

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et des sciences Agronomiques



## Mémoire de fin d'études



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

### Thème

**Faunistique et écologie des Plécoptères des cours  
d'eau des sous-bassins de l'Oued Boubhir et  
l'Oued Aissi.**

Réalisé par : AZIZI Farida.

Dirigé par : M<sup>r</sup> LOUNACI., Professeur à l'U.M.M.T.O

Soutenu le 11/07/2016 Devant le jury composé de :

Président : M<sup>lle</sup> MALLIL Kahina.

Maître assistante à l'U.M.M.T.O

Examinatrice : M<sup>me</sup> HAOUCHINE Sabrina.

Maître assistante à l'U.M.M.T.O

Examinatrice : M<sup>me</sup> SEKHI Samira.

Maître assistante à l'U.M.M.T.O

**Promotion : 2015/2016**

## *Remerciements*

*Tout d'abord, je tiens à remercier le bon dieu tout puissant qui m'a donné toute la volonté et la patience pour réaliser ce modeste travail.*

*Mes vifs remerciements s'adressent à Mr LOUNACI, Professeur à l'U.M.M.T.O pour avoir accepté de diriger ce travail, pour son soutien et sa patience durant mon parcours.*

*Mes sincères remerciements s'adressent à M<sup>lle</sup> MALLIL Kahina, Maître assistante à l'U.M.M.T.O de m'avoir honoré en acceptant de présider le jury.*

*Mes remerciements vont aussi aux membres du jury en l'occurrence M<sup>me</sup> HAOUCHINE Sabrina, Maître assistante à l'U.M.M.T.O et M<sup>me</sup> SEKHI Samira, Maître assistante à l'U.M.M.T.O, qu'elles ont bien accepté d'examiner ce travail.*

*Mes remerciements s'adressent à toute l'équipe de laboratoire d'hydrobiologie de la faculté de Biologie pour leur aide et soutien.*

*Je tiens à remercier Hannane de laboratoire d'hydrobiologie pour son aide durant notre pratique au laboratoire d'hydrobiologie.*

*Je tiens à remercier vivement Mr LAMINE Smail pour son aide et soutien morale durant tout ce travail.*

*Mes remerciements s'adressent à mes camarades de Labo : Leila, Rachida, Nabila et Hocine pour leur accompagnement et soutien durant la réalisation de travail.*

*Un grand merci à toute personne qui de près ou de loin, a contribué à la réalisation de ce travail.*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A la mémoire de mon défunt père que j'aime beaucoup, que dieu l'accueille dans son vaste paradis.*

*A ma mère qui a toujours été à mes côtés et qui m'a soutenu durant toutes mes études, pour sa tendresse et ses sacrifices.*

*A mes frères MOHAND, KARIM, MORAD et IDIR,*

*A mon chère frère SAID que j'aime et je respecte beaucoup.*

*A ma seule et unique sœur LAMIA.*

*A toute ma famille de près ou de loin.*

*A mon chère KARIM que j'aime beaucoup.*

*A mes amies : SERINE, ANISSA, LILIA, NORA et NAOUAL.*

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

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

*A tous les gens que je connais de près ou de loin.*

*Farida*

### Liste des figures

N° figure	Titre	N° page
01	Situation géographique de la région d'étude.	3
02	Températures moyennes mensuelles de l'air (moyennes, maximales, minimales) enregistrées à Tizi-Ouzou : période 1990 - 2014 (Source : O.N.M de Tizi-Ouzou).	4
03	Précipitations moyennes mensuelles (en mm) à certaines localités de la région d'étude : période 1990 - 2014 (Source : A.N.R.H de Tizi-Ouzou).	5
04	Carte d'Algérie et localisation des cours d'eau étudiés et des 14 stations d'échantillonnages.	8
05	Richesse spécifique des Plécoptères aux stations étudiées.	21
06	Abondance relative des Plécoptères récoltés aux stations étudiées.	23
07	Occurrence relative des Plécoptères récoltés aux stations étudiées.	23
08	ACP : représentation de la distribution des paramètres environnementaux.	33
09	Dendrogramme visualisant les relations entre les variables environnementales.	34
10	Dendrogramme de la distribution des stations sur la base des variables environnementales	34
11	Distribution et noyaux d'affinité des Plécoptères et des stations dans le plan factoriel F1 x F2	35
12	Dendrogramme visualisant les affinités des espèces dans le plan factoriel F1 x F2.	36

### Liste des tableaux

<b>N° tableaux</b>	<b>Titre</b>	<b>N° page</b>
01	Caractéristiques environnementales des stations d'étude.	12
02	Répartition des Plécoptères dans les stations (les nombres indiquent l'abondance moyenne par 0.09 m <sup>2</sup> ).	20
03	Caractéristiques environnementales des 16 stations étudiées.	31
04	Matrice de corrélation entre variables environnementales (N = 16, P<0,05) (En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil alpha=0,05 (test bilatéral))	32

### Liste des photos

<b>N° photo</b>	<b>Titre</b>	<b>N° page</b>
01	Adulte de Plécoptère	18
02	Larve de Plécoptère	18



Sommaire

# Table des matières

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Milieu d'étude et Méthodes</b>	
1- Caractéristiques générales du milieu d'étude.....	2
1-1- Aperçu géographique.....	2
1-2- Cadre géologique.....	2
1-3- Climatologie.....	4
1-3-1- Températures de l'air.....	4
1-3-2- Les précipitations.....	5
1-4- La végétation.....	6
1-5- Perturbations anthropiques.....	6
2- Sites et méthodes d'études.....	7
2-1- Description des cours d'eau et des stations d'étude.....	7
2-1-1- Description des cours d'eau.....	9
2-1-1-1- Sous-bassin de l'Oued Boubhir.....	9
2-1-1-2- Sous-bassin de l'Oued Aissi.....	9
2-1-2- Caractéristiques environnementales des stations d'étude.....	11
2-2- Caractéristiques physiques des stations.....	12
2-2-1- Pente.....	12
2-2-2- Vitesse du courant.....	13
2-2-3- Substrat.....	13
2-2-4- Température de l'eau.....	13
2-3- Matériel et méthodes d'étude de la faune benthique.....	14
2-3-1- Techniques d'échantillonnages.....	14
2-3-2- Méthodes d'analyses du peuplement plécoptérologique.....	15
2-3-2-1- La richesse taxonomique, abondance et occurrence des espèces.....	15
2-3-2-2- Traitement statistique des données.....	16
2-3-2-3- Logiciels de calcul.....	16
<b>Chapitre II : Faune.</b>	
1- Généralités sur les Plécoptères.....	18
1-1- Description.....	18
1-2- Biologie et écologie des Plécoptères.....	19
2- Analyse du peuplement.....	19

2-1- Richesse taxonomique.....	21
2-2- Abondance et fréquence des espèces.....	22
2-3- Limites altitudinales des espèces.....	23
2-4- Autoécologie des espèces.....	24
2-5- Considération biogéographique.....	30
3- Structure de la faune.....	30
4- Discussion.....	37
<b>Conclusion.....</b>	<b>39</b>

**Références bibliographiques**

**Annexes**



Introduction

## Introduction

---

L'eau douce sur terre est devenue de plus en plus rare et ceci touche sa qualité plus que sa quantité. Tous les organismes vivants dans les eaux douces sont contraints à s'adapter aux changements de la physico-chimie de l'eau ou disparaître et ainsi réduire la diversité biologique des systèmes aquatiques continentaux.

Les études de la faune macroinvertébrée benthique des cours d'eau d'Afrique du Nord en général et l'Algérie en particulier a été entreprise ces dernières décennies afin de dresser un inventaire aussi exhaustif que possible et d'avoir des connaissances sur la systématique, l'écologie (facteurs de répartition des espèces, structure spatiale...) ainsi que la biogéographie.

Les Plécoptères sont très utilisés dans les études biogéographiques et écologiques, vu leur ancienneté, leur écologie, leurs habitats sédentaires et le niveau de connaissances existant sur leur phylogénie (Zwick, 1980). En effet, 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), Berthélemy (1973), Giudicelli et Dakki (1984), Tayoub (1986), Azzouz et Sánchez-Ortega (1992, 1994), Azzouz (1996) et Sánchez-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).

En Tunisie : Berthélemy (1973), Pardo et Zwick (1993), Bejaoui (1997), Vinçon et Pardo (1998), Bejaoui *et al.* (2003) et Bejaoui et Boumaïza (2004, 2010).

Le présent travail constitue une étude hydrobiologique sur les Plécoptères des cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura. Les données faunistiques recueillies 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.

Sur le plan biogéographique, ce travail vise à compléter et à approfondir les connaissances sur les relations qui peuvent exister entre la faune régionale et celles des régions voisines.

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

- le premier chapitre résume les caractéristiques générales du milieu d'étude (géographie, géologie, climat, végétation et impacts anthropiques) et les méthodes d'étude.
- Le deuxième chapitre est consacré à l'étude de la faune : analyse faunistique, écologique, biogéographique et structure du peuplement.



# Chapitre 1

## Milieu d'étude et Méthodes

Ce chapitre est composé de deux parties. La première est consacrée aux caractéristiques générales du milieu d'étude, la deuxième partie décrit les sites d'étude, les caractéristiques physiques des stations et les méthodes d'étude.

### 1- Caractéristiques générales du milieu d'étude

#### 1-1- Aperçue géographique

Le massif Kabyle constitue la composante principale de l'Atlas Tellien en bordure de la mer méditerranéenne. Il est situé 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. Il s'étend depuis les sommets du massif, principalement Thala Guilef, Tikjda, Tizi N'Kouilal et le col de Tirourda jusque dans les piémonts et plaines de Tizi-Ouzou (Vallée du Sébaou). Il est compris entre 36° 22' et 36° 55' de latitude Nord (figure 1).

Sur l'ensemble des cours d'eau de la Kabylie de Djurdjura, notre intérêt s'est porté principalement sur deux sous bassins versants : le sous bassin de l'Oued Boubhir et le sous bassin de l'Oued Aissi qui draine les écoulements du flanc nord de la dorsale médiane du Djurdjura, depuis la main des Juif (Thaltat) et le col de Tirourda jusqu'à l'Oued Sébaou.

#### 1-2- Cadre géologique

Le massif du Djurdjura fait partie des chaînes telliennes du littoral méditerranéen. Il est constitué par un ensemble sédimentaire allant du Paléozoïque supérieur au Cénozoïque (Abdesselam, 1987). La dorsale kabyle marque la limite entre les zones internes et externes de la chaîne. Elle est encadrée par le socle cristallophyllien au nord qui la chevauche, et les flyschs crétacés au sud, qu'elle chevauche (Durand-Delga, 1969).

La structure géologique générale du massif du Djurdjura correspond selon Flandrin, (1952) et Flandrin et *al.* (1952) à un empilement d'écaillés fortement redressés et à vergence sud. L'ensemble de la structure, qui s'abaisse progressivement d'est en ouest, s'ennoie sous les formations molassiques nummulitiques à partir du méridien de Tala Guilef.

**✚ La Chaîne calcaire du Djurdjura :** les calcaires massifs du Djurdjura sont très épais et appartiennent au lias inférieur et à l'Eocène. Ils sont remarquablement développés et fortement karstifiés. Ils constituent les principaux aquifères du massif (Abdesselam et *al.*, 2000).

**✚ Le socle métamorphique :** la formation définitive du socle métamorphique remonte à l'Eocène, avec une accentuation du relief au Miocène. La chaîne s'étale sur 50 km sous forme de crête étroite orientée est-ouest émettant des rameaux vers le sud. Selon Yakoub (1996), Ce socle est représenté par divers formations cristallophylliennes : les orthogénéis inférieures, les marbres, les micaschistes, les orthogénéis supérieures et les schistes. De par sa topographie, ce socle favorise la convergence des eaux de pluie vers les principaux affluents des Oueds.

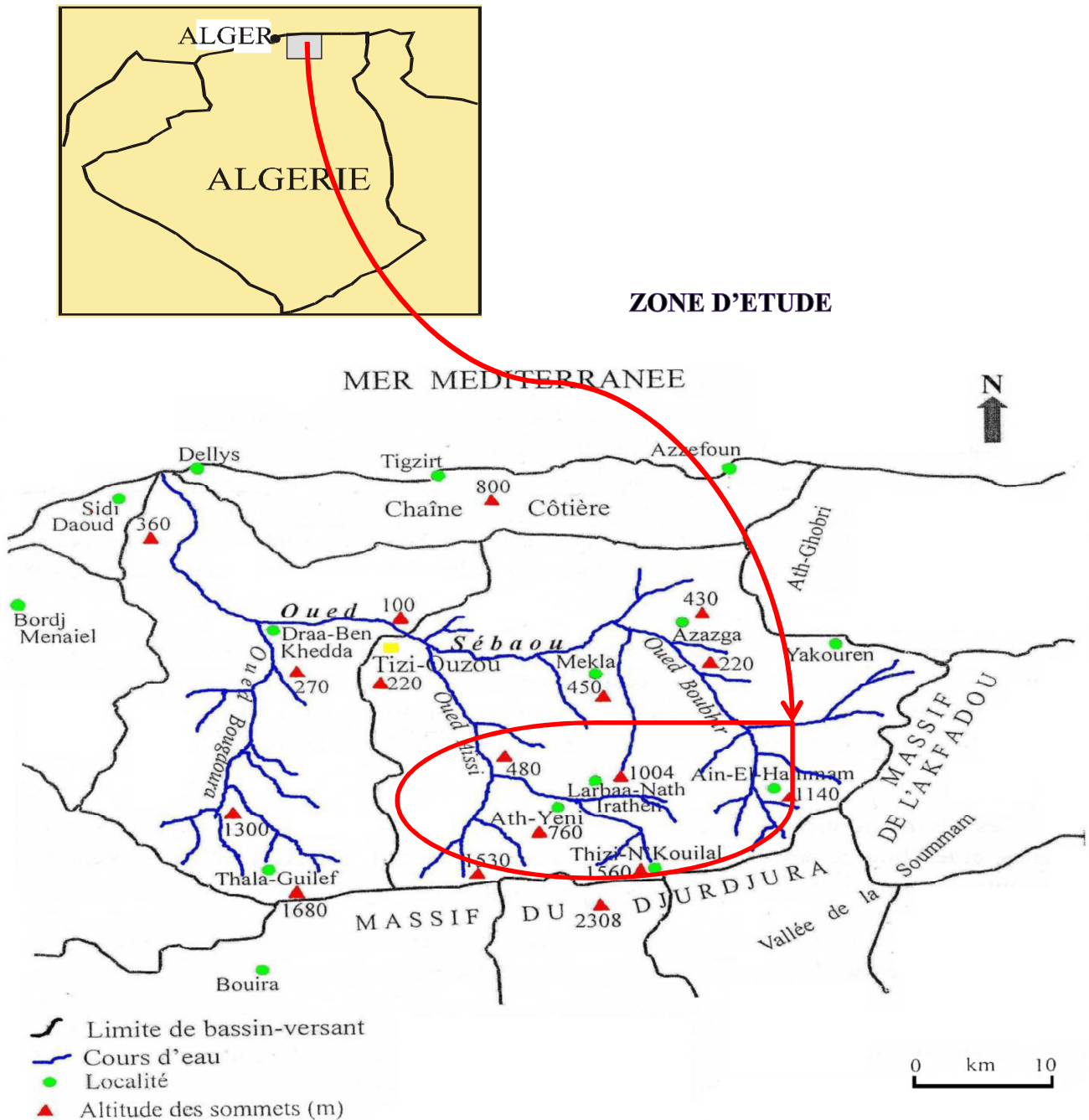


Figure 1 : Situation géographique de la région d'étude (source : Lounaci, 2005).

