petites que la tête ;
- et une paire de crochets anaux les pygopodes.

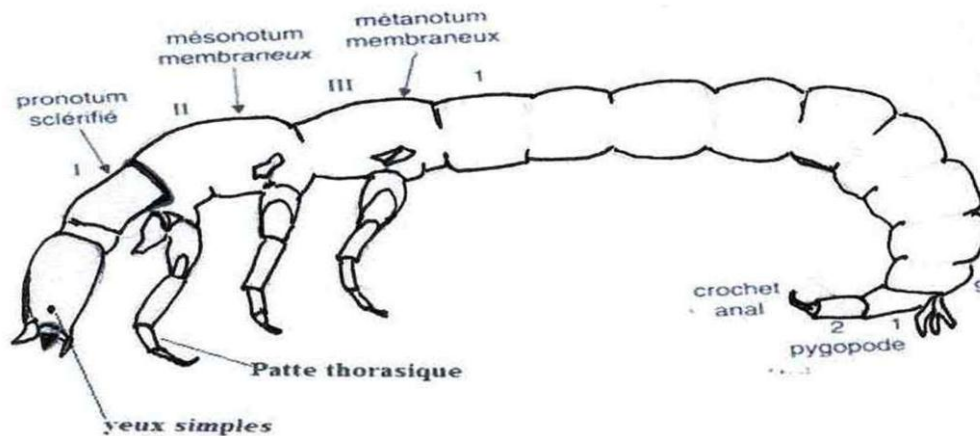


Figure 5 : Caractéristiques d'une larve de Trichoptère (TACHET *et al*, 2006)

Les larves de Trichoptères sont adaptées à la vie en eau douce. Elles ont l'habitude de vivre dans un fourreau qu'elles construisent elles-mêmes. Constitués de petites pierres ou de débris végétaux, les fourreaux ont des formes très diverses selon la famille.

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

- dans un premier groupe de familles, les larves ont une tête longue sans étui jusqu'au stade nymphe, et ainsi construction d'un étui fixe. Elle son libre et cabale de se déplacer à la recherche de nourriture et des endroits favorables, de tisser des filets en soie qui leur servent de piège à nourriture. Ce type de larve s'appelle larves campodeiformes.
- dans un deuxième groupe de familles, les larves ont une tête large et courte, et étui mobile. Elles tissent autour de leur abdomen un étui formé de sécrétion soyeuse ou d'objets étrangers, grain de sable, pierres, débit végétaux réunis par de la soie. L'abdomen protégé par

ce fourreau leur permet de s'y rétracter entièrement en cas de nécessité. Ce type de larve s'appelle larves éruciformes, larves à étui ou larves à fourreau.

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

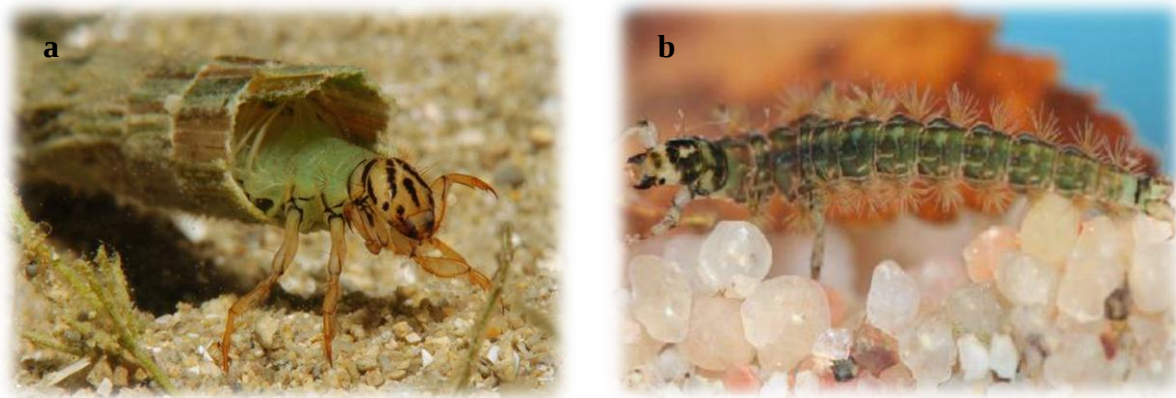


Photo 7: larves de Trichoptères **a** : larve à fourrea **b** : larve sans fourreau

([Https://fr.m.wikipedia.Org](https://fr.m.wikipedia.org))

1.2.2. La nymphe

A la cinquième mue de stade larvaire, la larve subit quelques constructions : fourreaux alaires, yeux composés, pattes et antennes allongées, et en rejetant l'exuvie larvaire, cette dernière se transforme en nymphe.

Sa forme rappelle celle de l'imago ; elle s'en distingue essentiellement par la présence d'un certain nombre d'organes nymphaux (FAESSEL, 1985).

- Sur la tête : le labre porte de longues soies rigides. Les mandibules sont grandes et présentent une base trapue ; leur extrémité est allongée et tranchante avec parfois des denticules ;
- Sur le thorax : les tarsi des pattes mésothoraciques sont pourvus d'une double rangée de soies natatoires ;
- Sur l'abdomen : le premier segment porte une apophyse médiane et les autres tergites sont pourvus chacun de deux plaques épineuses. La ligne latérale, toujours présente, porte une importante frange (photo 8).

La nymphe, enfermée dans un fourreau, mène une vie aquatique. Chez les Trichoptères, ce stade nymphal n'est pas un stade de repos. En effet, dans le fourreau pourvu de nombreux orifices à chaque extrémité, la nymphe est en continuel mouvement assurant ainsi le passage de l'eau où elle puise l'oxygène qui lui est indispensable. Les nombreuses soies du labre et des appendices anaux permettent à la nymphe de dégager les particules qui pourraient obturer les perforations du fourreau. (FAESSEL, 1985).

A la fin du stade, l'insecte découpe sa logette ou son fourreau puis nage ou marche sur le fond pour effectuer sa mue imaginale.



Photo 8 : nymphe de Trichoptère (<https://fr.m.wikipedia.Org>)

1.2.3. L'adulte

L'adulte des Trichoptères se distingue de papillon nocturne par la disposition des ailes qui, chez l'animal au repos, sont disposées en forme de toit sur l'abdomen et par l'absence de trompe en spirale, il est généralement de taille moyenne varie de 5 à 20 mm environ, 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.*, 2000).

Tête : La tête, petite et transverse, porte deux yeux latéraux composés, trois ocelles peuvent exister à la face supérieure de la tête chez certaines familles primitives (Philopotamidae). Les antennes sont longues et articulées sauf chez les Hydroptilidae. En général les palpes maxillaires sont formés de cinq articles tandis que les palpes labiaux sont triarticulés.

Thorax : Le thorax est bien développé est muni de pattes de type marcheur. Les pro- et mésonotum portent souvent des verrues couvertes de soies. Des éperons sont présents sur les tibias des pattes thoraciques et sont représentés en “formule calcarienne”. Cette formule variable est utilisée en tant que caractère de détermination. La disposition des éperons sur le tibia de chaque patte est comme suite : deux apicaux et deux pré-apicaux. Dans le cas où il y a moins de quatre éperons, ce sont les pré- apicaux qui disparaissent en premier (SCOTT, 1985).

Ailes : les deux paires d’ailes sont membraneuses et couvertes de soies, elles sont disposées en toit au repos.

Abdomen et genitalia : les segments abdominaux sont généralement au nombre de dix Chez les mâles les 9ème et 10ème font partie des genitalia, tandis que chez les femelles les segments du 8 au 10ème forment une partie des genitalia.



Photo 9 : adulte de Trichoptère (<https://surlestracesdedarwin.blogspot.com/>)

1.3. Biologie et écologie des Trichoptères

Chez les Trichoptères, le stade adulte correspond essentiellement à la période de reproduction. Cette dernière se déroule souvent en automne.

C'est souvent en vol que les mâles recherchent les femelles. La ponte suit de près l'accouplement. Elle varie de quelques heures à un petit nombre de jours (GRASSE, 1951 in RAHMI, 2014). Les œufs sont émis, en général, en paquet enrobé dans une substance gélatineuse puis fixés à un substrat dans ou hors de l'eau. Elles peuvent être :

- Aquatiques et cimentées (aplaties et collées au substrat).

- Aquatiques gélatineuses et massives.
- Terrestres gélatineuses et massives sur la végétation.

La plupart des espèces de Trichoptères sont univoltins, l'hiver se passant à l'état larvaire ou nymphal. En effet, parfois, les larves n'éclosent qu'après l'hiver. Elles peuvent quitter aussitôt la ponte et se disperser dans le milieu, ou bien commencent leur développement post-embryonnaire dans la ponte qui constitue une première source de nourriture.

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

La vie nymphale dure de deux semaines à un mois. A la fin de ce stade, la nymphe se libère de son étui qu'elle déchire à l'aide de ses fortes mandibules et nage pour atteindre la surface de l'eau, puis cherche un support adéquat qui dans certains cas peut être sa propre exuvie pour effectuer la mue imaginale. La nymphe quitte alors sa dépouille et l'insecte ailé naît. L'adulte émerge peu à peu de l'exuvie nymphale, achève de déplier ses ailes avant de s'envoler.

Les adultes sont terrestres, possédant deux paires d'ailes membraneuses couvertes de poils. Ils peuvent sortir le jour, mais c'est la nuit qu'ils se voient le plus souvent. La majorité des adultes ont une activité crépusculaire et même nocturne, quelques espèces de *Polycentropodidae* et de *Leptoceridae* ont une activité diurne.

