REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Mouloud MAMMERI TIZI OUZOU

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département de Biologie

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master

En sciences de la Nature et de la Vie

Spécialité : Ecologie animale

Thème :

Contribution à l'étude faunistique, écologique et biogéographique des plécoptères du sous bassin versant de l'oued Aissi

Réalisé par :

- **Mlle BERKAL Zahra.**
- **Mlle AIT BELABBAS Sonia.**

Soutenu devant le jury d'examen composé de :

Présidente	**Mme CHAOUCHI N.**	MCA	à l'UMMTO
Promotrice	**Mme HAOUCHINE S.**	MAA	à l'UMMTO
Examinatrice	**Mme SEKHI S.**	MAA	à l'UMMTO

Année universitaire 2019 – 2020

REMERCIEMENT

En premier lieu, nous remercions le bon Dieu tout puissant pour nous avoir accordé la santé, la volonté, le courage et la patience d'accomplir ce travail.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre promotrice madame **HAOUCHINE. S,** Maitre assistance classe A pour avoir accepté de diriger ce travail, pour son appréciable aide, sa grande disponibilité et ses précieux conseils.

Nous exprimons notre profonde reconnaissance à Madame **CHAOUCHI. N,** Maître de conférence A à l'U.M.M.T.O pour avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.

Nous tenons à remercier aussi Madame **SEKHI.S,** Maître assistance A à l'U.M.M.T.O pour l'intérêt qu'elle a porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail.

Il nous est agréable d'exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à tous ceux ou celles, qui par leur aide, leurs conseils et leurs encouragements, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents KADER et DJOUHRA

Qui ont toujours étaient là pour moi et qui n'ont pas cessé de m'encourager et toute ma gratitude pour les sacrifices qu'ils ont fait pour ma réussite. Je ne les remercierais jamais assez pour leur bonne éducation, leur patience et pour les valeurs qu'ils m'ont inculquées. Que Dieu les protège et les garde en bonne santé ;

Mon très cher frère DJAMEL et mes très chères sœurs MALIKA et FULLA

Qui sont toujours présents avec moi, me soutiennent, m'aident et m'encouragent. Que Dieu vous protège ;

Toute la famille BERKAL et la famille MEBARKI

*En particulier mes grand parents **TAOUS** et **MAHMOUD** que dieu vous garde et vous accorde santé, longue vie et bonheur. A tous mes proches, Mes très chers oncles en particulier oncle **FAHEM** et tantes, Mes très chers cousins et cousines ;*

Tous mes chers amis(es)

*En particulier **IDIR, ZAHIRA, SARAH, RADIA, MERIEM** et **DAHBIA** qui m'ont aidé et soutenu dans la réalisation de ce modeste travail et à ma binôme;*

A tous les gens que je connais de près ou de loin et à tous ce qui m'aiment et qui sont les plus chères pour moi.

ZAHRA

DEDICACE

Je dédié ce modeste travail :

*A Mes très chers parents **Malika** et **Ali** qui ont étais toujours à mes côtés, mon grand amour et toute ma gratitude pour les sacrifices qu'ils ont fait pour ma réussite. Que le dieu, le tout puissant, vous préserve et vous accorde santé, longue vie et bonheur.*

*A mes chères sœurs que j'aime très fort **AMEL, LAMIA, KAMELIA, IMANE** et **CELINA***

*Mes sincère remerciement à ma copine avant qu'elle soit ma binôme **ZAHRA** de partager et de réaliser ce modeste travail.*

A tous les gens qui m'ont aidé et soutenu dans la réalisation de ce modeste travail et à tous mes proches, qui se reconnaitront, tantes, oncles, cousins et cousines

SONIA

SOMMAIRE

Introduction 1

Chapitre 1 : Caractéristiques générales de la région d'étude.

1-Caractéristiques physiques du milieu 3
1-1- Situation et cadre géographique 3
1-2- Contexte géologique 4
1-3- Climatologie 4
1-3-1- Les précipitations 5
1-3-2- Les températures 7
1-4- Couvert végétal 8
1-5- Perturbations anthropiques 9

Chapitre 02 : faune, sites et méthodes d'étude.

2-1- Généralités sur les plécoptères 11
2-1-1- Description 11
2-1-2- Biologie et écologie des plécoptères 14
2-2- Description des cours d'eau et des stations d'étude 15
2-2-1- Le réseau hydrographique du sous bassin de l'oued Aissi 16
2-2-1-1- Assif Harzoun 16
2-2-1-2- Assif Ath Agad 17
2-2-1-3- Assif Larbâa 17
2-3- Paramètres environnementaux 19
2-3-1- La pente 19
2-3-2- Le débit 20
2-3-3- Ecoulement et vitesse du courant 21
2-3-4- Substrat 22
2-3-5- Température de l'eau 23
2-4- Méthodes d'étude 24
2-4-1- Techniques d'échantillonnage 24
2-4-1-1- Echantillonnage benthique 25
2-4-1-2- Chasse d'adulte 25
2-4-1-3- La conservation des échantillons 26

2-4-1-4- Tri et détermination 26
2-4-2- Méthodes d'analyse de la structure du peuplement 27
2-4-2-1- Indice de diversité 27
2-4-2-2- Indice de structure 29
2-4-3- Traitement statistique des données 30
2-4-4- Logiciels de calcul 31

Chapitre 03 : résultats et discutions.

3.1- Analyse du peuplement 32
3-2- Richesse taxonomique 34
3-3- Abondance et occurrence des taxons 35
3-4- Abondance relative et occurrence relative des taxons 36
3-5- Indice de Shannon et Weaver et l'indice d'équitabilité 38
3-6- Indice de similarité (Sorensen) 40
3-7- Considération biogéographique 41
3-8- Auto écologie des espèces recensées 42
3-9- Structure de la faune 50
Conclusion générale 56
Bibliographie
Résumé

Liste des figures

N° de figures	Titres	N° de page
1	Situation géographique de la région d'étude (LOUNACI, 2005).	03
2	Précipitations moyennes mensuelles dans certaines localités de la région d'étude période (2007-2017).	06
3	Températures mensuelles (Moyennes, Maximales et Minimales) enregistrées à Tizi-Ouzou (2000-2018).	08
4	La morphologie de larve de Plécoptères (MOISAN ,2010).	11
5	Cours d'eau étudiés et emplacement des stations.	16
6	Température de l'eau enregistrées dans les stations d'étude.	24
7	Richesse spécifique des Plécoptères aux stations étudiées.	35
8	Abondance de la faune globale dans les stations étudiées.	35
9	Abondance relative des plécoptères récoltés aux stations étudiées.	37
10	Occurrence relative des Plécoptères récoltés aux stations étudiées.	37
11	Indice de diversité Shannon-weaver.	39
12	Equitabilité.	40
13	ACP : représentation de la distribution des paramètres environnementaux.	52
14	Dendrogramme visualisant les relations entre les variables environnementales.	53
15	Dendrogramme de la distribution des stations sur la base des variables environnementales.	54
16	Dendrogramme visualisant les affinités des espèces dans le plan factoriel F1 x F2.	55

Liste des tableaux

N° tableaux	Titres	N° de pages
1	Précipitations moyennes mensuelles à certaines localisations de la région d'étude (Beni- Yenni, Tizi-Ouzou (en mm)) pour la période 2007-2017 (source ANRH de Tizi-Ouzou).	06
2	Températures moyennes mensuelles de l'air en °C (maximales, minimales, moyennes) enregistrées à Tizi-Ouzou (Période 2000 – 2018, Source O.N.M de Tizi-Ouzou**).**	07
3	Altitudes et pentes des stations d'étude.	20
4	Altitude, largeur du lit et vitesse du courant mesuré aux stations d'étude.	21
5	Nature du substrat dans les stations étudiées.	23
6	Températures de l'eau (en °C) enregistrées aux différentes stations étudiées.	23
7	Répartition des Plécoptères dans les stations (les nombres indiquent l'abondance moyenne par 0.09 m²).	33
8	Indices de SHANNON & WEAVER (H') et d'équitabilité (E).	38
9	Indice de similarité (sorensen)	41
10	Caractéristiques environnementales des 6 stations étudiées.	51
11	Matrice de corrélation entre variables environnementales (N = 6, P<0,05).	51

Liste des photographies

N° photos	Titres	N° pages
1	Tête de *Perlodes microcephalus* (Perlodidae) (Ruffoni, 2009).	12
2	Adulte de *Leuctra fusca*, (Leuctridae, taille réelle 5 mm) (Ruffoni, 2009).	13
3	Larve de *Protonemoura sp*. (Nemouridae) présentant des branchies sous le prothorax (taille réelle 2 mm) (Ruffoni, 2009).	13

Liste des abréviations

Km : Kilomètre.

m : mètre.

Cm : centimètre.

mm : millimètre.

T° : température.

T max : Température maximale.

T min : Température minimale.

T moy : Température moyenne.

C° : Dégrée Celsius.

ONM : Office national de météorologie.

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.

Alt : Altitude.

Larg : Largeur.

Diss : Distance.

Prof : Profondeur.

Pent : Pente.

Vit : Vitesse.

Vaq : Végétation aquatique.

Pol : Pollution.

Sab : Sable.

Lim : limon.

Gal : Galet.

Grav : Gravier.

Rip : Ripisylve.

MatO : Matière organique.

Log 2 : Logarithme à base 2.

N : Nombre total d’individus.

ni : nombre d’individus de l’espèce.

P : Nombre total de prélèvement.

Pi : Nombre de prélèvement ou l’espèce i est présente.

Ab : Abondance.

Abr : Abondance relative.

Oc : Occurrence

Ocr : Occurrence relative.

Rs : Richesse spécifique.

ACP : Analyse en composante principale.

AFC : Analyse factorielle de correspondance.

HAC : Classification ascendante hiérarchique.

H’ : Indice de Shannon et Weaver.

E : Equitabilité.

S : Indice de similarité de Sorensen.

INTRODUCTION

L'eau est la source de la vie et le vecteur le plus important pour la réalisation de développement durable. En effet les cours d'eau sont parmi les écosystèmes les plus complexes et dynamiques, ils jouent des rôles essentiels dans la conservation de biodiversité, dans le fonctionnement des organismes et dans le cycle de matière organique.

Malheureusement, les réseaux hydrographiques sont menacés par la pollution qui représente sans aucun doute l'un des aspects les plus inquiétants de la dégradation de l'environnement qui se manifeste par la destruction de l'habitat, la perte de la diversité biologique et la détérioration de la qualité de l'eau.

Les études faunistiques et écologique sur les milieux aquatiques continentaux revêtent d'une importance primordiale dans la compréhension du fonctionnement et la gestion des systèmes naturels ainsi que dans l'évaluation de l'état de santé écologique des hydro systèmes. En effet les plécoptères constituent un groupe aquatique intéressant pour les études de la biogéographie et de l'écologie, vu leur ancienneté, leurs habitats sédentaires, leur écologie et le niveau de connaissances existant sur leur phylogénie.

Un certain nombre de travaux sur ce groupe d'insectes ont déjà été exposés par différents auteurs auxquels viennent s'ajouter des essais faunistiques et écologiques réalisés récemment.

Au Maroc : AUBERT (1956, 1961), MEINANDER (1967), MIRON (1972), BERTHELEMY (1973), GIUDICELLI et DAKKI (1984), TAYOUB (1986), AZZOUZ et SANCHEZ-ORTEGA (1992, 1994), AZZOUZ (1996), SANCHEZ-ORTEGA et AZZOUZ (1997, 1998), TIERNO DE FIGUEROA et *al*. (2003), GRAF et *al*. (2009), ERROCHDI et EL ALAMI (2008), VINÇON et *al*. (2014) et ERROCHDI et *al*. (2014).

En Algérie : LOUNACI (1987), AIT MOULOUD (1988), GAGNEUR et ALIANE (1991), LOUNACI- DAOUDI (1996), LOUNACI et *al.* (2000a), LOUNACI et *al*. (2000b), MEBARKI (2001), LOUNACI (2005), LOUNACI et VINÇON (2005), YASRI-CHEBOUBI et *al*. (2013a et 2013b) et YASRI-CHEBOUBI (2018).

En Tunisie : BERTHELEMY (1973), PARDO et ZWICK (1993), BEJAOUI (1997), VINÇON et PARDO (1998), BEJAOUI et *al*. (2003) et BEJAOUI et BOUMAÏZA (2004, 2010).

Le présent travail est une contribution à la connaissance des Plécoptères d'un réseau hydrographique de la Kabylie du Djurdjura. Les données faunistiques ont pour objet l'étude de

la répartition des espèces en fonction de l'altitude et de l'habitat, contribuer à une meilleure connaissance de l'écologie des espèces de ce groupe d'insectes, et enfin, déterminer l'organisation spatiale et la structure du peuplement en fonction des caractéristiques environnementales.

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

- Le premier chapitre résume les caractéristiques générales du milieu d'étude (géographie, géologie, climat, végétation et impacts anthropiques).

- Le deuxième chapitre est consacré à une description morphologique de la faune, à la description détaillée des sites d'étude et des méthodes et techniques d'échantillonnage.

- Le troisième chapitre représente la majeure partie de ce travail, qui est consacré à l'étude de la faune ainsi à la discussion et l'interprétation des différents résultats obtenus.

CHAPITRE I

Caractéristiques générales de la région d'étude

1- Caractéristiques physique du milieu

1-1- Situation et cadre géographique

La Kabylie du Djurdjura constitue notre zone d'étude, sous ce nom on comprend une vaste région très montagneuse. Elle est située dans le Centre Nord de l'Algérie à une centaine de kilomètres à l'est d'Alger et à moins de 50 km au sud du littoral méditerranéen (figure 01). Comprise entre 3°35' et 5°05' de longitude Est et entre 36°22' et 36°55' de longitude Nord, elle s'étend sur un peu plus d'une cinquantaine de kilomètre du Sud au Nord, depuis les sommets du massif du Djurdjura principalement tala guilef (1400 m), tikejda (1400 m), tizi n'kouilal (1470 m) et le col de tirourda jusqu'à la vallée de Sébaou (Figure 01).

- Cette région est limitée :

- Au Nord par la mer méditerranéenne,
- A l'Est par le massif de l'Akfadou,
- A l'Ouest par Thenia,
- Au Sud par les crêtes du Djurjura.

En dépit de la complexité de réaliser une étude faunistique sur toute la Kabylie vu sa vastitude et sa large superficie on a opté uniquement à l'étude de la région d'Ath Ouacif.

Cette région se localise au sud de la wilaya de Tizi-Ouzou, son altitude est de 589m et une superficie de 17,18 Km² (1718ha). Elle se situe à floc de la montagne de Djurdjura.

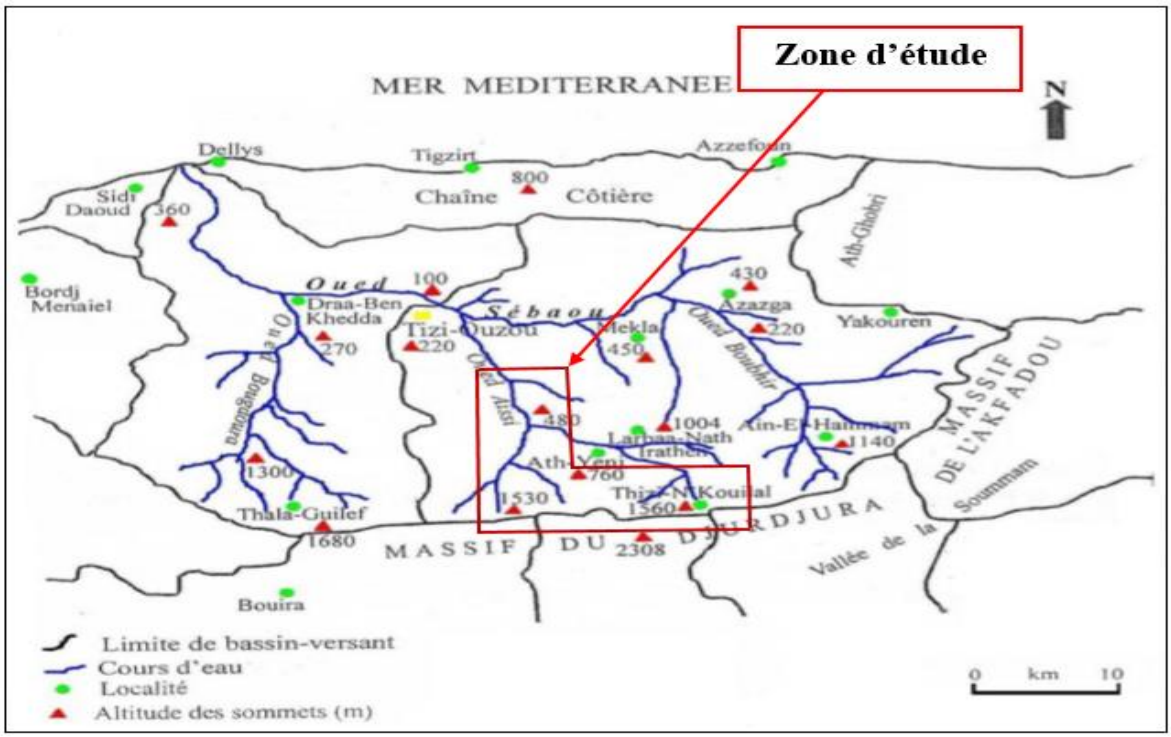

Figure 01 : Situation géographique de la région d'étude (LOUNACI, 2005).

1-2- Contexte géologique

La Kabylie du Djudjura : elle a fait l'objet de plusieurs études géologiques (FLANDRIN, 1952 ; THIEBAULT, 1952 ; RAYMOND, 1976 ; GELARD, 1979 ; YAKOUB, 1996).

Le Djudjura forme l'élément principal d'une grande unité structurale dite « Chaîne Calcaire Kabyle ». Ce massif est composé de terrains sédimentaires fortement plissés et fracturés dont l'âge et la nature sont très complexes. Une partie de ces terrains s'est formée au cours de l'ère primaire, mais la plus grande partie appartient aux périodes secondaires et tertiaires. A l'époque liasique, une longue sédimentation calcaire fournit les éléments de la majeure partie des crêtes (FLANDRIN, 1952).

Le Djudjura présente donc un faciès principal composé essentiellement de terrains calcaires. Les cartes géologiques du Nord-Est et de la Grande Kabylie (THIEBAULT, 1952 ; RAYMOND, 1976, GELARD, 1979) montrent que le bassin versant de la vallée du Sébaou est constitué du socle kabyle (cristallin et cristallophyllien) de nature magmatique (granite et pegmatite) et métamorphiques (mecaschistes et quartzites), qui lui confère une grande résistance à l'érosion linéaire mais fortement karstifié, ainsi que la chaine calcaire qui le délimite au Sud (figure 02).

Le miocène formé de marnes et d'argiles occupe le fond des vallées. Par sa nature imperméable, il permet des écoulements de surface qui alimentent les oueds.

Le quaternaire est bien représenté dans la dépression de Mechtras et tout au long des oueds. Il est constitué d'un matériel hétérogène (galets, graviers, sable et limons) et représenté, lorsqu'il existe, d'importantes accumulations : les nappes alluviales.

1-3- Climatologie

La Kabylie de Djurjura occupe une place particulière qui se caractérise par un climat méditerranéen qui se distingue par une influence marine au Nord et par une tendance continentale subdésertique provenant du Sud.

C'est un climat relativement doux, avec deux saisons distinctes : une saison fraîche où se concentre l'essentiel des pluies de l'année (des précipitations torrentielles) et une saison

chaude et sèche caractérisée par l'absence presque totale de pluies (sécheresse totale bien marquée se prolongeant de juillet à septembre) (ABDESSELAM, 1995).

1-3-1- Les précipitations

En Algérie du Nord où domine un climat de type méditerranéen, les précipitations se caractérisent par une forte variabilité spatiotemporelle. Elles constituent, par ailleurs, le facteur le plus fortement explicatif des régimes hydrologiques des cours d'eau.

Selon SELTZER (1946), QUEZEL (1957) et CHAUMONT et PAQUIN (1971), certains facteurs géographiques tels que : l'altitude, la latitude, la longitude et l'exposition Influent sur la répartition des pluies en Algérie. En effet, la pluviosité augmente avec l'altitude, mais elle est plus élevée sur les versants exposés aux vents humides. Elle augmente également d'Ouest en Est et à l'inverse elle diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral vers le sud.

Le massif montagneux du Djurdjura en raison de sa proximité relative à la mer (45 à 50 km), sa hauteur (2308m) et sa position littorale (son orientation Est-Ouest) joue un rôle de barrière naturelle aux vents marins humides provoquant des précipitations très importantes ainsi un réservoir hydrologique important pour l'alimentation de l'oued Sébaou et ses affluents (HAOUCHINE,2011).