### 1-3- Climatologie

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution des êtres vivants (Faurie et *al.*, 1980).

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

#### 1-3-1- Températures de l'air

La température est le facteur climatique le plus important. En effet, chaque espèce ne peut vivre que dans un certain intervalle de température (Dreux, 1980). Selon Ramade (1984), la température représente un facteur limitant car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère.

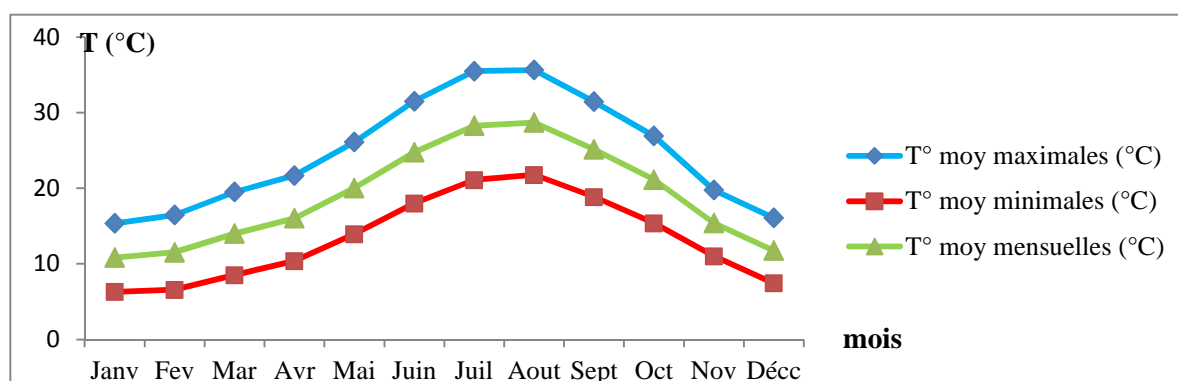
Les valeurs de températures enregistrées au niveau de Tizi-Ouzou entre 1990 et 2014 sont mentionnées dans l'Annexe 1. Ces données sont fournies par l'office national de la météorologie de Tizi-Ouzou (O.N.M).

La température moyenne annuelle à Tizi-Ouzou est de 19 °C. La figure 2 montre que :

- les mois de juillet et août sont les mois les plus chauds de l'année et qui correspondent à la période estivale avec des températures moyennes respectives de 28.29 °C et 28.71 °C et des maxima de 35.49 °C et 35.65 °C.
- Les mois de janvier et février sont les mois les plus froids correspondent à la période hivernale. Leurs moyennes mensuelles enregistrées sont respectivement de 11.76 °C, 10.84 °C et 11.53 °C avec des minima de 6.31 °C et 6.59 °C.

Une des caractéristiques thermiques de la région d'étude est l'écart élevé entre les moyennes des minimas (m) du mois le plus froid (Janvier : m = 6,31 °C) et des maximas (M) des mois les plus chauds (Août : M = 35,65 °C).

La figure 3 nous illustre les variations moyennes mensuelles des précipitations à certaines localités de la Kabylie du Djurdjura.

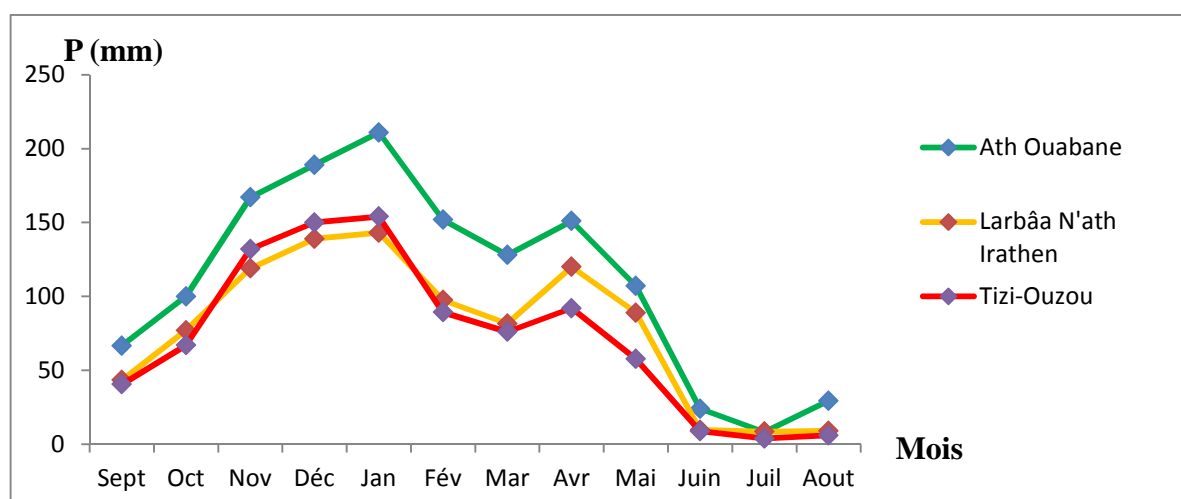


**Figure 2 :** Températures moyennes mensuelles de l'air (moyennes, maximales, minimales) enregistrées à Tizi-Ouzou : période 1990 - 2014 (Source : O.N.M de Tizi-Ouzou).

### 1-3-2- Les précipitations

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres (Ramade, 1984). L'eau est essentielle dans la vie, elle exerce son influence sur la vitesse de développement des animaux, sur leurs répartitions dans les biotopes et sur la densité de leurs populations (Dajoz, 1971). Dans les pays méditerranéens la presque totalité des pluies, depuis l'automne jusqu'au printemps, l'été étant sec (Emberger, 1971).

Les valeurs moyennes des précipitations enregistrées dans les localités environnantes de la région d'étude (Ath Ouabane, Larbâa N'ath Irathen et Tizi-Ouzou), exprimées en mm sont présentées dans l'Annexe 2. Elles nous ont été fournies par l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (A.N.R.H) de Tizi-Ouzou.



**Figure 3 :** Précipitations moyennes mensuelles (en mm) à certaines localités de la région d'étude : période 1990 - 2014 (Source : A.N.R.H de Tizi-Ouzou).

Dans la région d'Ath Ouabane (alt. 960 m), les précipitations sont élevées. La moyenne annuelle est de 1053,3 mm. A Larbâa Nath Irathen, elles sont de 937 mm et à Tizi-Ouzou de 877,2 mm.

Les précipitations les plus importantes s'observent d'octobre à avril (plus de 80 % de total pluviométrique), avec deux pics :

- décembre et janvier avec respectivement 159.33 mm et 169.33 mm ;
- avril avec 121 mm.

Ces précipitations diminuent ensuite progressivement pour atteindre des valeurs de l'ordre de 6.86 mm en juillet et 14.8 mm en aout puis reprennent en septembre.

### 1-4- La végétation

Le couvert végétal influe sur les écoulements superficiels. La résistance à l'écoulement de l'eau est d'autant plus grande que le couvert végétal est plus dense. De plus, la végétation empêche le réchauffement excessif des eaux en été et joue un rôle important dans la répartition de la faune benthique (Lounaci, 2005).

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, le couvert végétal est réparti sous forme d'une mosaïque assez complexe :

❖ aux altitudes > à 1100 m, les sommets sont dénudés ou peu couverts de végétation. La végétation est généralement représentée par des pelouses écorchées à xérophytes épineux et rampants : ronces (*Rubus sp*), genets (*Genista sp*) et quelques pieds de cèdres (*Cedrus atlantica*) épars ;

❖ Aux altitudes 1100 – 800 m, c'est le domaine des forêts de chêne vert (*Quercus rotundifolia*), de chêne liège (*Q. suber*) et de frêne (*Fraxinus sp*). Ce sont des feuillus qui empêchent le réchauffement de l'eau en été ;

❖ aux altitudes < à 800 m, on rencontre des arbres du domaine agricole (cultures fruitières) comme l'olivier (*Olea europea*), le figuier (*Ficus carica*), le grenadier (*Punica granatum*) et le cerisier (*Prunus cerasus*).

❖ plus en aval, aux altitudes inférieures à 300 m près des cours d'eau, la végétation est relativement clairsemée. Elle est représentée par des maquis denses à dominance de cyste (*Cistus monpelienensis*), l'aulne (*Alnus glutinosa*), l'if (*Taxus baccata*), le houx (*Ilex aquifolium*), le peuplier noir (*Populus nigra*), la bruyère (*Erica arborea*), le roseau (*Phragmites sp*), le merisier (*Cruvius avium*), le laurier rose (*Nerium oleander*), le lentisque (*pistacia lentiscus*), l'olivier sauvage (*Olea europea oleaster*) et l'Eucalyptus (*Eucalyptus sp*).

❖ quant à la végétation aquatique, elle est abondante dans les cours moyens et inférieurs des cours d'eau. Elle est composée de mousses, d'algues filamenteuses et de macrophytes.

### 1-1-5- Perturbations anthropiques

Les cours d'eau ont toujours été les milieux de déversement des déchets de l'homme, mais par leur capacité d'autoépuration, ils arrivent à retrouver leur état initial.

L'Oued Sébaou figure parmi les cours d'eau les plus pollués de la Kabylie du Djurdjura. Le long de son parcours, il reçoit tous les effluents urbains, industriels et même ceux qui proviennent de l'agriculture.

Ces rejets causent de graves problèmes pour les écosystèmes d'eau courante, en raison de l'insuffisance des ressources en eau par leur surexploitation au profit de l'homme et en raison de la dégradation des conditions de vie dans ces milieux naturels.

### 2- Sites et méthodes d'études

#### 2-1- Description des cours d'eau et des stations d'étude

Dans le cadre de ce travail, notre intérêt s'est porté sur les cours d'eau des sous bassins de l'Oued Boubhir et l'Oued Aissi, principaux affluents de l'Oued Sébaou qui drainent les écoulements du flanc nord du Djurdjura.

La couverture au 1/50 000<sup>ème</sup> permet de décrire un chevelu hydrographique très dense et caractérisé avec un drainage important.

Parmi les stations prospectées, 14 ont été retenues dans le cadre de ce travail. Le choix a été effectué en tenant compte de certains paramètres environnementaux (se conférer au tableau 1, page 12).

Les stations retenues pour cette étude sont réparties comme suit :

##### **Le sous bassin de l'Oued Boubhir :**

- 1 station sur Assif Illilthen AI ;
- 1 station sur Assif Tirourda TR ;
- 1 station sur Assif n'Ath Atsou AA ;

##### **Le sous bassin de l'Oued Aissi :**

- 2 stations sur Assif Djemâa D1 et D2 ;
- 1 station sur Assif El Hammam AO ;
- 1 station sur Thassif n' Tizi N' Kouilal TK1 ;
- 2 stations sur Assif n'Ath Agad A1, A2 ;
- 3 stations sur Assif Larbâa A3, A4, A5 ;
- 2 stations sur Assif Agouni Guehrane O1 et O2.

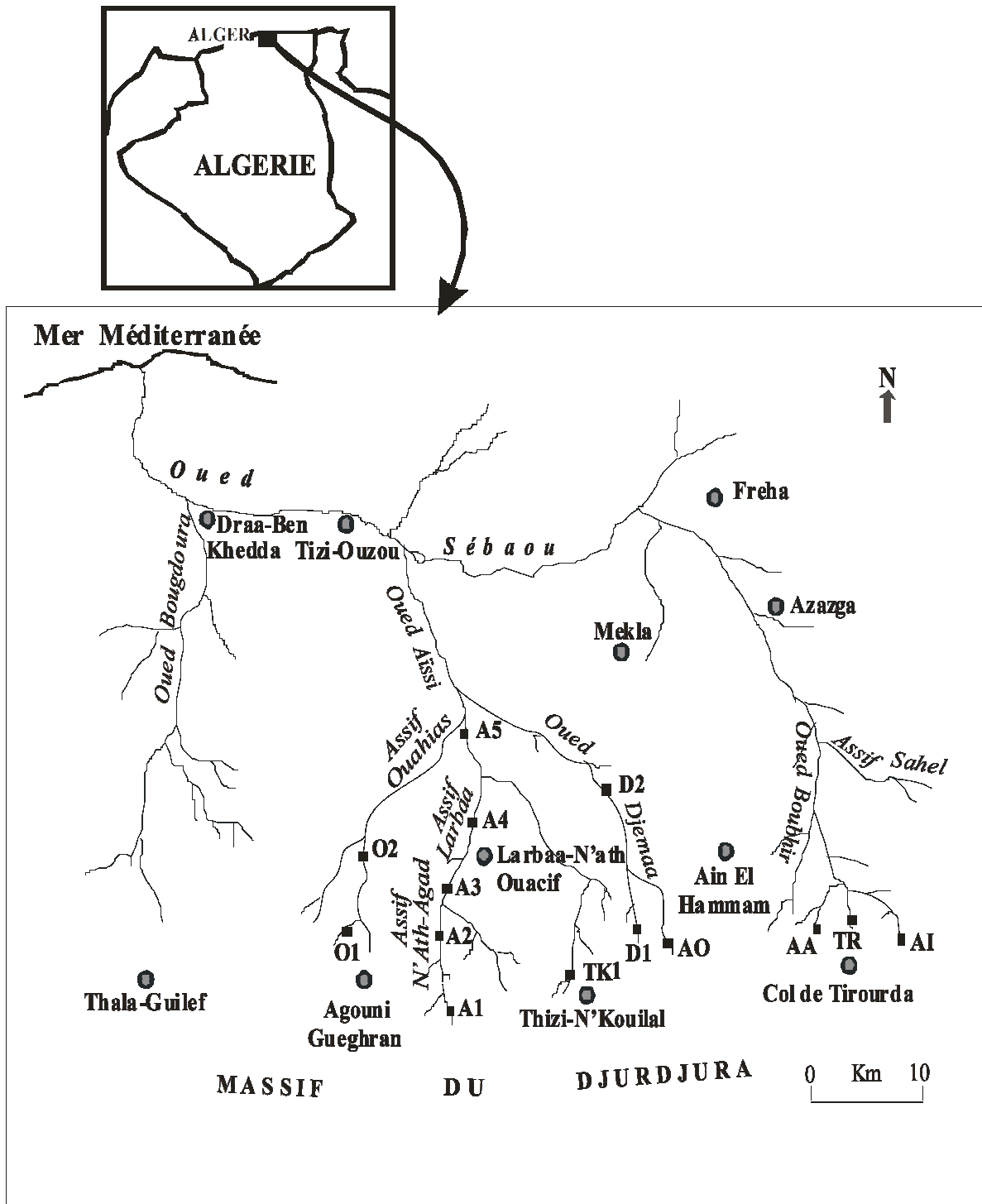
Les stations retenues à cet effet sont indiquées par des carrés sur la figure 4. Elles sont représentées par des abréviations portant la dénomination du cours d'eau sur lequel elles se trouvent.