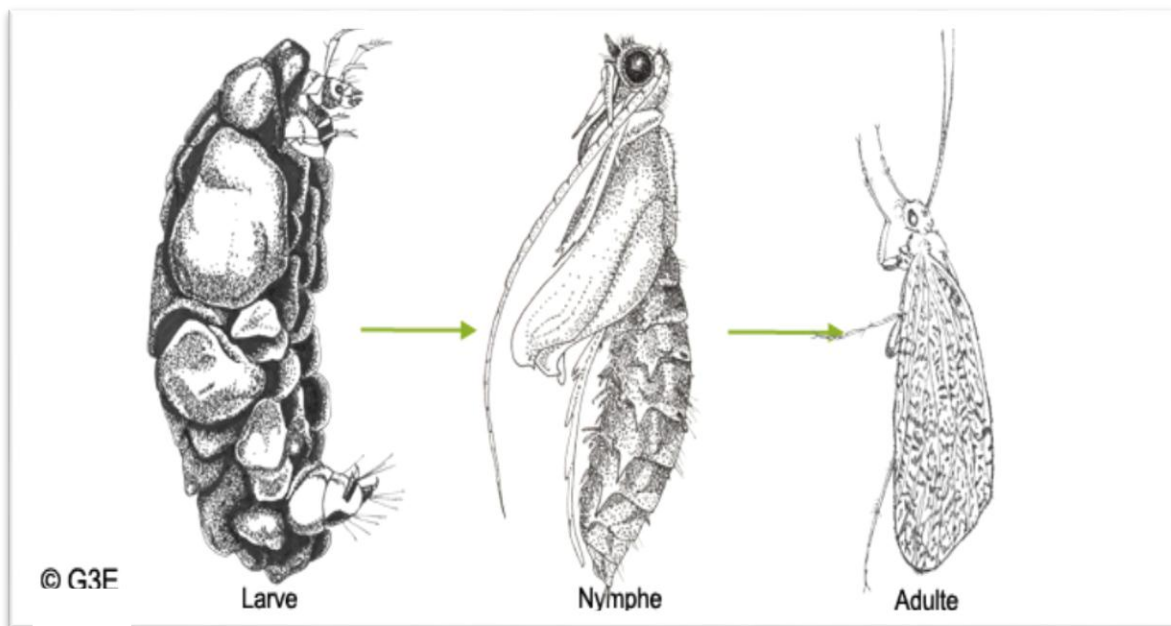


Photo 10 : Différents stades de développement de Trichoptères (<https://www.g3e-ewag.ca/>)

2. Analyse du peuplement trichoptérologique

Les Trichoptères recensés dans l'assif El-Khemis et dans l'oued Boubhir (s.s.) comptent 642 individus appartenant à 7 familles, 7 genres et 12 espèces. 9 taxa sont identifiés au niveau spécifique et 3 au niveau générique.

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.

Limnephilidae: 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 Limnephilidae sont monospécifiques (tableau 5).

VERNEAUX & FAESSEL (1976) signale que les larves du genre *Hydropsyche* en particulier constitue un élément fréquent, souvent abondant du benthos des eaux courantes.

Parmi les Trichoptères récoltés dans les cours d'eau étudiés, *Hydropsyche iberomaroccana* est nouvelle pour l'Algérie (SEKHI *et al.*, 2016).

Le peuplement trichoptérologique d'assif EL-Khemis et de l'oued Boubhir (s.s.) présente une richesse spécifique faible comparée à l'assif Sahel (qui appartient toujours au sous-bassin versant de l'oued Boubhir) qui dénote 10 familles, 12 genre et 17 espèces (RAAB & YACINE, 2018). Parmi les espèces recensées par ses auteurs entre 190 et 1200 m d'altitude, *Stactobia sp* est nouvelle pour la Kabylie et *Micrasema sp* et *Allogamus sp* nouvelles pour l'Algérie (SEKHI *et al.*, 2016).

Les Trichoptères des cours d'eau du sous bassin versant de l'oued Aissi appartiennent à 11 familles, 20 genres et 33 espèces (ABRAZ & LAOUBI, 2005). Parmi les espèces récoltées entre 140 et 920 m d'altitude, 6 sont nouvelles pour la science (*Rhyacophila urgl*, *Hydropsyche artax*, *Hydropsyche morla*, *Thremma sardoum africanum*, *Athripsodes ygramul* et *oecetis uyulala*), décrites pour la 1ère fois par MALICKY & LOUNACI (1987), et la famille des Thremmatidae pour l'Afrique du Nord.

Tableau 5 : Répartition de la faune trichoptérologique dans les stations étudiées.

Stations Taxons	II (1290 m)	IL (710m)	KH1 (370 m)	KH2 (210 m)	B1 (200 m)	B2 (190m)	Ab	AbR (%)	Occ	OccR (%)
Rhyacophilidae										
<i>Rhyacophila munda</i>	16	16	3	12	0	8	55	8,56	5	83,33
Hydroptilidae										
<i>Hydroptila vectis</i>	0	48	12	0	7	0	67	10,43	3	50
Philopotamidae										
<i>Wormaldia sp</i>	0	8	0	0	0	0	8	1,24	1	16,66
Polycentropodidae										
<i>Polycentropus kingi</i>	12	0	0	0	0	0	12	1,86	1	16,66
Psychomyiidae										
<i>Tinodes sp</i>	3	0	0	0	0	0	3	0,46	1	16,66
Hydropsychidae										
<i>Hydropsyche fezana</i>	0	0	4	0	0	0	4	0,62	1	16,66
<i>Hydropsyche iberomaroccana</i>	0	0	6	0	4	0	10	1,55	2	33,33
<i>Hydropsyche lobata</i>	8	8	44	58	40	128	286	44,54	6	100
<i>Hydropsyche obscura</i>	0	12	54	8	0	0	74	11,52	3	50
<i>Hydropsyche resmineda</i>	0	0	0	3	4	9	16	2,49	3	50
<i>Hydropsyche gpe pellucidula</i>	0	0	18	8	7	52	85	13,23	4	66,66
Limnephilidae										
<i>Allogamus sp</i>	22	0	0	0	0	0	22	3,42	1	16,66
Abondance	61	92	141	89	62	197	642			
Richesse spécifique	5	5	7	5	5	4				

Ab : abondance ; **AbR** : abondance relative (%) ; **Occ** : occurrence ; **OccR** : Occurrence relative (%).

2.1. Richesse spécifique

La lecture du tableau 5 et la figure 6 montre que, la richesse spécifique des Trichoptères dans les stations étudiées présente des fluctuations entre un minimum de 4 taxons récoltés à la station B2(alt.190 m) et un maximum de 7 taxons à la station KH1(alt. 370 m). 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 station KH1 de moyenne altitude (alt. 370 m) serait susceptible d'abriter des Trichoptères du secteur inférieur fuyant les perturbations ou les agressions humaines. En effet, la remontée des Trichoptères du cours inférieur et la dérive des espèces vers ce secteur, lui confère une richesse spécifique élevée (7 taxons). Elle peut être considéré comme zone refuge (LOUNACI, 1987 ; AIT MOULOUD, 1988).

A la station de basse altitude B2 (alt.190m), le nombre de taxa récolté est assez réduit (4 taxons). Ceci est dû à la nature du substrat qui est à dominance de sable et de matière organique et aux impacts négatifs des différentes activités anthropiques, qui incite la remontée des espèces aux altitudes supérieurs et la prolifération d'une faune polluo-résistante et thermophile.

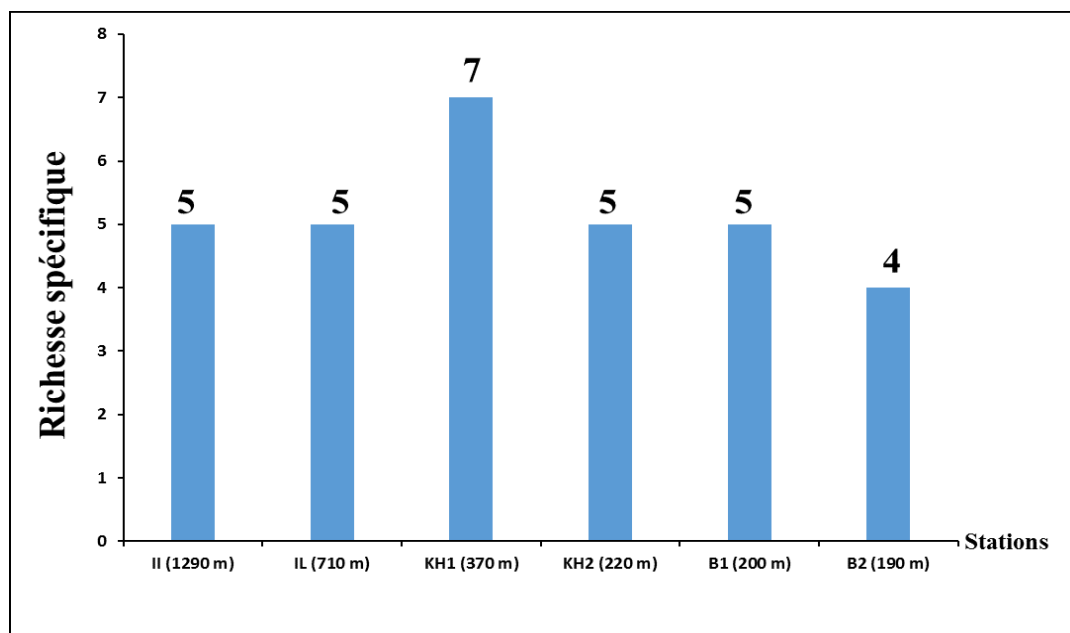


Figure 6 : Richesse spécifique des Trichoptères aux stations étudiées.

2.2. Abondance stationnelle des espèces

Les Trichoptères considérés dans ce travail totalisent 642 individus. L'abondance de chaque taxon par 1 m² fluctue d'une station à une autre, variant de 61 individus (station II) à 197 individus (station B2) figure 7.