Les auteurs ayant étudié le climat de l'Algérie citent la Kabylie du Djurdjura parmi les régions les plus arrosées. Cette dernière présente un total pluviométrique annuelle variant entre 1400 et 2000 mm en versant nord (alt >1000m) et entre 800 et 900 mm/ans sur la zone littorale et les piémonts (CHAUMONT et PAQUIN, 1971 ; DERRIDJ, 1990 ; ABDESSALAM, 1995).

Les données pluviométriques utilisées dans le cadre de travail (période 2007-2017) enregistrées dans les localités environnantes de la région d'étude (Ben-Yenni et Tizi-Ouzou), exprimées en mm nous ont été fournies par l'Agence National des Ressources Hydriques (A.N.R.H) de Tizi-Ouzou et par l'Office National de la météorologie (O.N.M) pour les stations de Tizi-Ouzou (tableau 1).

Tableau 1 : Précipitations moyennes mensuelles à certaines localisations de la région d'étude (Beni- Yenni, Tizi-Ouzou (en mm)) pour la période 2007 2017 (source ANRH de Tizi-Ouzou).

Stations	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aoû	Total
Beni-Yenni	39.1	76	129	118	141	137	129	87	73	27.2	1.84	6.62	965
Tizi-Ouzou	39	75	136	120	135	126	116	76	65	18.3	2.1	4.8	913

La lecture de la figure 02 fait apparaitre deux pics de précipitation, le premier en mois de novembre avec une moyenne de 132,5 mm et le second en mois de janvier où il atteint une moyenne de 138 mm. Les précipitations les plus importantes s'observent donc de mois d'octobre jusqu'au mois d'avril.

Le taux de précipitation commence à diminuer à partir de mois de mars pour atteindre des valeurs minimales pendant la période sèche (juin, juillet et août) dont la moyenne la plus faible est de 1,97 mm en mois de juillet puis elles reprennent en mois de septembre.

Les précipitations les plus élevées sont enregistrées dans la région de Beni-Yenni avec une moyenne de 965 mm alors qu'à Tizi-Ouzou, les précipitations moyennes enregistrées sont de 913 mm.

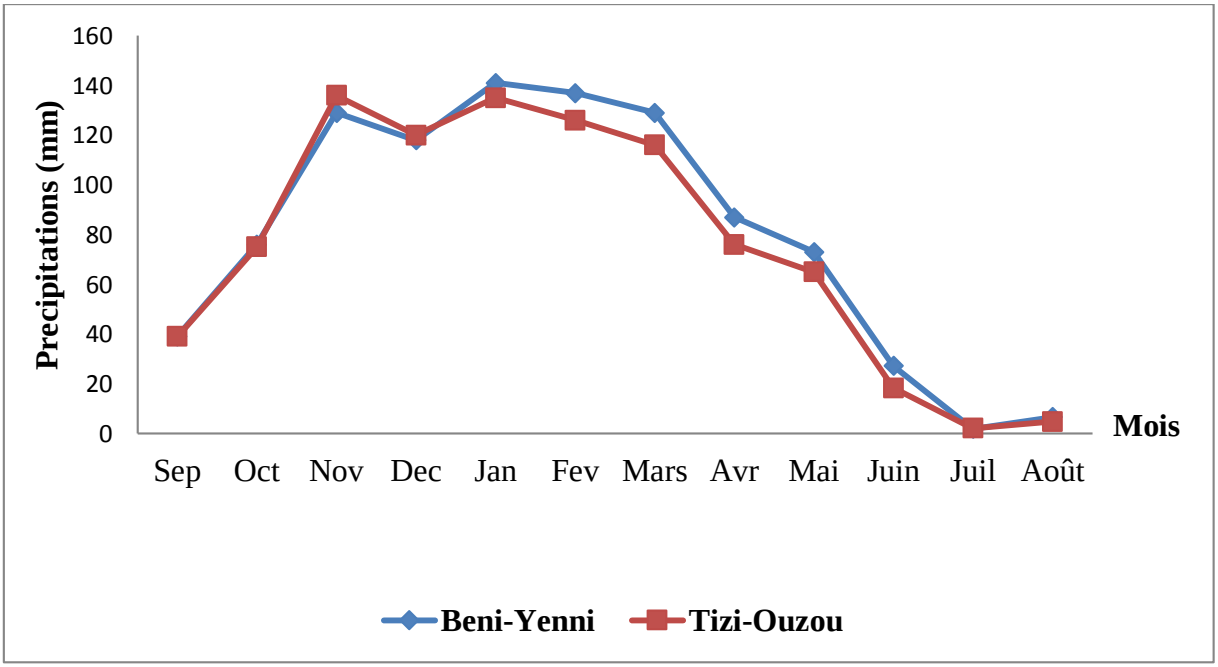

Figure 02 : précipitations moyennes mensuelles dans certaines localités de la région d'étude période (2007-2017).

1-3-2- Les températures

La température de l'air est un facteur important dans l'établissement du bilan hydrique. Elle contrôle l'ensemble des activités en conditionnant la répartition des espèces animales et végétales (DAJOZ, 1979).

Les valeurs moyennes mensuelles, minimales et maximales des températures de l'air enregistrées à Tizi-Ouzou durant la période allant de 2000 à 2018 sont mentionnées dans le tableau 02. (Source : Office Nationale de la Météorologie de Tizi-Ouzou).

Tableau 2 : Températures moyennes mensuelles de l'air en °C (maximales, minimales, moyennes) enregistrées à Tizi-Ouzou (Période 2000 – 2018, Source O.N.M de Tizi-Ouzou**).**

Mois / T°	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Avr**	**Mai**	**Juin**	**Juil**	**Aoû**	**Sept**	**Oct**	**Nov**	**Dec**
T°Max	10.33	10.8	13.57	16.15	19.56	20.55	28.02	28.03	24.46	20.74	14.83	11.71
T°Min	6.5	7	9	11.1	14.1	18	20.4	22	17.9	15.8	11.4	7.8
T°Moy	8.41	8.9	11.28	13.62	16.83	19.27	24.21	25.01	21.18	18.27	13.11	9.75
ΔT (°C)	3.83	3.8	4.57	5.05	5.46	2.55	7.62	6.03	6.56	4.94	3.43	3.91

Les moyennes annuelles des températures de l'air sont variables d'une année à l'autre, la lecture de la figure 03 montre que :

• Les mois de juillet et août sont les mois les plus chauds. Leurs températures moyennes enregistrées sont respectivement de 24,21°C et 25,15°C avec des maximales de 28,02°C et 28,03°C, des minimales de 20,4°C et 22°C.

• Les mois de décembre, janvier et février sont les plus froids avec des températures moyennes respectives de 9,75°C, 8,41°C et 8,9°C, des maximales de 11,71°C, 10,33°C et 10,8°C, des minimales de 7,8°C, 6,5°C et 7°C.

La région d'étude se caractérise par un écart thermique élevé entre les moyennes des minima (m) du mois le plus froid (janvier) et des maxima (M) du mois le plus chaud (Août). Les minimales et les maximales enregistrés à Tizi-Ouzou sont :

- m= 6,5°C
- M = 28,03°C.

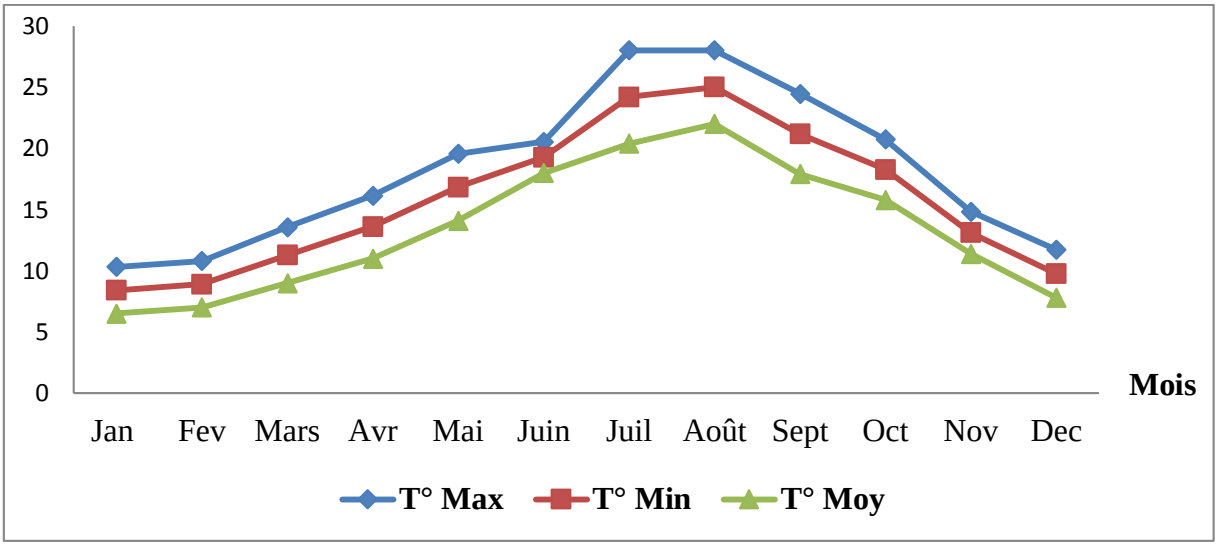

Figure03 : Températures mensuelles (moyennes, maximales et minimales) enregistrées à Tizi-Ouzou (2000-2018).

1-4- Couvert végétal

L'Algérie possède une des flores les plus diversifiées et les plus originales du bassin méditerranéen. Cette flore compte 3 139 espèces végétales réparties dans près de 150 familles parmi lesquelles 635 espèces sont endémiques, soit un taux d'endémisme d'environ 12,6 % (KAZI TANI et *al.*, 2010).

La flore de la Kabylie du Djurdjura fait partie de la flore nord-africaine, de type méditerranéen, elle est assez dense et varie en fonction de l'altitude et de l'exposition des versants.

En Kabylie de Djurdjura, l'hétérogénéité topographique et l'action anthropique ont imprimé au paysage végétal un caractère très morcelé lequel se présente sous forme de mosaïque assez complexe (LOUNACI, 2005).

- Au sommet, la végétation est constituée principalement par des pelouses écorchées à xérophytes épineux (*Astragalus armatus*, *Bupleurum spinosum*), issues de la dégradation de la cédraie.
- Entre 900 et 1500 m d'altitude, la végétation est formée essentiellement de chêne vert (*Quercus rotundifolia*) et de cèdres (*Cedrus atlantica*);

- En moyenne montagne (altitude inférieure à 800 m), la végétation est représenté par le figuier (*Ficus carica*) et surtout par l'olivier (*Oleaeuropea*);
- En plaines, la végétation est représentée par les cultures de grande productivité : vergers (orangers, citronniers, pommiers, poiriers, figuiers), la vigne et les cultures maraîchères.

Le long des cours d'eau, sur les berges on trouve:

- Â 1100m, une végétation bordant constituée d'une strate herbacée et d'épineux (ronces et genêts).
- Entre1100 à 400m, ripisylve représentée essentiellement par l'aulne (*Alnus glutinosa*), le saule (*salixpedicellata*) et le meurisier (*cerasusavium*).
- Dans les zones de piémont de plaine, une ripisylve constituée par le peuplier noir (*populus nigra*), le peuplier blanc (*populus alba*), l'aulne, l'alaterne (*Rhamnus alaternus*) le laurier rose (*Neriumoleander*), le tamaris (*tamarix sp*) et l'eucalyptus (*Eucalyptus sp*).

Quant à la végétation aquatique, elle est représentée principalement par les mousses dans les parties supérieures des cours d'eaux, tandis que les algues et les macrophytes se rencontrent dans les cours d'eaux de basse altitude.

1-5- Perturbations anthropiques

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

Les réseaux hydriques de la Kabylie de Djurdjura reçoivent des différentes pollutions liées aux différentes activités des populations installées le long de leurs rives, on s'intéresse souvent à des types particuliers de pollution : agricole, industrielle, urbaine et mécanique.

- **Origine industrielle**

Les sels minéraux (chlorures ou sulfates de calcium, de magnésium, de sodium ou de potassium), sont présentés naturellement dans l'eau en faible quantité, et leur concentration s'élève suite aux rejets industriels, Cela peut nuire à la biologie aquatique.

Les eaux résiduaires contiennent un grand nombre d'éléments dissous et en suspension, organiques ou minéraux (matières organiques, acides, métaux lourds, détergeant, huiles …) parfois toxiques ou difficilement biodégradables provenant des stations de lavages et de vidange d'automobiles.

- **Origine mécanique**

À ces perturbations s'ajoute une origine mécanique d'où l'extraction de sable et de graviers dans les cours d'eau, entrainant ainsi une déstabilisation du lit avec une modification de sa morphologie ainsi qu'une mise en suspension des éléments fins.

CHAPITRE II

Plécoptères, Sites et méthodes d'étude

Ce chapitre constitue un aperçu sur la morphologie de groupe étudié, une description des cours d'eau prospectés et des sites d'échantillonnage, une présentation globale du contexte environnementale et des méthodes de récoltes employées.

2-1- Généralités sur les Plécoptères

L'ordre des Plécoptères, connu depuis le Permien, (DOARI, 2006). Ils sont au même titre que les Odonates et les Ephéméroptères furent d'abord places dans les Névroptères par Linne, sous le nom de Perlidae. C'est en 1839, que ce groupe fut nommé Plécoptera par Burmeister (RUFFONI, 2009).

2-1-1- Description

Comme chez la plupart des insectes, le corps est composé de trois parties ou tagmes (tête, thorax et abdomen) (figure 04), La taille du corps des plécoptères varie selon les espèces de quelques millimètres à près de 5 cm pour les plus gros (RUFFONI, 2009).

Les Plécoptères sont des insectes hémimétaboles à tégument mou. Ils sont de forme allongée et aplati dorso-ventralement, avec une tête massive et les ailes croisées à plat sur le dos. Les antennes sont longues, les palpes maxillaires ont 5 articles, les labiaux 3. Le lobe anal des ailes postérieures se plisse au repos comme chez les Orthoptères (ROTH, 1980).

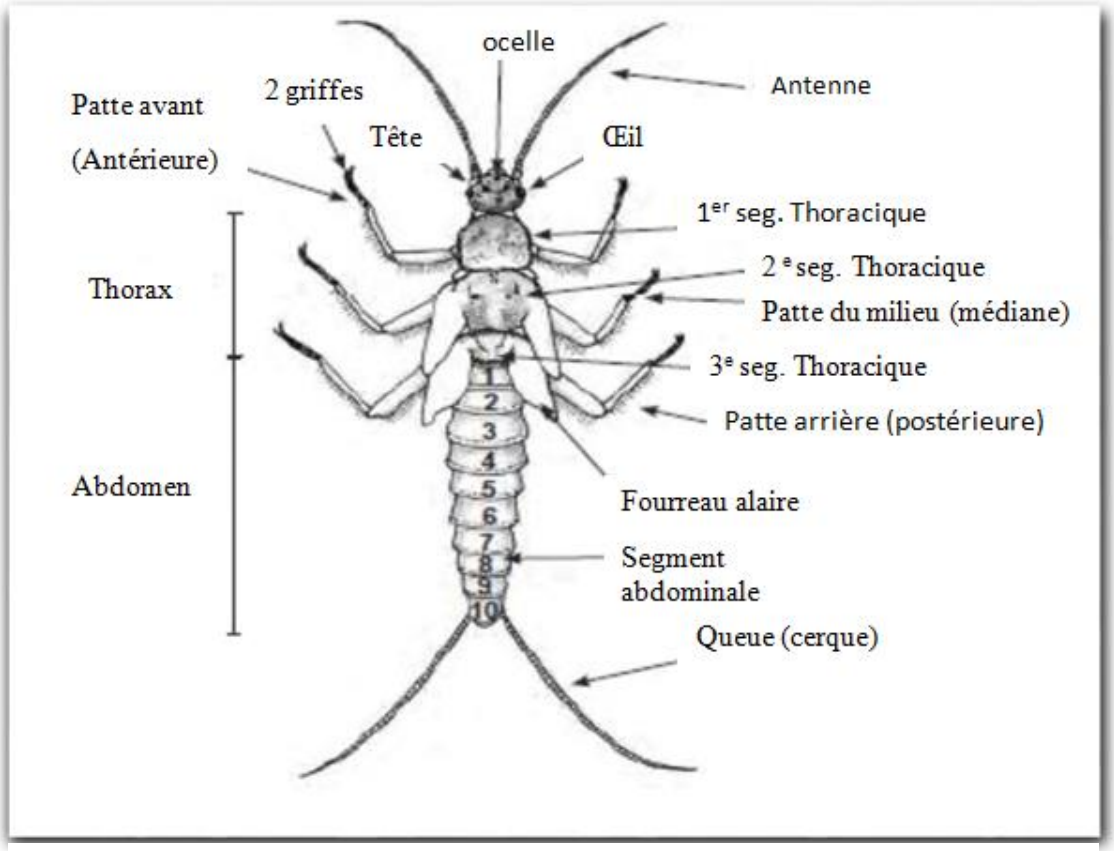

Figure 04 : La morphologie de larve de Plécoptères (MOISA, 2010).

- **La tête** (Photo 01)

Globuleuse plus ou moins aplatie porte deux grandes antennes, deux gros yeux, trois ocelles repartis en triangle sur le haut de la tête, et des palpes faisant partie de certaines des diverses pièces masticatrices (RUFFONI, 2009).

Photo 01 : Tête de *Perlodesmicrocephalus* (Perlodidae) (RUFFONI, 2009).

- **Le thorax**

Est formé de trois métamères non réarrangés. Les pattes reliées au thorax sont croissantes en taille de l'avant vers l'arrière. Les points d'accroche sont éloignés les uns des autres, chaque paire étant portée par un métamère distinct. Ces pattes terminées par trois articles du tarse portent deux griffes (RUFFONI, 2009).

- **L'abdomen**

A section assez ronde, est compose généralement de 11 segments dont le dernier présente les cerques (appendices multi-articules) (RUFFONI, 2009). Il contient la masse principale des viscères, du sang, des organes respiratoires et reproductifs (VINCENT, 2010).

- **L'adulte** (Photo 02)

Arbore deux paires d'ailes disposées chacune au niveau du deuxième et troisième élément du thorax appelés respectivement mésothorax et métathorax. La nervation alaire entre en grande partie dans la détermination générique des adultes. La paire d'ailes antérieures est généralement plus longue que la deuxième qui, elle, est plus large. Cette surface alaire étonnamment disposée rapproche la physionomie de vol des Plécoptères de celle d'un hélicoptère. Mais, certaines espèces présentent des ailes raccourcies (brachyptère) où sont aptères (RUFFONI, 2009). Les Perles ne s'éloignent pas de l'eau, se sauvent plutôt en courant. Elles sont vues souvent posés sur une pierre – d'où leur autre nom de "mouche de pierre" (DOARI, 2006).

Photo 02 : Adulte de *Leuctra fusca*, (Leuctridae, taille réelle 5 mm) (Ruffoni, 2009).

❖ **La larve** (Photo 03)

Elle est aquatique, très semblable à l'adulte. Elle peut montrer – selon son stade larvaire – des ébauches d'ailes appelées fourreaux alaires. Un des caractéristiques propres aux larves la présence de branchies qu'elles soient coxales (sous l'insertion des pattes), prothoraciques ou anales, les espèces qui n'en possèdent pas respirent au travers de leur tégument (RUFFONI,2009). La larve vit au fond de l'eau, sous des débris ou une pierre. Quand Son développement achevé, elle grimpe hors de l'eau pour muer en imago (DOARI, 2006).

Photo 03 : Larve de *Protonemoura sp*. (Nemouridae) présentant des branchies sous le prothorax (taille réelle 2 mm) (RUFFONI,2009).

2-1-2- biologie et écologie des plécoptères

Les Perles au sens large, sont présentées dans un grand nombre de milieux aquatiques: ruisseaux, fleuves, torrents, lacs, étangs, tourbières, etc (Ruffoni, 2009).

Ils vivent au bord des eaux. Leur vol est lourd et de courte durée. Leurs larves préfèrent les eaux vives (Roth, 1980). La majorité des espèces se nourrissent de débris organiques fins et d'algues. Quelques espèces sont prédatrices de larves d'Ephéméroptères ou d'autres invertébrés aquatiques. Les larves de chaque espèce sont inféodées à un ou plusieurs types de microhabitats, caractérisés par des paramètres morphodynamiques (pente, courant, granulométrie du substrat, végétation, etc.) (Thomas et *al*., 2006).

La mue imaginale se déroule à la manière de celle des libellules. Elles émergent sur un support hors de l'eau : pierre, tige…. Visiblement, la grande majorité des émergences a lieu la nuit. Après l'émergence, les adultes volent ou bien rampent (cas de certains mâles aux ailes réduites (brachypterie) afin de rejoindre l'abri de la ripisylve. Ils ont une vie généralement très courte (quelques jours) (Thomas et *al*., 2006).