Pour chaque station nous indiquons (tableau 1).

- l'altitude ;
- la pente à la station ;
- la distance à la source ;
- la largeur du lit (section mouillée) ;
- la profondeur de la lame d'eau ;
- la température de l'eau (maximale et minimale) ;
- la vitesse du courant selon la classification du berg ;

## Chapitre I : Milieu d'étude et Méthodes

- la nature du substrat ;
- la végétation bordante et aquatique, lorsqu'il en a ;
- la présence ou absence de matière organique.



**Figure 4 :** Carte d'Algérie et localisation des cours d'eau étudiés et les 14 stations d'échantillonnages (source : Lounaci, 2005).

### 2-1-1- Description des cours d'eau

#### 2-1-1-1- Sous-bassin de l'Oued Boubhir

L'Oued Boubhir est le principal affluent de l'Oued Sébaou. Il collecte l'ensemble des écoulements en provenance des cours d'eau de montagne qui drainent les pentes septentrionales du Djurdjura depuis le col de Tirourda, les pentes méridionales d'Ain El Hammam et de Larbâa Nath Irathen jusqu'à Fréha.

Trois secteurs hydrographiques ont retenu notre attention: Assif Illilthen, Assif Tirourda et Assif n'Ath Atsou.

##### A- Assif Illilthen

Cours d'eau de montagne de dimension réduite, prend naissance à 1500 m d'altitude à partir de sources et des ruisselets alimentés par les eaux de pluies et de fonte de neige du col de Tirourda. Doté d'une pente moyenne de l'ordre de 11%, il coule en orientation sud-nord sur une distance d'environ de 7 Km entre 1300 et 500 m d'altitude avant de se jeter dans l'Assif Ouhalil (affluent principal de l'Oued Boubhir).

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

##### B- Assif Tirourda

Torrent de montagne, il prend naissance au pied du col de Tirourda, alimentés par les eaux de pluies et de fonte de neige et des nombreuses sources. Doté d'une pente moyenne de l'ordre de 16%, il coule en orientation sud-nord sur une distance d'environ de 5 Km entre 1700 et 900 m d'altitude avant de se jeter dans l'Assif Iferhounene.

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

##### C- Assif n'Ath Atsou

Il est le type même de cours d'eau de haute montagne. Il prend naissance au pied du col dit " Azrou N"Thor" à partir des sources et des petits ruisseaux alimentés par les eaux de pluies et de fonte des neiges. De pente moyenne de 9 %, il coule en orientation Sud-Nord entre 1400 et 900 m sur une distance de 6 Km. Il borde le village d'Ath Atsou avant de rejoindre Assif Iferhounene.

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

#### 2-1-1-2- Sous-bassin de l'Oued Aissi

L'oued Aissi est le second affluent de l'Oued Sébaou. Il draine les écoulements du flanc Nord de la dorsale médiane du Djurdjura depuis la main du Juif (Thaltat) et d'Ath Djemâa (Ouadhias).

Trois secteurs hydrographiques ont retenu notre attention: Assif Djemaâ, Assif Larbâa et Assif Bouadou (Ouadhias).

##### A- Assif Djemâa

Principal affluent de l'Oued Aissi, il prend naissance dans la région sud-ouest d'Ain El Hammam. Il draine l'ensemble des écoulements du flanc Nord de la dorsale méridionale du

Djurdjura depuis Ain El Hammam et Ath Ouabane avant de se jeter dans l'Oued Aissi à 500 m en aval du lieu-dit « Thakhoukht ». Sa pente moyenne est de l'ordre de 5 % et la largeur de son lit peut atteindre 10 m par endroit. L'importance de son débit est dû aux écoulements d'Assif El Hammam (Ath Ouabane) et de Thahemalt Boudhrar auxquelles s'ajoute l'apport de nombreux ruisseaux drainant le massif Ain El Hammam.

- **Thahemalt Boudhrar** : torrent de montagne issue d'une source appelée « Thahemalt Boudhrar » à 1100 m d'altitude. De pente moyenne de l'ordre de 10 %, il coule en orientation sud-nord, sur une distance de 3 km, entre 1100 m et 900 m d'altitude avant de se jeter dans Assif Djemâa.

Une seule station est retenue sur ce cours d'eau : station D1.

- **Assif El Hammam** : Il est le type même de cours d'eau de montagne qui, en période de hautes eaux, cascade dans les creux des montagnes. Il prend naissance à partir de sources localisées à Ath Ouabane et Ath Alaoua. Doté d'une pente moyenne de l'ordre de 7 %, il coule en orientation sud-nord sur une distance de 13,5 km entre 1700 m et 400 m d'altitude avant de se jeter dans Assif Djemâa.

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

- **Assif djemaâ (s.s)** : affluent de l'Oued Aissi, il constitue le prolongement de Thahemalt Boudhrar. Il coule en orientation sud-nord entre 1100 m et 220 m d'altitude, sur une distance d'environ 20 km avant de se jeter dans l'Oued Aissi à 200 m en aval du lieu dit « Thakhoukhth ».

Une seule station est retenue sur ce cours d'eau : station D2.

### B- Assif Larbâa

Second affluent de l'Oued Aissi, il collecte l'ensemble des écoulements en provenance du flanc Nord de la dorsale médiane du Djurdjura depuis la main de Juif et le col de Tizi n'Kouilal jusqu'au lieu dit « Thakhoukhth ». Sa partie amont est connue sous le nom d'Assif Ath Agad et sa partie aval, d'Assif Larbâa.

- **Assif n'Ath Agad** : torrent de montagne, il 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 500 m d'altitude, avant de se jeter dans Assif Larbâa.

Deux stations sont retenues sur ce cours d'eau : stations A1 et A2.

- **Assif Larbâa (S.S)** : il constitue le prolongement de l'Assif Ath Agad à environ 1 km en amont de la ville des Ouacifs. Il coule en orientation sud-nord sur une distance de 20 km entre 450 m et 180 m d'altitude. Sa pente moyenne est de l'ordre de 1,5 % et la largeur de son lit dépasse par endroit 20 m.

Trois stations sont retenues sur ce cours d'eau : A3, A4 et A5.

- **Thassifth n'Tizi n'Kouilal** : c'est un ruisseau de haute montagne de dimensions très réduites (largeur du lit mineur inférieure à 1 m). Il prend naissance à partir des sources et des

petits ruisseaux alimentés par les eaux de pluies et de fonte de neige du col de Tizi-n'Kouilal. Il coule en orientation sud-nord, sur une distance d'environ 3 km entre 1750 et 600 m d'altitude et sa pente moyenne est de 38 %.

Une station est retenue sur ce cours d'eau : TK1.

### **C- Assif d'Ath Bouadou**

Il prend naissance dans le Djebel Ath Bouadou (Djurdjura) à 1500 m d'altitude à partir des sources et des ruisseaux alimentés par les eaux de pluies et de fonte de neige. Il draine les écoulements en provenance d'Agouni Gueghrane et Ath Djemâa. Il coule en orientation sud/nord-est sur une distance de 24 km entre 1500 et 200 m d'altitude avant de rejoindre Assif Larbâa au lieu dit « Thakhoukhth ». Sa pente moyenne est de l'ordre de 4,5 %, sa largeur peut atteindre par endroit 10 m.

- **Assif Agouni Gueghrane** : cours d'eau de montagne, il prend naissance à 1250 m d'altitude. Il collecte l'ensemble des écoulements en provenance de Djebel Agouni Gueghrane. Doté d'une forte pente (11,5 %), il coule en orientation sud /nord-est sur une distance 16 Km entre 1250 m et 380 m d'altitude, avant de rejoindre Assif d'Ath Bouaddou au lieu-dit "Thamda Erahma".

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

### **2-1-2- Caractéristiques environnementales des stations d'étude**

La description des cours d'eau intéresse principalement les 14 stations retenues. Le tableau 1 apporte une description complète des stations. Celle-ci comporte les caractéristiques environnementales.

**Tableau 1** : Caractéristiques environnementales des stations d'étude.

Alt : Altitude (m) ; pente (%) ; Diss : Distance à la source (km) ; Larg : Largeur du cours d'eau (m) ; Prof : Profondeur moyenne (cm) ; Vite : Vitesse du courant [4 classes, de lent (1) à très rapide (4)] ; Tmax : Température maximale (°C) ; Tmin : Température minimale (°C) ; Ripi : Ripsisylve [4 classes, de rare (1) à très abondante (4)] ; Vaq : Végétation aquatique [4 classes, d'absente (0) à très abondante (3)] ; GG : Galets-: Gravier (%) ; SL : Sables et Limons (%) ; Mato : Matières organiques

paramètres stations	Alt	Pent	Diss	Larg	Prof	Vite	Tmax	Tmin	Ripi	Vaqu	GG	SL	Mato
<b>AI</b>	1010	16	1	1	20	3	16	4	4	1	80	20	0
<b>TR</b>	1120	15	0.5	1.5	30	4	10	4	4	0	80	20	0
<b>AA</b>	1080	20	0.5	1	15	4	14	5	3	1	80	20	0
<b>D1</b>	900	10	0.5	1	20	3	14	3	3	1	60	40	0
<b>D2</b>	350	2.5	8	2	30	3	16	5	3	1	70	20	10
<b>AO</b>	940	13	0.8	1.5	20	4	12	3	4	1	90	10	0
<b>TK1</b>	1300	38	0.5	0.5	10	3	12	3	2	0	80	20	0
<b>A1</b>	920	10	0.5	1	20	3	14	8	4	2	100	0	0
<b>A2</b>	480	10	3	1.5	20	3	16	9	4	2	90	10	0
<b>A3</b>	380	2.5	4.5	4	30	3	28	11	0	2	70	30	0
<b>A4</b>	300	1.5	11	5	30	3	27	11	2	3	70	20	10
<b>A5</b>	200	1.4	20	8	30	3	27	11	2	3	70	20	10
<b>O1</b>	1040	19.5	0.8	1	15	3	14	10	1	0	100	0	0
<b>O2</b>	600	11	13	3.5	30	3	20	11	3	1	65	20	15

### 2-2- Caractéristiques physiques des stations

#### 2-2-1- Pente

La pente est un facteur important dans les études hydrobiologiques. Elle joue un rôle sur la vitesse du courant et la taille du substrat, ainsi que dans la distribution de la faune benthique.

En tenant compte de la longueur des cours d'eau étudiés et la grande différence d'altitude entre les ruisseaux et les secteurs de piémont et de basse altitude, nous observons d'importantes variations de pente (Annexe 3).

- Les secteurs les plus pentus correspondent aux cours d'eau d'altitude (900 - 1300 m) où les pentes varient de 10% à 38% : secteurs des stations AI, TR, AA, D1, AO, TK1, A1 et O1.
- Dans les zones de moyennes altitudes (400 - 600 m), les pentes sont de l'ordre de 10 % : secteurs des stations A2 et O2.
- Dans les zones de piémonts et de basses altitudes (200 - 400 m), les pentes varient entre 1.4 % et 3 % : secteurs des stations A3, A4, A5 et D2.

### 2-2-2- Vitesse du courant

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

Les cours d'eau étudiés sont caractérisés par un régime hydrologique présentant de grandes fluctuations du débit. Les crues sont violentes et les étiages prononcés.

La vitesse du courant des cours d'eau étudiés varie d'une station à l'autre. Elle fluctue de rapide à modéré selon l'échelle de Berg :

- Vitesse très lente : inférieur à 0,1 m/s ;
- Vitesse lente : 0,1 à 0,25 m/s ;
- Vitesse moyenne : 0,25 à 0,50 m/s ;
- Vitesse rapide : 0,50 à 1 m/s ;
- Vitesse très rapide : Supérieur à 1 m/s.

Les valeurs moyennes stationnelle relevées sont portées en Annexe 4.

### 2-2-3- Substrat

Le substrat joue un rôle important dans la répartition de la faune benthique, car il lui confère un habitat, un abris et un support de ponte pour la faune qui y vit. Sa structure dépend de la force du courant, de la pente et du débit. Elle affecte ainsi la distribution des espèces, la densité et la richesse des populations benthiques.

Les cours d'eau étudiés présentent une grande variété d'habitats. La granulométrie est assez hétérogène, elle est composée principalement de rochers, de galets, de sable et de limons. Les mousses et les végétaux considérés comme abris, support inerte et comme ressource trophique.

Dans les stations les plus pentues, le substrat est à dominance de gros galets et de graviers ; cas des stations TK1 et TR. En piémont et basse altitude, le substrat est plus hétérogène : galets, graviers, sable, limons avec la présence de matière organique et de végétation aquatique (Annexe 5).

### 2-2-4- Température de l'eau

La température de l'eau est un facteur vital et déterminant de la survie de la faune aquatique. Elle joue un rôle fondamental dans le développement et le cycle biologique de la faune aquatique.

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.

Les valeurs de températures relevées sont données ici à titre indicatif (Annexe 6).

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

**Le groupe 1** à amplitude thermique faible (6 – 12 °C), renferme les stations des ruisseaux et des torrents de montagne (TK1, TR, AA, O1, AI, D1, AO et A1), ainsi que la station D2 à ombrage très important. 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 rapide et un ombrage assez dense.

**Le groupe 2** à amplitude thermique de l'ordre de 16 °C, renferme des cours d'eau de piémont et de basse altitude (A3, A4, A5) et une station de moyenne montagne (O2) dont les températures maximales varient entre 20 et 28 °C. En effet l'insolation au niveau des piémonts, et basse altitude et l'absence d'ombrage (sauf pour la station O2) le long des cours d'eau sont à l'origine de ces fortes températures.

### 2-3- Matériel et méthodes d'étude de la faune benthique

#### 2-3-1- Techniques d'échantillonnage

- **Echantillonnage benthique**

Les récoltes de macroinvertébrés ont été réalisées au cours d'une seule campagne (fin avril-début mai), période qui semble être propice au développement de la faune benthique.

L'échantillonnage a été réalisé à l'aide d'un échantillonneur de type « Surber » d'ouverture circulaire de 30 cm de diamètre et de 275 µm de vide de mailles. Ce dernier est placé sur le fond du lit, l'ouverture face au courant. Le substrat se trouvant dans la surface d'échantillonnage est lavé, récupérant ainsi les larves, les nymphes et les adultes dans le filet. Les formes solidement fixées, sont détachées à l'aide d'une pince et la faune interstitielle est récupérée par un raclage du fond du lit, le courant entraîne ainsi les organismes dans le filet.