L'abondance la plus élevée est notée au niveau de la station B2 (alt.190m) avec un total de 197 individus. *Hydropsyche lobata* présente 65 % du total trichoptérologique stationnel, suivie par *Hydropsyche gpe pellucidula*(26%) et par *Hydropsyche resminada* (4%). Ces espèces sont connues par leur thermophilie et leur grande tolérance à la présence de la matière organique. En effet, la station se caractérise par une température de l'eau élevée et l'impact humain bien marquée (pompage de l'eau pour l'irrigation, pâturage et utilisation d'engrais et pesticides pour l'agriculture).

La station II (ruisseau de source) de haute altitude (alt.1290m) présente une abondance de 61 individus. Signalons que 37 individus soit 60% de l'effectif stationnel n'a été récolté que dans la station II (*Polycentropus kingi* :12 individus, *Tinodessp* : 3 individus et *Allogamus sp* : 22 individus). En effet ses espèces semblent inféodés asecteur amont caractérisé par un courant rapide, un substrat grossier, une température de l'eau relativement basse et absence d'impact humain.

Les stations IL, KH1, KH2, B1 totalisent respectivement 92 individus, 141 individus, 89 individus et 62 individus.

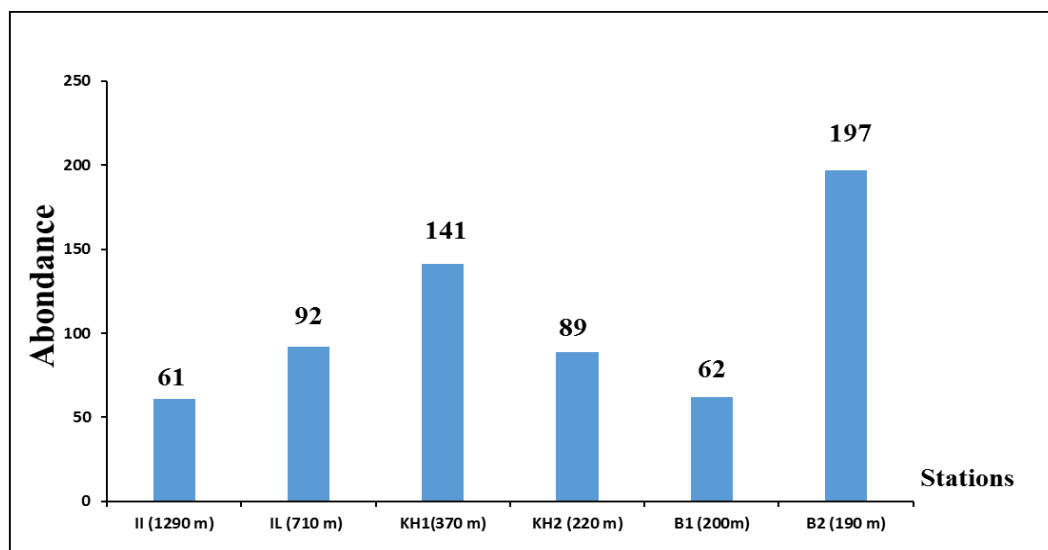


Figure 7 : Abondance des Trichoptères dans les stations étudiées.

2.3. Abondance et Occurrence relatives des espèces

Les figures 8 et 9 visualisent graphiquement l'abondance et l'occurrence relatives des taxons récoltés dans les 6 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 munda*, *Hydroptila vectis*, *Hydropsyche obscura*, *Hydropsyche lobata*, *Hydropsyche resmineda*, *Hydropsyche gpe pellucidula*.

L'espèce la plus dominante et la plus occurrente est *Hydropsyche lobata*, elle totalise à elle seule 44,54% 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 populations peu denses : qui présentent en générale des fréquences d'occurrence comprises entre 25 et 50%.

L'espèce *Hydropsyche iberomaroccana* présente un pourcentage d'occurrence de l'ordre de 33,33%, elle a une distribution fragmentée dans le réseau hydrographique étudié.

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

Les espèces *Wormaldia sp*, *Polycentropus kingi*, *Tinodes sp*, *Hydropsyche fezana* et *Allogamus sp* présentent un même pourcentage d'occurrence de l'ordre de 16,66%. Ce sont en général des espèces très localisées qui sont repérées dans une seule station et qui se caractérise par des biotopes bien spécialisés.

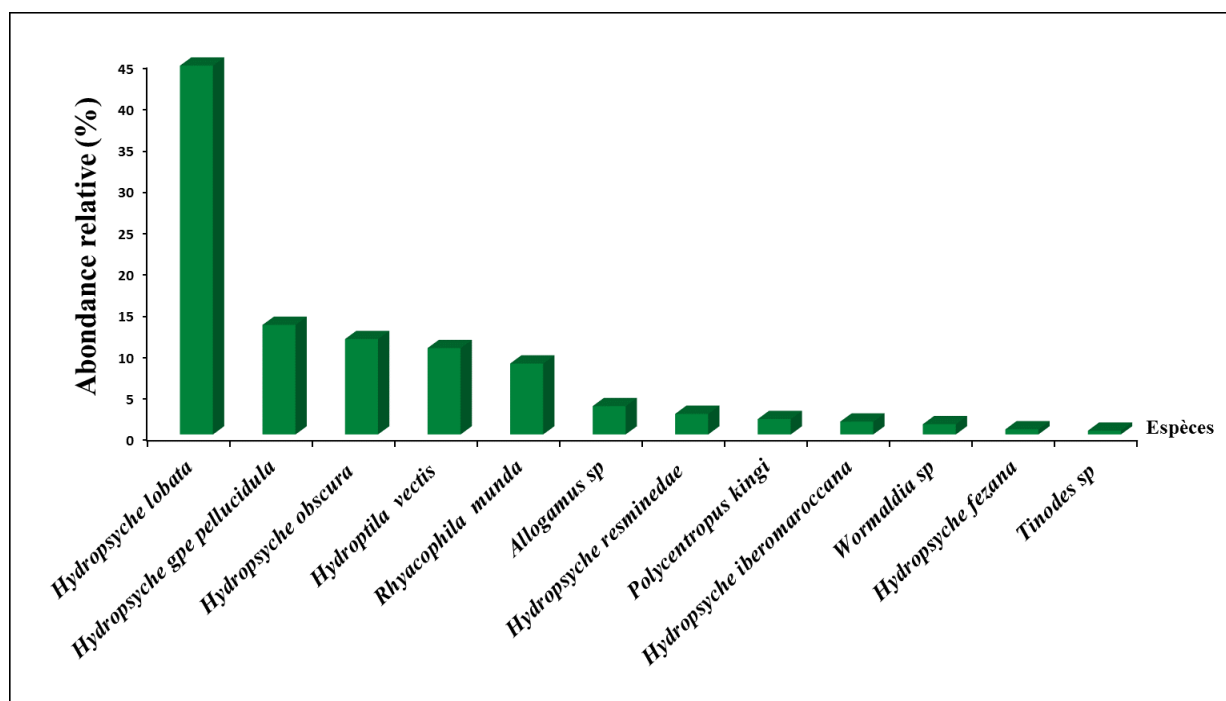


Figure 8 : Abondance relative des Trichoptères dans les stations étudiées.

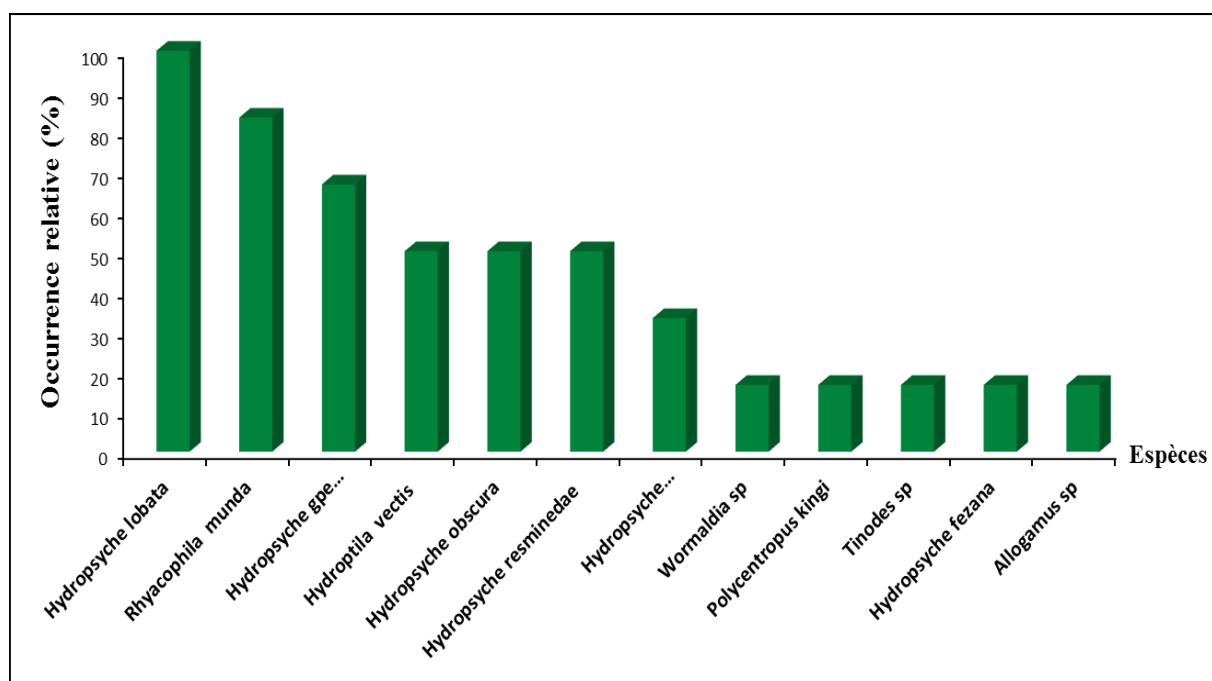


Figure 9 : Occurrence relative des Trichoptères dans les stations étudiées.

2.4. Limites altitudinales des espèces

Dans les cours d'eau étudiés, on observe un gradient altitudinal des Trichoptères récoltés. La lecture du tableau 5 permet de les répartir en quatre groupes.