Les males de Plécoptères recherchent activement les femelles. La communication se déroule grâce aux vibrations : par tambourinage, stridulation ou trémulation (Ruffoni, 2009). La femelle pond dans l'eau, l'abdomen immergé, en plongée ou en vol (Doari, 2006). Les oeufs, une fois dans l'eau, peuvent s'arrimer solidement au substrat par des dispositifs d'adhérence empêchant la dérive. La durée d'incubation est variable d'une espèce a une autre (Ruffoni, 2009).

Selon Ruffoni (2009), l'ordre des Plécoptères est composé de taxons très sensibles à la dégradation de leurs milieux de développement. Ce sont de bons bio-indicateurs de la qualité de l'eau et du milieu. La composition spécifique en Plécoptères est en effet révélatrice pour partie de l'état de santé écologique des rivières : pollution chimique dissoute dans l'eau, accumulation de toxiques, restructuration du cours d'eau... Avec l'ordre des Ephéméroptères et des Trichoptères, ils forment les groupes les plus sensibles utilisés dans l'évaluation de la qualité biologique des cours d'eau comme l'Indice Biotique Global Normalisé (I.B.G.N).

2-2- Description des cours d'eau et les stations d'études

L'objectif de ce travail est l'établissement de liste faunistique de Plécoptères et de rechercher les relations entre les caractéristiques du milieu et sa faune. La démarche a été d'échantillonner les habitats des cours d'eau sur la base d'un protocole établi après une étude bibliographique. Ainsi, nous nous sommes intéressés aux cours d'eau de la Kabylie plus précisément au réseau hydrographique du sous bassin de l'oued Aissi dont trois secteurs hydrographiques ont retenu notre attention : assif Larbâa, assif Ath Agad et assif Harzoun.

Les stations étudiées sont indiquées par des carrés sur la figure 05. Pour chaque station nous indiquons :

- La localité la plus proche;
- La source de la station;
- L'altitude de la station;
- La distance à la source;
- La pente;
- La largeur moyenne du lit mineur;
- La profondeur moyenne de la lame d'eau;
- La vitesse du courant selon la classification de Berg;
- La nature du substrat;
- La végétation bordante ;
- La végétation aquatique ;
- Les influences anthropiques lorsqu'il y'en a ;
- La température de l'eau (maximale et minimale).
- Le recouvrement.

Vu les conditions d'échantillonnage très difficiles suite à la pandémie COVID 19, nous nous sommes référés, pour réaliser ce travail aux bases de données du laboratoire d'écosystèmes aquatiques de la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

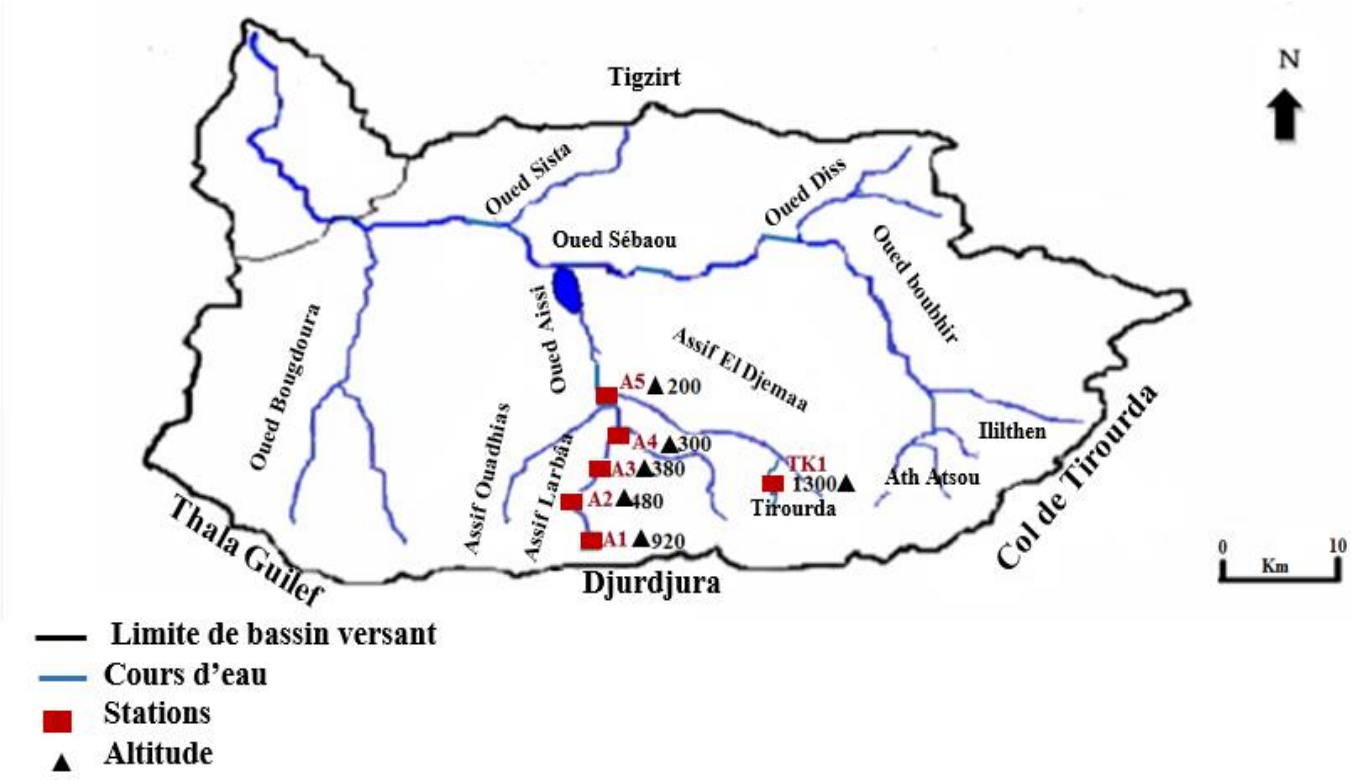

Figure 05 : Cours d'eau étudiés et emplacement des stations.

2-2-1- Le réseau hydrographique du sous-bassin de l'oued Aissi

L'oued Aissi, principal affluent de l'oued Sébaou, draine les écoulements du Flanc Nord de la dorsale médiane du Djudjura depuis le col de Tizi-N'Kouilal (alt. 1470 m) et la main du Juif (alt. 1200 m) jusqu'au village oued Aissi.

2-2-1-1- Assif Harzoun

Cours d'eau de montagne de dimensions réduites, il prend naissance à partir des sources et des petits ruisseaux alimentés par les eaux de pluie et de fonte de neige du col de Tizi-N'Kouilal. Il coule en orientation Sud-Nord, sur une distance d'environ 10 km entre 1400 et 300 m d'altitude avant de se jeter dans Assif Larbâa.

Une seule station est retenue sur ce ruisseau : TK1.

- **Station TK1**

Elle est située à environ 1 km en aval du col de Tizi-N'Kouilal sur un ruisseau de faible débit.

- altitude de la station : 1300 m;
- distance à la source : 0,5 km;
- pente à la station : 40%;
- largeur moyenne du lit : 0,5m;
- profondeur : 10 cm;
- vitesse du courant : rapide à moyenne;
- substrat: blocs, galets, graviers et sable;
- végétation bordante: strate herbacée et épineux;
- végétation aquatique : absente.

2-2-1-2- Assif n'Ath Agad

Torrent de montagne, prend sa source dans la main de Juif (Djbel Thaltat) à 1100 m d'altitude. Doté d'une pente de 13%, il coule en orientation sud-nord sur une distance d'environ 5 km entre 1100 et 450m d'altitude, avant de se jeter dans l'Assif Larbâa.

Une seule station est retenue sur ce cours d'eau : A1.

- **Station A1**

La station A1 est localisée à 500 m en amont du village Thimaghras. Elle prend source au niveau de Djebel Thaltat à 1100 m d'altitude.

- altitude de la station : 920 m;
- distance à la source : 0,5 km;
- pente à la station : 10 %;
- largeur moyenne du lit : 1 m;
- profondeur moyenne : 20 cm;
- vitesse du courant : très rapide;
- substrat : roches, galets et graviers;
- végétation bordante : strates arborescente et arbustive fournies et épineux;
- végétation aquatique : algues.

2-2-1-3- Assif Larbâa

Cours d'eau de moyenne montagne, il prend source au pied de la main du juif (Thaltat) à plus de 1100 m d'altitude. Doté d'une pente moyenne de l'ordre de 5 %, il coule en orientation Sud-Nord entre 1100 m et 200 m avant de se jeter dans l'oued Aissi.

Quatre stations sont retenues sur ce cours d'eau : A2, A3, A4, A5.

- **Station A2**

Elle est localisée à 4 km en aval de djebel Thaltat.

- altitude de la station : 480 m;
- distance à la source : 3 km;
- pente à la station : 10 %;
- largeur moyenne du lit : 1,5m;
- profondeur : 20 cm;
- vitesse du courant : très rapide à moyenne;
- substrat: rochers, galets, graviers, sable et limons, débris végétaux sur les berges;
- végétation bordante: strate arborescente fournie et épineux ;
- végétation aquatique : présence de bryophytes.

- **Station A3**

Elle est située à 500 m en amont de la ville Ouacif.

- altitude de la station : 380 m;
- distance à la source : 4,5 km;
- pente à la station : 2,5 %;
- largeur moyenne du lit : 4m;
- profondeur : 30 cm;
- vitesse du courant : rapide à moyenne;
- substrat: galets, graviers et sable en faciès lotique, présence de matériaux meubles en faciès lentique;
- végétation aquatique: bryophytes et quelques macrophytes sur les berges.
- végétation bordante : herbacée et épineuse éparse;

- **Station A4**

Elle est localisée à proximité d'un pont situé à 6 km en aval de la ville Ouacif.

- altitude de la station : 300 m;
- distance à la source : 11 km;
- pente à la station : 1,5 %;
- largeur moyenne du lit : 5 m;
- profondeur : 30cm;
- vitesse du courant : rapide à moyenne;
- substrat: galets, graviers, sable et débris végétaux;

- végétation bordante: ripisylve de la rive gauche importante, mais n'affecte pas l'ensoleillement du cours d'eau;
- végétation aquatique : développement important d'algues filamenteuses et de macrophytesrivulaires;
- action anthropique : extraction artisanale de sable en plusieurs points et rejets urbains.

- **Station A5**

La station A5 est située à 500 m en amont du lieu dit « Thakhoukhth » et à 13 km en aval de la ville des Ouacif.

- altitude de la station : 200 m;
- distance à la source : 20 km;
- pente à la station : 1,4 %;
- largeur moyenne du lit : 8 m;
- profondeur : 30cm;
- vitesse du courant : rapide à moyenne;
- substrat: galets, graviers, sable et matériaux meubles sur les rives;
- végétation bordante: strates arborescente et arbustive éparses et épineux;
- végétation aquatique : en saison sèche, développement important d'algues filamenteuses et de macrophytesrivulaires;
- action anthropique : extraction artisanale de sable et rejets urbains.

2-3- Paramètres environnementaux

La distribution spatiale des macroinvertébrés benthiques est sous la dépendance de facteurs environnementaux tels que l'altitude, la distance à la source, la pente, la végétation, le substrat et l'hydrologie (Vitesse du courant, débit, hauteur d'eau).

2-3-1- La pente

La pente est un paramètre écologique important qui dépend de l'altitude. Elle joue un rôle important sur la vitesse du courant, la granulométrie du substrat et la distribution de la faune benthique.

Le tableau 03 illustre les altitudes et les pentes aux stations des cours d'eau étudié

La lecture du tableau 03 montre que les pentes aux stations présentent de grandes fluctuations. Elles varient entre 1,4% et 40 %.

- Les secteurs les plus pentus correspondent généralement aux cours d'eau de montagne dont l'altitude est élevée. Les pentes varient de 10% à 40% (cas des stations Tk1, A1, A2).
- Dans les stations de piémont et de basse altitude, on assiste à une rupture de pente et à l'élargissement des cours d'eau ; les pentes varient de 1,4% à 2,5% (cas des stations A3, A4 et A5).

Tableau 03 : Altitudes et pentes des stations D'étude.

Station	**TK1**	**A1**	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**
Altitude(m)	1300	920	480	380	300	200
Pente à la station(%)	40	10	10	2,5	1,5	1,4

2-3-2- Débit

Le débit est le volume d'eau en mouvement auquel peut être rattaché une quantité de matière transportée organique ou minérale, inerte ou vivante, endogène ou exogène (LAVANDIER, 1979). Il dépend de multiple facteurs, tels l'altitude, la distance à la source la plus en amont, la nature des terrains traversés, la provenance des eaux (fonte des neiges, pluies d'hiver ou d'été), le rapport entre les précipitations et l'évaporation, ou le taux de ruissellement sur les bassins versants.

Le débit varie au cours de l'année et présente des alternances de hautes eaux (crues) et basses eaux (étiages). Le régime des eaux dépend des variations saisonnières du débit.

En Algérie, les écosystèmes lotiques sont caractérisés par des cycles annuels très irréguliers associés aux changements climatiques saisonniers. Les cours d'eau sont très affectés, parce qu'ils sont principalement contrôlés par la périodicité et l'intensité des précipitations.

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.

D'après LOUNACI (2005), les cours d'eau de montagne d'altitude supérieur à 1000 m Présentent un régime hydrologique pluvionival de décembre à mi-avril et pluvial de mi-avril à début juin. Les fortes pluies, à l'origine des crues, augmentent la vitesse du transport des Substances solides et dissoutes et beaucoup d'organismes sont alors emportés. De plus, la composition chimique des eaux se trouve ainsi modifiée. Dans les zones de piémont et de plaine, le régime hydrologique est plutôt pluvial.

2-3-3- Ecoulement et vitesse du courant

Deux paramètres fondamentaux sont à considérés dans l'écoulement de l'eau : débit et vitesse. Selon LEVÊQUE, (1996) l'écoulement est l'un des facteurs essentiels qui agit sur les peuplements aquatiques. En effet, sa présence exerce une influence sur le comportement, la distribution et le métabolisme des communautés.

L'écoulement est caractérisé par un profil de vitesse qui dépend du débit, des précipitations, de la pente, de la largeur du lit, des apports des affluents, de la rugosité du lit ainsi que de la taille des substrats et de la profondeur de la lame d'eau.

Dans ce travail, en raison des difficultés de sa mesure, la vitesse du courant est quantifiée par sa valeur moyenne au niveau de chaque station. Les mesures sont effectuées en surface du cours axial, sur une distance connue à l'aide d'un flotteur. Le temps écoulé par le flotteur permet de calculer la vitesse.

Les relevés de ce paramètre qui ne présentent qu'une valeur indicative sont portés sur le tableau 04. Elles sont évaluées selon la classification de Berg (1948)

- Vitesses très lentes : inférieur à 10 cm/s ;
- Vitesses lentes : de 10 à 25 cm/s ;
- Vitesses moyennes : de 25 à 50 cm/s ;
- Vitesses rapides : de 50 à 100 cm/s ;
- Vitesses très rapides : supérieur à 100 cm/s.

Tableau 04 : Altitude, largeur du lit et vitesse du courant mesurées aux stations d'étude.

station	**TK1**	**A1**	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**
Altitude (m)	1300	920	480	380	300	200
Largeur de lit (m)	0,5	1	1,5	4	5	8
Vitesse du courant	03	04	04	03	03	03

2-3-4- Substrat

La structure de substrat dépond de la force du courant qui entraine les particules, de la pente et de débit ; elle détermine l'abondance de la nourriture (distribution de la végétation, des détritus organiques), la quantité d'oxygène présente entre les particules, la reproduction de certains animaux (poissons) ; elle affecte donc la distribution des espèces, la densité et la richesse des populations benthiques.

Le substrat constitue le support vital des invertébrés benthiques auquel il est intimement associé pendant une partie de leur vie. Il peut être scindé en deux grands types : le substrat minéral et le substrat végétal.

Le fond d'un cours d'eau se compose d'éléments de taille variable. La classification de Cailleux (1954) est la plus couramment utilisée par les hydrobiologistes.

- Blocs et pierres : diamètre > 20 cm;
- Cailloux et galets : 20 cm ≤ diamètre > 2 cm;
- Graviers : 2 cm ≤ diamètre > 0,2 cm;
- Sable : 0,2 ≤ diamètre > 0,02 cm;
- Limons : diamètre < 0,02 cm.

- **Le substrat minéral** : des catégories de taille sont distinguées selon le diamètre moyen des éléments fin qui les composent dont on a deux types de fond :

Fonds érodés ou primaires : comprennent les substrats pierreux ou rocheux. Ils prédominent les cours d'eau à pente forte, la dimension s'étale des graviers aux blocs. Le courant est le plus souvent rapide ou très rapide.

Fonds déposés ou alluviaux : comprennent les substrats sableux, limoneux ou argileux voir vaseux. Ils prédominent dans les cours d'eau de plaine.

- **Le substrat végétal** : il peut être utilisé comme support inerte et comme ressource trophique. Son importance au niveau d'une station est exprimée par quatre classes d'abondances : d'absente (0) à très Abondante (3).

La distribution des stations en fonction de la nature du substrat montre une hétérogénéité du substratum au sein de tous les étages altitudinaux. En haute et moyenne altitude, le substrat le plus fréquemment prélevé est à dominance de gros galets et de graviers et la végétation

aquatique est absente. En basse altitude, le substrat est plutôt à dominance de sables et de limons et la végétation aquatique est bien développée.

Tableau 05 : Nature du substrat dans les stations étudiées.

Stations	**TK1**	**A1**	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**
Gal	70	70	90	50	50	50
Grav	30	30	0	20	15	15
Sab	0	0	0	20	15	15
Lim	0	0	10	10	10	10
Vaq	0	1	1	1	2	2
MatO	0	0	0	0	10	10

Gal : Galet**, Grav** : Gravier, **Sable**: sable **Lim** : Limon, **VA** : végétation aquatique, **MO** : matière organique

2-3-5- Température de l'eau

La température est un facteur écologique important dans les eaux courantes. Elle conditionne les possibilités de développement et la durée du cycle biologique des espèces. En chaque point d'un profil longitudinal, elle dépend de l'altitude, de la distance à la source, du régime hydrologique et de la saison (ANGELIER, 2000).

En chaque point d'un cours d'eau, la température est fonction de l'altitude, de la distance à la source, du régime hydrologique, de l'épaisseur de la ripisylve et de la saison. Les variations des températures de l'eau suivent généralement celles de l'air. De nombreux auteurs (LAVANDIER, 1979 ; THOMAS, 1981 ; ANGELIER et *al*., 1985 ; VINÇON, 1987), renvoient la répartition de la faune benthique dans les cours d'eau à l'action de la température.

La température a été mesurée in situ à l'aide d'un thermomètre. Les relevés sont portés dans le tableau 06. L'analyse des relevés de températures nous a permis de dresser l'évolution du régime thermique tout au long de notre étude.

Tableau 06 : Températures ponctuelles de l'eau (en °C) enregistrées aux différentes stations étudiées.

Stations /T°	**TK1**	**A1**	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**
T°max (°C)	12	14	16	28	27	27
T°min (°C)	5	8	9	11	11	11
T°moy (°C)	8.5	11	12.5	19.5	19	19
ΔT (°C)	7	6	7	17	16	16

L'analyse des relevés de températures de l'eau a permis de dresser l'évolution du régime thermique. Elle fait ressortir deux groupes de stations de point de vue thermique :

- **Le groupe 01** à amplitude thermique faible (6 – 7 °C), renferme les stations de haute altitude (TK1 et A1), ainsi que la station de piémont A2 dont les températures maximales varient de 12 à 16°C et les minimales entre 5°C et 9°C. Les secteurs de ces stations sont alimentés par les eaux de source et de la fonte des neiges. Ils sont caractérisés par un écoulement de l'eau allant de très rapide à moyen et un ombrage assez dense.

- **Le groupe 02** à amplitude thermique de l'ordre de 16 et 17°C, renferme des cours d'eau de piémont et de basse altitude (A3, A4, A5) dont les températures maximales varient entre 27 et 28 °C. En effet l'insolation au niveau des secteurs de piémonts et basse altitude et l'absence d'ombrage le long des cours d'eau sont à l'origine de ces fortes températures.