- **Chasse d'adulte**

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

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

- **Conservation des échantillons**

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

- **Tri et détermination**

Au laboratoire, le contenu des sachets es lavé et débarrassé des éléments grossier (plantes, graviers, feuilles, sable...) et le maximum de substrat fin sur une série de tamis (maille: 5 mm, 1 mm, 0,2 mm). Le contenu des tamis est ensuite versé dans un bac, puis transvasé et homogénéisé dans des béchers de 250 CC.

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

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

Les Plécoptères récoltés, séparés du reste de la faune macroinvertébrés sont, identifiés jusqu'au genre ou à l'espèce à l'aide de clés d'identification disponible (Tachet et *al.*, 1980 ; 2000).

Vu les conditions de milieu non favorables pour effectuer plusieurs campagnes de récoltes, nous nous sommes référés aux bases de données (listes faunistiques, caractéristiques des stations) du laboratoire « Ecosystèmes Aquatiques, Continentaux » de la faculté de l'U.M.M.T.O.

### 2-3-2- Méthodes d'analyses du peuplement plécoptérologique

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

La mesure de la richesse taxonomique, de l'abondance et de l'occurrence sont utiles pour la caractérisation d'un peuplement (Barbault, 1995). Ces indices ont pour intérêt de rendre compte de l'abondance relative de chaque espèce, de comparer entre des peuplements et comment ceux-ci évoluent dans l'espace et dans le temps (Dajoz, 1985).

#### 2-3-2-1- La richesse taxonomique, abondance et occurrence des espèces

L'étape de base dans l'étude des communautés consiste à obtenir la richesse spécifique ou taxonomique, c'est-à dire le nombre total d'espèces effectivement présents sur un site à un moment donné (Boulunier et *al.*, 1998 ; Ramade, 2003). La richesse spécifique est fréquemment utilisée comme une variable reflétant l'étape d'un système et intervient souvent dans les efforts de gestion et de conservation de la biodiversité.

- **Abondance des espèces**

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

Elle est calculée avec la formule suivante :

$$P_i = n_i / N * 100$$

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

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

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

### • Occurrence des espèces

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

Elle est calculée par la formule :

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

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

$P$  = nombre total de prélèvements.

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

- $C = 100\%$             Espèce omniprésente
- $C \in ] 100 - 75]$     Espèce constante
- $C \in ] 75 - 50]$             Espèce fréquente
- $C \in ] 25 - 5]$             Espèce accessoire
- $C < 5 \%$             Espèce rare

### 2-3-2-2- Traitement statistique des données

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

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

L'AFC est une méthode d'ordination couramment utilisée dans les études biologiques. Son but est de donner la meilleure représentation simultanée des groupements de variables, permettant d'obtenir une correspondance entre groupes d'espèces et groupes de stations.

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

Le test de Pearson (Corrélation 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).

### **2-3-2-3- Logiciels de calcul**

Les logiciels 'Statistica 6.4' et 'Stat Box 6' permettent de réaliser diverses analyses factorielles (ACP, AFC, CAH), ainsi que leurs représentations graphiques. Les données sont gérées à partir du logiciel Microsoft Excel regroupant les données des sorties effectuées sur terrain.



# Chapitre 2

## Faune

### 1- Généralités sur les Plécoptères

L'ordre des Plécoptères, connu depuis le Permien, regroupe 2 000 espèces d'insectes hémimétaboles ressemblant beaucoup aux Éphéméroptères (Doari, 2006).

#### 1-1- Description

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).

#### ❖ L'adulte

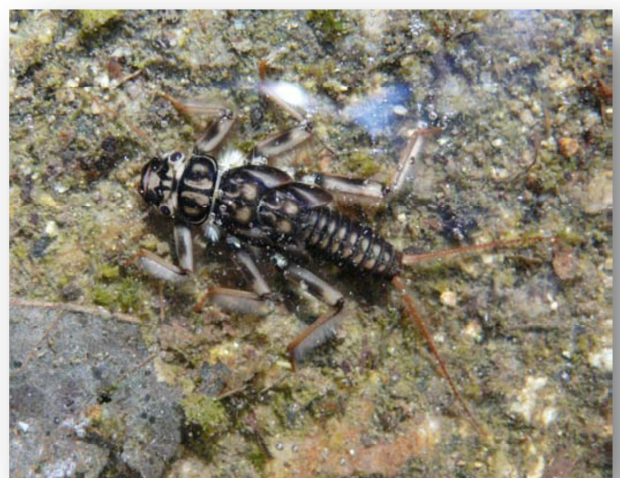
L'adulte arbore deux paires d'ailes disposées chacune au niveau du deuxième et troisième segment thoracique appelés respectivement mésothorax et métathorax (Ruffoni, 2009). Leur tête globuleuse leur a valu leur nom français de Perles. Deux longues antennes multiarticulées, 3 ocelles, des pièces buccales très réduites, un corps allongé assez mou et une paire de cerques caractérisent les imagos. Leur taille va de 3,5 à 30 cm (Photo 1). Les Perles volent mal, ne s'éloignent pas de l'eau, se sauvent plutôt en courant. Elles sont vus souvent posés sur une pierre – d'où leur autre nom de "mouche de pierre" (Doari, 2006).



**Photo 1 :** Adulte de Plécoptère (Deori, 2006).

#### ❖ La larve

La larve est aquatique. Elle est très semblable à l'adulte. Ses pièces buccales broyeuses sont bien fonctionnelles ; le régime alimentaire est carnassier ou végétarien (algues, feuilles tombées). Elle respire l'oxygène dissout dans l'eau au travers de son tégument. Certaines espèces possèdent des branchies prosternales (sous le cou), coxales (au niveau de l'insertion des pattes sur le thorax) ou anales (à l'extrémité de l'abdomen) (Photo 2). La larve vit au fond de l'eau, sous des débris ou une pierre. Son développement achevé, elle grimpe hors de l'eau pour muer en imago (Doari, 2006).



**Photo 2 :** Larve de Plécoptère (Ruffoni, 2009).

### 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).

Selon Thomas et *al.* (2006), les larves de Plécoptères sont toutes strictement aquatiques. Chez la plupart des espèces, il y a une seule génération (espèce monovoltine), avec un cycle vital d'un an minimum (deux ans ou plus pour certaines espèces).

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).

L'accouplement, au sol, est précédé par une séance de tambourinage offerte par le mâle qui frappe son abdomen sur le support. La femelle pond dans l'eau, l'abdomen immergé, en plongée ou en vol (Doari, 2006).

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- Analyse du Peuplement

Les campagnes de récoltes réalisées sur 14 stations d'étude ont permis d'inventorier 17 taxons appartenant à 6 familles et à 11 genres dont 7 sont monospécifiques tous déjà connus d'Algérie. Les résultats sont consignés dans le tableau 2.

La famille des Nemouridae est la mieux représentée avec 3 genres et 6 espèces. Elle est suivie de Leuctridae avec 2 genres et 3 espèces. Quant aux autres familles, elles sont faiblement représentées : Capniidae (2 genres, 2 espèces), Taeniopterygidae (1 genre, 2 espèces), Perlodidae (1 genre, 1 espèce).

Ainsi, la richesse spécifique du peuplement plécoptérologique des cours d'eau étudiés ici est relativement faible comparativement à celle des pays limitrophes : Haut-Atlas 28 espèces (Bouzidi, 1989), Rif 23 espèces (Errochdi et *al.*, 2014 ; Sánchez-Ortega et Azzouz, 1998 et Errochdi et El Alami, 2008), Tunisie 18 espèces (Berthelemy, 1973 ; Boumaiza, 1994 et Bejaoui et Boumaïza, 2010).

## Chapitre II: Faune

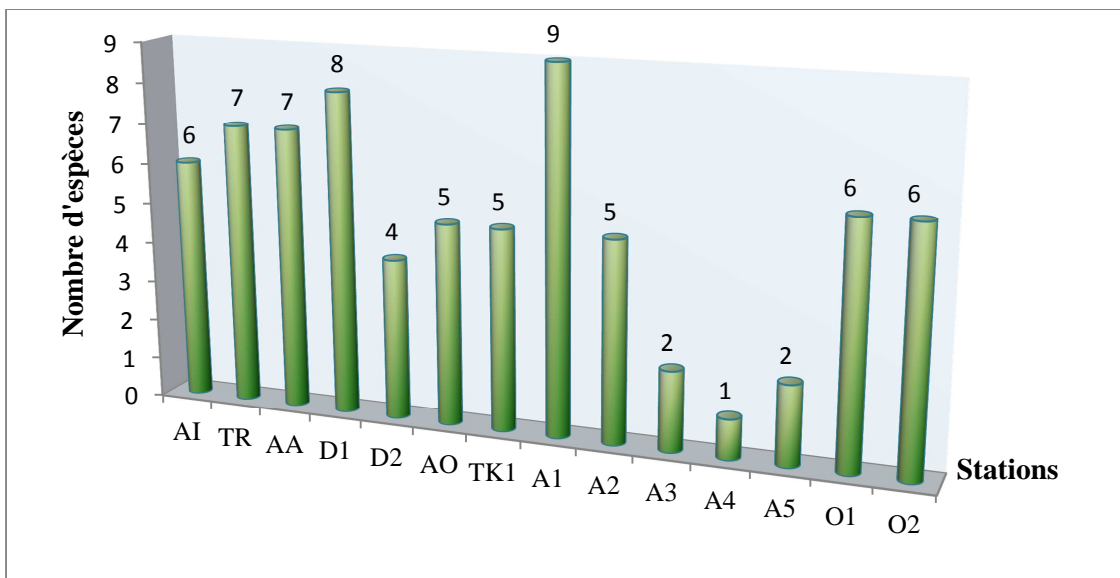
	Sous bassin Boubhir (3 stations)			Sous bassin oued Aissi (11 stations)											
	Alt (m)	1010	1120	1080	900	350	940	1300	920	480	380	300	200	1040	600
	Stations	AI	TR	AA	D1	D2	AO	TK1	A1	A2	A3	A4	A5	O1	O2
<b>PERLODIDAE</b>															
<i>Afroperlodes lecerfi</i>	<i>Afle</i>	12	28	43	17		5		3	90	3			13	65
<b>PERLIDAE</b>															
<i>Eoperla ochracea</i>	<i>Eooch</i>											20	15		
<i>Perla Cf pallida</i>	<i>Pepal</i>	57	94	100	113		43		8	10				112	20
<b>TAENIOPTERYGIDAE</b>															
<i>Brachyptera algerica</i>	<i>Bralg</i>				19										
<i>Brachyptera auberti</i>	<i>Braub</i>					3		5							
<b>NEMOURIDAE</b>															
<i>Amphinemura berthelemyi</i>	<i>Amber</i>									3					
<i>Amphinemura sp</i>	<i>Amsp</i>	24	28	13	30		3								
<i>Protonemura algerica algerica</i>	<i>Pralg</i>						15		60	70					
<i>Protonemura ruffoi</i>	<i>Prruf</i>	49	52	26		3		50	50	3					
<i>Protonemura sp</i>	<i>Prsp</i>				8	50		80						35	35
<i>Nemoura sp</i>	<i>Nesp</i>								3						
<b>CAPNIIDAE</b>															
<i>Capnionemura petitpierreae</i>	<i>Capet</i>	10	3	3	55	4		3	10					30	35
<i>Capniopsis schilleri</i>	<i>Casch</i>							3							
<b>LEUCTRIDAE</b>															
<i>Leuctra geniculata</i>	<i>Legen</i>		20	3	3				8					60	30
<i>Leuctra tunisica</i>	<i>Letun</i>								30						
<i>Leuctra sp</i>	<i>Lesp</i>	8	27	11	3		21		15		6			10	12
<i>Tyrrheno. minuta-tangerina</i>	<i>Tytan</i>												3		

**Tableau 2 :** Répartition des Plécoptères dans les stations (les nombres indiquent l'abondance moyenne par 0.09 m<sup>2</sup>)

### 2-1- Richesse taxonomique

Les études précédentes concernant les Plécoptères de Kabylie sont peu nombreuses. Sur l'Oued Aissi, Lounaci (1987) et Ait Mouloud (1988) ont recensé 9 espèces dont *Afroperlodes lecerfi*, nouvelle pour la faune d'Algérie. Lounaci-Daoudi (1996) a mentionné 9 espèces dans le réseau hydrographique du Sébaou. Lounaci et al. (2000a et b) ont établi une liste faunistique de 19 espèces dont *Brachyptera auberti*, *Capnopsis schilleri* et *Nemoura lacustris* étaient nouvelles pour l'Algérie et *Leuctra medjerdensis* et *Capnia nigra*, l'étaient encore grâce au travail de Mebarki (2001) sur le massif du Djurdjura. Lounaci et Vinçon (2005) ont fait une mise au point des connaissances des Plécoptères de Kabylie et ont dénombré 17 espèces appartenant à 7 familles et 13 genres. .

La lecture de la figure 5, relative à la richesse spécifique stationnelle montre les fluctuations au long des cours d'eau étudiés. Le nombre d'espèce varie d'une station à une autre, il fluctue entre un minimum d'une espèce récoltée à la station A4 et un maximum de 9 espèces à la station A1.



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

La richesse spécifique maximale est relevée aux stations d'altitude (alt.  $\geq 900$  m), en deçà, le nombre d'espèces diminue fortement. En effet, ce sont les cours d'eau d'altitude à température maximale peu élevée (12-16 °C) et les torrents de moyenne montagne ( $T^{\circ} \text{max} \leq 16$  °C) bordés d'une végétation dense, qui constituent les habitats privilégiés des Plécoptères. Ainsi, les stations amont des cours d'eau renferment plus de 80 % de la richesse taxonomique totale.

La richesse taxonomique maximale est observée aux stations A1, D1, TR et AA avec respectivement 9, 8, 7 et 7 espèces, et à un degré moindre aux stations AI, O1, O2, AO, TK1 et A2 (5 et 6 espèces), puis diminuent fortement sous des conditions écologiques différentes, notamment au fonction de plusieurs facteurs plus ou moins liés, comme la structure

granulométrique du fond, la ripisylve, la température de l'eau, la vitesse du courant et degré de pollution.

Les cours d'eau de piémont et de basse altitude (alt. < 400 m) où la température de l'eau est assez élevée ( $T^{\circ}$  max de l'ordre de 27 °C), les impacts humains modérés, ne constituent pas des habitats favorables au développement de ce groupe d'insectes. Ils hébergent une faune particulièrement pauvre (*Eoperla ochracea*, *Tyrrheno. minuta-tangerina*) et tolérante vis à vis de la température (station A3) et des pollutions organiques légères : cas des stations A4 et A5 qui ne renferment qu'une ou deux espèces.

### 2-2- Abondance et fréquence des espèces

Les données de l'abondance et de l'occurrence des espèces sont visualisées graphiquement par les figures 6 et 7.

Au plan quantitatif, les Plécoptères sont représentés en faible proportion dans nos récoltes, comparativement aux autres groupes systématiques (Ephéméroptères, Trichoptères, Diptères,...) : 2014 individus au total pour 14 stations et ce seulement dans les parties moyennes et supérieures des cours d'eau.