- **Le premier groupe** est composé d'espèces strictement alticoles (710 et 1290 m d'alt.): *Polycentropus kingi*, *Wormaldia sp*, *Tinodes sp*, *Allogamus sp*. Ces taxons sont rhéophiles et sténothermes d'eau froide.
- **Le deuxième groupe** correspond aux espèces alticoles pouvant descendre en moyenne montagne : *Hydropsyche fezana*, *Hydropsyche obscura*.
- **Le troisième groupe** renferme les espèces alticoles pouvant atteindre les stations de basse altitude : *Hydropsyche iberomarroccana*, *Hydroptila vectis*, *Hydropsyche resmineda*, *Hydropsyche gpe pellucidula*.
- **Le quatrième groupe** contient les espèces à large valence écologique. Elles se rencontrent pratiquement dans toutes les stations depuis les ruisseaux de haute montagne (1290 m) jusqu'aux stations de basses altitudes. Il s'agit d'*Hydropsyche lobata* et *Rhyacophila munda*.

2.4. Etude de la diversité

L'analyse de la diversité biologique contribue dans un premier temps à l'enrichissement des connaissances sur cette diversité et de la situation écologique des différents taxons d'invertébrés benthique en fonction des paramètres écologiques.

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 afin de montrer si la structure de la communauté des macroinvertébrés est oui ou non équilibrée.

Les valeurs H' et E calculés dans l'ensemble des stations étudiées varient entre 1,24 et 2,06 pour H' et entre 0,62 et 0,87 pour E .

Les valeurs de H' enregistrées au niveau des stations de cours d'eau de montagne II et IL, oscille entre 1,87 et 2,03 et une E variant de 0,80 et 0,87. En effet, ces stations exemptent de pollution, sont caractérisées par une température de l'eau n'excédant pas 10 °C et un substrat grossier à dominance de galets, le couvert végétal est assez dense ce qui a donné lieu à une diversité d'habitats permettant ainsi l'installation de nombreuses espèces.

L'indice de diversité le plus élevé est enregistré au niveau de la station de piémont KH1 avec une valeur de 2,06 et une E de 0,73. Cette station est caractérisée par une hétérogénéité du substrat, une vitesse du courant très rapide, un recouvrement de 60%, une Température relativement basse.

Les stations de basse altitude KH2, B1 et B2 présentent des indices de diversité moins élevés que les précédentes, ils sont compris entre 1,24 et 1,45 et une E variant de 0,62 et 0,66. Cette légère diminution de la diversité peut être liée à l'élévation de la température, à la présence d'une perturbation d'origine anthropique (pompage de l'eau pour l'irrigation, pâturage, rejets domestiques) qui se traduisent par la modification du substrat et la destruction des habitats qui conduit à une diminution des niches écologiques.

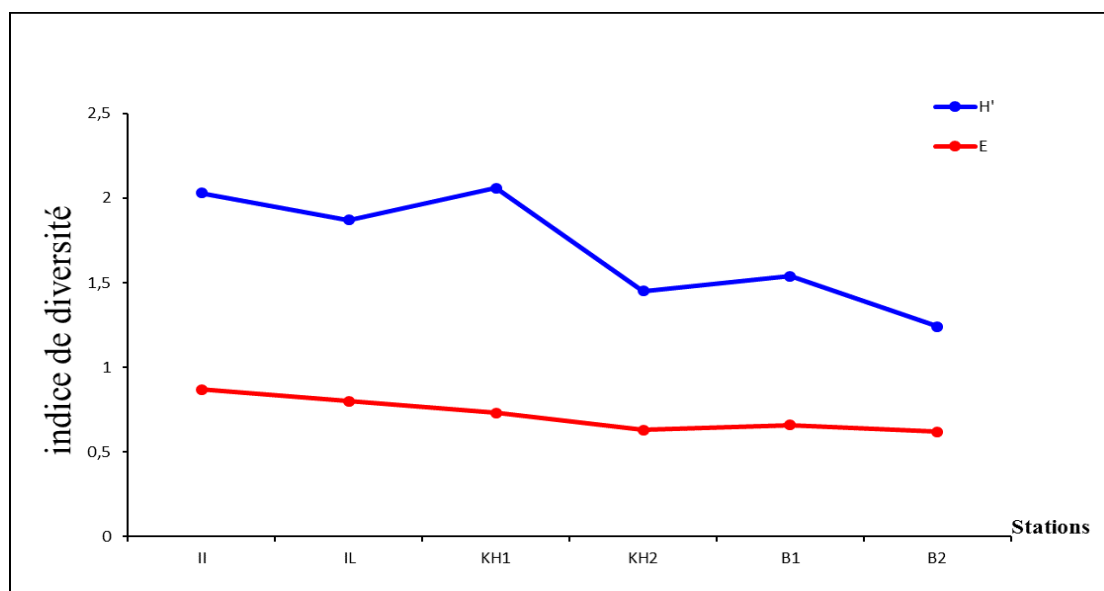


Figure 10 : Evolution des indices de SHANNON-WEAVER (H') et d'équitabilité (E) dans les stations étudiées.

2.6. Autoécologie des espèces

2.6.1. La famille des Rhyacophilidae stephens, 1836

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

- ***Rhyacophila munda*** McLachlan 1862
= *Rhyacophila atlantica* navás, 1936
= *Rhyacophila oreina* navás, 1936

En Algérie, *Rhyacophila munda* est très répandue. Elle a été signalée pour la première fois par LESTAGE (1925) et par GAUTHIER (1928).

Durant notre étude, nous l'avons noté comme élément plus au moins dense. Il est présent dans les ruisseaux de source, torrents et rivières entre 190 et 1290 m d'altitude. Ce vaste spectre écologique s'expliquerait par l'absence d'espèces congénères concurrentes potentielles (BOUZIDI, 1989).

Au Maroc, cette espèce 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; ELALAMI & DAKKI, 1998; ALAOUI, 2006; BONADA *et al.*, 2008; HAJJI *et al.*, 2012).

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

Selon VIEIRA-LANERO (2000) et BONADA *et al.*, *Rhyacophila munda* est une espèce Ouest-paléarctique répandue dans le Sud-Ouest de l'Europe et le Maghreb, elle présente une large distribution dans la Péninsule Ibérique.

2.6.2. La famille des Hydroptilidae stephens, 1836

Les Hydroptilidae sont représentés ici par une seule espèce appartenant à un seul genre *Hydroptila*. D'après DAKKI (1987), les Hydroptilidae sont des espèces de rivières chaudes et tempérées, riches en matières organiques, sont eurythermes et hémieurythermes.

Hydroptila vectis curtis, 1834
= *Hydroptila maclachlani* klapalek, 1891

Cette espèce est connue d'Algérie par MORTON (1896). Elle a été notée pour la première fois dans les cours d'eau de Grande-Kabylie par SEKHI *et al.*, (2016), elle a été mentionnée dans 13 stations échelonnée entre 190 et 1170 m d'altitude.

Dans les cours d'eau étudiés, l'espèce a été récoltée dans deux stations échelonnées entre 370 et 710 m d'altitude ; Caractérisée par un substrat grossier, un couvert végétal dense, un courant rapide à très rapide et une température de l'eau qui ne dépasse pas 14°C.

Au Maroc, elle est largement répandue et très commune dans l'ensemble du pays. En effet, elle a été signalée par divers auteurs dans les torrents du Haut Atlas (AJAKANE, 1988; BOUZIDI, 1989; BADRI, 1985), dans le Moyen Atlas (DAKKI, 1987) et dans le Rif (TAYOUB, 1989; EL ALAMI & DAKKI, 1998; ALAOUI, 2006).

L'espèce est présente en Tunisie (MALICKY & LOUNACI, 1987).

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

2.6.3. La famille des Philopotamidae stephens, 1829

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

- ***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. Il a été récolté dans les cours d'eau de Grande-Kabylie à courant rapide et à température basse (5-14 °C). Les éléments de ce genre présentent vraisemblablement un caractère rhéophile et sténotherme d'eau froide.

Dans le cadre de notre étude, *Wormaldia sp* est très rare et localisée, elle a été observée seulement dans la station IL à 710 m d'altitude.

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).

2.6.4. La famille des Polycentropodidae ulmer, 1903

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

- ***Polycentropus kingi* McLachlan , 1881**

= *Polycentropus masi* navas, 1916

En Algérie, l'espèce a été signalée par LOUNACI *et al.*, (2000) ; LOUNACI (2005) dans l'oued Sébaou entre 300 et 480m d'altitude. Elle présente une tendance plus alticole et rhéophile.

Dans les cours d'eau étudiés, *Polycentropus kingi* est très peu fréquente. Elle est présente seulement dans la station II à 1290m d'altitude. En effet, LOUNACI (2005) signale que l'espèce est sténotherme d'eau froide. DAKKI (1987) indique qu'elle remonte jusqu'à 1850m d'altitude.

Au Maroc l'espèce a été signalée dans le moyen Guigou entre 1500 et 1850m d'altitude (DAKKI, 1987), Récolté dans l'oued Lou au Rif entre 100 et 900m d'altitude abondante surtout dans les ruisseaux frais, et absente dans les eaux chaudes en hiver (EL-ALAMI et DAKKI, 1998). L'espèce a été retrouvée en Tunisie (MALICKY&LOUNACI, 1987).

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

2.6.5. La famille des Psychomyidae walker, 1852

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, 3 individus seulement ont été observés dans la station II à 1290 m d'altitude. Il semble alticole et sténotherme d'eau froide.

2.6.6. La famille des Hydropsychidae curtis, 1835

Les hydropsychidae représentent la famille de Trichoptères la plus diversifiée en Algérie, avec une synthèse de citations atteignant 14 espèces, répartis en trois genres : Hydropsyche (11), Cheumatopsyche (2) et Diplectrona (1) SEKHI *et al.* (2016).