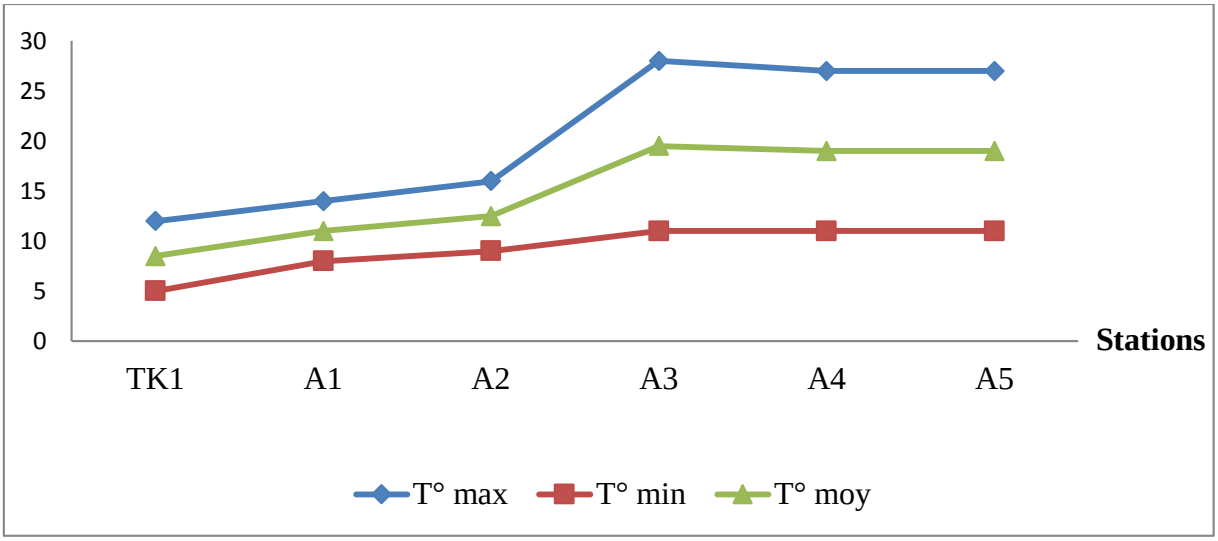

Figure 06 : Températures ponctuelles de l'eau enregistrées dans les stations d'études.

2-4- Méthodes d'étude

2-4-1- Techniques d'échantillonnage

Selon ILLIES et BOTOSANEANU (1963), les habitats ne se suivent pas régulièrement le long d'un cours d'eau, ils sont répartis en mosaïque soit prenant place l'un à côté de l'autre, soit se succédant avec répétition. Chaque habitat est défini comme la combinaison d'un type de substrat et d'une gamme de vitesse de courant (BEISEL *et al*., 1998).

L'unité de base d'échantillonnage est la station. C'est un tronçon du cours d'eau dont la longueur est sensiblement égale à dix fois la largeur du lit mouillé au moment du prélèvement, regroupant en son sein un ensemble d'habitats particuliers (GENIN *et al*., 2003).

L'échantillonnage consiste à rassembler la plus grande diversité faunistique représentative du milieu à étudier pour obtenir un bilan plus complet possible des taxons présents dans les cours d'eau. Pour cela l'échantillonnage doit être réalisé sur tous les habitats qui composent le lit d'un cours d'eau.

2-4-1-1- Echantillonnage benthique

Le matériel biologique provient de prélèvements benthiques. Ces derniers ont été effectués à l'aide d'un filet surber pour les faciès lotique et d'un filet troubleau pour les faciès lentique.

- **Milieu lotique**

Les prélèvements de la faune sont effectués sur des surfaces de l'ordre de 0,09 m2. Ils sont réalisés dans des zones peu profondes inférieures à 40 cm. Pour chaque récolte, l'opérateur a été le même, de façon à maintenir des conditions de prélèvements aussi voisines que possibles d'une série à l'autre.

L'échantillonneur surber est placé sur le fond du lit, l'ouverture du filet face au courant. Le substrat se trouvant dans la surface d'échantillonnage est lavé, récupérant ainsi les larves, les nymphes et les adultes dans le filet.

- **Milieu lentique**

Dans les zones d'eau calme où se déposent les sédiments fins, les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'un filet troubleau (filet à manche) à ouverture circulaire de 30 cm de diamètre. L'échantillonnage est réalisé par dragage au filet des fonds sablonneux limoneux et ou vaseux en faisant des allers-retours sur une distance d'un mètre environ.

2-4-1-2- Chasse d'adulte

La capture d'adultes est indispensable pour l'identification spécifique de certains taxons difficiles à séparer au stade larvaire.

La méthode la plus couramment utilisée est la chasse à vue, au filet et à la pince. Plusieurs types de filets peuvent être utilisés : le filet entomologique, le filet fauchoir et le parapluie japonais.

Pour cette étude, la chasse des adultes a été effectué à l'aide d'un parapluie japonais qui reste la technique la plus efficace pour la récolte des Plécoptères adultes (GUEROLD et al. 1991), car ce groupe d'insecte vole mal.

Au cours des chasses, la prospection de plusieurs dizaines de mètres de rive est nécessaire. Toute la végétation (arbres, arbustes et végétation herbacée) est secouée légèrement à l'aide d'un bâton souple, les insectes qui tombent sur le filet sont saisis à l'aide d'une pince entomologique souple et recueillis dans des petits flacons contenant de l'alcool à 70%.

2-4-1-3- La conservation des échantillons

Les échantillons capturés sont transférés dans des sachets en plastique contenant du formol à 5 % et ceci pour les fixer sur le lieu même de prélèvement. La date et les caractéristiques de la station sont notées à chaque prélèvement.

2-4-1-4- Tri et détermination

Cette opération s'effectue au laboratoire et consiste à extraire la faune du substrat contenue dans l'échantillon où les échantillons conservés dans des récipients étiquetés sont rincés abondamment à l'eau claire 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 béchers de 50 CC.

Un pré tri et une détermination jusqu'à la famille, sont effectués sous la loupe binoculaire par fractions successives dans des boites de pétri à fond quadrillé en s'appuyant sur la clé détermination de TACHET et *al*. (2000).

Quant à l'identification spécifique a été effectuée en faisant recours au spécialiste des Plécoptères G.VINÇON et aux clés d'identification spécifiques : CONSIGLIO, 1957 ; AUBERT, 1956, 1961 ; CONSIGLIO, 1961 ; MIRON et ZWICK, 1972 ; ZWICK, 1984 ; PARDO et ZWICK, 1993 ; VINÇON et PARDO, 1998 ; VINÇON et SANCHEZ-ORTEGA, 1999 ; VINÇON et PARDO, 2006 ; VINÇON et MURANYI, 2009.

2-4-2- Méthodes d'analyse de la structure du peuplement

2-4-2-1- Indice de diversité

Un certain nombre d'indices de diversité doit être utilisé pour la caractérisation d'un peuplement, la comparaison globale de peuplements différents ou de l'état d'un même peuplement étudiés à des moments différents (BARBAULT, 1995).

Il s'agit de la richesse taxonomique, l'abondance et l'occurrence des espèces. Ils permettent aussi de comparer entre deux peuplements et de voir comment ceux-ci évoluent dans l'espace et dans le temps (DAJOZ, 2006).

- **Richesse spécifique**

L'étape de base dans les études des communautés consiste à évaluer la structure générale des peuplements à partir de la richesse spécifique ou taxonomique, c'est-à-dire le nombre total d'espèces effectivement présentes sur un site à un moment donné (RAMADE, 2003). La richesse taxonomique est fréquemment utilisée comme une variable qui intervient souvent dans les efforts de gestion et de conservation de la biodiversité. Cette mesure est jugée insuffisante puisqu'elle ne permet pas de différencier des peuplements qui comporteraient un même nombre d'espèces mais avec des abondances relatives très différentes (BARBAULT, 2008).

- **Abondance relative des espèces**

C'est un paramètre important pour la description d'un peuplement. Elle représente le nombre d'individus du taxon (i) par unité de surface ou de volume par rapport au nombre total d'individus (RAMADE, 2003). Cet indice est variable dans l'espace et dans le temps. L'abondance relative d'une espèce est fonction de la façon de partager des ressources naturelles dans son biotope, ses valeurs sont données par la formule suivante :

$$\mathbf{A\ (\%) = 100*ni/N}$$

ni : Nombre d'individus de l'espèce *i* ;

N : Nombre total d'individus.

- **Occurrence relative des espèces**

Appelée aussi indice de constance au sens de DAJOZ (1985), la fréquence d'occurrence est le rapport, exprimé en pourcentage, entre le nombre de relevés (Pi) où l'on trouve l'espèce (i) et le nombre total de relevés réalisés (P) dans une même station. Elle est calculée par la formule suivante :

$$Oc\ (\%) = 100*Pi/P$$

Pi : nombre de prélèvements ou l'espèce i est présente

P : nombre total de prélèvements.

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

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

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

De tous les indices, l'indice de diversité de Shannon-Weaver est le plus utilisé dans l'étude comparative des peuplements (SHANNON&WEAVER, 1963). Il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon et prend en compte à la fois la richesse spécifique et l'abondance relative de chaque espèce. Cet indice a pour unité le « Bit » et est calculé à partir de la formule suivante :

$$H' = -\sum (ni / N) \log2 (ni / N)$$

ni = nombre d'individus de l'espèce de rang i

N = nombre total d'individus

H' est d'autant plus petit (proche de 0) que le nombre d'espèces est faible ou quelques espèces dominent ; il est d'autant plus grand que le nombre d'espèces est élevé et réparti

équitablement. Autrement dit, la diversité est minimale quant H' tend vers zéro (0), et est maximale quant H' tend vers 5.

2-4-2-2- Indice de structure

- **Equitabilité** (PIELOU, 1969)

L'indice d'équitabilité a été mis au point pour rendre compte de l'abondance relative de chaque taxon. Cet indice est dérivé de celui de Schannon-Weaver.

On peut calculer l'équitabilité à partir de l'équirépartition ou diversité maximale (H'max), laquelle correspond au cas où toutes les espèces seraient représentées par le même nombre d'individu. Dans ce cas :

H'max = log2 S

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

E = H' / H'max

H' = indice de Schannon-Weaver
S = Richesse spécifique
log2 = logarithme à base 2

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

- **Indice de similarité de Sorensen**

L'indice de Similarité évalue la similitude entre deux relevés en faisant le rapport entre les espèces communes aux deux relevés et celles propres à chaque relevé.

L'indice de similitude met en évidence le degré d'affinité entre les différentes stations sur la basede leur peuplement.

Il existe plusieurs indices de similitude, celui de Sorensen permet de chercher le degré d'association de deux sites. Il se calcul par la formule suivante :

S= (2C/A+B)×100

S: Indice de similarité.

A: nombre total de taxons du milieu1.

B: nombre total de taxons du milieu2.

C: nombre total de taxons communs entre les deux milieux.

Cet indice varie de 0 à 100%, S'il tend vers 0, les deux sites sont dissimilaires et ils n'ont pas d'espèces en commun, plus elle tend vers 100, la similarité est complète et cela désigne que les espèces des deux sites sont identiques. Plus la similarité s'approche du 100%, plus les milieux comparés se ressemblent, et plus elle s'approche de 0, plus les milieux sont différents.

2-4-3- Traitement statistique des données

Les principales méthodes statistiques multivariées utilisées dans ce travail s'appuient surl'analyse en composantes principales (ACP), l'analyse factorielle des correspondances (AFC) et la classification ascendante hiérarchique(CAH).

- **Analyse en composantes principales (ACP)**

Le but de l'ACP est de donner une représentation synthétique et graphique de **P** individusdans un espace de dimensions réduites (en général dans 2 ou 3 dimensions), sachant que l'on part d'un espace à **n** dimensions, **n** étant le nombre de variables mesurées.

Le principe de cette analyse est de créer, à partir de combinaisons linéaires des variablesinitiales, de nouvelles variables synthétiques non corrélées entre elles et de variance décroissante appelées composantes principales de manière à minimiser la perte d'information lors de la réduction de dimension, c'est-à-dire de maximiser la variance totale.

L'analyse en composantes principales est très utilisée pour la description des caractéristiquesphysico-chimiques (CARREL et *al*., 1986).

- **Classification ascendante hiérarchique (HAC)**

Les méthodes de classification ascendante hiérarchique (CAH) sont basées sur la mesure de la similarité entre individus ou plutôt de façon équivalente de leur dissimilarité.

La CAH est destinée à reproduire des groupements décrits par un certain nombre de variables ou caractères. Elle procède en fait à la construction de classes (paquets) par agglomération successive des objets deux à deux, qui fournissent une hiérarchie de partition des objets.

Pour les CAH réalisées, l'indice de similarité utilisé est celui de la distance euclidienne. Les représentations ont été réalisées sous forme d'arborescence à racine.

- **Corrélation de Pearson**

Le test de Pearson calcule et élabore des matrices de coefficients de corrélation 'r' ainsi que des covariances pour toutes les paires de variables d'une liste (option de matrice carré) ou pour chaque paire de variables formée en prenant une variable de chacune de deux listes de variables (option matrice rectangulaire).

Le coefficient de corrélation de Pearson indique le degré de relation linéaire entre deux séries de données (HELD, 2010), il peut prendre les valeurs ' - 1 ' à ' + 1 ' :

- une valeur de + 1 montre que les variables sont parfaitement linéaires liées par une relation de plus en plus croissante.
- une valeur de - 1 montre que les variables sont parfaitement linéaires liées par une relation décroissante.
- une valeur de 0 montre que les variables ne sont pas linéaires entre elles.

Il est considéré comme forte corrélation si le coefficient de corrélation est supérieur à 0,8 et une faible corrélation si le coefficient de corrélation est inférieur à 0,5 (BOLBAOCA et JÄNTSCHI, 2006).

2-4-4- Logiciels de calcul

Les logiciels 'Statistica 6.4' et 'StatBox 6' ont permis de réaliser et donner les représentations graphiques des analyses multivariées de type ACP et CAH.

CHAPITRE III

Résultats et discussions

3-1- Analyse du Peuplement

Les plécoptères constituent un groupe d'insectes aquatiques très intéressant pour les études de biogéographie en raison de leur ancienneté (CONSIGLIO, 1963) et pour les études d'écologie, grâce au niveau de connaissance élevé existant sur leur systématique et leur phylogénie (ZWICK, 1980).

Le présent travail a pour but de contribuer à l'étude faunistique, écologique et biogéographique des plécoptères d'assif harzoun, assif Ath agad et assif larbâa.

La prospection des 6 stations a permis d'inventorier un total de 13 taxa de Plécoptères appartenant à 11 genres et 6 familles. Le tableau 07 récapitule la liste des espèces récoltées avec leurs abondances moyennes correspondantes.

La composition générique du peuplement est relativement riche et variée. Elle est constituée de 11 genres dont la famille des Nemouridae (3 genres, 5 espèces) est la plus diversifiée. Les autres familles sont faiblement représentées : Leuctridae (2 genres, 2 espèces) ; Perlidae (2 genres, 2 espèces) ; Capniidae (2 genres, 2 espèces) ; Perlodidae (1 genre, 1 espèce) et Taeniopterygidae (1 genre, 1 espèce) (Tableau 07).

Tableau 07 : Répartition des Plécoptères dans les stations (les nombres indiquent l'abondance moyenne par 0.09 m²).

		Assif harzoun	**Assif Ath agad**	**Assif larbâa**							
Altitude (m)		1300	920	480	380	300	200				
Taxon / station		**TK1**	**A1**	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**	**Ab**	**Abr**	**Occ**	**Occr**
F.Perlodidae	code										
Afroperlodes lecerfi	afle		2	90	3			95	20,65	3	50
F.Perlidae											
Eoperla ochracea	eooch	2				20	15	37	8,04	3	50
Perla cf. pallida	pepal		8	10				18	3,91	2	33,33
F.Taeniopterygidae											
Brachyptera auberti	braub	5						5	1,09	1	16,67
F.Nemouridae											
Nemoura sp	nesp	3						3	0.65	1	16,67
Amphinemura chiffensis				3				3	0.65	1	16,67
Protonemura algirica	pralg		60	70				130	28,3	2	33,33
Protonemura ruffoi	prruf	50		2				52	11	2	33,33
Protonemura sp	prsp	80						80	17,39	1	16,67
F.Cpniidae											
Capnioneura petitpierrae	capet	3	8					11	2,39	2	33,33
Capniopsis schilleri	casch	3						3	0,65	1	16,67
F.Leuctridae											
Leuctra sp	lesp		15		6			21	4,57	2	33,33
Tyrrhenoleuctra minuta	Tymin						2	2	0,43	1	16,67
Ab		146	93	175	9	20	17	**460**			
Rs		7	5	5	2	1	2				

3-2- Richesse taxonomique

Les Plécoptères sont considérés comme un groupe assez homogène sur le plan écologique. Ils peuplent les biotopes à eau fraiche, pure et bien oxygénée (LOUNACI et VINÇON, 2005). Toutefois, chaque espèce a ses propres exigences vis-à-vis des paramètres écologiques et présentent donc des tolérances spécifiques.

La lecture de la figure 07, relative à la richesse spécifique aux stations étudiées, montre des fluctuations tout au long des cours d'eau étudiés. Le nombre d'espèces varie d'une station à une autre, il fluctue entre un minimum d'une espèce récoltée à la station A5 et un maximum de sept espèces recensées à la station TK1.

La richesse spécifique maximale est relevée aux stations de haute altitude le cas de la station TK1 (alt 1300 m) avec un nombre d'espèces qui est égale à sept et avec un degré moindre aux stations de haute et moyenne altitude A1 et A2 avec cinq espèces pour chacune, en effet ces stations sont caractérisées par une amplitude thermique assez faible (température minimale 5°C – 9°C, température maximale 12°C – 16°C), une vitesse de courant très rapide à modéré, une végétation bordante dense et un substrat grossier à dominance de galet, qui constituent les habitats privilégiés des plécoptères. Ainsi les stations amont des cours d'eau renferment plus de 80% de la richesse taxonomique totale.

En revanche la faible richesse spécifique a été notée dans les stations A3, A4 et A5 de moyenne et de basse altitude (< 400 m) qui ne renferment qu'une ou deux espèces. Ceci est dû aux températures de l'eau assez élevée (T° max de l'ordre de 27°C-28°C), au substrat à dominance de sable et de matière organique (station A4 et A5) et à l'impact négatif des perturbations anthropiques. En effet, ces types de milieu ne constituent pas des habitats favorables au développement de ce groupe d'insectes, ils hébergent une faune particulièrement pauvre (*Eoperla ochracea* et *Tyrrhenoleuctra minuta*).

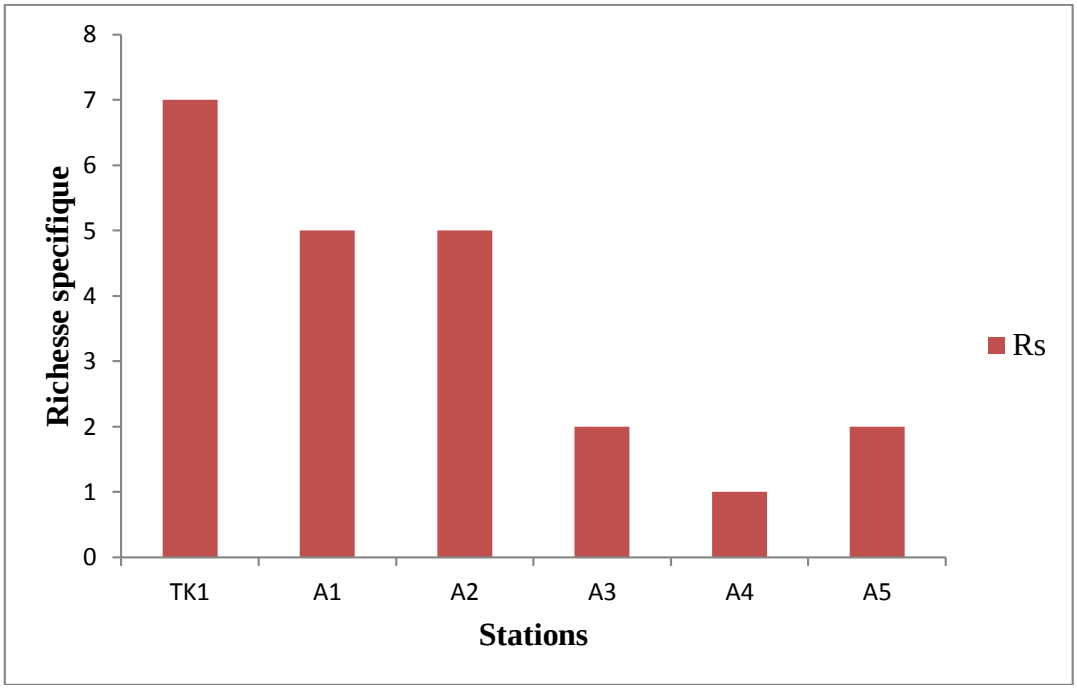

Figure 07 : Richesse spécifique des Plécoptères aux stations étudiées.

3-3- Abondance et occurrence des taxons

La prospection des 6 stations a permis de récolter un total de 460 individus. Les familles des Nemouridae avec 268 individus et des Perlodidae avec 95 individus sont les plus abondantes. Elles totalisent à elles seules 78,42% des récoltes. Les autres familles sont faiblement représentées : Perlidae 55 individus (soit 11,96% du total des récoltes), Leuctridae 24 individus (5%), Capniidae 14 individus (3,04%), Taeniopterygidae 5 individus (1,09%). (Figure 08).