Sept espèces forment l'essentiel du peuplement par leur abondance et leur fréquence : *Perla Cf pallida*, *Protonemura ruffoi*, *Protonemura sp*, *Capnioneura petitpierreae*, *Leuctra geniculata*, *Afroperlodes lecerfi* et *Leuctra sp*. Elles totalisent à elles seules 1667 individus, soit près de 83 % du total. Elles sont les plus abondantes et les plus fréquentes. Elles sont alticoles et sténotherme d'eau fraîche. Elles ont pour habitat les ruisseaux froids d'altitude (600-1120 m). Les deux dernières espèces sont également sténothermes mais peuvent descendre à des altitudes plus basses (380 m) dans les parcours ombragés. Les autres espèces sont pour la plupart à la fois peu abondantes et peu fréquentes. Nous pouvons les scinder en trois catégories.

La première est composée d'espèces localisées dans 3 ou 4 stations. Ce sont en général des espèces de biotopes à courant rapide ombragé (alt. 480 – 1120 m) : *Amphinemura sp*, *Protonemura algerica algerica*, pour lesquelles nous pouvons annexer *Brachyptera auberti*, espèce également sténotherme récoltée à 2 stations (TK1 1300 m et D2 350 m).

Dans la seconde catégorie, on trouve une seule espèce (*Eoperla ochracea*), plutôt thermophile et potamobiante. Elle se développe dans les biotopes de piémont (alt. 200 – 300 m).

Dans la troisième catégorie on trouve les espèces rares, à la fois très peu abondantes et très localisées. Ce sont en général les espèces de biotopes spécialisés :

- sources et ruisseaux de sources : *Brachyptera algerica*, *Nemoura sp* et *Capniopsis schilleri* ;
- biotopes ombragés et à courant rapide, en moyenne montagne (alt. 480 m) : *Amphinemura berthelemyi* ;
- biotopes de basse altitude (200 m) où les impacts humains sont faibles à modérés : *Tyrrhenoleuctra minuta-tangerina*, espèce thermophile et potamobiante.

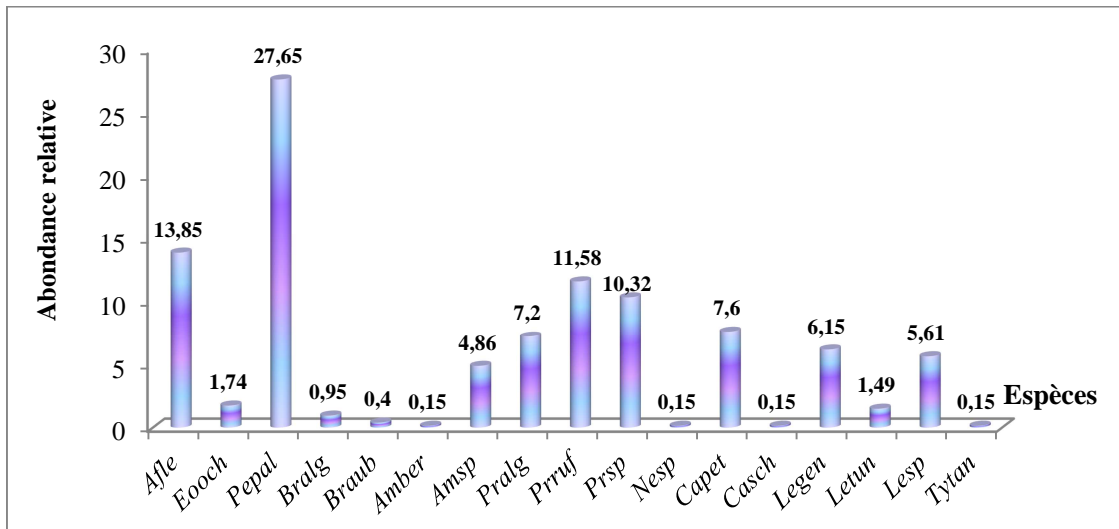


Figure 6 : Abondance relative des plécoptères récoltés aux stations étudiées.

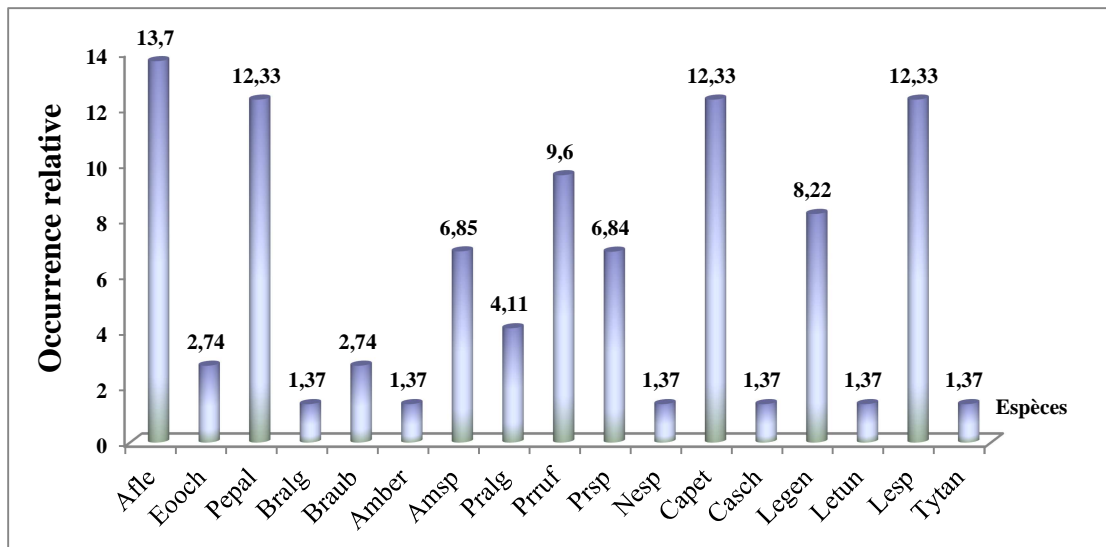


Figure 7 : Occurrence relative des Plécoptères récoltés aux stations étudiées.

### 2-3- Limites altitudinales des espèces

Les Plécoptères récoltés en Kabylie correspondent dans leur globalité au peuplement des cours d'eau d'altitude. En effet ce sont les ruisseaux relativement froids d'altitude à température maximale peu élevée ( $\leq$  à 16 °C) et les torrents de moyenne montagne bordés de végétation dense qui semble constituer les habitats privilégiés des Plécoptères. En effet l'environnement de ces cours d'eau est ici favorable au développement des éléments de ce groupe d'insectes. Quant aux cours d'eau de piémont et de basse altitude, ils ne constituent pas des habitats favorables au développement des Plécoptères. Ils hébergent une faune particulièrement pauvre et tolérante vis à vis de la température et des pollutions organiques légères.

Sur les 17 espèces recensées, 7 ont une répartition limitée à un seul secteur des cours d'eau étudiés. Ces espèces vraisemblablement sténotopes ont un réel intérêt pour la zonation des cours d'eau, et apparaissent comme des indicateurs de zone.

Dans les parties supérieures des cours d'eau, 4 espèces appartiennent à cette catégorie. Il s'agit de *Brachyptera algerica*, *Numoura sp.*, *Capnopsis schilleri* et *Leuctra tunisica*. Elles sont alticoles et à tendance sténotherme. Leur développement s'accommode de températures maximales relativement basses.

*Amphinemura berthelemyi* est une forme rhithrophile et vraisemblablement sténotope. Elle a pour les habitats torrents de moyenne montagne à courant rapide et à couvert végétal assez dense.

Les parties inférieures des cours d'eau hébergent 2 espèces (*Eoperla ochracea*, *Tyrrhenoleuctra minuta-tang.*), thermophiles et tolérantes vis-à-vis des pollutions organiques légères.

Le second groupe est composé de 3 espèces : *Amphinemura sp.*, *Protonemura sp.* et *Protonemura algerica*. Les deux premières sont des formes montagnardes (alt. 900 – 1300 m). Elles présentent une tendance alticole sténotherme et rhithrophile. La troisième est plutôt rhéophile et à amplitude altitudinale plus large (480 – 940 m). Ses limites altitudinales inférieures sont plus élevées que celles des espèces précédentes.

Le troisième groupe renferme les espèces rhéophiles à large amplitude altitudinale (380 – 1120 m). Il s'agit de *Afroperlodes lecerfi*, *Perla cf. pallida*, *Protonemura sp.*, *Capnioneura petitpierreae*, *Leuctra geniculata* et *Leuctra sp.* Ces éléments ne supportent pas le réchauffement de la basse vallée et disparaissent rapidement à partir des stations d'altitude inférieure à 350 m.

Quant à *Brachyptera auberti*, sa répartition est certainement incomplète. Elle est très faiblement représentée dans nos récoltes et présente une distribution fragmentée (station TK1, 1300 m et D2, 350 m) et, nous ne pouvons pour l'instant lui attribuer une situation définie dans sa répartition.

### 2-4- Autoécologie des espèces

L'étude des Plécoptères des cours d'eau étudiés a permis de recenser 17 espèces. Ils sont généralement représentés en faibles proportions. Toutefois ils constituent une masse non négligeable par rapport aux prélèvements réalisés jusqu'à nos jours en Kabylie. La majorité des cours d'eau prospectés présentent des altitudes assez élevées, localisés dans des forêts à couvert végétal plus ou moins dense, ou en prairie montagnarde.

La répartition longitudinale et les exigences écologiques des éléments de ce groupe d'insectes sont encore mal connues. Nous essayons de donner un aperçu sur l'écologie et la répartition de ces espèces à partir de nos propres observations.

### ❖ Famille des Perlodidae

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

*Afroperlodes lecerfi* (Navàs, 1929)

Cette espèce est endémique d'Afrique du nord. Elle est connue du Maroc, d'Algérie et de Tunisie (Lounaci et Vinçon, 2005).

*A. lecerfi* est, selon Vinçon et al. (2014), une espèce rhéophile. Elle est présente dans les ruisseaux et les torrents de montagne,

Lounaci-Daoudi (1996), Mebarki (2001) et Lounaci (2005) ont montré la présence de cette espèce dans les cours d'eau de montagnes à parcours ombragés. Ils la qualifient d'espèce commune, largement répartie entre 420 et 1460 m.

Nos observations vont dans le même sens. En effet, cette espèce colonise préférentiellement les cours d'eau de montagne (alt. 380 à 1120 m). Son abondance maximale (90 ind./0,09 m<sup>2</sup>) est atteinte à la station A2 (alt. 480 m), caractérisée par une vitesse de l'eau 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, 1888)

*Eoperla ochracea* est considérée comme une espèce à vaste répartition. Elle est connue de l'Europe méditerranéenne, du Maghreb (Maroc, Algérie et Tunisie) et de l'Asie mineure.

Cette espèce est, selon Aubert (1961), Gagneur et Aliane (1991) et Lounaci et al. (2000a), le Plécoptère le plus adapté au climat méditerranéen. Il est thermophile, et peuple préférentiellement les cours moyens et inférieur des cours d'eau ainsi que certaines sources d'eau chaude (Giudicelli et Dakki, 1984 ; Lounaci, 2005).

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, 1838)

Syn. *Perla marginata* (Panzar, 1799).

*Perla Cf pallida* est un élément européen. Il couvre l'Europe méditerranéenne et l'Afrique du nord (Maroc, Algérie, Tunisie).

En Afrique du nord, la présence de *E. 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).

Lounaci (2005), lui 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 et une température maximale n'excédant pas 16 °C.

Nos observations vont dans le même sens, cette espèce est observée dans 9 stations entre 480 et 1120 m d'altitude. Elle est très abondante dans les stations D1, O1 et AA (113, 112 et 100 ind.) caractérisées par un écoulement rapide à très rapide, un substrat mixte, des températures de l'eau fraîches (7 à 15 °C) et une végétation bordante très dense composée d'arbre caducifoliés.

### ❖ Famille des Taeniopterygidae

Les Taeniopterygidae sont représentés par deux espèces appartenant au genre *Brachyptera* : *B. algerica* et *B. auberti*.

#### *Brachyptera algerica* Aubert, 1956

*Brachyptera algerica* est endémique du Maghreb. Elle possède une aire de répartition couvrant tout le Maghreb.

C'est une espèce rhéophile et sténotherme d'eau froide (Yasri *et al.*, 2013a et b). Elle est préférée des cours d'eau à courant vif et ombragé (Errochdi et El Alami, 2008 ; Vinçon *et al.*, 2014).

Nous l'avons récolté dans une seule localité dans un ruisseau de montagne (station D1, alt. 900 m). Rare et localisée, elle semble caractériser des biotopes bien particuliers : cours d'eau de montagne à eau fraîche (T°. max 14 °C), coulant sur un substrat mixte (galets, graviers, sable et limons), et à ripisylve très dense.

#### *Brachyptera auberti* Consiglio, 1957

Cette espèce est largement distribuée dans la partie Ouest méditerranéenne. Elle est connue d'Espagne, de Corse, de Sardaigne, de Tunisie, d'Algérie et du Maroc (Lounaci, 2005).

*B. auberti* est, selon Lounaci-Daoudi (1996) et Mebarki (2001), une forme montagnarde à caractère rhithrophile et sténotherme d'eau froide. Elle est signalée dans les sections supérieures des cours d'eau entre 940 et 1300 m d'altitude, avec des effectifs très faibles.

Dans les cours d'eau étudiés, cette espèce est très peu fréquente et très peu abondante (8 individus). Elle a été rencontrée dans deux stations TK1 (1300m) et D2 (350 m).

### ❖ Famille des Nemouridae

Cette famille est la plus diversifiée parmi les Plécoptères recensés. Elle est représentée par trois genres et 6 espèces : *Amphinemura* (2 espèces), *Protonemura* (3 espèces) et *Nemoura* (1 espèce).

#### *Amphinemura berthelemyi* (Aubert, 1956)

Syn. *Amphinemura chiffensis* Aubert 1956.

Elle est endémique d'Afrique du nord. Elle possède une aire de répartition recouvrant tout le Maghreb.

Selon Lounaci (2005), cette espèce est rhéophile et sténotherme d'eau froide. Elle préfère les cours d'eau à courant vif et à parcours ombragé. En Kabylie, elle n'est signalée que de deux localités : Assif Sahel, altitude 980 m (Mebarki, 2001) et Assif des Ouacif, alt. 480 m (Lounaci et *al.*, 2000a). Il s'agit de deux torrents de montagne à couvert végétal bordant très dense et composé d'arbres à feuilles caduques, à fond pierreux, à écoulement de l'eau vif et aux eaux constamment fraîches ( $T^{\circ}$ . max n'excède pas 15 °C).

Dans nos récoltes *A. berthelemyi* est rare et très localisée. Elle est observée dans une seule station (A2) à 480 m d'altitude (3 individus seulement). Elle semble caractérisée les torrents de moyenne montagne à courant rapide, à températures de l'eau fraîches (12,5 °C).