- *Hydropsyche fezana* navas, 1935
= *Hydropsyche ouedorum* botosaneanu, 1975

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

Elle a été citée par DAKKI&GIUDICELLI 1984 dans le Moyen Atlas. Dans le Rif (EL-ALAMI&DAKKI, 1998), c'est le Trichoptère le plus abondant et le plus commun dans le Rif.

Dans ce travail, l'espèce a été recensée dans une seule station à 370m d'altitude, c'est une espèce rare et constante. Cela est lié en grande partie au régime thermique.

D'après EL-ALAMI & DAKKI (1998), *Hydropsyche fezana* est une espèce hémieurytherme à hiver froid ou tempéré, elle pullule dans les ruisseaux de sources froides.

- ***Hydropsyche iberomaroccana*** gonzalez & malicky, 1999

Sa présence en Grande-Kabylie constitue sa première citation en Algérie.

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

Selon GONZALEZ&MALICKY (1999) *Hydropsyche iberomaroccana* a été signalée dans le Rif, elle couvre le Maroc et la Péninsule Ibérique.

- ***Hydropsyche lobata*** McLachlan , 1884
= *Hydropsyche inflata* navas, 1917

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

Hydropsyche lobata est largement répandue dans le cours d'eau étudié. Elle occupe une large zone altitudinale depuis les stations les plus basses jusqu'à 1290 m. D'après SEKHI *et al.* (2016) ce taxon semble être eurytherme et peuple les milieux diversifiés.

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).

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

- ***Hdropsyche obscura*** navas, 1928
= *Hydropsyche atlanta* botosaneanu, 1975

Elle est citée d'Algérie pour la première fois par NAVAS en 1928. Pour la Grande-Kabylie, SEKHI *et al.* (2016) l'ont signalé entre 190 et 1170 m d'altitude.

Dans les cours d'eau étudiés, *Hydropsyche obscura* figure dans deux stations situées entre 370 et 710 m d'altitude.

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

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

- ***Hydropsyche resminida*** malicky, 1977

Hydropsyche resminida est une espèce endémique d'Afrique du Nord. Elle est connue du Maroc, d'Algérie et de Tunisie (MALICKY & LOUNACI).

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

Cette espèce a été récoltée entre 220 et 190 m d'altitude. En effet, selon LOUNACI (2005) l'espèce est thermophile inféodée aux habitats de piémont.

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, signalée par BOUMAIZA (1994).

- ***Hydropsyche gpe pellucidula***

Vue la difficulté taxonomique qui sont présentes chez certaines espèces du genre *hydropsyche*, beaucoup d'espèces sont regroupées dans le groupe *pellucidula*. On peut citer : *Hydropsyche pellucidula* (CURTIS, 1834), *Hydropsyche brevis* (MOSELY, 1930), *Hydropsyche botosaneanui* (MARINKOVIC, 1966), *Hydropsyche dinarica* (MARINKOVIC, 1979), *Hydropsyche punica* (MALICKY, 1981) et *Hydropsyche incognita* (PITSCH, 1993).

Dans les cours d'eau étudiés, les éléments de ces taxons semblent être thermophiles. Ils sont présents dans les stations de moyenne et de basse altitude (KH1, KH2, B1 et B2).

2.6.7. La famille des Limnephilidae kolenati, 1848

Cette famille est représentée par une seule espèce 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.

Allogamus sp a été retrouvé dans l'unique station II à 1290m d'altitude. D'après SEKHI *et al.* (2016), il semble être d'une forme montagnarde, à caractère rhéophile. Il vit sur des substrats pierreux, en courant modéré, au voisinage des sources.

Au Maroc, ce taxon a été dans le Rif (EL ALAMI DAKKI, 1998 & ALAOU, 2006).

2.7. La Biogéographie des espèces recensées

L'Algérie, par sa position géographique présente une zone de passage obligatoire pour une grande partie de la faune, entre les régions paléarctique et afrotropicale, lui confère un intérêt particulier pour les études faunistiques et biogéographiques.

L'analyse biogéographique de la faune trichoptérologique recensée dans les cours d'eau de Kabylie (assif El-Khemis et l'oued Boubhir (s.s.)), 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.

Sur les 8 éléments identifiés spécifiquement, nous distinguons :

❖ Les endémiques Nord-africaines :

- *Hydropsyche fezana* endémique d'Algérie et du Maroc (TOBIAS & TOBIAS, 2008).
- *Hydropsyche resmineda* endémique de l'ensemble du Maghreb (MALICKY & LOUNACI, 1987 ; TOBIAS & TOBIAS, 2008). Ce sont des espèces macro-endémiques.

❖ Les espèces Ouest-paléarctiques :

Les espèces Ouest méditerranéennes s'étendant dans la Péninsule Ibérique : *Rhyacophila munda*, *Hydropsyche iberomaroccana* et *Hydropsyche lobata* (MALICKY & LOUNACI, 1987 ; GONZALEZ *et al.* 1992 ; GONZALEZ & MALICKY 1999; VIEIRA-LANERO, 2000).

❖ Les espèces à vaste répartition paléarctiques

Ces espèces présentent une large distribution dans la Péninsule Ibérique, l'Europe méditerranéenne et l'Afrique du Nord. Certaines étendent leur aire de répartition jusqu'en Asie : *Hydroptila vectis* et *Polycentropus kingi* (GONZALEZ *et al.* 1992 ; VIEIRA LANERO, 2000).

❖ Les espèces à aire de répartition restreinte

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

3. Structure des communautés

Plusieurs auteurs tels que ILLIES & BOTOSANEANU (1963) ; VERNEAUX (1973) ; USSEGLIO-POLATERA *et al.* (1999), ont montré que les différents paramètres mésologiques (pente, largeur du lit, substrat, température, végétation bordante ...) et la composition spécifique

des peuplements d'invertébrés benthiques révèlent des gradients voir des discontinuités écologiques au long des cours d'eau.

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.

Pour une meilleure illustration pour cette étude nous avons associé différentes méthodes quantitatives d'analyse des données :

- Une analyse factorielle en composante principale (ACP) pour tenir compte 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 reliés les espèces fréquemment associées.

3.1. Structure mésologique

Dans ce travail, 9 descripteurs environnementaux sont pris en compte pour caractériser chacune des 6 stations étudiées (tableau 6).

Tableau 6: Caractéristiques environnementales des 6 stations étudiées.

Alt : Altitude (m), Pen : Pente (%), 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	II	IL	KH1	KH2	B1	B2
Alt (m)	1290	710	370	220	200	190
Pen (%)	30	14	3	1.5	1	0.8
Pro (cm)	15	20	40	45	30	45
Vit(cm/s)	70	75	120	110	50	45
Tmoy(°C)	7	10	14	15	18	18
Vaq (%)	5	10	15	20	25	30
GG (%)	90	70	50	45	25	25
SL (%)	10	30	35	45	50	50
MO (%)	0	0	15	10	25	25

D'après l'analyse des corrélations entre les différents paramètres pris en compte, la plupart des variables sont inter corrélées (tableau 7).

Tableau 7 : Matrice de corrélation entre variables environnementales.

	Alt	Pen	Pro	Vit	Tmoy	Vaq	GG	SL	MO
Alt	1								
Pen	0,99	1							
Pro	-0,85	-0,83	1						
Vit	-0,04	-0,10	0,27	1					
Tmoy	-0,94	-0,90	0,78	-0,21	1				
Vaq	-0,88	-0,82	0,76	-0,36	0,96	1			
GG	0,94	0,90	-0,76	0,24	-0,99	-0,97	1		
SL	-0,97	-0,94	0,77	-0,16	0,96	0,93	-0,96	1	
MO	-0,80	-0,75	0,66	-0,34	0,942	0,92	-0,94	0,83	1

L'étude des facteurs environnementaux mesurés au cours de la période d'étude a été approché par l'utilisation de l'analyse en composante principales (ACP). Cette dernière fait apparaître dans l'espace deux facteurs significatifs F1 (axe 1) et F2 (axe 2). Ces deux axes concentrent une information totale de 95,62 %, soit 80,35% sur l'axe 1 et 15,27% sur l'axe 2.

Le cercle de corrélation (figure 11) obtenu par l'ACP, montre que les variables se répartissent selon un gradient longitudinal et assimilable à un gradient amont-aval.

- ❖ Les variables pente (Pen), altitude (Alt) et gros galet (GG) sont corrélées avec l'axe 1 en position positive, décroissant de l'amont vers l'aval.
- ❖ Les variables matière organique (MO), végétation aquatique (Vaq), température moyenne (Tmoy), sable limons (SL) et la profondeur (Pro) sont corrélées avec l'axe 1 en position négative. Ces dernières voient leurs valeurs croître de l'amont vers l'aval.
- ❖ La variable vitesse moyenne (Vmoy) est corrélée avec l'axe 2 en position négative.