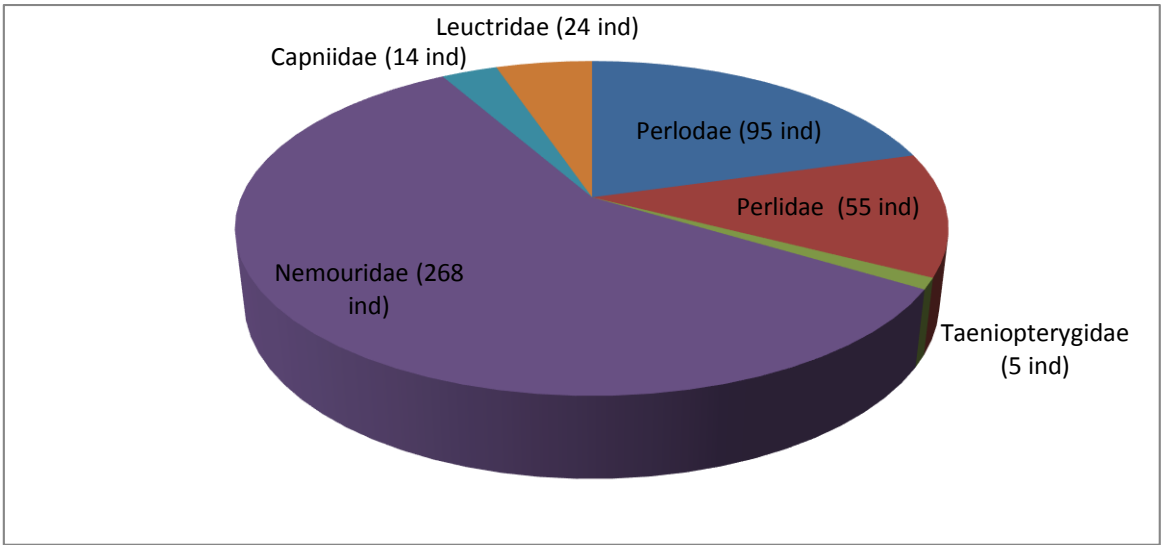

Figure 08 : Abondance de la faune plécoptèrologique.

3-4- Abondance relative et occurrence relative des taxons

Les données de l'abondance et de l'occurrence des espèces sont visualisées graphiquement par les figures 9 et 10. Elles peuvent être classées en 03 groupes :

- **Espèces rares et accessoires**

Elles sont rares à la fois très peu abondante et localisées, elles sont notées que dans une seule station des cours étudiés. Elles peuvent être scindées en 03 catégories :

-La première est composée de : *Brachyptera auberti*, *Nemoura sp*, *Protonemura sp* et *Capniopsis schilleri*, elles sont alticoles et sténothermes d'eau fraiche, elles ont pour habitat les ruisseaux froids d'altitude (1300 m) cas de la station TK1.

-La deuxième catégories : correspond à des espèces de biotopes très rhéophiles ombragés, elles ont pour habitat les stations de moyenne montagne le cas de *Amphinemura chiffensis* qui est notée dans la station A2 (480 m).

-La troisième catégorie correspond à des espèces thermophiles, de biotope de basse altitude le cas de *Tyrrhenoleuctra minuta* qui est notée dans la station A5 (200m).

- **Espèces rares et fréquentes**

Elles sont rares et montrent une grande fréquence, sont des espèces à amplitude écologique assez large (eurytopes), sont notées dans deux ou trois stations des cours étudiés, elles sont eurythermes :

- colonisent des habitats depuis les ruisseaux de montagne jusqu'aux cours d'eau de basse altitude (1300m-200m) le cas de *Afroperlodes lecerfi* qui est notée dans trois stations (A1,A2 et A3), *perla cf pallida* qui est notée dans deux stations (A1 et A2), *protonemura ruffoi* qui est notée dans deux stations (TK1 et A1), *capnioneura petitpierrae* qui est notée dans deux stations (TK1 et A1), *leuctra sp* qui est notée dans deux stations (A1 et A3) et *Eoperla ochracea* qui est notée dans trois stations (A1, A4 et A5).

- **Espèce rares, dispersées et constante :**

Correspond à des espèces rares, eurythermes et eurytopes le cas de *protonemura algerica* qui colonise les stations de haute et moyenne altitude A1 et A2 (920-480m).

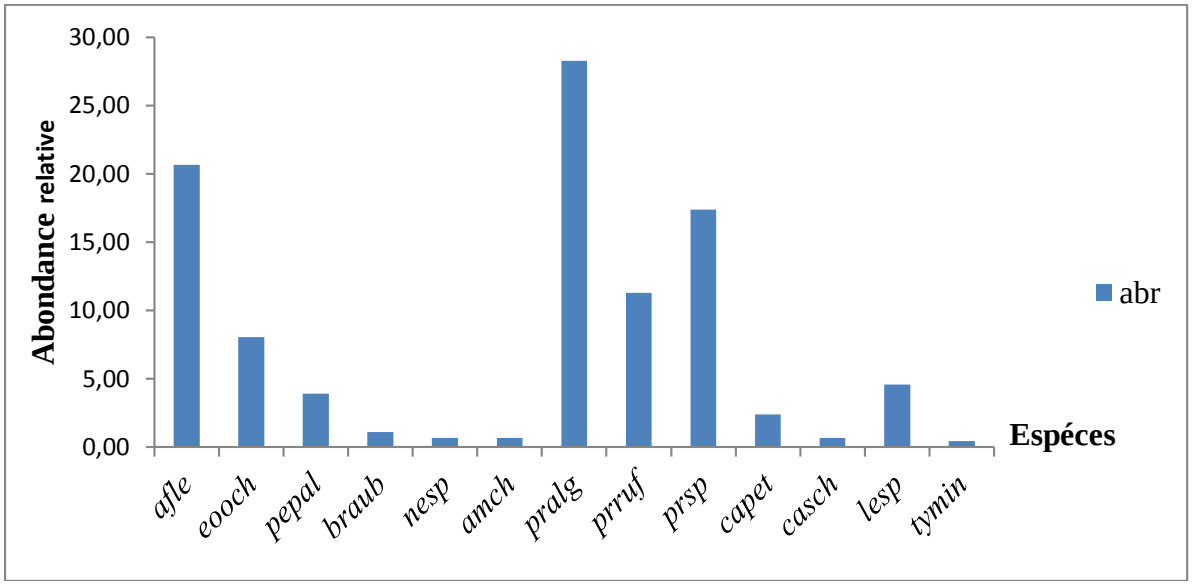

Figure 09 : Abondance relative des plécoptères récoltés aux stations étudiées.

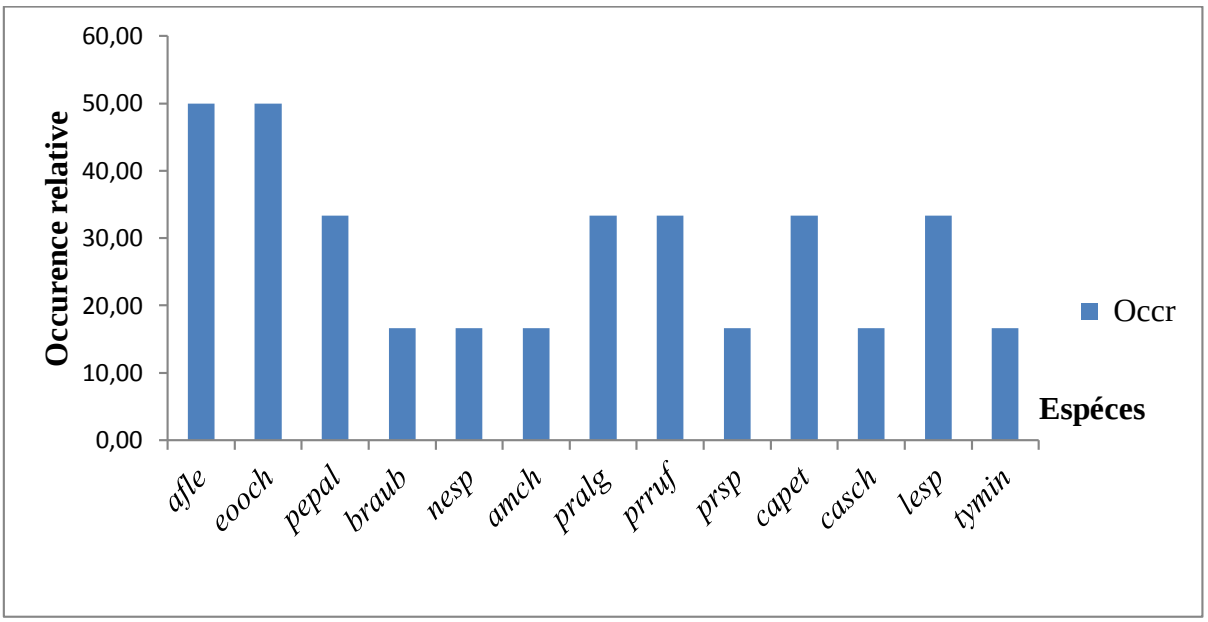

Figure 10 : Occurrence relative des Plécoptères récoltés aux stations étudiée.

3-5- Indice de Shannon et Weaver et l'indice d'équitabilité

Les valeurs des indices H' et E sont consignées dans le tableau 08 et sur les figures 11 et 12.

Tableau 08 : Indices de SHANNON & WEAVER (H') et d'équitabilité (E).

	TK1	**A1**	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**
H'	1,61	1,56	1,43	0,92	0	0,52
E	0,57	0,67	0,61	0,91	0	0,52

Les valeurs de l'indice de Shannon les plus élevées sont marquées au niveau des stations de cours d'eau de montagne TK1 et A1 et au niveau de la station de piémont A2, elles enregistrent respectivement 1,61 ; 1,56 et 1,43 bits, ces stations exemptent de pollution sont caractérisées par une température de l'eau n'excédant pas 09°C et un substrat grossier à dominance de galets. En effet ces dernières présentent un peuplement bien diversifié où plusieurs taxons sont bien représentés dont la station TK1 présente 07 espèces et un nombre d'individus qui est égale à 146 et les stations A1 et A2 renferment 05 espèces pour chacune et un nombre d'individus qui est égale respectivement à 93 et 175 individus.

Tandis que la station A3 présente un indice de diversité moins élevé que les précédentes et qui est égale à 0,92 bits. Cette station renferme 02 espèces et 09 individus. Alors que cet indice est très faible ou nul au niveau des stations de basse altitude A4 et A5 avec des valeurs respectivement 0 et 0,52 bits, ces stations se caractérisent par une température maximale de l'eau égale à 27°C, un substrat mixte et la présence de la matière organique. En effet ces dernières renferment que 01 ou 02 espèces seulement avec un nombre d'individus qui est égale à 21 pour la station A4 et 02 individus pour la station A5, cette diminution de la diversité s'explique par le fait que ce tronçon de cours d'eau reçoit toutes les eaux usées en provenance des larbâa des Ouacif et d'ath yenni ce qui justifie la présence d'une ou de deux espèces seulement dans ces stations (Figure 11).

Les valeurs de l'indice d'équitabilité au niveau des stations TK1, A1, A2 et A5 varient entre 0, 52 et 0, 67. Cela s'explique par le fait que le nombre d'individus dans ces stations est dominé par une ou deux espèces : TK1 (*Protonemeura ruffoi* avec 50 individus et *protonemeura sp* avec 80 individus) ; A1 (*Protonemeura Algerica* avec 60 individus); A2 (*Afroperlodes*

lecerfi avec 90 individus et *Protonemeura Algerica* avec 70 individus) ; A5 (*Eoperla ochracea* avec 15 individus), cela signifie que les taxons sont en déséquilibre entre eux.

L'indice d'équitabilité le plus élevé est noté au niveau de la station A3 avec la valeur de 0,91 indiquant ainsi que les espèces présentes ont presque la même abondance dont cette station renferme deux espèces *Afroperlodes lecerfi* et *Leuctra sp* avec des abondances respectives : 03 et 06 individus. En revanche l'équitabilité la plus faible est enregistrée au niveau de la station A4 avec une valeur nulle indiquant ainsi que le nombre d'individus est dominé par une seule espèce qui est *Eoperla ochracea* avec 20 individus (Figure12).

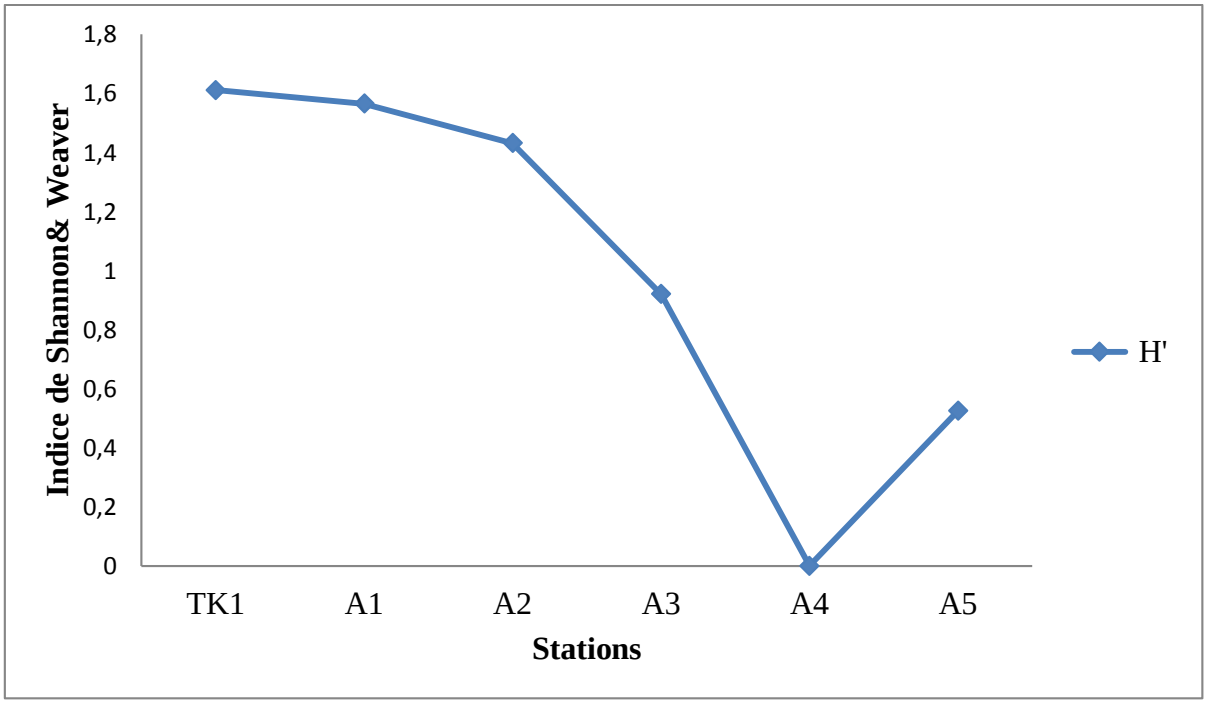

Figure 11 : Indice de Shannon Weaver

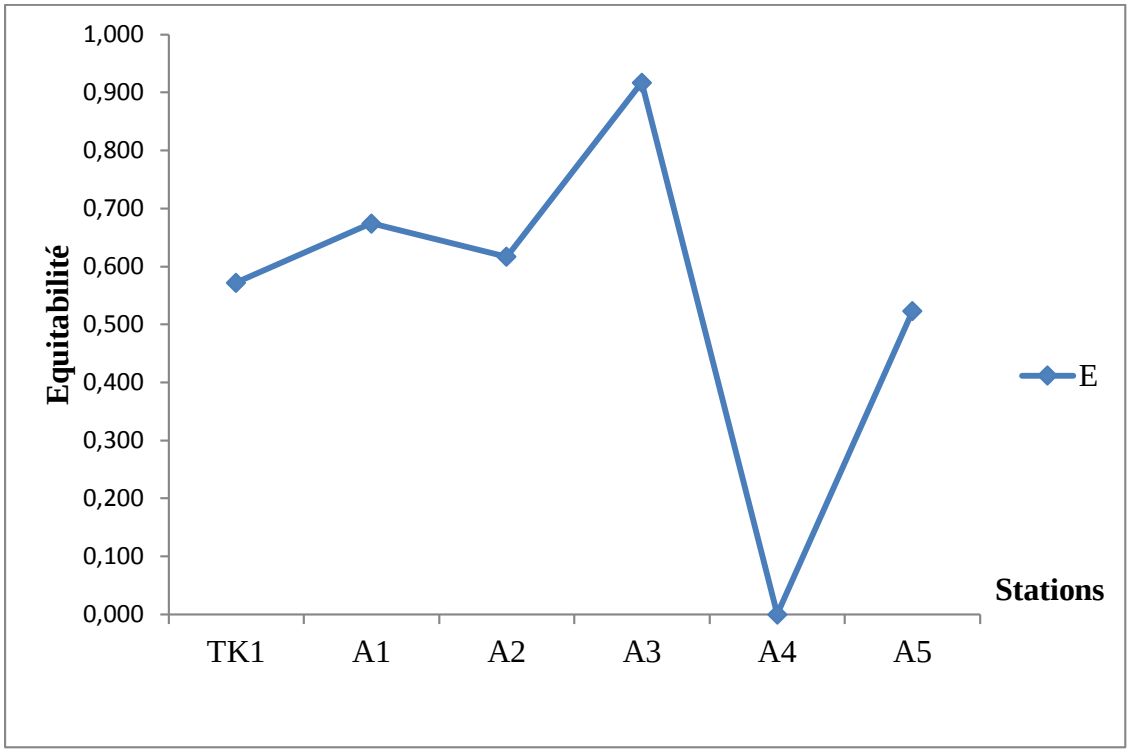

Figure 12 : Equitabilité

3-6- Indice de similarité (Sorensen)

Les indices de similarité de Sorensen calculés sont portés dans le tableau 09

L'indice de Sorensen le plus élevés est calculé entre les stations A4 et A5 avec 66.66% de similarité, ces stations sont situées dans la partie aval du cours d'eau, elles sont caractérisées par un substrat assez fin, présence de matière organique et une faible vitesse du courant, des conditions presque similaires induisant à une faune assez proche.

En revanche, les indices les plus faible à nuls sont notés entre les stations de basse altitude (A4 et A5) et les stations de l'amont et de moyenne montagne (TK1, A1, A2 et A3). En effet ces stations présentent des différences au niveau des paramètres environnementaux, ce qui se traduit par la différence des espèces installées.

Tableau 09 : Indice de similarité de Sorensen.

	TK1	A1	A2	A3	A4	A5
TK1	100					
A1	16.6	100				
A2	16.6	60	100			
A3	00	57.14	28.57	100		
A4	25	00	00	00	100	
A5	25	00	00	00	66.66	100

3-7- Considération biogéographique

La faune plécoptérologique, recensée dans ce travail est composée essentiellement d'éléments appartenant à la faune paléarctique, largement répartie dans la sous-région méditerranéenne. Les espèces peuvent être scindées en trois groupes.

- **Les espèces endémiques d'Afrique du nord :** telles que *Capnioneura petitpierrae , Protonemura algirica algirica, Amphinemura chiffensis* et *Afroperlodes lecerfi.*

- **Les espèces Méditerranéennes :** Elles présentent une aire de répartition plus ou moins large dans la région méditerranéenne : *Brachyptera auberti*, *Protonemura ruffoi qui* sont des éléments localisés dans la partie occidentale du bassin méditerranéen, *Eoperla ochracea (espèce* circum-méditerranéenne) et *Tyrrhenoleuctra minuta* inféodée à la partie nord africaine de la sous région méditerranéenne et à la partie méridionale de l'Espagne.

- **Les espèces européennes à vaste répartition gèographique :** *Perla Cf pallida* et *Capnopsis schilleri*.

3-8- Auto écologie des espèces recensées

❖ Famille des Perlodidae

Cette famille est représentée par une seule espèce : *Afroperlodes lecerfi*

***Afroperlodes lecerfi* (Navas, 1929)**

Afroperlodes lecerfi est une espèce endémique d'Afrique du Nord. Elle est connue :

- d'Algérie (ALIANE, 1986 ; LOUNACI, 1987 ; AIT MOULOUD, 1988 ; GAGNEUR et ALIANE, 1991 ; LOUNACI-DAOUDI, 1996 ; MEBARKI, 2001 ; LOUNACI, 2005 ; LOUNACI et VINCON, 2005 ; YASRI -CHEBOUBI, 2018).

- du Maroc (NAVAS, 1929 ; AUBERT 1956, 1961 ; VINÇON *et al.*, 2014 ; ERROCHDI *et al.*, 2014a).

- de Tunisie (BERTHELEMY, 1973 ; BOUMAIZA, 1994 ; BEJAOUI et BOUMAIZA, 2010).