### ***Protonemura algirica algirica* (Aubert, 1956)**

C'est une espèce endémique d'Afrique du Nord. Elle est connue de Tunisie, d'Algérie et du Maroc.

*P. algirica* se rencontre dans les cours d'eau des massifs montagneux : Rif, Haut-Atlas (Dakki, 1987 ; Errochdi et El Alami, 2008), Kabylie du Djurdjura (Lounaci-Daoudi, 1996 ; Mebarki, 2001), Khroumirie (Boumaïza, 1994). Elle est abondante et fréquente. Ces stades aquatiques sont bien caractéristiques des ruisseaux d'altitude et des torrents de montagne à large lit pierreux et à écoulement vif (Lounaci, 2005).

Dans les cours d'eau étudiés, nous l'avons récolté dans trois stations échelonnées entre 480 et 940 m d'altitude (AO, A1, A2). Son abondance maximale est observée dans les torrents de moyenne montagne où elle semble réaliser son optimum écologique.

*P. algirica* semble affectionner les habitats ombragés, à courant vif et aux eaux fraîches.

### ***Protonemura ruffoi* Consiglio, 1952**

Elle n'est connue que d'Algérie et d'Italie. D'après Mebarki (2001) et Lounaci (2005), *P. ruffoi* est le Plécoptère le plus abondant et le plus fréquent dans les cours d'eau de Kabylie. Il est à large répartition altitudinale. Ces abondances maximales s'observent dans les ruisseaux à substrat pierreux, à courant modéré et à eau fraîche.

Dans les cours d'eau étudiés, cette espèce est récoltée dans 7 stations entre 350 et 1300 m d'altitude. Elle est rhéophile et abonde les milieux à courant rapide, bordé de végétation dense (parcours ombragé) et des températures de l'eau relativement fraîches.

### ***Amphinemura* sp**

Le genre *Amphinemura* est un habitant du cours supérieur, qui montre une préférence pour les eaux fraîches de montagne (Lounaci, 2005).

Le taxon *Amphinemura* sp a été observé dans 5 stations échelonnées entre 900 et 1120 m d'altitude, dans des biotopes à courant rapide à modéré. Le substrat est composé d'éléments à granulométrie grossière. Il paraît alticole et sténotherme d'eau froide.

### *Protonemura sp*

Ce taxon est récolté dans trois stations D1 (900 m), D2 (350 m) et TK1 (1300 m). Il ne peut faire objet d'analyse écologique à cause des difficultés de systématique. Son identification précise se sera possible qu'après la capture d'imago mâle. Il a une distribution fragmentée. Il est récolté en compagnie de *Protonemura ruffoi*.

### *Nemoura sp*

Ce taxon n'est connu que par 3 individus capturés dans une seule station (A1) à 920 m d'altitude, caractérisée par un courant rapide, une ripisylve très dense, une granulométrie constituée de blocs, de galets et de gravier et à eau constamment fraîche. Ce taxon semble être crénophile et sténotherme d'eau froide.

Les larves de ce taxon sont difficiles à identifier dans l'état actuel des connaissances. La capture d'adulte est nécessaire afin de pouvoir préciser son statut taxonomique et étudier son écologie.

### ❖ Famille des Capniidae

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

#### *Capnioneura petitpierreae* Aubert, 1961

Espèce ibéro-maghrébine largement répartie dans le Maghreb. Elle est connue de sud de la péninsule ibérique, du Maroc, d'Algérie et de Tunisie.

*Capnioneura petitpierreae* est, selon Berthélemy (1973), Bouzidi (1989) et Vinçon et al. (2014), caractéristique des petits cours d'eau temporaires de montagne (1500 – 1700 m). En Kabylie du Djurdjura, Lounaci-Daoudi (1996), Mebarki (2001) et Lounaci (2005) qualifient cette espèce d'alticole et sténotherme d'eau froide. Elle se cantonne dans les cours d'eau d'altitude (920 – 1300 m) non loin des sources.

Dans les cours d'eau étudiés, cette espèce est assez abondante et fréquente. Nous l'avons récoltée dans 9 stations échelonnées entre 350 et 1120 m d'altitude, dans des habitats à courant rapide à modéré et à température relativement basse ( $\leq 16$  °C). Elle présente vraisemblablement un caractère rhithrophile et sténotherme d'eau froide.

#### *Capniopsis schilleri* (Rostock 1892)

C'est un élément à vaste répartition européenne, connu de Tunisie, d'Algérie et du Maroc.

*Capniopsis schilleri* est, selon Lounaci (2005), une espèce rare et localisée, alticole et sténotherme d'eau froide. Elle est signalée dans des petits cours d'eau de montagne à couvert végétal assez dense (Lounaci-Daoudi, 1996 ; Mebarki, 2001)

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 fraîches : température maximale de l'eau ne dépasse pas 12 °C.

### ❖ Famille des Leuctridae

La famille des Leuctridae récoltée ici est représentée par deux genres : *Leuctra* (3 espèces) et *Tyrrheno* (1 espèce).

#### *Leuctra geniculata* (Stephens, 1953)

En Afrique du Nord, le genre *Leuctra* est de loin le plus diversifié parmi les Plécoptères, Il compte 9 espèces dont 6 sont endémiques et 3 à distribution méditerranéenne (Yasri et al., 2013a).

*Leuctra geniculata* est une espèce à vaste répartition européenne. Elle est connue de l'Europe occidentale et d'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie).

En Algérie, elle est commune mais peu abondante. Elle est, d'après Mebarki (2001), présente entre 420 et 1600 m d'altitude. Elle semble montrer une préférence pour le substrat grossier, et ces larves affectionnent particulièrement les milieux d'eau à courant lents.

Assez abondante et assez fréquente, *Leuctra geniculata* a été récoltée dans 6 stations, sa répartition altitudinale est assez étendue : 600 – 1120 m.

#### *Leuctra tunisica* Pardo et Zwick, 1993

Espèce endémique du Maghreb, elle n'est connue que de la bordure Est du Maghreb : Est de l'Algérie et Ouest de la Tunisie.

Elle est signalée pour la première fois en Algérie par Lounaci et Vinçon (2005) dans les cours d'eau montagne (1000 m), à faible distance de la source.

Dans nos récoltes, elle est rare et localisée. Elle a été rencontrée dans une seule station (A1) à 920 m d'altitude. Sténotope, elle vit non loin des sources, dans des habitats caractérisés par des eaux constamment fraîches (T°. max 14 °C), à courant très rapide, substrat composé principalement de rochers, de galets et gravier, recouvert par endroits de débris végétaux et de branchages, une végétation bordante assez dense. Elle présente vraisemblablement un caractère rhithrophile et sténotherme d'eau froide.

#### *Tyrrhenoleuctra minuta-tangerina* (Klapàlek, 1902)

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), 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 3 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.

### *Leuctra* sp

Ce taxon est très abondant et très fréquent dans nos prélèvements. Nous l'avons trouvé dans 9 stations entre 380 m et 1120 d'altitude. L'absence d'imagos mâles n'a pas permis sa détermination spécifique.

### 2-5- considération biogéographie :

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 scinder en trois groupes.

♣ **Les espèces endémiques** : elles sont au nombre de cinq et peuvent être scinder en espèces micro-endémiques à aire de répartition très restreinte, et macro-endémiques largement répandues en Afrique du Nord.

✓ Les espèces micro-endémiques d'Algérie :

– *Protonemura algerica algerica* qui est un élément présent seulement en Algérie.

– *Leuctra tunisica* qui est présente en Tunisie et s'étend dans la partie Est de l'Algérie.

✓ Les espèces macro-endémiques : ce sont les espèces endémiques du Maghreb dans son ensemble. Elles sont au nombre de trois : *Afroperlodes lecerfi*, *Brachyptera algerica* et *Amphinemura berthelemyi*.

La plus remarquable est *Afroperlodes lecerfi* qui appartient à un genre endémique du Maghreb.

♣ **Les espèces Ouest Méditerranéennes** : elles sont au nombre de 4. Elles présentent une aire de répartition plus ou moins large dans la région Ouest Méditerranéenne :

– *Brachyptera auberti* et *Tyrrheno. minuta-tangerina*, *Protonemura ruffoi* et *Capnioneura petitpierreae*

♣ **Les espèces européennes à vaste répartition** : elles sont au nombre de 4 espèces : *Perla Cf pallida*, *Capnopsis schilleri*, *Leuctra geniculata* et *Eoperla ochracea*. Elles sont à large répartition européenne. Parmi elles, Certaines étendent leur aire de distribution à toute l'Europe, d'autres à l'Asie mineure.

### 2-3- 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 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.

## Chapitre II: Faune

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, AFC et CAH.

Dans ce travail, 13 descripteurs environnementaux sont pris en compte pour caractériser chacune des 14 stations (tableau 3).

**Tableau 3 :** Caractéristiques environnementales des 16 stations étudiées.

Alt : Altitude (m) ; pente (%) ; Diss : Distance à la source (km) ; Larg : Largeur du cours d'eau (m) ; Prof : Profondeur moyenne (cm) ; Vite : Vitesse du courant [4 classes, de lent (1) à très rapide (4)] ; Tmax. : Température maximale (°C) ; Tmin. : Température minimale (°C) ; Ripi : Ripisylve [4 classes, de rare (1) à très abondante (4)] ; Vaq. : Végétation aquatique [4 classes, d'absente (0) à très abondante (3)] ; GG : Galets: Gravier (%) ; SL. : Sables et Limon(%) ; Mato. : Matière organique.

	Alt	Pente	Diss	Larg	Prof	Vite	Tmax	Tmin	Ripi	Vaqu	GG	SL	Mato
<b>TR</b>	1120	15	0,5	1,5	30	4	10	4	4	0	80	20	0
<b>AA</b>	1080	20	0,5	1	15	4	14	5	3	1	80	20	0
<b>D1</b>	900	10	0,5	1	20	3	14	3	3	1	60	40	0
<b>D2</b>	350	2,5	8	2	30	3	16	5	3	1	70	20	10
<b>AO</b>	940	13	0,8	1,5	20	4	12	3	4	1	90	10	0
<b>TK1</b>	1300	38	0,5	0,5	10	3	12	3	2	0	80	20	0
<b>A1</b>	920	10	0,5	1	20	3	14	8	4	2	100	0	0
<b>A2</b>	480	10	3	1,5	20	3	16	9	4	2	90	10	0
<b>A3</b>	380	2,5	4,5	4	30	3	28	11	1	2	70	30	0
<b>A4</b>	300	1,5	11	5	30	3	27	11	2	3	70	20	10
<b>A5</b>	200	1,4	20	8	30	3	27	11	2	3	70	20	10
<b>O1</b>	1040	19,5	0,8	1	15	3	14	10	1	0	100	0	0
<b>O2</b>	600	11	13	3,5	30	3	20	11	3	1	65	20	15

L'analyse des corrélations entre les différents paramètres pris en compte a montré que la plupart des variables sont intercorrélées (tableau 4) et particulièrement :

- altitude, pente, variables parfaitement linéaires liées par une relation de plus en plus croissante ;

- 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 décroissante,.

Leurs coefficients de corrélation sont hautement significatifs ( $r > 0,7$ ) et indiquent que ces paramètres sont fortement corrélés.

## Chapitre II: Faune

Quant aux autres paramètres, ripisylve, vitesse du courant, substrat (able et limon, galets-graviers), leurs niveaux de liaisons sont en général assez faibles et ne présentent pas de linéarité entre elles.

**Tableau 4** : Matrice de corrélation entre variables environnementales (N = 16, P<0,05)  
(En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil alpha=0,05 (test bilatéral))

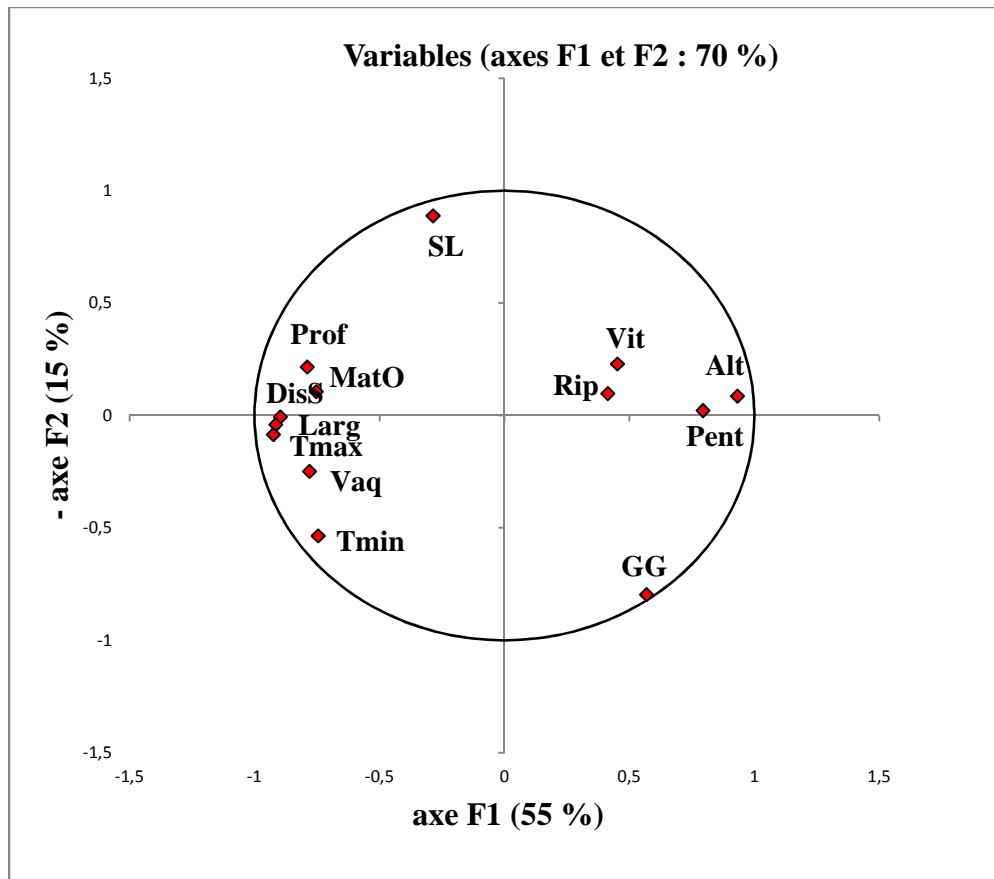
	Alt	Pent	Diss	Larg	Prof	Vite	Tmax	Tmin	Ripi	Vaqu	GG	SL	Mato
Alt	1												
Pent	<b>0,86</b>	1											
Diss	<b>-0,79</b>	<b>-0,58</b>	1										
Larg	<b>-0,79</b>	<b>-0,64</b>	<b>0,92</b>	1									
Prof	<b>-0,75</b>	<b>-0,82</b>	<b>0,67</b>	<b>0,69</b>	1								
Vite	0,43	0,21	-0,35	-0,25	-0,09	1							
Tmax	<b>-0,83</b>	<b>-0,66</b>	<b>0,75</b>	<b>0,87</b>	<b>0,61</b>	-0,46	1						
Tmin	<b>-0,68</b>	-0,53	<b>0,64</b>	<b>0,68</b>	0,47	-0,48	<b>0,77</b>	1					
Ripi	0,29	0,08	-0,27	-0,41	-0,10	0,38	<b>-0,60</b>	-0,52	1				
Vaqu	<b>-0,80</b>	<b>-0,74</b>	<b>0,63</b>	<b>0,74</b>	0,48	-0,34	<b>0,79</b>	<b>0,61</b>	-0,13	1			
GG	0,44	0,35	-0,51	-0,46	<b>-0,54</b>	0,19	-0,48	-0,04	0,23	-0,22	1		
SL	-0,18	-0,17	0,15	0,21	0,30	-0,06	0,29	-0,21	-0,21	0,06	<b>-0,90</b>	1	
Mato	<b>-0,66</b>	-0,48	<b>0,88</b>	<b>0,66</b>	<b>0,65</b>	-0,32	<b>0,54</b>	0,50	-0,12	0,39	<b>-0,55</b>	0,13	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 8) dans l'espace les deux premiers facteurs significatifs prenant en compte 70% (F1 : 55%, F2 : 15%) de la variance totale.