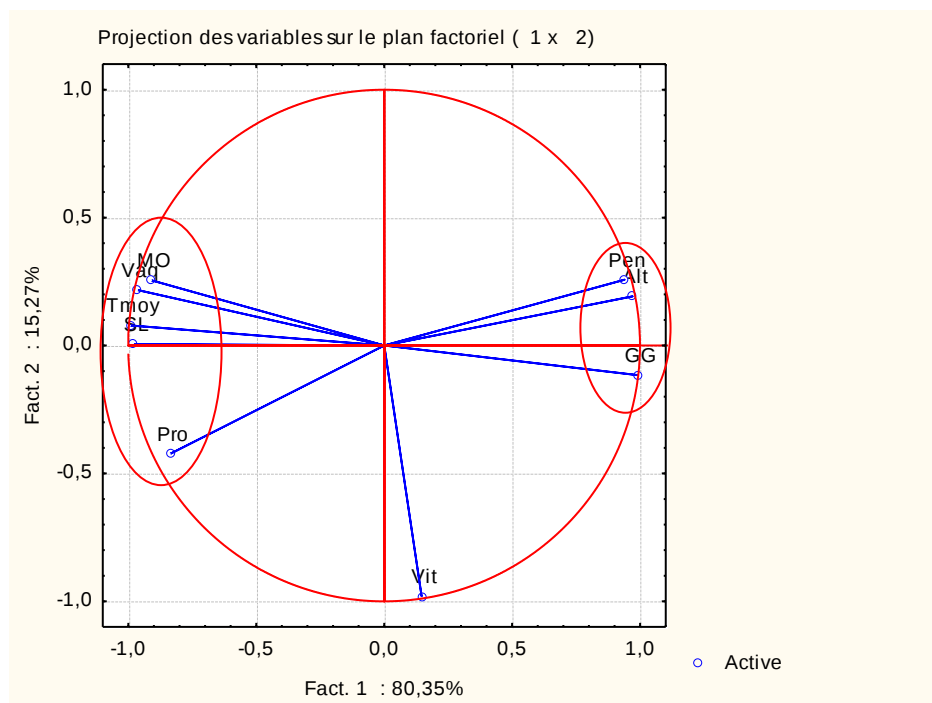


Figure 11 : ACP : Représentation de la distribution des paramètres environnementaux.

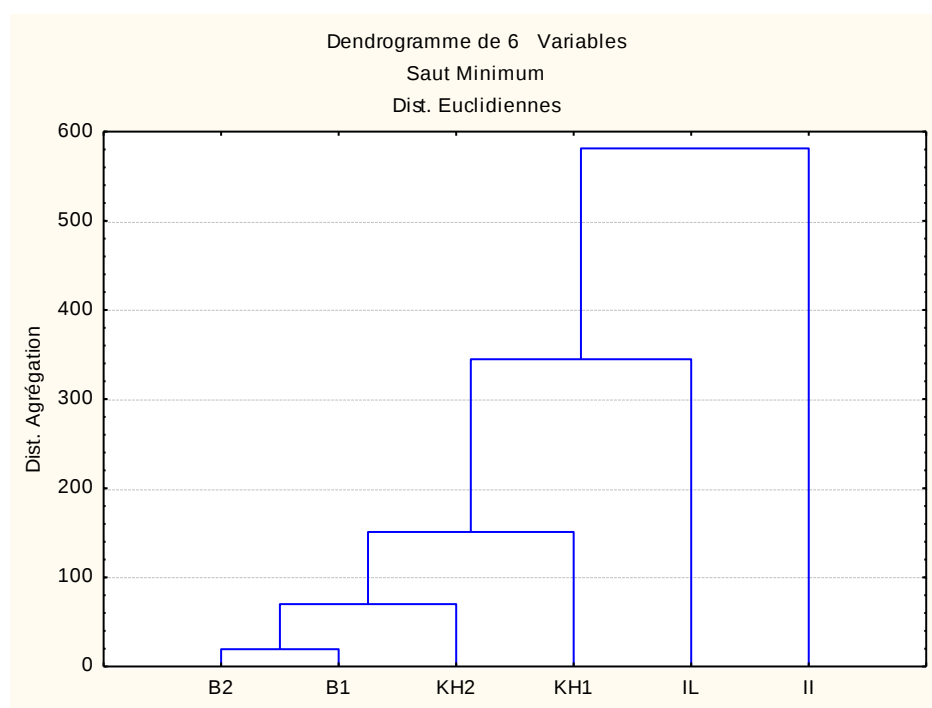
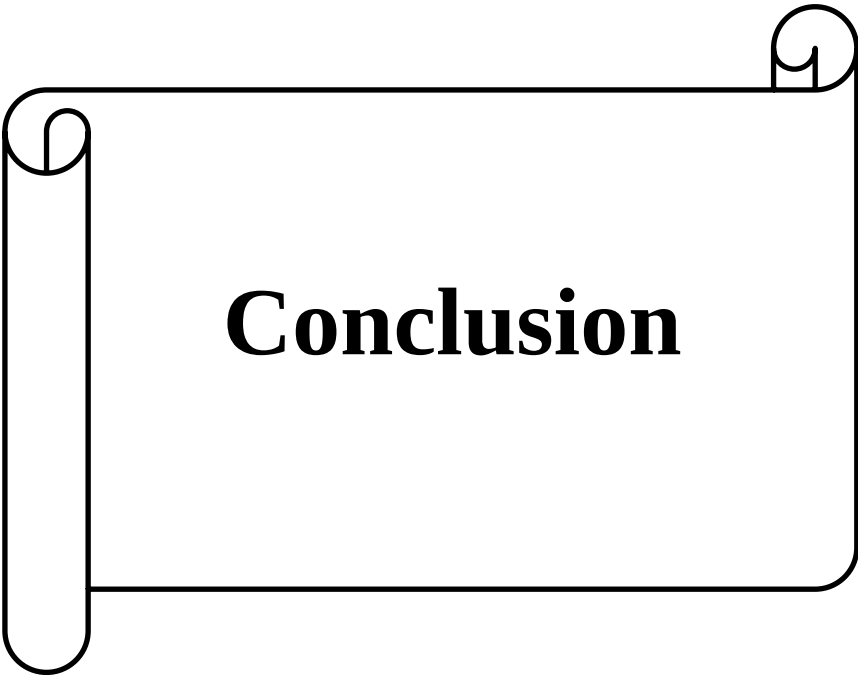


Figure 12 : Dendrogramme de la distribution des stations sur la base des variables environnementales.

La classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur la base des résultats de l'ACP (Figure 12), visualise bien les relations entre les variables environnementales pour l'ensemble des stations :

- Groupe 1 : représenté par les stations de hautes altitudes (II, IL) caractérisées par les paramètres altitude, pente, vitesse du courant et granulométrie grossière ;
- Groupe 2 : KH1, KH2, B1 et B2 stations de moyenne et basse altitude caractérisées par les paramètres température de l'eau, substrat composé de sable, limon et de matière organique, végétation aquatique et pollution.



Conclusion

Conclusion

Cette étude a pour but de contribuer à une meilleure connaissance des Trichoptères d'assif El-Khemis et l'oued Boubhir (s.s.) et d'étudier les caractéristiques des écosystèmes lotiques et la répartition des éléments de ce groupe d'insectes dans les différents cours d'eau étudiés.

Six stations, échelonnées entre 190 m et 1290 m d'altitude ont été choisies pour cette étude. Certaines d'entre elles présentent un écoulement permanent, d'autres subissent un assèchement plus ou moins long pendant les étés secs. Un total de 642 individus de Trichoptères a été récolté appartenant à 7 familles, 7 genres et 12 espèces.

Le peuplement des Trichoptères récolté présente une variabilité spatiale de la richesse spécifique et met en évidence leur importance à la station KH1 avec 7 taxons. Les espèces présentes sont pour la plupart rhéophiles fréquentant les cours d'eau rapides bordés d'une végétation assez dense.

Une richesse spécifique de 5 taxons est observée dans les stations de hautes altitudes (II, IL), représentée par des espèces exclusives du crénon qui manifestent une affinité plus forte pour les habitats d'altitudes (*Polycentropus kingi*, *Tinodes sp*, *Allogamus sp* et *Wormaldia sp*).

Inversement, la station B2 présente une richesse spécifique qui ne dépasse pas 4 taxons. Ceci est due à la nature du substrat, aux impacts négatifs des diverses activités humaines et aux températures de l'eau élevées.

L'abondance la plus élevée est notée au niveau de la station B2, ce qui est due en partie à la prolifération d'*Hydropsyche lobata*.

La station II (ruisseau de source) de haute altitude (alt.1290 m) présente une abondance de 61 individus qui abrite des espèces exclusives du crénon : *Polycentropus kingi*, *Tinodes sp* et *Allogamus sp*.

Les indices de diversité stationnelles calculés sont dans leur globalité assez élevés. Seule la station B2 présente un H' assez faible cela s'explique par l'impact négatif des diverses actions anthropiques sur ce secteur. Pour l'équitabilité (E), les valeurs obtenues dans l'ensemble des stations varient entre 0,62 et 0,87.

L'analyse biogéographique de la faune trichoptérologique recensée montre qu'il s'agit d'une faune paléarctique à caractère méditerranéen. Toutes les espèces, y compris les

Conclusion

endémiques, appartiennent à des lignées sud- Européennes. Elles présentent des relations étroites avec la faune Ibérique et celle de Corse et de Sardaigne.

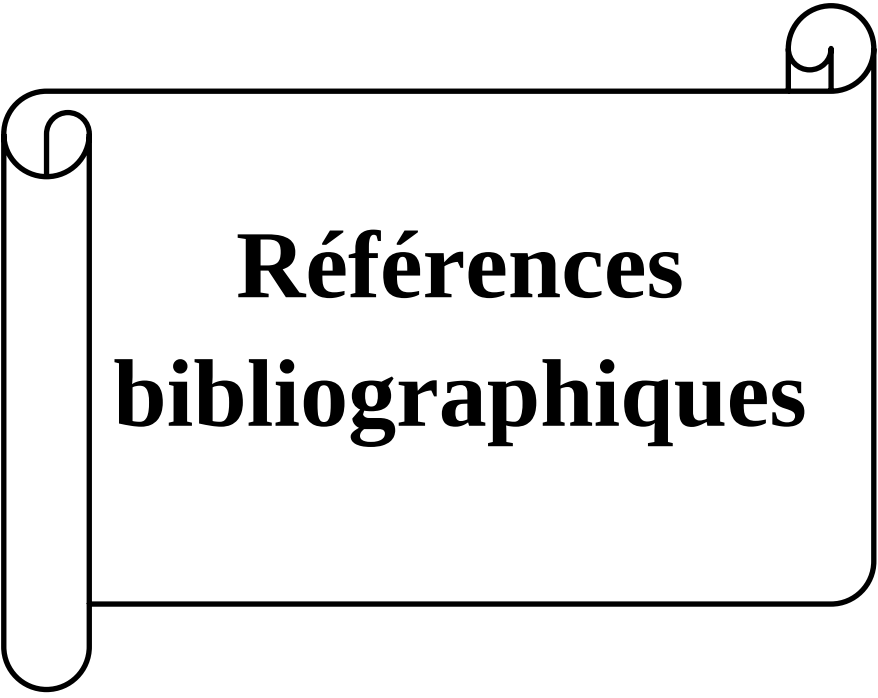
L'étude des facteurs environnementaux réalisée par une analyse en composantes principales (ACP) a fait apparaître des corrélations entre les variables environnementales.