Au Maroc, l'espèce a été retrouvée dans plusieurs localités du Haut Atlas entre 2650 m et 1000 d'altitude et du Rif entre 400 et 1700 m (ERROCHDI *et al.*, 2014a). Ces auteurs la qualifient d'espèce orophile fréquentant les ruisseaux et les torrents de montagne.

En Tunisie, BOUMAIZA (1994), l'a récoltée dans les cours d'eau d'altitude comprise entre 10 et 400 m, mais lui attribue un caractère rhitrophile.

En Algérie, les investigations entreprises en Kabylie du Djurdjura : oued Aissi (LOUNACI, 1987 ; AIT MOULOUD, 1988), oued Sébaou (LOUNACI-DAOUDI, 1996), le Parc National du Djurdjura (MEBARKI, 2001) et dans l'oued Chouly (Tlemcen) (ALIANE, 1986) ont montré la présence de cette espèce dans les eaux continentales algériennes. Il s'agit, selon LOUNACI (1987, 2005), d'une espèce commune, largement répartie entre 1700 et 370 m d'altitude. LOUNACI et VINCON (2005) la qualifient d'espèce sténotherme d'eau froide, et qui a pour habitat les ruisseaux froids d'altitude et parcours ombragés des piémonts. Selon YASRI-CHEBOUBI (2018) cette espèce est rhéophile et à large amplitude altitudinale (1200 – 140 m), colonise aussi bien les cours d'eau de montagne que ceux de basse altitude.

Dans ce travail les observations vont dans le même sens. En effet, cette espèce colonise préférentiellement les cours d'eau de montagne (alt. 380 à 1300 m). Son abondance maximale (90 ind./0,09 m²) est atteinte à la station A2 (alt. 480 m), caractérisée par une vitesse du courant

rapide, une température moyenne de l'eau de 12,5 °C, un couvert végétal très dense et un substrat pierreux.

❖ Famille des Perlidae

Elle est représentée par deux espèces appartenant aux genres *Eoperla* et *Perla*.

***Eoperla ochracea* (Kolbe, 1885)**

Eoperla ochracea est une espèce circum-méditerranéenne connue d'Afrique du Nord, de l'Europe Méditerranéenne et étend son aire de distribution à l'Asie Mineur (ILLIES, 1978). Elle est citée :

- d'Algérie par AUBERT (1961), LOUNACI (1987), AIT MOULOUD (1988), GAGNEUR et ALIANE (1991), LOUNACI-DAOUDI (1996), LOUNACI *et al*. (2000 a), MEBARKI (2001), LOUNACI (2005), LOUNACI et VINCON (2005) et YASRI, (2009);

- du Maroc par AUBERT (1956, 1961), MEINANDER (1967), DAKKI (1979), GIUDICELLI et DAKKI (1984), EL AGBANI (1984), MOHATI (1985), CHERGUI *et al.* (1990), SANCHEZ-ORTEGA et AZZOUZ (1998), ERROCHDI et EL ALAMI 2008 et ERROCHDI *et al.* (2014b) ;

- de Tunisie par BERTHELEMY (1973), BEJAOUI et BOUMAIZA (2002) et BEJAOUI et BOUMAIZA (2010).

Au Maroc, Selon ERROCHDI *et al.* (2014b), cette espèce possède une large distribution latitudinale. Elle a été récoltée dans les eaux du Haut Atlas, du Moyen Atlas, du Plateau central et du Rif. Ces auteurs la qualifient d'espèce potamobiante fréquentant les cours d'eau chauds de basse et de moyenne altitude.

En Tunisie, ce Plécoptère semble être selon BEJAOUI et BOUMAIZA (2002), un élément très rare et localisé. Il n'est signalé que d'une seule station située à 235 m d'altitude.

En Algérie, cette espèce est, selon AUBERT (1961), GAGNEUR & ALIANE (1991) et LOUNACI *et al*. (2000a), le Plécoptère le plus adapté au climat méditerranéen. Elle est thermophile (YASRI-CHEBOUBI, 2018). En Kabylie du Djurdjura, d'après (LOUNACI-DAOUDI, 1996 ; MEBARKI, 2001 ; LOUNACI, 2005), cette espèce semble présenter une valence écologique assez large (140-1300 m), mais elle n'est abondante qu'en basse altitude (400 – 140 m). Au dessus, elle est observée en très faible abondance.

Dans nos prélèvements, *Eoperla ochracea*est notée dans deux stations (A4 et A5) à 200 et 300 m d'altitude. Elle semble supporter les élévations de température (27 °C), ce qui confirme son caractère thermophile, et la présence de pollution organique.

***Perla* cf. *pallida* (Guérin-Méneville, 1838)**

Perla Cf pallida est un élément européen. Il couvre l'Europe méditerranéenne et l'Afrique du nord (Maroc, Algérie, Tunisie). Tous les spécimens cités dans les travaux algériens antérieurs sous le nom de Perla marginata appartiennent probablement à l'espèce Perla cf. pallida. (YASRI-CHEBOUBI, 2018).

En Afrique du nord, la présence de *Perla Cf pallida* est lié aux grands massifs montagneux. En effet, elle est très répondue au Maroc (ERROCHDI et EL ALAMI, 2008), assez répondue en Algérie (LOUNACI, 2005) mais rare en Tunisie (BOUMAÏZA, 1994). Au Maroc, sa répartition est limitée aux sources et leurs émissaires des Atlas (BOUZIDI, 1989).
En Tunisie, il habite les petits cours d'eau de Kroumirie caractérisés par un fond pierreux et un couvert végétal assez dense (BOUMAIZA, 1994).

En Algérie, *Perla cf. pallida*est très localisée. Elle n'est connue que du sous-bassin de l'oued Aissi (Kabylie du Djurdjura) où il présente une répartition peu étendue (1460 – 480 m) (LOUNACI et VINCON (2005).

LOUNACI (2005) et YASRI (2018), leurs attribue un caractère rhithrophile, peuplant préférentiellement les cours d'eau de moyenne montagne (alt. 480 et 920 m) caractérisé par un écoulement torrentiel, un couvert végétal bordant très dense.

Dans les cours d'eau étudiés cette espèce est observée dans 3 stations (A1, A2, A3) entre 380 et 920 m d'altitude. Caractérisées par un écoulement rapide à très rapide, un substrat mixte, des températures de l'eau fraiches (8 à 11 °C) et une végétation bordante très dense.

- **Famille des Taeniopterygidae**

Les Taeniopterygidae sont représentés par une seule espèce : *Brachyptera auberti*.

***Brachyptera auberti* (Consiglio, 1957)**

Brachyptera auberti est élément largement distribué dans la partie ouest méditerranéenne. Il est connu :

- d'Espagne (BERTHELEMY et CONZALEZ DEL TANAGO, 1983), du Portugal (ZWICK, 1972), de Corse (CONSIGLIO, 1980).

- d'Algérie (LOUNACI-DAOUDI, 1996 ; MEBARKI, 2001 ; LOUNACI et VINCON, 2005).
- du Maroc (AUBERT, 1961 ; MEINANDER, 1967 ; EL AGBANI, 1984 ; AJAKANE, 1988 ; SANCHEZ-ORTEGA et AZZOUZ, 1998 ; ERROCHDI et EL ALAMI 2008; VINÇON *et al.*, 2014 ; ERROCHDI *et al.*, 2014a, b).

- de Tunisie (BERTHELEMY 1973 ; BOUMAIZA, 1994 ; BEJAOUI et BOUMAIZA, 2010).

Au Maroc, l'espèce semble être à large amplitude altitudinale. Dans le Rif, elle fréquente les ruisseaux et les torrents de montagne entre 1800 et 170 m (AUBERT, 1961; SANCHEZ-ORTEGA et AZZOUZ, 1998 ; ERROCHDI et EL ALAMI 2008; ERROCHDI *et al.*, 2014a). VINÇON *et al.* (2014) et ERROCHDI *et al.* (2014b), dans leurs travaux sur les Plécoptères du Plateau Central et du Haut Atlas, qualifient *Brachypter aauberti* d'espèce orophile et montagnarde. Elle ne colonise que les parties supérieures des cours d'eau (alt. 2150 –1050 m).

En Tunisie, cette espèce est, comme sa congénère *B. algirica*, très rare et localisée. Elle n'est connue jusqu'à présent que d'une seule station située à 400 m d'altitude (BOUMAIZA, 1994).

En Algérie, dans la Kabylie du Djurdjura, ce Plécoptère est aussi rare et localisé, il a été signalé des sections supérieures des cours d'eau, entre 1300 et 940 m d'altitude (LOUNACI-DAOUDI, 1996 ; MEBARKI, 2001 ; LOUNACI et VINCON, 2005 ; YASRI, 2018).

Dans les cours d'eau étudiés, cette espèce est très peu fréquente et très peu abondante (5 individus). Elle a été rencontrée dans une seule station TK1 (1300m).

❖ Famille des Nemouridae

Cette famille est la plus diversifiée parmi les Plécoptères recensés. Elle est représentée par trois genres et cinq espèces : *Amphinemura* (1 espèces), *Protonemura* (3 espèces) et *Nemoura* (1 espèce).

Nemoura sp

Ce taxon n'est connu que par 3 individus capturés dans une seule station (TK1) à 1300 m d'altitude, caractérisée par un courant rapide, une ripisylve très dense, une granulométrie

constituée de blocs, de galets avec présence de limon sur les berges, et à eau constamment fraiche (T° max 12°C). Ce taxon semble être crénophile et sténotherme d'eau froide.

Amphinemura chiffensis (Aubert, 1956)

Elle est endémique d'Afrique du nord (Maroc, Algérie).

En Algérie, selon LOUNACI (2005) et MEBARKI (2001), c'est une espèce rhéophile et sténotherme d'eau froide. Elle est préfèrente des cours d'eau à courant vif et à parcours ombragé.

Dans les cours d'eau étudiés, cette espèce est très peu fréquente et très peu abondante n'est connue que par 3 individus capturés dans une seule station (A2) à 480 m d'altitude. Caractérisée par un courant rapide et à eau fraiche (T° max 16°C).

***Protonemura ruffoi* (Consiglio, 1961)**

Protonemura ruffoi est une espèce à distribution Ouest méditerranéenne mais n'atteint pas la Péninsule Ibérique (LOUNACI et VINÇON, 2005). Elle s'étend en :

-Sicile (CONSIGLIO, 1961 ; FERRITO, 1994).

-dans le sud de la Péninsule Italienne et en Algérie (AUBERT, 1956 ; LOUNACI-DAOUDI, 1996 ; MEBARKI, 2001 et LOUNACI et VINÇON, 2005).

En Algérie, elle a été signalée par AUBERT (1956) des cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura et de l'Atlas Blidéen. MEBARKI (2001) et LOUNACI et VINÇON (2005), dans leurs travaux sur les cours d'eau de Kabylie, l'ont observée entre 1680 et 480 m. Cette espèce présente, selon ces mêmes auteurs, une tendance alticole et rhéophile, et réalise son optimum écologique dans les biotopes de haute altitude (1480 – 1300 m) dans des substrats pierreux, à courant moyen à rapide et à eau fraiche (T° max 14°C).

Dans les cours d'eau étudiés cette espèce est observée dans 2 stations (TK1 A2) entre 480 et 1300 m d'altitude. Elle est rhéophile et abonde les milieux à courant rapide, bordé de végétation dense et des températures de l'eau fraiches.

***Protonemura* sp**

La capture d'adultes est plus que nécessaire afin de pouvoir préciser son statut taxonomique et étudier son écologie. Dans les cours d'eau étudiés, *Protonemura* sp paraît

alticole et sténotherme d'eau froide. Il montre une préférence pour les eaux fraiches de montagne. Il figure dans une seule station (TK1) à 1300 m.

***Protonemura algerica algerica* (Aubert, 1956)**

Protonemura algirica algirica est endémique d'Algérie. Elle n'est connue que de l'Atlas blidéen (AUBERT, 1956) et de la Kabylie du Djurdjura (LOUNACI et VINÇON 2005).

En Tunisie, P. algirica algirica est remplacée par Protonemura algirica bejaiana et sa présence au Maroc est douteuse (VINÇON et MURANYI 2009 ; ERROCHDI et *al*., 2014).

En Algérie, LOUNACI (1987) la note à différentes altitudes, entre 140 et 920 m dans le bassin de l'oued Aissi, avec de fortes densités de populations, contrérement à LOUNACI-DAOUDI (1996) qui l'a rencontrée dans un ruisseau froid à 940 m dans le bassin de Sebaou, MEBARKI (2001) la note entre 980 et 1460 m d'altitude. Selon YASRI (2018) cette espèce présente une tendance alticole, rhéophile et sténotherme d'eau froide.

Dans les stations prospectées cette espèce est observée dans 2 stations (A1 et A2) entre 480 et 920 m d'altitude. Caractérisées par un écoulement très rapide, un substrat grossier, des températures de l'eau fraiches (08 et 09 °C) et une végétation bordante très dense.

❖ Famille des Capniidae

La famille des Capniidae est représentée par deux espèces : *Capnioneura petitpierreae* et *Capniopsis schilleri*.

***Capnioneura petitpierreae (*Aubert, 1961)**

Capnioneura petitpierreae est une espèce ibéro-maghrébine. Elle recouvre le Sud de la Péninsule Ibérique et tout le Maghreb.

Elle est connue du Sud de l'Espagne,

-d'Algérie (AUBERT, 1956 ; GAGNEUR et ALIANE, 1991 ; LOUNACI-DAOUDI, 1996 ; MEBARKI, 2001 ; LOUNACI et VINÇON, 2005).

-du Maroc (AUBERT, 1961 ; MEINANDER, 1967 ; DAKKI, 1987 ; El AGBANI *et al.*, 1992 ; SANCHEZ-ORTEGA et AZZOUZ, 1998 ; ERROCHDI et EL ALAMI, 2008 ; ERROCHDI *et al.*, 2014a, b).

-de Tunisie (BERTHELEMEY, 1973 ; BOUMAIZA, 1994 ; BEJAOUI et BOUMAIZA, 2010).

Capnioneura petitpierreae est, selon BERTHELEMY (1973) et BOUZIDI (1989), caractéristique des petits cours d'eau temporaires de montagne.

Au Maroc, SANCHEZ-ORTEGA et AZZOUZ (1998), ERROCHDI et EL ALAMI (2008) la qualifient plutôt d'eurytope se cantonnant principalement dans des tronçons de cours d'eau de moyenne et basse altitude. Dans le Moyen Atlas, d'après ERROCHDI *et al.* (2014b), les larves de *C. petitpierreae* sont rhéophiles fréquentant les ruisseaux et les torrents de haute altitude (1700 –1500 m).

En Tunisie, Selon BERTHELEMEY (1973), cette espèce affectionne les petits cours d'eau temporaires de montagne et que ses stades aquatiques sont bien caractéristiques des ruisseaux d'altitudes et des fonds pierreux et à écoulement vif.

En Algérie, *C. petitpierreae* est signalée des ruisseaux froids de Kabylie du Djurdjura entre 1300 et 900 m d'altitude (LOUNACI-DAOUDI, 1996 ; MEBARKI, 2001 ; LOUNACI et VINÇON, 2005). Dans l'ouest algérien, GAGNEUR et ALIANE (1991) l'ont observée dans un petit cours d'eau côtier, assez ombragé, à eau assez fraîche (11-12 °C) et qui ne coule que quelques mois par an, en hiver. Dans les cours d'eau de l'Atlas Blidéen, selon YASRI (2009), l'espèce est peu fréquente et présente vraisemblablement un caractère rhithrophile et sténotherme d'eau froide. Elle vit proche des sources, dans des habitats à eau fraîche, bien oxygénée et à courant rapide à modéré (YASRI, 2009).

Dans les cours d'eau étudiés, cette espèce est observée dans 2 stations (TK1, A1) à 920 et 1300 m d'altitude, dans des habitats à courant rapide et à température relativement basse (≤ 16 °C). Elle présente vraisemblablement un caractère rhéophile.

Capnopsis schilleri (Rostock, 1892)

C'est une espèce Paléarctique à vaste répartition européenne (ZWICK, 1984). Elle est connue en :

- Algérie (MEBARKI, 2001; LOUNACI et VINÇON, 2005).
- au Maroc (SANCHEZ-ORTEGA et AZZOUZ, 1998 ; VINÇON *et al.*, 2014 ; ERROCHDI *et al.*, 2014a).
- en Tunisie (BERTHELEMY, 1973, BOUMAIZA, 1994).

Au Maroc, dans le Haut-Atlas, le Moyen et le Rif, on lui attribue comme biotope caractéristique les cours d'eau de montagne et les ruisseaux de source de haute altitude (1700

–900 m) qui se caractérisent par un courant rapide à modéré (VINÇON *et al.*, 2014 ; ERROCHDI et *al.*, 2014a).

En Tunisie, l'espèce est très rare, elle n'a été récoltée que dans une seule station se rapportant à un ruisseau temporaire de Khroumirie situé à 400 m d'altitude (BOUMAIZA, 1994).

En Algérie, *Capnopsis chilleri* semble être, selon LOUNACI-DAOUDI (1996) et MEBARKI (2001), une espèce rare et localisée, alticole (alt. 1300 – 1000 m) et sténotherme d'eau froide.

Dans les cours d'eau étudiés, nous la connaissons seulement par trois individus, récoltés à une seule station (Tk1, alt. 1300 m) caractérisée par un écoulement modéré et la présence d'un couvert végétal assez dense. Les eaux sont constamment fraiches : température maximale de l'eau ne dépasse pas 12 °C.

❖ Famille des Leuctridae

La famille des Leuctridae est représentée par deux espèces : *Leuctra sp* et *Tyrrheno leuctra minuta*.

Leuctra sp

Dans les cours d'eau étudiés, *Leuctra sp* semble être un élément à caractère rhéophile. Il montre une préférence pour les cours d'eaux de piémont. Il figure dans 2 stations (A1 A3) entre 920 et 380 m.

Tyrrhenoleuctra minuta

Elle présente une aire de répartition plus ou moins large dans la partie ouest de la Méditerranée. Elle est connue d'Espagne, de Tunisie et d'Algérie.

Cet élément est considéré par LOUNACI et VINÇON (2005) et VINÇON et *al*., (2014) comme l'espèce de Plécoptères la plus ubiquiste. Il est à caractère rhéophile et thermophile. Il est observé dans les ruisseaux froids de montagne (alt. 1200 m, T°. max 12 °C) (MEBARKI, 2001)
2001), et dans les cours d'eau de basse altitude à température estivale élevée (T°. max 27 °C) (LOUNACI et *al*., 2000b).

Dans les cours d'eau étudiés, nous l'avons récoltée dans une seule station (A5) à 200 m d'altitude, et avec seulement 2 individus. Cette espèce semble être thermophile. Elle fréquente les cours d'eau de basse altitude aux températures de l'eau élevées et supporte la présence de légères pollutions organiques.

3-9- Structure de la faune

De nombreux travaux ont montré que la distribution spatiale des macroinvertébrés benthiques est régie par un complexe de facteurs environnementaux qui varient d'une station à une autre. (MINSHALL et MINSHALL, 1977 ; LAVANDIER, 1979 ; ANGELIER et *al*, 1985; LOUNACI et *al*. 2000b).

L'objectif de cette étude est de déterminer l'organisation spatiale et la structure des communautés des Plécoptères des cours d'eau étudiés en fonction des caractéristiques environnementales.

Compte tenu de la complexité des relations entre les caractéristiques biologiques ou écologiques et la structure du peuplement nous avons associé différentes méthodes quantitatives d'analyse de données : ACP et CAH.

Dans ce travail, 16 descripteurs environnementaux sont pris en compte pour caractériser chacune des 6 stations (tableau 10).

Tableau 10 : Caractéristiques environnementales des 6 stations étudiées.

Larg : Largeur du cours d'eau (m) ; **Prof** :Profondeur moyenne (cm) ; **Vite** : Vitesse du courant [4 classes, de lent (1) à très rapide (4)] ; **Alt** : Altitude (m) ; **Pent** : pente (%) ; **Diss** : Distance à la source (km) ; **Tmax**. : Température maximale (°C) ; **Tmin.** : Température minimale (°C) ; **Rip** : Ripisylve [4 classes, de rare (1) à très abondante (4)] ; **Vaq.** : Végétation aquatique [4 classes, d'absente (0) à très abondante (3)] ; **Pol** : Pollution [4 classes, de non perturbé (0) a fortement perturbé (3)] ; **Gal** : Galets(%) ; **Grav** : Graviers (%) ; **Sab** : Sables (%) ; **Lim** : Limon (%) ; **MatO**. : Matière organique (%).