L'ACP nous ayant fourni un résumé objectif de l'ensemble des données, une classification ascendante hiérarchique (CAH), réalisée sur la base des résultats de l'ACP visualise bien les relations entre ces variables pour l'ensemble des stations (figure 9).

La structure du nuage des relevés obtenue par l'ACP peut être résumée en un gradient assez bien exprimé le long de l'axe 1 et parfaitement assimilable à un gradient amont – aval. Les variables altitude, pente, fortement liées entre elles et avec l'axe 1 (en position positive) décroissent progressivement de l'amont vers l'aval. De même, très liés à l'axe 1 (en position négative), distance à la source, largeur du lit mineur, profondeur de l'eau, température de l'eau (max et min), végétation aquatique et abondance de matière organique, voient leurs valeurs croître de l'amont vers l'aval. Les variables substrat composé de sable et limons (en position positive) et de galets-graviers (en position négative) fortement liées entre elles et avec l'axe 2

Quant aux variables ripisylve et vitesse du courant, elles ne présentent pas de liaisons significatives avec les axes 1 et 2.



**Figure 8** : ACP : représentation de la distribution des paramètres environnementaux

La classification ascendante hiérarchique de l'ensemble des stations (figure 10) montre deux groupes de stations :

- le groupe 1 qu'on peut scinder en deux sous-groupes
- le sous-groupe A comprend les stations d'altitude (stations D1, TR, AI, AA, TK1, A1, AO, O1, O2) caractérisées par les paramètres altitude, pente et vitesse du courant ;
- le sous B comprend les stations de piémont caractérisées par les paramètres température de l'eau, distance à la source et ripisylve d'altitude (stations D2, A2, A3, A4) ;
- le groupe 2 représenté par une seule station (A5), station de basse altitude (200 m) caractérisée la présence de matière organique.

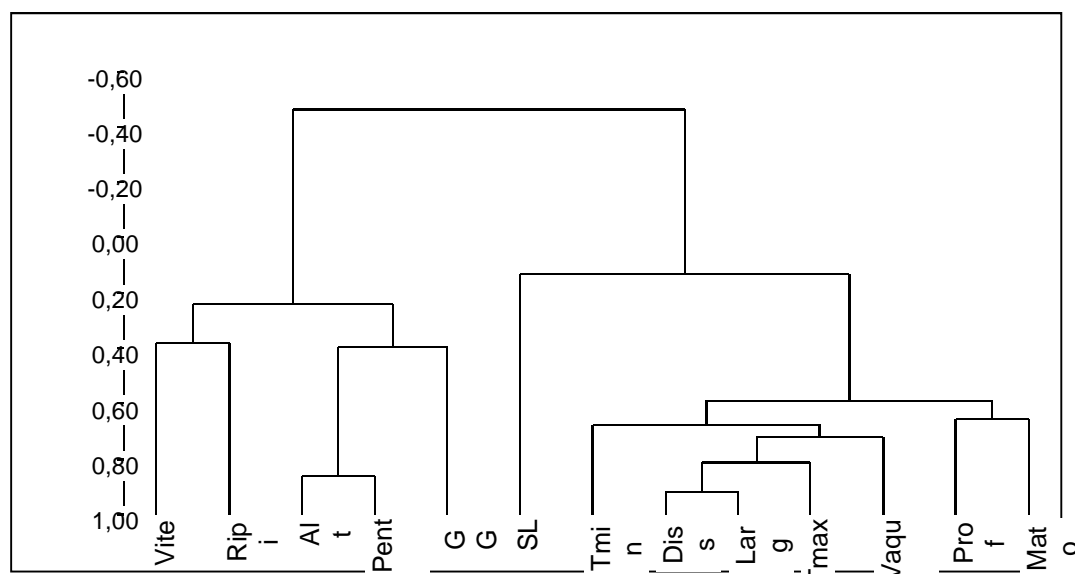


Figure 9 : Dendrogramme visualisant les relations entre les variables environnementales.

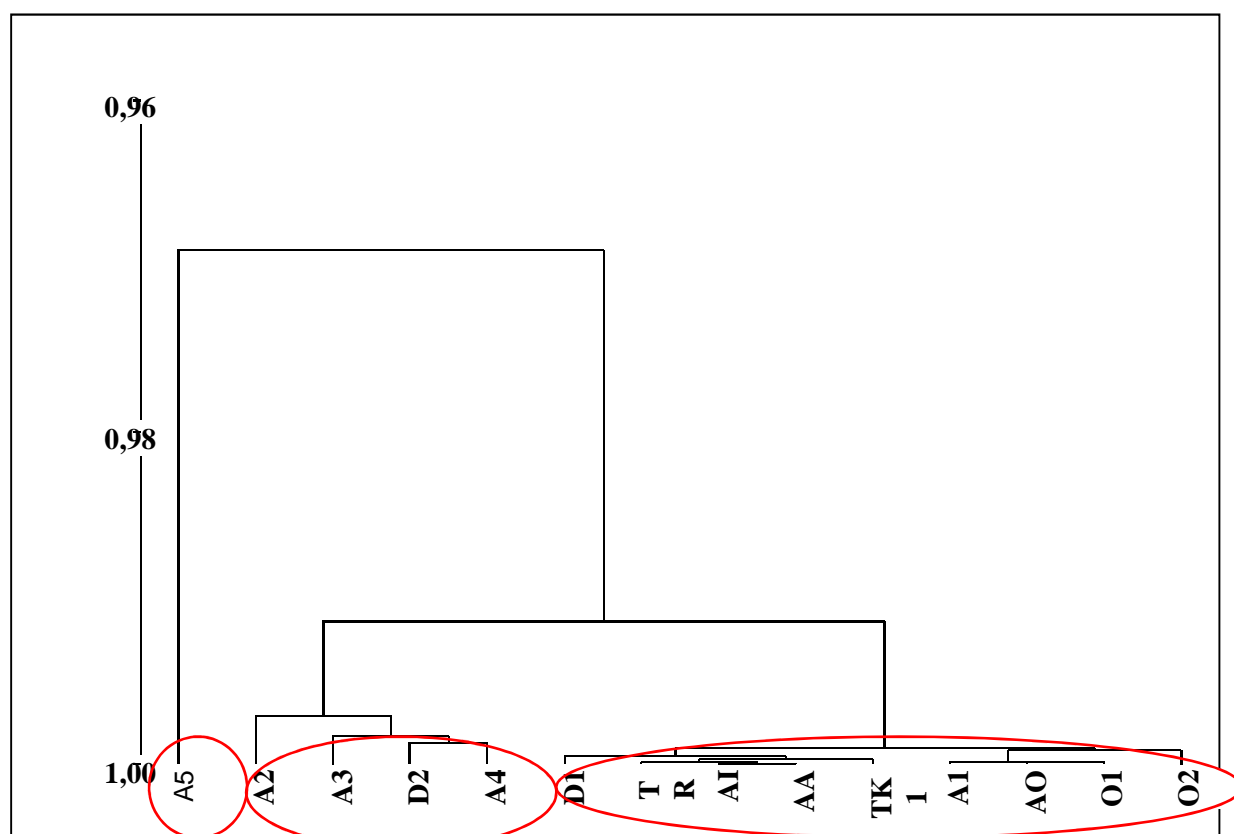


Figure 10 : Dendrogramme de la distribution des stations sur la base des variables environnementales

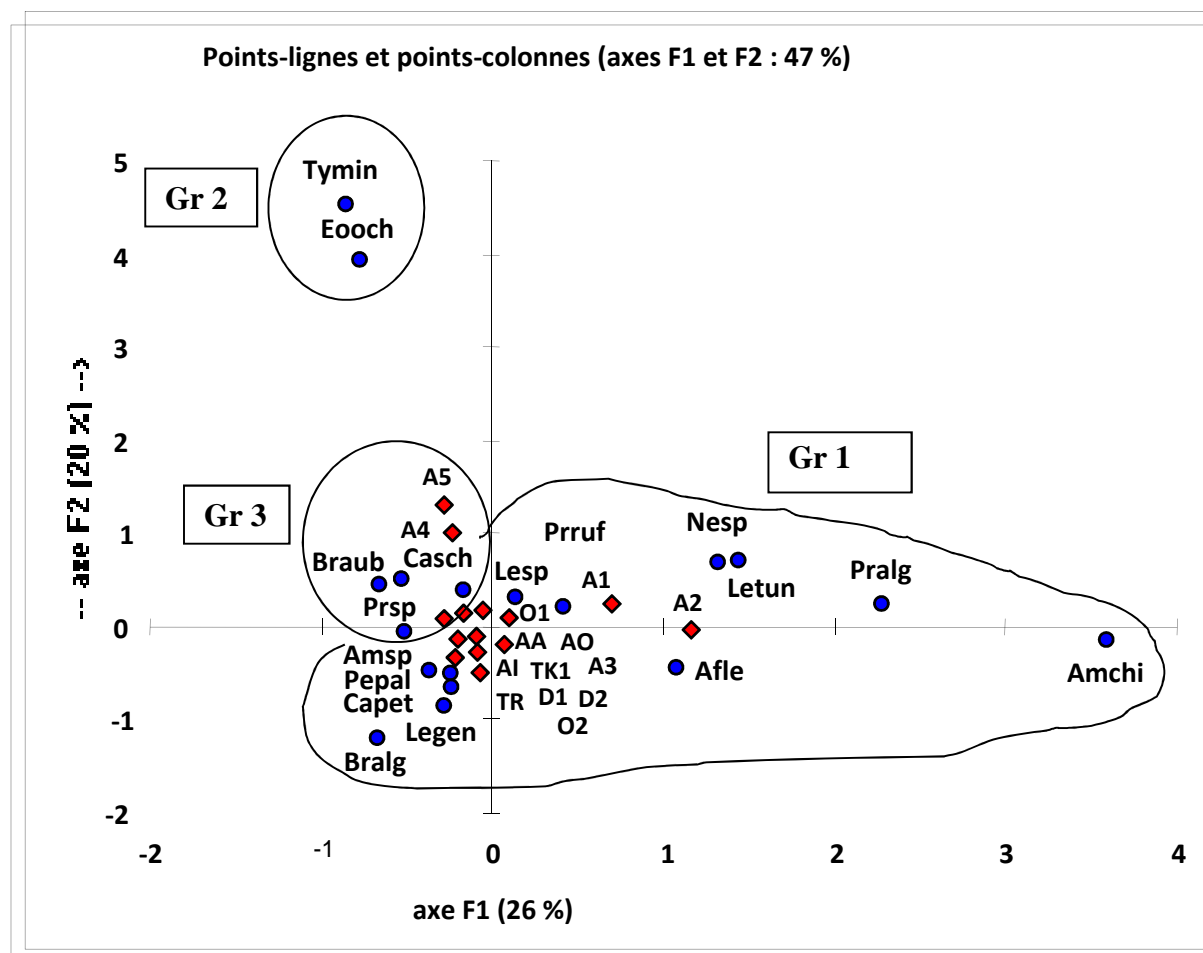
Compte tenu de la complexité des relations entre les caractéristiques biologiques ou écologiques et la structure du peuplement, une analyse multivariée d'un tableau de contingence croisant stations, espèces et paramètres a été réalisée par le moyen d'une Analyse factorielle des correspondances (AFC). La recherche de noyaux d'affinité est rendue possible

grâce à la classification ascendante hiérarchique utilisée à partir des coordonnées des variables et des observations suivant les axes de l'AFC.

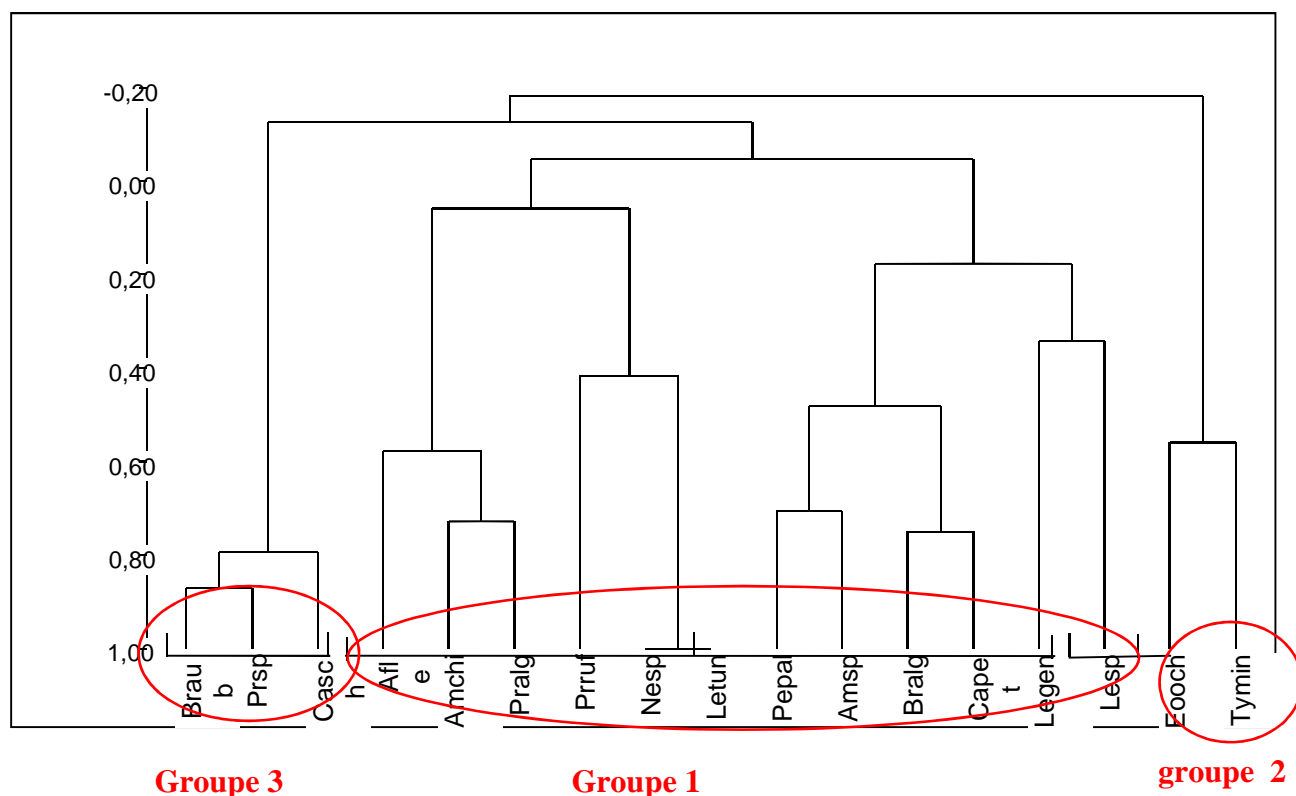
Les deux premiers axes de l'AFC cumulent 46 % de l'information contenue dans la matrice des données (F1 : 26%, F2 : 20%) (figure 11).