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

- Groupe 1 : représenté par les stations II et IL, caractérisées par les paramètres altitude, pente, vitesse du courant et granulométrie grossière ;
- Groupe 2 : KH1, KH2, B1 et B2 stations de moyenne et basse altitude caractérisées par les paramètres température de l'eau, substrat composé de sable, limon et de matière organique, végétation aquatique et pollution.

En perspectives, il serait intéressant à l'avenir de prospecter d'une façon approfondie un grand nombre de stations (surtout les sources considérées comme zone de refuges). Cela permettrait de compléter l'inventaire faunistique, et pourrait contribuer à une meilleure connaissance de la taxonomie et de l'écologie des Trichoptères.

Des campagnes de sensibilisations auprès des agriculteurs doivent être menées afin d'attirer leur attention sur les risques et danger de l'usage excessives des fertilisants et les répercussions qu'ils peuvent avoir sur la faune benthique.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

Données hydro-biologiques de l'Agence nationale des ressources hydrauliques. Station régionale de Tizi-Ouzou. Documentation. A.N.R.H.

Données climatiques de l'Office Nationale de la Météorologie. Station régionale de Tizi-Ouzou. Documentation. O. N.M.

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

AIT-MOULOUD S., 1988. Essais de recherche sur la dérive des macro-invertébrés dans l'Oued Aissi : faunistique, Ecologie et biogéographie. Thèse de Magister, U.S.T.H.B., Alger, 118p.

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

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

ALILAT T & ALIOUANE N., 2017. Faunistique et écologie des macroinvertébrés de l'Assif El-Khemis et du Moyen Sébaou

ANGELIER E., 2000. Ecologie des eaux courantes-Editions TES &DOC. Paris. 184p.

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

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 3ème cycle, Faculté Science, Marrakech. 192 p.

BELKACEM H & CHABANE CHAUCHE N., 2016. étude de la faune trichoptérologique du sous bassin versant de l'oued Boubhir et le Moyen Sébaou.

BERAHOU A; CELLOT B & RICHOUX P., 2001. Distribution longitudinale des macroinvertébrés benthiques de la Moulouya et de ses principaux affluents (Maroc), *Ann. Limnol.* 37(3) : 223-235.

BONADA N ; ZAMORA-MUNOZ C ; EL ALAMI M ; MURRIA C et PRAT N., 2008. New records of trichoptera in reference mediterranean climate rivers of the Iberian Peninsula and north Africa: Taxonomical, Faunistical and Ecological aspects. *Graellsia*, 64(2):189-208pp.

Références bibliographiques

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.

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

BOURNAUD M & KECK G., 1980. Diversité spécifique et structure des peuplements macroinvertébrés benthiques au long d'un cours d'eau : le Fum (Ain). *Acta Oecologica, Oecologia*, vol 1, n°2, 131-150.

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

CHAUMONT M & PAQUINC. ,1971. Carte pluviométrique de l'Algérie au 1/500.000 avec notice explicative. Bull. soc. Hist. Nat. Afr. Nord : 24p.

CURTIS., 1834. Biomarqueurs dans les larves de caddisfly de l'espèce *Hydropsyche pellucidula* (Trichoptera: Hydropsychidae) mesurés dans les populations naturelles et après une exposition à court terme au fénitrothion.

DAJOZ R., 1985. Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquées. 5ème édition Gauthier Villard. Paris: 505p.

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

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

Références bibliographiques

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.

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

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

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

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

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

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.

FERRITO F., 1994. Les macroinvertébrés benthiques de la rivière Simeto (Sicile) et de quelques-uns de ses affluents. *Annls Limnol*. 30 (1) : 33-56.

FLANDRIN J., 1952. La chaîne du Djurdjura : monographies régionales. XIX congrès géologiques internationales, Algérie 1ère série. 19 : p 49.

GAUJOUX (D.), 1995. La pollution des milieux aquatiques –Aide mémoire- Technique Et documentation : 220p

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

GELARD J.P., 1979. Géologie du N.E de la Grande Kabylie (Algérie). Doc.es. Sc. Univ. Dijon : 335p.

GENIN B ; CHAUVIN C et MENARD F., 2003. Cours d'eau et indices biologiques. Pollutionméthodes-IBGN. 2 ème édition, educagri : 105-108p.

Références bibliographiques

GIBON F, M., et ELOUARDE., 2001. Biotypologie des hydrosystèmes tropicaux - exemples chez les trichoptères africains et malgaches, Institut de recherche pour le développement. Document IRD Montpellier, 2001

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

GUIDICELLI J ; DAKKI M & DIA A., 1985. Caractéristiques abiotiques et hydrobiologiques des eaux courantes méditerranéennes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 22 : 2094-2101.

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

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. W ; GARCIA DE JALON D et COBO F., 1992. Lista faunística y bibliográfica de los Trichopteros (Trichoptera) de la península Ibérica e Islas Baleares. *Asociación Española de Limnología*, 11. 200pp.

GRASSE P ; RAYMOND A & ODETTE., 1970 - Zoologie I, invertébrés, 2^e Edition revue et complétée. *Ed Masson*, Paris: 718-722 pp

HAJJI K ; ZAMORA-MUNOZ C ; BONNADA N ET EL-ALAMI M., 2012. Quelques notes sur l'écologie et distribution des Rhyacophilidae du Rif (du Maroc). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 50 : 559-562pp.

HAJJI K ; EL ALAMI M., BONADA N et ZAMOURA-MUNOZ C., 2013. Contribution à la connaissance des trichoptères (Trichoptera) du Rif (Nord du Maroc). *Boletín. Asoc. esp. Ent* ; 37 (3-4) : 181-216 pp.

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

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

Références bibliographiques

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., 2005. Recherches sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macro-invertébrés des cours d'eau de Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie). Thèse de Doctorat d'état en biologie. Univ. Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou: 208 p.

LOUNACI A. 4ème Congrès Franco-Maghrébin de Zoologie & 5èmes Journées Franco-Tunisiennes de Zoologie Korba-Tunisie du 13 au 17 novembre 2014.

LOUNACI A; B. BROSE S. THOMAS A. & LEK S., 2000(a). Abundance, diversity and community structure of macroinvertebrates in an algerian stream: the Sebaouwadi. *Annls Limnol.*, 36 (2): 123-133 pp.

MALICKY H., 1983. Atlas of European Trichoptera. Series Entomologica, 24 : 1-298. (Junk) Den Haag.

MALICKY H & LOUNACI A., 1987. Beitrag zur taxonomie und faunistik der kocher fleigenvon Tunesien, Algerien und Marokko (Trichoptera). *Opuscula zoologica fluminensia* 14, 1-20 pp.

MARLIER G., 1980.- les larves et nymphes des Trichoptères du Seychelles-31-54p

MEHAL Y., 2014. Faunistique et écologie des macroinvertibres benthique de l'Assif EL KHemis et du Moyens Sebaou

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.

MORETTI G.P.1983.Tricopteri (Trichoptera). Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne Italiane 19, consiglio nazionale delle ricerche, verona, 155p

MORTON, K.J. 1896a. Hydroptilidae collected in Algeria by A. E. Eaton. *Entomologist's Monthly Magazine*, 32 : 102-104.

MORTON, K.J. 1896b. Two new Hydroptilidae from Scotland and Algeria respectively. *Entomologist's Monthly Magazine*, 34: 107.

MOSELY., 1930. Nouveau trichoptères et plécoptères européens : 237-254.

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.

Références bibliographiques

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., 1966. Shannon's formula as measure of specific diversity: its use and measure. *American Naturalist*, 100p.

PITSCH T., 1993. Zur Kenntnis der Hydropsychellucida-Gruppe in Mitteleuropa (Trichoptera: Hydropsychidae), *Braueria*, 20 : 27-32.

QUEZEL P., 1957. Le peuplement végétal des hautes montagnes d'Afrique du Nord. *Encycl. Biogeogr. Ecol.*, Ed le chevalier, Paris : 463p.

RAAB N & YACINE L., 2018 Contribution à l'étude écologique et biogéographique des Trichoptères de l'Assif Sahel et de l'Oued Boubhir.

RAHMI A., 2014. Contribution à l'étude des Trichoptères au niveau d'Oued Chouly (Nord-Ouest Algérie)

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

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

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

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

SCHMID F., 1959. Le genre *Stactobia* Mch. *Miscelanea Zoologica*, Barcelona, I, 1-56.

SEKHI S., 2010. Recherches sur la faunistique et l'écologie des macro-invertébrés des cours d'eau Tiout, Hadjadj et Moghrar (Wilaya de Naâma). Mémoire de Magister, U.S.T.H.B : 117p

SEKHI S; HAOUCHINE S; LOUNACI-DAOUDI D; EL ALAMI ELMOUTAOUAKIL & LOUNACI A., 2016. Contribution à la connaissance des Trichoptères de Grande-Kabylie (Algérie) [Trichoptera]. *Ephemera*, Vol. 17 (1) : 51-69

SELTZER P., 1946. Le climat de l'Algérie. Trav. Inst. Meteor. Phys. Du Globe, Univ. Alger Fascicule hors-série : 219p.