L'analyse des corrélations entre les différents paramètres environnementaux pris en compte montre que certaines variables sont intercorrélées (tableau 11) :

	Alt	Pent	Larg	Prof	Vit	Diss	Tmax	Tmin	Rip	Vaq	Pol	Gal	Grav	Sabl	Lim	MatO
TK1	1300	40	0.5	10	3	0.5	12	5	3	0	0	70	30	0	0	0
A1	920	10	1	20	4	0.5	14	8	4	1	0	70	30	0	0	0
A2	480	10	1.5	20	4	3	16	9	4	1	0	90	0	0	10	0
A3	380	2.5	4	30	3	4.5	28	11	1	1	0	50	20	20	10	0
A4	300	1.5	5	30	3	11	27	11	2	2	1	50	15	15	10	10
A5	200	1.4	8	30	3	20	27	11	2	2	1	50	15	15	10	10

- altitude, pente, galet, gravier et ripisylve, variables parfaitement linéaires liées par une relation de plus en plus décroissante de l'amont vers l'aval.

- Distance à la source, largeur du lit mineur, hauteur de la lame d'eau, température de l'eau (maximale, minimale), végétation aquatique, matière organique, variables liées par une relation croissante de l'amont vers l'aval.

Tableau 11 : Matrice de corrélation entre variables environnementales (N = 6, P<0,05).

	Alt	Pent	Larg	Prof	Vit	Diss	Tmax	Tmin	Rip	Vaq	Pol	Gal	Grav	Sab	Lim	Mat
Alt	1															
Pent	**0.91**	1														
Larg	**-0.82**	-0.67	1													
Prof	**-0.93**	**-0.93**	**0.83**	1												
Vit	0.19	-0.05	-0.56	-0.32	1											
Diss	-0.74	-0.57	**0.97**	0.70	-0.49	1										
Tmax	**-0.87**	-0.77	**0.87**	**0.95**	-0.59	0.73	1									
Tmin	**-0.97**	**-0.96**	0.80	**0.99**	-0.22	0.68	**0.91**	1								
Rip	0.52	0.38	-0.68	-0.67	**0.85**	-0.51	**-0.86**	-0.60	1							
Vaq	**-0.87**	**-0.86**	**0.84**	**0.87**	-0.17	**0.83**	0.76	**0.87**	-0.37	1						
Pol	-0.63	-0.49	**0.85**	0.63	-0.50	**0.91**	0.66	0.59	-0.43	**0.86**	1					
Gal	0.46	0.44	-0.75	-0.70	0.79	-0.62	**-0.81**	-0.58	**0.88**	-0.54	-0.63	1				
Grav	0.67	0.47	-0.29	-0.36	-0.23	-0.32	-0.30	-0.51	-0.05	-0.43	-0.23	-0.29	1			
Sab	-0.74	-0.65	0.80	**0.88**	-0.69	0.64	**0.97**	**0.82**	**-0.95**	0.62	0.55	**-0.88**	-0.13	1		
Lim	**-0.93**	-0.74	0.68	0.79	-0.25	0.62	0.80	**0.86**	-0.53	0.69	0.50	-0.32	-0.80	0.69	1	
Mat	-0.63	-0.49	**0.85**	0.63	-0.50	**0.91**	0.66	0.59	-0.43	**0.86**	**1**	-0.63	-0.23	0.55	0.50	1

Compte tenu de la complexité des relations entre les caractéristiques biologiques ou écologiques et la structure du peuplement, l'étude des facteurs environnementaux mesurés a été approchée par l'utilisation de l'analyse en composantes principales (ACP). Cette analyse fait apparaître clairement (figure 13) dans l'espace les deux premiers facteurs significatifs F1 et F2

concentrent le maximum d'informations avec 68,03% sur l'axe 1 et 16,56% sur l'axe 2, soit une information totale de 84,59%).

Les variables altitude (Alt), pente (Pent), galet (G), ripisylve (Rip), gravier (Grav) et vitesse (Vit) sont liées entre elles et avec l'axe 1 en position positive. elles sont très proches du cercle de corrélation et elles décroissent progréssivement de l'amont vers l'aval.

Les variables profondeur (Prof), la distance à la source (Dis) , la vegétation aquatique (Vaq), la matiére organique (MO), la température du l'eau (T), sable limon (SL) et la largeur du cours d'eau (Larg) sont fortement corrélées entre elles en position négative avec l'axe 1 voient leurs valeurs augmenter de l'amont vers l'aval.

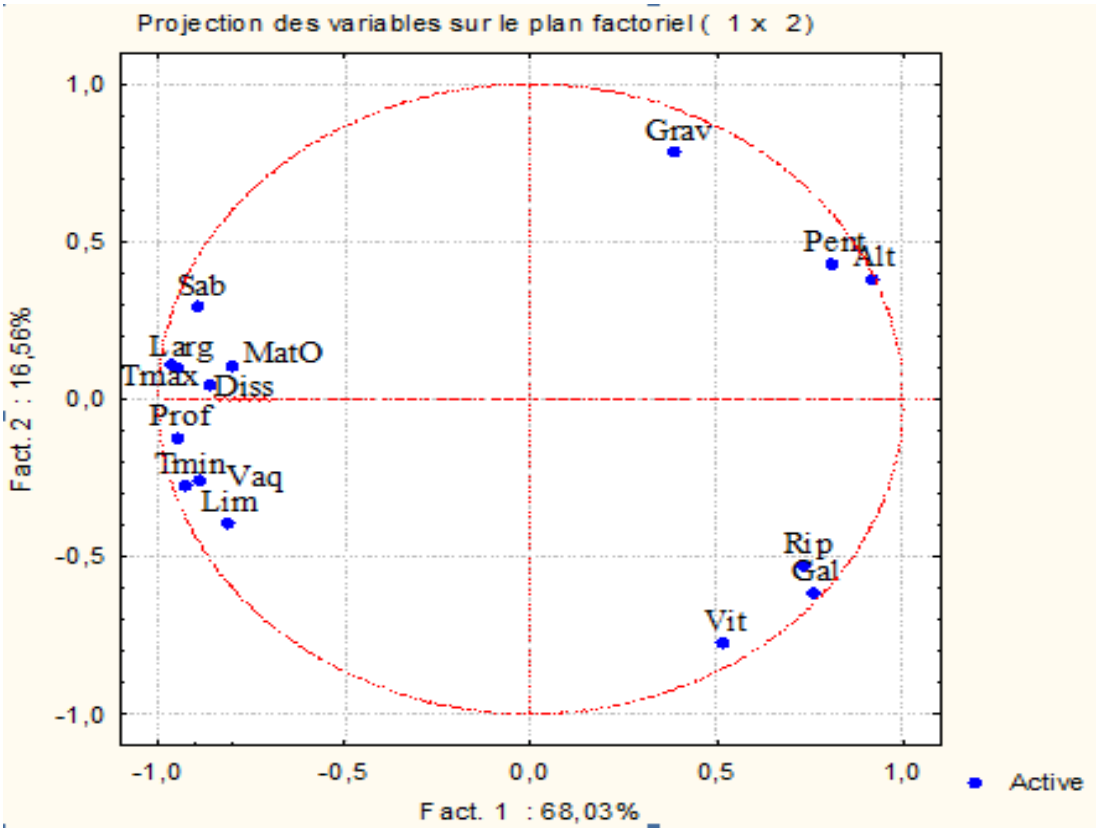

Figure 13 : ACP : représentation de la distribution des paramètres

Une classification ascendante hiérarchique (CAH), réalisé sur la base des résultats de l'ACP visualisent bien les relations entre ces variables pour l'ensemble des stations (figure 14).

La classification ascendante hiérarchique de l'ensemble des stations (figure 15), montre deux groupes de stations :

- le groupe 01 : représenté par deux stations TK1 et A1, stations d'altitude caractérisées par les paramètres : altitude, pente, vitesse du courant et ripisylve.

- le groupe 02 : représenté par des stations de piémont et de basse altitude dont d'une part la station A2 caractérisée par la vitesse du courant, distance à la source, ripisylve et une granulométrie grossière et d'une autre part, les stations A3, A4, A5 liées aux paramètres largeur du lit, profondeur, distance à la source, végétation aquatique et température maximale, ainsi la présence de la matière organique dans les stations A4 et A5.

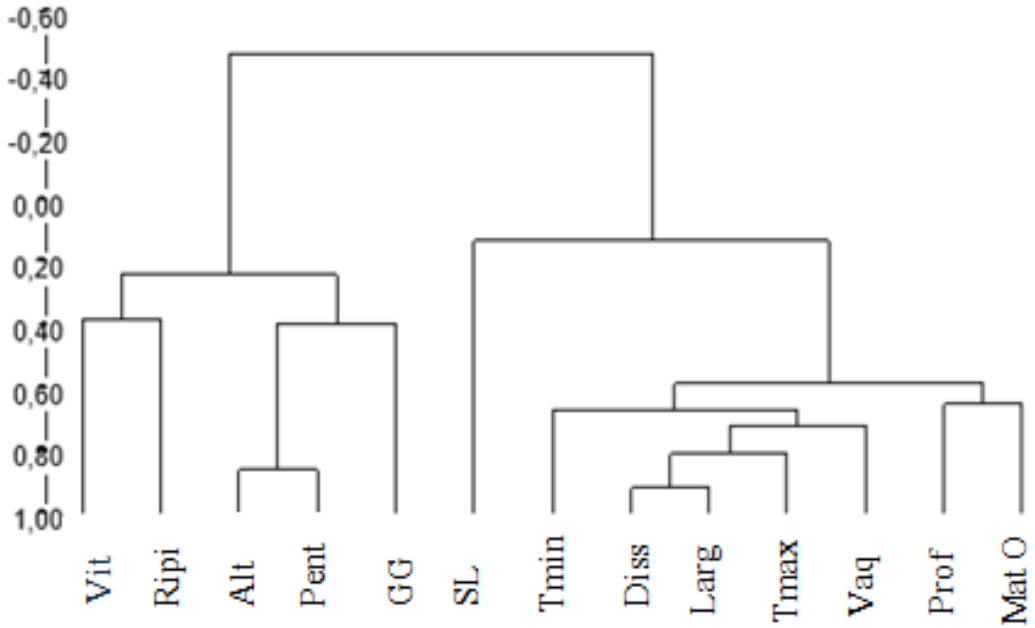

Figure 14 : Dendrogramme visualisant les relations entre les variables environnementales.

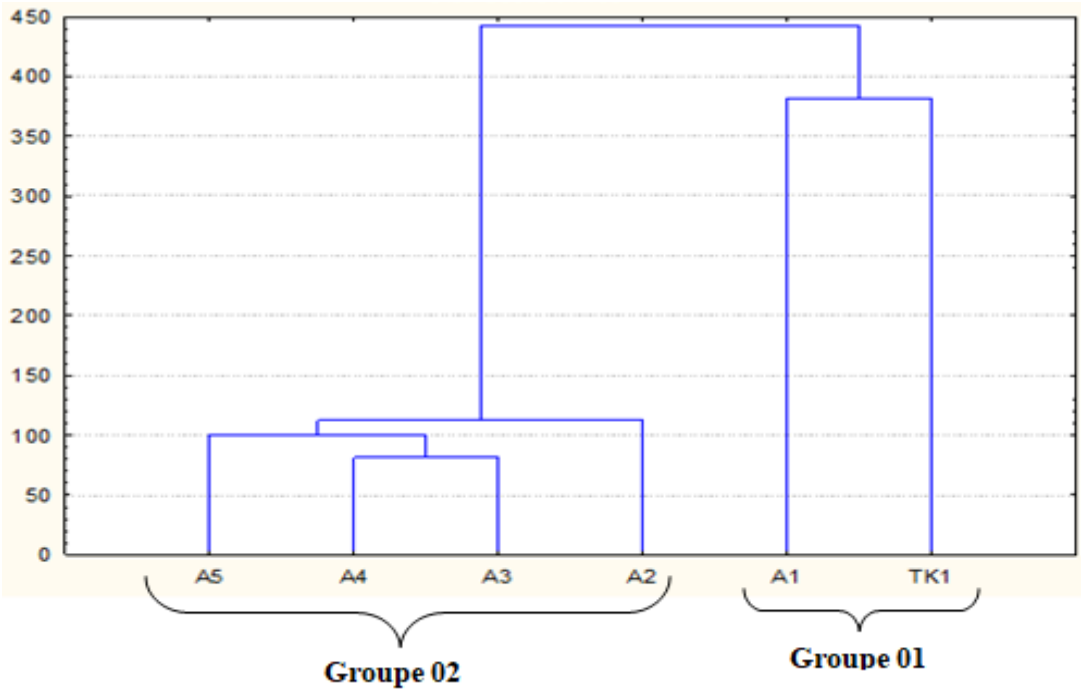

Figure 15 : Dendrogramme de la distribution des stations sur la base des variables environnementales.

La classification ascendante hiérarchique permet d'individualiser 3 grands noyaux d'affinité entre les espèces (figure 16).

Le groupe 01 : présente des espèces sténothermes d'eau froide, peuplant les cours d'eau de haute altitude à substrat grossier et une ripisylve dense, elles ont une tendance alticole et rhéophile : *Protonemura sp* et *Protonemura ruffoi.*

Le groupe 02 : est composé d'espèces à forte affinité pour les habitats de moyenne montagne caractérisés par un substrat pierreux et une ripisylve très abondante. Elles présentent une tendance alticole, rhéophile et sténotherme d'eau froide : *Protonemura algirica* et *Afroperlodes lecerfi.*

Le groupe 03 : englobe les espèces à large valence écologique, dans cet ensemble nous avons :

-Les espèces peu abondantes des cours d'eau d'altitude et de moyenne montagne : *Brachyptera auberti, Nemoura sp, Capnioneura petitpierrae, Capniopsis schilleri, Perla cf. pallida, Amphinemura chiffensis* et *Leuctra sp.*

-les espèces colonisant les cours d'eaux de basse altitude à pentes faible, vitesse du courant lente à modérée, substrat hétérogène marqué par une granulométrie fine et sont des espèces thermophiles : *Eoperla ochracea* et *Tyrrhenoleuctra minuta.*

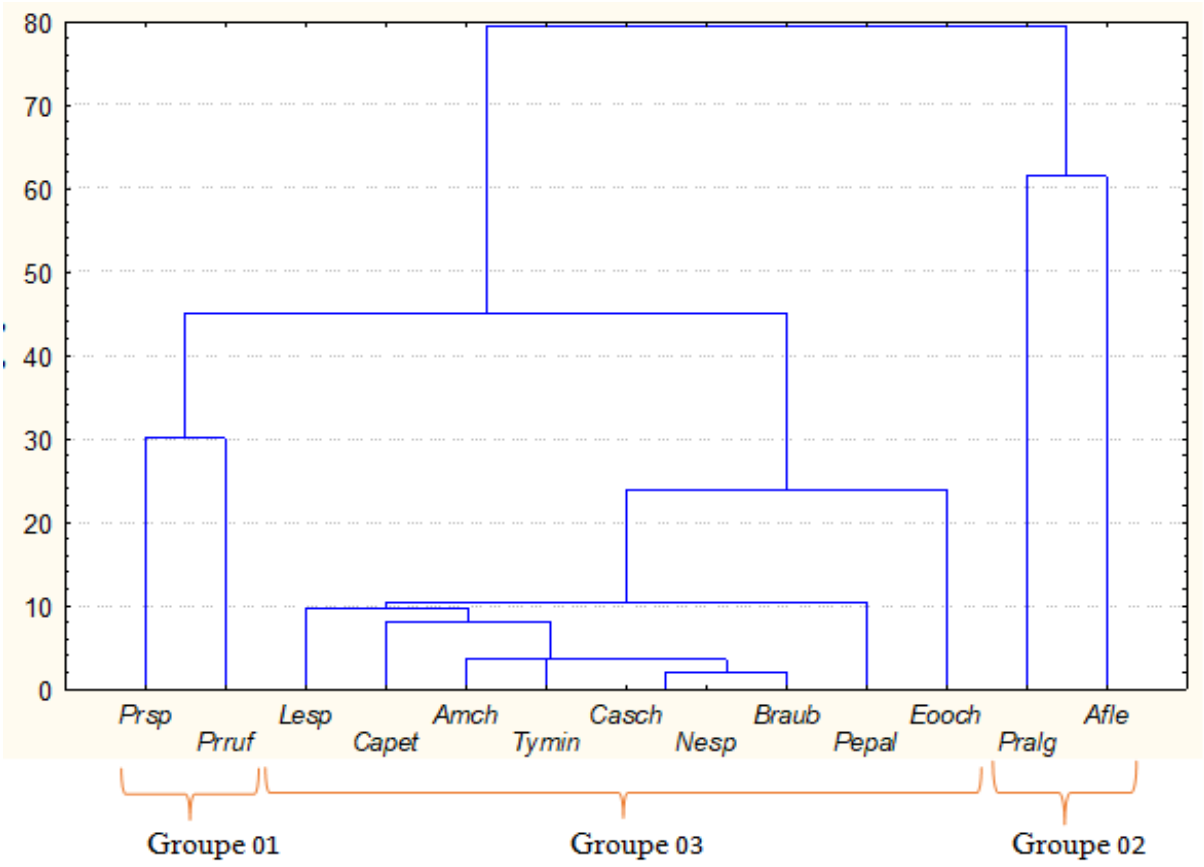

Figure 16 : Dendrogramme visualisant les affinités des espèces dans le plan factoriel F1 x F2.

CONCLUSION

Conclusion

L'étude faunistique réalisée dans les réseaux hydrographiques du sous bassin de l'oued Aissi (assif Larbâa, assif Ath Agad et assif Harzoun) a pour but de réaliser un inventaire faunistique sur les plécoptères et d'étudier les caractéristiques des écosystèmes lotique et la répartition des éléments de ce groupe d'insecte dans les différents cours d'eaux prospectés. Sur 6 stations un total de 460 individus appartenant à 13 taxa de Plécoptères, 6 familles et 11 genres ont été inventoriés.

La richesse spécifique et l'abondance maximales des Plécoptères sont relevées dans les parties supérieures et moyennes des cours d'eau (480-1300 m) à parcours ombragés bordés de feuillus. En deçà les nombres d'espèces et d'individus diminuent fortement, ceci est dû aux températures du l'eau assez élevées, au substrat à dominance de sable et à la présence de la matière organique au niveau des stations de basses altitudes (A4 et A5).

L'indice de SHANNON et WEAVER et l'indice d'Equitabilité montrent une fluctuation de la diversité dans les stations étudiées. Un indice faible est une conséquence d'un faible nombre de taxons et/ou de la dominance de quelques espèces. Les valeurs de l'indice de Shannon les plus élevées sont enregistrées dans les stations TK1, A1 et A2. Ces stations présentent un peuplement bien diversifié où plusieurs taxons sont bien représentés. Des valeurs faibles sont enregistrées au niveau de la station A3 traduisant ainsi une diversité moyenne des peuplements avec cependant une bonne représentation de quelques taxons et à un degré très faible aux stations de basse altitude A4 et A5 où ils existent 1 à 2 taxons. Les valeurs de l'indice d'équitabilité au niveau des stations TK1, A1, A2 et A5 varient entre 0,52 et 0,67 indiquant un déséquilibre entre les taxons, l'indice le plus élevé est noté à la station A3 tandis que l'indice le plus faible est noté au niveau de la station A4.

L'analyse de l'indice de similarité de Sorensen permet de chercher les relations de similarité entre les stations étudiées, les valeurs varient de 0% à 66,66% où la valeur la plus élevée est calculé entre les stations de basse altitude A4 et A5 qui se caractérisent par des conditions presque similaires induisant ainsi à une faune assez proche, tandis que la valeur la plus faible est calculé entre les stations de basse altitude et les stations de l'amont et de moyenne montagne qui présentent des différences au niveau des paramètres environnementaux donc la différence des espèces installées.

Du point de vue biogéographique, la faune plécoptérologique recensée dans ce travail est composée essentiellement d'éléments d'origine paléarctique, et dominé par les éléments à distribution méditerranéenne. Son originalité est marquée par la présence d'une proportion élevée d'espèces endémiques.

L'analyse des facteurs environnementaux réalisés par une analyse en composantes principales (ACP) fait apparaitre des corrélations entre les variables d'une part et la distribution des stations d'autre part. La classification ascendante hiérarchique a permis d'individualiser 3 noyaux d'affinité entre les stations d'une part et les espèces d'autre part.

La distribution spatiale des Plécoptères des cours d'eau étudiés est sous la dépendance de facteurs environnementaux. Les différences dans les caractéristiques de ces facteurs reflètent relativement bien la distribution de cette faune. En effet les plécoptères sont des espèces polluo-sensibles et à faible résistance aux amplitudes thermiques donc les cours d'eau de basse altitude caractérisés par des températures élevées et qui sont soumis à la pollution sont les plus pauvres en plécoptères. Tandis que les cours d'eau relativement froid d'altitude et les torrents de montagne bordés d'une végétation feuillue constituent les lieux de prédilection ou les habitats privilégiés des Plécoptères.

Les macroinvertébrés benthiques sont très utilisés dans les études de l'évaluation de l'état de santé écologique des écosystèmes aquatiques continentaux, ainsi, il est important de mettre au point une méthode de surveillance peu contraignante basée sur l'échantillonnage orienté afin de préserver ces milieux.