Références bibliographiques

- SEURAT L.G. 1930.** Exploration zoologique de l'Algérie de 1830 à 1930. Collection du contenaire de l'Algérie. Masson, Paris : 708p.
- SHANNON C. E. & WEAVER W., 1948.** A mathematical theory of communication. Bull. Syst. Techn.J., 27, 379-423, 623-656.
- TACHET H ; BOURMAUD M. & RICHOUX PH., 1980.** Introduction à l'étude des macro-invertébrés des eaux douces. Edit CNRS, Paris : 150P.
- TACHET H ; BOURNAUD M. & RICHOUX PH. & USSEGLIO-POLATERAPH. 2002.** Invertébrés des eaux douces : Systématique, Ecologie, Biologie. Ed CNRS- Paris. 585p.
- TACHET H ; BOURNAUD M et RICHOUX P., 2006.-** Invertébrés d'eau douce- Systématiques, biologie écologie- Ed CNRS.
- TAYOUB H., 1989.** Etude hydro biologique d'un réseau hydrographique rifain, l'oued Laou : Typologie et Ecologies des Trichoptères. Thèse Doctorat 3ème cycle, Faculté des sciences de Rabat, 137p.
- THIEBAULT, J. 1952.** Socle métamorphique en Grande Kabylie. Monographie régionale ; XIX congrès géologiques international, Algérie. 1ère série (4) : 43p.
- TOBIAS D & TOBIAS W., 2008.** Caddisflies of the west Palaerctic and Afrotropical regions of Africa – Working documents. [http:// trichoptera.insects-online.de/Trichoptera%20africana/index.htm](http://trichoptera.insects-online.de/Trichoptera%20africana/index.htm).
- USSEGLIO-POLATERA P ; THOMAS S. BEISEL J.N. & MORETEAU J.C. 1999.** Illustration de la valeur indicatrice des caractéristiques biologiques des macroinvertébrés d'une communauté benthique à différentes échelles d'observation. *Annls Limnol.* 35 (1) :71-80.
- 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 malacologique de France, de Corse et d'Afrique du Nord. *Mémoires Muséum Histoire Naturelle, Paris (Zool.)*. 11: 1-258 pp.
- VERNEAUX J., 1973-** Recherche écologique sur le réseau du Doubs. Essai de biotypologie. Thèse doctorat, faculté de Besançon : 260.
- 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.

Références bibliographiques

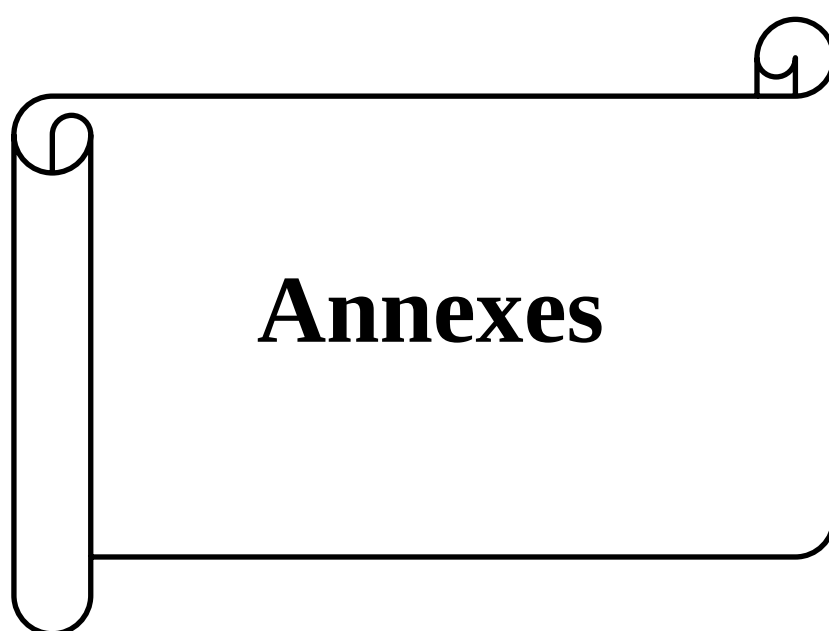
VIERA-LANERO R., 2000. Las larvas de los Trichopteros de Galicia (insecta:Trichoptera). Ph.D. Thesis, University of santiago de Compostela.

WIGGINS & J. MACKAY., 1978 Quelques relations entre la systématique et l'écologie trophique chez les insectes aquatiques néarctiques, avec une référence particulière aux trichoptères.

YAKOUB B., 2005. L'eau dans le bassin versant du Sébaou et la wilaya de Tizi-Ouzou. Evaluation, contraintes et recommandations. Thèse doctorat d'état en sciences de l'eau. UMMTO. 268p.

ZAHRANDIK ., 1988. –Guide des insectes. Paris, Ed. Htier: 318p.

ZAMORA-MUNOZ & BONADA., 2003. Trichoptera (insecta) collected in mediterranean river basins of the Iberian Peninsula: taxonomic remarks and notes on ecology.



Annexes

Annexe 1 : Précipitations moyennes mensuelles et totaux pluviométriques en (mm) dans certaines localités de la région d'étude (période 1991-2014).

Stations	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Total
Azazga (430m)	48,7	82	141	181	177,7	105	101	136	65,3	9,2	3,1	7	1057
Tiziou zou (220m)	40,5	67	132	150	154	89,3	76,1	92	57,7	8,8	3,8	6	877
Boubhir (220m)	47	75	118,2	155	144,9	83	92,7	121	65,3	9,1	5,2	10,7	928

Annexe 2 : Températures moyennes mensuelles de l'air en °C (maximales, minimales et moyennes) enregistrées à Tizi-Ouzou durant la période 1991-2014, (Source : O.N.M de Tizi- Ouzou).

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
T°moyennemensuelle Maximales	15,36	16,47	19,51	21,70	26,13	31,52	35,50	35,65	31,45	26,92	19,78	16,09
T°moyennemensuelle Minimales	6,30	6,56	8,53	10,38	13,95	18,01	21,09	21,78	18,84	15,38	11,03	7,44
T°moyennemensuelle	10,22	10,76	13,42	15,53	19,45	24,46	27,7	27,92	24,39	20,51	14,72	11,34

Annexe 3 :Richesse spécifique des stations étudiées.

Stations	II	IL	KH1	KH2	B1	B2
Richesse spécifique	5	5	7	5	5	4

Annexe 4 :Abondance des Trichoptères dans les stations étudiées.

Stations	II	IL	KH1	KH2	B1	B2
Abondance	61	92	141	89	62	197

Annexes

Annexe 5 : Indices de SHANNON & WEAVER (H') et d'équitabilité (E).

Stations	II	IL	KH1	KH2	B1	B2
H'	2,03	1,87	2,06	1,45	1,54	1,24
E	0,87	0,80	0,73	0,63	0,66	0,62

Résumé

L'étude de 642 spécimens des Trichoptères récoltés au niveau d'assif El-Khemis et l'oued Boubhir (s.s.) entre 190 et 1290 m d'altitude, a permis l'identification de 7 familles, 7 genres et 12 espèces qui sont : *Rhyacophila munda*, *Hydroptila vectis*, *Wormaldia sp*, *Polycentropus kingi*, *Tinodes sp*, *Hydropsyche fezana*, *Hydropsyche iberomaroccana*, *Hydropsyche lobata*, *Hydropsyche obscura*, *Hydropsyche resmineda*, *Hydropsyche gpe pellucidula* et *Allogamus sp*.

L'effectif du peuplement trichoptérologique de ce réseau hydrographique a montré que l'espèce *Hydropsyche lobata* est la plus abondante avec 65 % du total trichoptérologique stationnel, suivie par *Hydropsyche gpe pellucidula* (26%) et par *Hydropsyche resminada* (4%). Quant aux autres espèces sont faiblement abondantes.

Les différents indicateurs utilisés, tels que : la richesse spécifique, l'abondance et l'occurrence relatives et les indices de diversité (H' , E) ont permis de montrer que les zones de haute montagne présentent des espèces pour la plupart rhéophiles et exclusives du crénon. A l'inverse, dans les zones de piémont et de basse altitude, la faune est plutôt à dominance d'espèces thermophile et tolérantes aux différentes charges organiques (suite aux activités humaines).

L'étude des facteurs environnementaux réalisée sur la base d'une analyse en composantes principales (ACP) a fait apparaitre des corrélations entre les variables environnementales.

L'analyse biogéographique des Trichoptères étudiés montre qu'il s'agit d'une faune paléarctique à caractère méditerranéen.

Mots clés : Assif El-Khemis, oued Boubhir (s.s.), Trichoptères, diversité, écologie

Summary

The study of 642 specimens of Trichoptera collected at the level of Assif El-Khemis and Wadi Boubhir (s.s.) between 190 and 1290 m altitude, allowed the identification of 7 families, 7 genera and 12 species which are: *Rhyacophila munda*, *Hydroptila vectis*, *Wormaldia* sp, *Polycentropus kingi*, *Tinodes* sp, *Hydropsyche fezana*, *Hydropsyche iberomaroccana*, *Hydropsyche lobata*, *Hydropsyche obscura*, *Hydropsyche resminada*, *Hydropsyche gpe pellucidula* and *Allogamus* sp.

The trichopterological population of this hydrographic network showed that the species *Hydropsyche lobata* is the most abundant with 65% of the total stationary trichoptera, followed by *Hydropsyche gpe pellucidula* (26%) and by *Hydropsyche resminada* (4%). As for the other species, they are not very abundant.

The different indicators used, such as: specific richness, relative abundance and occurrence and diversity indices (H' , E) have shown that high mountain areas present species that are mostly rheophilic and exclusive. Conversely, in the piedmont and low-altitude areas, the fauna is more predominantly thermophilic and tolerant to different organic loads (following human activities).

The study of environmental factors carried out on the basis of a principal component analysis (PCA) revealed correlations between environmental variables.

Biogeographical analysis of the Trichoptera studied shows that it is a Palaearctic fauna with a Mediterranean character.

Keywords: Assif El-Khemis, oued Boubhir (s.s.), Trichoptera, diversity, ecology