Des études plus approfondies sont indispensables pour améliorer les connaissances sur les différentes espèces de macroinvertébrés qui colonisent ces cours d'eau et pour mieux comprendre la complexité des relations faune-milieu et les impacts qu'induit l'anthropisation.

BIBLIOGRAPHIE

A

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

ANONYME. Données hydrobiologiques de l'Agence Nationale des Ressource Hydrauliques. Station régionale de Tizi-Ouzou. Documentation. A.N.R.H.

ABDESSELAM M., 1995. Structure et fonctionnement d'un karst de montagne sous climat méditerranéen : exemple du Djurdjura occidentale (Grande Kabylie Algérie).

AIT- MOULOUDS., 1988. Essais de recherches sur la dérive des macroinvertébrés dans l'oued Aissi : faunistique, écologie et Biogéographie. Thèse de Magister, U.S.T.H.B., Alger, 118 p.

AJAKANE A., 1988. Etude hydrobiologique du bassin versant de l'oued Nfiss: biotypologie, dynamique saisonnière, impact de l'assèchement sur les communautés benthiques. Thèse Doctorat de 3°cycle, Université Cadi Ayyad, Marrakech, 189 p.

ALIANE N., 1986. Contribution à l'étude des Plécoptères des monts de Tlemcen. Mémoire de D.E.S., Université de Tlemcen, 51 p.

ANCHEZ-ORTEGA A et AZZOUZ M., 1998. Faunistique et phénologie des Plécoptères (Insecta, Plecoptera) du Rif marocain (Afrique du Nord) : relations avec les autres aires de la région méditerranéenne occidentale. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft., 71 (3-4) : 449-461.

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

ANGELIER E., ANGELIER M. L., et LAUGA J., 1985. Recherches sur l'écologie des Hydracariens (Hydrachnellae, Acari) dans les eaux courantes. Annls. Limnol., 21 (1) : 25-64.

AUBERT J., 1956. Contribution à l'étude des Plécoptères d'Afrique du Nord. Mitt. Schweiz. ent. Ges., 29 (4) : 419-436.

AUBERT J., 1961. Contribution à l'étude des plécoptères du Maroc. Mitt. Schweiz. ent. Ges., 33 (4) : 213-222.

AZZOUZ M et SANCHEZ-ORTEGA A., 1994. Primera captura de Leuctra franzi paenibaetica Sánchez-Ortega y Ropero-Montero, (Insecta, Plecoptera: Leuctridae) en el norte de África. Graellsia, 50 : 167.

AZZOUZ M., (1996). Los Plécopteros (Insecta, Plecoptera) del Rif (Marruecos). Faúnistica, ciclos de vida y alimentación. Thèse Doctorat en Sciences., Université. Grenade, Faculté des Sciences : 220 p.

AZZOUZ M., et SANCHEZ-ORTEGA A., 1992. Capnopsis schilleri (Rostock, 1982) (Plecoptera: Capniidae). Nuevo componente de la fauna de Plecopteros de Marruecos. Zoologica Baetica., 3 : 201.

B

BARBAULT R., 2008. Ecologie générale : structure et fonctionnement de la biosphère. 6° Edition Dunod, Paris, 390 p.

BARBAULT R.,1981. Ecologie des populations et des peuplements. Des théories aux faits. Masson ed., Paris : 208 p

BARBAULT R., 1995. Ecologie des peuplements. Structure et dynamique de la biodiversité. 2ème édition- Masson, Paris – Milan – Barcelone. P. 15-19.

BEISEL J.N., USSEGLIO-POLATERA P., THOMAS S. et MORETEAU J.C., 1998. Influence de l'echantillonnage des communautés macrobenthiques sur l'évaluation de la qualité biologique d'un cours d'eau. Annls. Limnol, 34 : 445-454.

BEJAOUI M et BOUMÏZA M., 2004. Description de la larve mature d'Amphinemura chiffensis Aubert, 1956 (Plecoptera, Nemouridae) en Tunisie. Zoologica Baetica., 15 : 69-75.

BEJAOUI M. et BOUMAIZA M., 2002. Cycle de vie d'Eoperla ochracea **KOLBE, 1888** (Plecoptera, Perlidae) en Tunisie. Bull. Soc. Zoo. France, 127 (2) : 95-101.

BEJAOUI M. et BOUMAIZA M., 2010. Emergence des Plécoptères (Insecta, Plecoptera) en Tunisie. Actes de la CIFE VI, Tra.Inst. Scien., Série Zoologie, Rabat, 47 (1) : 1114.

BEJAOUI M., BOUMAIZA M et SANCHEZ-ORTEGA A., 2003. Première citation d'Amphinemura chiffensis Aubert, 1956 (Plecoptera, Nemouridae) en Tunisie. Zoologia Baetica., 13 (14) : 239-240.

BERTHELEMY C. et GONZALEZ DEL TANAGO M. G., 1983. Les Taeniopterygidae du bassin du Duero (Insecta: Plecoptera). Annls. Limnol., 19 (1) : 9-16.

BERTHELEMY C., 1973. Données préliminaires sur les Plécoptères de Tunisie. Vehr. Internat. Verein. Limnol., 18 : 1554-1548.

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

BOLBAOCA D. S. et JANTSHIT L., 2006. Pearson vers spearman. Kendell's Tau correlation Analysis on structure. Activity relationships of Biologic active compounds. Leonardo Journal of sciences. 179 – 200.

BOLBAOCA D. S. et JANTSHIT L., 2006. Pearson vers spearman. Kendell's Tau correlation Analysis on structure. Activity relationships of Biologic active compounds. Leonardo Journal of sciences. 179 – 200.

BOUMAIZA M., 1994. Recherches sur les eaux courantes de tunisie : faunistique, écologie et biogégraphie. Thèse Docteur ès-sciences, Université Tunis II, 429 p.

BOUZIDI A., 1989. Recherches hydrobiologiques sur les cours d'eau des massifs du HautAtlas (Maroc). Bio-écologie des macroinvertébrés et distribution spatiale des peuplements. Thèse d'état, Fac. Sc. Tech. St. Jérome, Université d'Aix-Marseille III : 190 p.

BOUZIDI A., 1989. Recherches hydrobiologiques sur les cours d'eau des massifs du HautAtlas (Maroc). Bio-écologie des macroinvertébrés et distribution spatiale des peuplements. Thèse d'Etat, Université d'Aix-Marseille III, 190 p.

BOUZIDI A., 1989. Recherches hydrobiologiques sur les cours d'eau des massifs du HautAtlas (Maroc). Bio-écologie des macroinvertébrés et distribution spatiale des peuplements. Thèse d'Etat, Université d'Aix-Marseille III, 190 p.

C

CARREL G., BERTHELEMY D., AUDA Y. et CHESSEL D., 1986. Approche graphique de l'analyse en composantes principales normées: utilization en hydrobiology. Acta Oecologica 7 : 189 – 2003.

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

CHERGUI H., CHAVANON G., BERRAHOU A. et MELHAOUI M., 1990. A propos des Plécoptères du Maroc Oriental. Bull. Inst. Scie. de Rabat, 14 : 51–53.

CONSIGLIO C. 1957. Contributo alla conoscenza del Plecotteri di Sardegna. Estratto della Mem. del Soc. Ent. Italiana. 36 : 31-44.

CONSIGLIO C. 1961. Plecotteri di Sicilia e d'Aspromonte e classificazione delle Isoperla Europee. Estr. Mem. Mus. Civ. Stor. Nat..Verona, 9: 173-196 + pl. 1.

CONSIGLIO C. 1963. Plecotteri delle isole del Mediterraneo. Mon. Zool. Ital., 70-71 : 147158

CONSIGLIO C., 1980. Plecotteri - Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne ltaliane. C.N.R. Roma, 9 : 68 p.

D

DAJOZ R., 1979. Précis d'écologie. Paris. G.V : 549 p

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

DAJOZ R., 2006. Précis d'écologie. Cours et questions de réflexions 8ème édition Dunod. 630p.

DAKKI M. 1979. Recherches hydrobiologiques sur un cours d'eau du Moyen Atlas (Maroc). Thèse Doctorat 3° cycle, Université Aix Marseille III, 126 p.

DAKKI M., 1987. Ecosystèmes d'eau courante du Haut. Sébou (Moyen Atlas) : études typologiques et analyses écologiques et biogéographiques des principaux peuplements entomologiques. Trav. Inst. Sci., Rabat, 42 : 99 p.

DERRIDJ A. 1990. Etude des populations de cedrus atlantica M. en Algérie. Thèse Docteur es- sciences, Université Paul Sabatier, Toulouse : 288p.

Doari J., 2006. Inventaire des Plécoptères de France : premier bilan. Insectes 25 n° 141.

E

EL AGBANI M.A., 1984. Le réseau hydrographique du bassin versant de la Rivière Bou Regreg (plateau central marocain) : Essai de biotypologie. Thèse Doctorat de 3° cycle. Université Claude Bernard, Lyon I, 147 p.

EL AGBANI M.A., DAKKI M., et BOURNAUD M., 1992. Etude typologique du Bou Regreg (Maroc) : les milieux aquatiques et leurs peuplements macroinvertébrés. Bull. Ecologie, 23 (1/2) : 103-113.

ERROCHDI S., El ALAMI M., VINÇON G., ABDAOUI A. et GHAMIZI M., 2014 (b). Contribution to the Knowledge of Moroccan and Maghrebin Stoneflies (Plecoptera). Zootaxa, 3838 (1) : 46-76.

ERROCHDI S., VINÇON G., et EL ALAMI M., 2014 (a). Contribution to the Knowledge of the Rifan Stoneflies (Morocco). Mitt. Schweiz. ent. Ges.,87 : 25-40.

ERROCHDI, S. et M. El ALAMI. 2008. Contribution à la connaissance des Plécoptères (Insecta : Plecoptera) du réseau hydrographique Laou (Maroc nord-occidental). Trav. Inst. Sci., Rabat, 5 : 37-45.

F

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

FLANDRIN J., 1952. La chaine du Djurdjura: monographies régionales.XIX congres géologiques internationales,Algérie1ére série.19:p49.

G

GAGNEUR J., et ALIANE N., 1991. Contribution à la connaissance des Plécoptères d'Algérie. In : 'Overview and Strategies of Ephemeroptera and Plecoptera' Grainesville. San. Cra. Press., 311–324.

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 – Pollutions – Méthodes –IBGN. 2e Edition Educagri, 221 p.

GIUDICELLI J., et DAKKI M., 1984. Les sources du Moyen-Atlas et Rif (Maroc) : faunistique (description de deux espèces de Trichoptères), écologie, intérêt biogéographique. Bijd. Dierk., 54 (1) : 83-100.

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

GRAF W., LORENZ A.W., TIERNO DE FIGUEROA J.M., LUCKE S., LOPEZ-RODRIGUEZ, M.J et DAVIES C., 2009. Distribution and ecological preferences of European freshwater organisms. Vol 2. Plecoptera. Pensoft Sofia, Moscow, 262 p.

GUEROLD F., VEIN d., et JACQEMIN G., 1991. Les peuplements d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères des ruisseaux acides et non acides du massif vosgien : première approche. Rev. Sci.Eau, 4 : 299-314.

H

HAOUCHINE S.,2011. Recherche sur la faunistique et l'écologie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie. Thèse Magister. U.M.M.T.O.

HELD U., 2010. Piéges de correlation: les coefficients de correlation de Pearson et spearman. Biostatiques Hoorten-§Zentrum, Univ. Spital. Zurixch. Forum. Med Suise.

I

ILLIES J., et BOTOSANEAU L., 1963. Problèmes et methodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes considérées surtout du point de vue faunistique. Mitt. Int. Verein. Théor. Angew . Limnol., 12 : 1-57.

ILLIES J., 1978. Plecoptera. In: Illies, J. (Ed.), Limnof. Eur., 2 : 264–273.

K

KAZI TANI C., LE BOURGEOIS T. et MUNOZ F., 2010 : contribution à l'étude des communautés d'adventices des cultures de secteur phytogéographique oranais (Nord-ouest algérien) : aspects botanique, agronomique et phytoécologique. AFPP vingt et unième conférence du Columa. Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes, Dijon 8 et 9 décembre 2010, 11 p.

L

LAVANDIER P., 1979. Ecologie d'un torrent Pyrénéen de haute montagne : l'Estaragne. Thèse de doctorat d'Etat. Univer. Paul Sabatier Toulouse : 523p

LEGENDRE L. et LEGENDRE P., 1979. Ecologie numérique. Le traitement multiple des données écologiques. 2ème Edition Masson, Paris : 206 p.

LEVÊQUE C.,1996. Ecosystèmes aquatiques. Edition Hachette,Paris,159p.

LOUNACI A. et VINÇON G., 2005. Les Plécoptères de la Kabylie du Djurdjura (Algérie) et biogéographie des espèces d'Afrique du Nord (Plecoptera), Ephemera, 6(2) : 109-124.

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

LOUNACI A., 2005. Recherche sur la faunistique, l'écologie et la biogeography des macroinvértébrés des cours d'eau de kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie). Thèse de doctorat d'état en biologie. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (Algérie). 208p.

LOUNACI A., BROSSE S., AIT MOULOUD S., LOUNACI-DAOUDI D., MEBARKI N. et THOMAS A., 2000 (b). Current knowledge of benthic invertebrate diversity in an Algerian stream : a species check list of the Sebaou River basin (Tizi-ouzou). Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 136 : 43-55.

LOUNACI A., BROSSE S., THOMAS A., et LEK S., 2000 (a). Abundance, diversity and community structure of macroinvertebrates in an algérian stream : the Sebaou wadi. Annls Limnol., 36 (2) : 123-133.

LOUNACI-DAOUDI D., 1996. Travaux sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des insectes aquatiques du réseau hydrographique du Sébaou. Thèse Magister, U.M.M. Tizi Ouzou, 152 p.

M

MEBARKI M., 2001. Etude hydrobiologique de trois réseaux hydrographique de Kabylie (Parc National du Djurdjura, oued Sébaou et oued Boghni) : faunistique, écologie et biogéographie des macroinvertébrés benthiques. Thèse de Magister. U.M.M. Tizi Ouzou, 178 p.

MEINANDER M., 1967. A collection of Plecoptera from Morocco. Not. Entomo. Hels., 48: 45–46.

MIRON J., 1972. Note sur les Plécoptères du Maroc. Bulletin de la Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc, Rabat., 52 (3-4) : 215–218.

MOHATI A., 1985. Recherches hydrobiologiques sur un cours d'eau du Haut Atlas de Marrakech (Maroc): L'oued Ourika, écologie, biotypologie et impact des activités humaines sur la qualité des eaux. Thèse de 3° cycle, Université Cadi Ayyad, Marrakech, 108 pp.

MOISAN J. 2010. Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds. Direction du suivi de

l'état de l'environnement, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs. 86 p.Nature., 9 (10) : 18-26.

N

NAVAS L., 1929. Insectes névroptères et voisins de Barbarie. Plécoptères. Bull.Soc.His. Nat. de l'Afrique du Nord, 20 : 228–230.O. R. S. T. O. M. P a r i s : 295p.

P

PARDO I ET ZWICK P., 1993. Contribution to the knowledge of Mediterranean Leuctra (Plecoptera: Leuctridae). Mitteilungen der Schweizersichen Entomologischen., 66 (3-4): 417-434.

PIELOU E. C., 1969. An introduction to mathematical ecology. Wiley – Interscience, New-York : 286 p.

R

RAMADE F. 2003. Element d'écologie: Ecologie fondamentale. 3ème edition. Dunod. Paris: 190 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.

ROTH M., 1980. Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes. Ed.

RUFFONI A., 2009. Les Plécoptères (Insecta, Plecoptera) Revue science. Bourgogne

S

SANCHEZ-ORTEGA A et AZZOUZ M., 1997. Leuctra ketamensis, a New Species of Leuctridae from Northern Africa (Insecta, Plecoptera). Aquatic Insects., 19 (4) : 247–249.

SÁNCHEZ-ORTEGA A. et AZZOUZ M., 1998. Faunistique et phénologie des Plécoptères (Insecta, Plecoptera) du Rif marocain (Afrique du Nord) : Relations avec les autres aires de la région méditerranéenne occidentale. Mitt. Schweiz. ent. Ges., 71, 449– 461.

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

SHANNON C. E. et WEAVER W., 1963. The mathematical theory of communication. Urbane: University of Illinois Press: 117 p.

T

TAYOUB, H. (1986) Contribution à la connaissance faunistique et à l'étude de la structure des peuplements des eaux courantes du Haut Rif (Laou-Martil), (Côte méditerranéenne). Mémoire C.E.A. Université Mohammed V, Faculté des Sciences, Rabat, 71 p.

THIEBAULT J., 1952. Socle métamorphique en grande Kabylie : monographie régionale. XIX éme congrès géologique international, Algérie, 1 ère série (4) : 43p.

THIOULOUSE J., CHESSEL D., DOLEDEC S. et OLIVIER J.M., 1997. ADE.4 : A multivariante analysis and graphical display software. Statistics and computing, 7 : 75 – 83.

TIERNO DE FIGUEROA J.M., SANCHEZ ORTEGA A., MEMBIELA I. et LUZON-ORTEGA J.M., 2003. Fauna Iberica, Plecoptera. Museo Nat. Ciencias Natur., Consejo Superior de Investigaciones CientÍficas. Madrid., 22 : 1-404.

THOMAS A.G.B., 1981. Travaux sur la taxonomie, la biologie et l'écologie d'insectes torrenticoles du Sud-ouest de la France (Ephéméroptères et Diptères : Dixidae, Cecidomyiidae, Rhagionidae et Athericidae), avec quelques exemples de perturbations par l'homme. Thèse de Doctorat en Sciences, Université de Paul Sabatier, Toulouse : 330p.

V

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

VINÇON G., EL ALAMI M. et ERROCHDI S. 2014. Contribution to the knowledge of the Moroccan High and Middle Atlas stoneflies (Insecta, Plecoptera). Illiesia. 10 (3) : 1731.

Y

YAKOUB B., 1996. Le problème de l'eau en grand Kabylie. Le bassin verseau de Sébaou et la wilaya de Tizi-Ouzou. Edition Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou: 210p.

YASRI N., 2009. Diversité, écologie et biogeography des macroinvertébrés de quelques affluents du Mazafran. Mémoire de Magister, USTHB, 96p.

YASRI N., VINÇON G. ET LOUNACI A., 2013b. A new Amphinemura from Central Maghreb (Algeria, Tunisia): A. berthelemyi sp. n. (Plecoptera: Nemouridae) Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft., 86 : 25–33.

YASRI-CHEBOUBI N., 2018. Recherche sur la faunistique, l'écologie et la zoobiogeography des plécoptères d'Algérie (Tizi-Ouzou, Algérie). Thèse de doctorat d'état en biologie. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (Algérie). 204p.

YASRI-CHEBOUBI N., VINÇON G et LOUNACI A., 2013a. A review of the Algerian Leuctridae with the description of L. dhyae sp. n., from Central Algeria (Plecoptera: Leuctridae). Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft., 86 : 175–188.

Z

ZWICK P., 1972. Plecoptera aus dem Mittelmeergebiet, vor allem aus Portugal und Spanien. Ciênc. Biolôgica, 1 : 7 - 17.

ZWICK P. 1980. Plecoptera. Handbuch der Zoologie, Berlin, 4 (2) 2/7 : 1-111.

ZWICK P., 1984. Geographische Rassen und Verbeitungsgeschichte von Capnopsis schelleri (Plecoptera : Capniidae). Dt. Entom. Z., 31 (1-3) : 1-7.

Résumé

L'étude est portée principalement sur l'analyse des données faunistiques et se fixe pour but de dresser une liste plécopterologique, de rechercher les relations entre les caractéristiques du milieu et sa faune et de préciser la distribution spatiale des espèces.

L'étude hydrobiologique des cours d'eau de sous bassin versant de l'Oued Aissi menée sur 6 stations échelonnées entre 200 et 1300 m d'altitude a permis d'inventorier un total de 460 individus appartenant à 11 genres et 6 familles.

L'analyse faunistique a permis de montrer que la richesse spécifique et l'abondance maximale des Plécoptères sont relevées dans les parties supérieures et moyennes des cours d'eau (480-1300 m) à parcours ombragés bordés de feuillus. En deçà les nombres d'espèces et d'individus diminuent fortement.

L'étude des facteurs environnementaux par une analyse en composante principale (ACP) a fait apparaitre les relations existantes entre les stations et les paramètres environnementaux.

La classification ascendante hiérarchique a permis de visualiser les relations entre les paramètres environnementaux et les espèces.

Du point de vue biogéographique, les espèces inventoriés dans cette étude peuvent être groupés dans deux grandes catégories chorologiques : Paléarctique et Méditerranéenne.

Mots clés : Plécoptères, Kabylie, écologie, biogéographie, structure.