La classification ascendante hiérarchique a permis d'individualiser 3 noyaux d'affinité entre les stations d'une part et les espèces d'autre part (figure 12).

Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence 3 groupements d'espèces se succédant le long de la structure :



**Figure 11** : Distribution et noyaux d'affinité des Plécoptères et des stations dans le plan factoriel F1 x F2



**Figure 12** : Dendrogramme visualisant les affinités des espèces dans le plan factoriel F1 x F2.

Le groupe 1 présente un cortège d'espèces sténothermes d'eau froide peuplant les cours d'eau d'altitude et de moyenne montagne. Dans cet ensemble, nous avons :

- les espèces à large amplitude écologiques (480 - 1120 m), généralement fréquentes et abondantes et représentatives du réseau considéré dans son ensemble : *Protonemura Cf pallida*, *Amphinemura sp.*, *Capnioneura petitpierreae*, *Leuctra geniculata* et *Leuctra sp.*

- les espèces à forte affinité pour les habitats de moyenne montagne caractérisées par un substrat grossier (blocs, cailloux, graviers), une ripisylve abondante et une tendance plus nette à la rhéophilie : *Amphinemura chiffensis*, *Protonemura algirica*, *Nemoura sp* et *Leuctra tunisica*.

Le groupe 2 est composé d'éléments plus ou moins eurythermes. Il est corrélé aux paramètres altitudes basses (inférieures à 400m), pentes faible, vitesse du courant lente à modérée, substrat hétérogène marqué par une granulométrie fine. *Eoperla ochracea* et *Tyrrhenoleuctra minuta-tangerina* connues pour leur caractère thermophile sont les seuls Plécoptères observés dans ce peuplement.

Le groupe 3 est composé des espèces ayant des profils biologiques particuliers présentent des distributions spatiales fragmentées dont l'écologie reste encore mal connue: *Brachyptera auberti*, *Capnopsis schilleri* et *Protonemura sp.*

### 4- Discussion

Les Plécoptères sont représentés par 17 espèces, soit 73% des éléments répertoriés en Algérie dont 5 sont endémiques (*Protonemura algirica algerica*, *Leuctra tunisica*, *Afroperlodes lecerfi*, *Brachyptera algirica* et *Amphinemura berthelemyi*).

La comparaison avec le peuplement de certaines régions de bassin méditerranéen est peu significative: 18 dans le Haut-Atlas, 20 dans le Moyen-Atlas, 23 dans le Rif (Bouzidi, 1989), 17 en Khroumirie (Boumaïza, 1994).

La faune lotique d'Afrique du Nord en général et d'Algérie en particulier est marquée par une diversité plus faible que celle des cours d'eau de l'Europe occidentale. La plupart des familles et des genres sont pauvres en espèces: Leuctridae, Capniidae, Perlodidae..., par contre ces taxons ont une grande variété spécifique dans les réseaux européens.

Dans les cours d'eau étudiés, les Plécoptères sont peu fréquents et peu abondants. Toutes les espèces sont cantonnées dans les parties supérieures au-dessus de 400m sauf *Eoperla ochracea* et *Tyrrhenoleuctra minuta-tangerina* récoltées entre 200 et 300 m d'altitude. La plupart des espèces sont sténothermes d'eaux froides et rhéophiles. Les larves ont pour habitat les parcours ombragés et les ruisseaux froids d'altitude. En effet, selon Berthélemy (1973) et Lounaci (2000a), les Plécoptères ne sont abondants que dans les cours d'eau bordés d'arbres à feuilles caduques. La rareté des débris végétaux, source de nourriture pour les larves et les fortes températures estivales sont les facteurs déterminants. Les éléments les plus constants sont *Afroperlodes lecerfi*, *Perla Cf pallida*, *Protonemura sp*, *Capnioneura petitpierreae*, *Leuctra geniculata* et *Leuctra sp*. Ils sont à large amplitude altitudinale (380 – 1120m) qui caractériseraient les cours d'eau de moyenne montagne bordés de feuillus, et *Eoperla ochracea*, *Tyrrhenoleuctra minuta-tangerina*, formes nettement thermophiles et potamobiantes.

L'analyse de la structure du peuplement des cours d'eau étudiés a permis de montrer que les milieux d'altitude et de moyenne montagne sont les plus diversifiés. Ils hébergent les espèces du rhithral tel qu'*Amphinemura chiffensis* avec d'autres éléments sténothermes d'eau froide à large répartition altitudinale (*Protonemura Cf pallida*, *Capnioneura petitpierreae*, *Leuctra geniculata...*). Dans ces tronçons de cours d'eau, les conditions écologiques semblent être favorables. La grande diversité d'habitats a permis le développement d'une communauté riche en espèces et assez équilibrée (6 à 8 espèces par station).

En effet, selon Aubert (1961) et Berthélemy (1973), les habitats d'altitude constituent pour les Plécoptères leurs sites de prédilection là où les conditions de température et d'oxygénation sont favorables.

En basse altitude, la richesse spécifique observée est faible. En effet, les élévations de température et l'impact humain défavorisent le développement d'un grand nombre d'espèces. La faune de ces milieux est caractérisée par la disparition de la plupart des taxons des parties moyennes et supérieures des cours d'eau, et seule, se développent les taxons thermophiles supportant une légère présence de matière organique tels que *Eoperla ochracea* et *Tyrrhenoleuctra minuta-tangerina*

## Chapitre II: Faune

---

L'originalité de cette faune est marquée par la proportion d'endémiques qui prédominent nettement chez les Plécoptères (57%) (Lounaci et Vinçon, 2005).

L'analyse du peuplement étudié montre que la plus grande proportion des endémiques se rencontre dans les biotopes d'altitude, caractérisés par la très faible variabilité des facteurs écologiques. Ils ont une grande valeur biogéographique et ils sont considérés comme habitats refuges. Ils hébergent non seulement les endémiques, mais aussi les représentants d'une faune sténotherme dont la plupart sont peu abondants et peu fréquents dans les cours d'eau de Kabylie.

La distribution spatiale des Plécoptères des cours d'eau étudiés sont sous la dépendance de facteurs environnementaux (Berthélemy, 1966 ; Statzner et *al.*, 1988 Richardson, 1991; Dobson et Hildrew, 1992 ; Degani et *al.*, 1993 ; Thierney et *al.*, 1998 et Lounaci, 2005.

La projection des variables environnementales sur le plan F1-F2 (figure 8) met en évidence l'importance prépondérante de ces variables dans la structure des communautés. L'axe 1 décrit un gradient décroissant de l'altitude, de la vitesse du courant, de la granulométrie du substrat et de la ripisylve.

En haute et moyenne altitude, les Plécoptères sont parfaitement adaptés. Ils sont rhéophiles, alticoles et sténothermes d'eau froide. En piémont, les habitats sont colonisés par une faune peu abondante, peu fréquente et thermophile.

Les différences dans les caractéristiques physiques et environnementales des différentes zones des cours d'eau étudiés semblent refléter la distribution des Plécoptères. En effet, les ruisseaux relativement froids ou à eau très fraîche d'altitude et les torrents de montagne bordés d'une végétation feuillue constituent les lieux de prédilection ou les habitats privilégiés des Plécoptères. Ces résultats sont en accord avec les observations d'Aubert (1961), de Berthélemy (1966) et de Lounaci et *al.* (2000b) qui situent les Plécoptères en amont des stations où prédominent les autres groupes (Ephéméroptères, Simulies ...). Par ailleurs, les zones de basse altitude caractérisées par un substrat relativement meuble et à température de l'eau élevée, hébergent les espèces thermophiles supportant une légère pollution organique tels que *Eoperla ochracea* et *Tyrrhenoleuctra minuta-tangerina*.



## Conclusion

---

L'étude faunistique réalisée dans les cours d'eau de sous bassin de l'Oued Boubhir et de l'Oued Aissi a fourni des données sur la faunistique et l'écologie des Plécoptères d'Algérie. 17 espèces ou taxa répartis en 6 familles et 11 genres ont été inventoriés.

Au plan quantitatif, les Plécoptères sont représentés en faibles proportions dans nos récoltes, comparativement aux autres groupes systématiques (Ephéméroptères, Trichoptères, Diptères,...) : 2014 individus au total pour les 14 stations, et ce seulement dans les parties moyennes et supérieures des cours d'eau.

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.

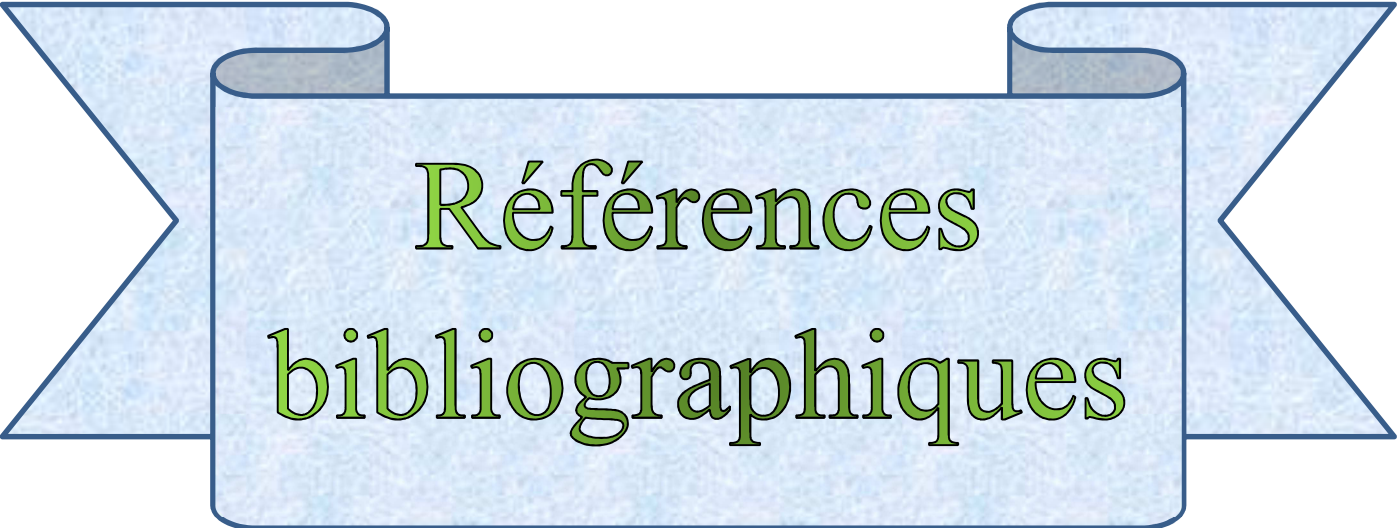
Sur le plan biogéographique, les Plécoptères inventoriés sont essentiellement des éléments d'origine paléarctique. Son originalité est marquée par la proportion élevée d'espèces endémique (35 %). La particularité la plus importante étant le genre *Afroperlodes*.

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 et l'isolement des différents groupes d'espèces. 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 zones lotiques d'érosion de basse altitude caractérisées les vitesses d'écoulement modérées et les températures relativement élevées, hébergent les espèces rhéophiles et thermophiles comme *Tyrrhenoleuctra tangerina minuta* et *Eoperla ochracea*.

En perspectives, il serait intéressant à l'avenir d'étendre les études hydrobiologiques à tous les réseaux hydrographiques d'Algérie. Aborder des études de microrépartition des invertébrés benthiques afin de pouvoir montrer dans quelle mesure le choix des microhabitats échantillonnés peut se répercuter sur l'image obtenue des peuplements, en termes de composition faunistique, de variations d'abondances relatives des taxons.

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. .



Références  
bibliographiques

## Références bibliographiques

---

- ❖ **Abdesselam M., 1987.** Contribution à l'étude de l'aquifère karstique du Djurdjura occidental (Algérie). Mém. DEA National d'hydrologie "science de l'eau et aménagement". Université de Franche Compté : 84p.
- ❖ **Abdesselam M., 1995.** Structure et fonctionnement d'un kart de montagne sous climat méditerranéen: exemple de Djurdjura occidental (Grande Kabylie, Algérie). Thèse de doctorat, en science de la terre, Université de Franche Compté : 233p.
- ❖ **Abdesselam M., Mania J., Mudry J., Jerald J-P., Chauve P., Lami H et Aigoun C., 2000.** Arguments hydrogéochimiques en faveur de Trias évaporitique non affleurant dans le massif du Djurdjura (dorsale kabyle, élément des Maghrébides). *Revue. Sciences. Eau.*, 13 (2) : 155-166.
- ❖ **Ait Mouloud S., 1988.** Essais de recherches sur la dérive des macro-invertébrés dans l'oued Aïssi : faunistique, écologie et biogéographie. Thèse Magister, Université d'Alger : 118p.
- ❖ **Angelier E., Angelier M.L et Lauga J., 1985.** Recherches sur l'écologie des Hydracariens (*Hydrachnella, Acari*) dans les eaux courantes. *Annales de Limnologie.*, 21(1) : 25-64.
- ❖ **Aubert J., 1956.** Contribution à l'étude des Plécoptères d'Afrique du Nord. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft.*, 29 : 419-436.
- ❖ **Aubert J., 1961.** Contribution à l'étude des Plécoptères du Maroc. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft.*, 33 54) : 213–222.
- ❖ **Azzouz M., (1996).** Los Plécopteros (Insecta, Plecoptera) del Rif (Marruecos). Faúnistica, ciclos de vida y alimentación. Thèse Doctorat es Sciences., Université. Grenade, Faculté des Sciences : 220 p.
- ❖ **Azzouz M., et Sánchez-Ortega A., 1992.** *Capnopsis schilleri* (Rostock, 1982) (Plecoptera: Capniidae). Nuevo componente de la fauna de Plecopteros de Marruecos. *Zoologica Baetica.*, 3 : 201.
- ❖ **Azzouz M et Sánchez-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.
- ❖ **Barbault R., 1995.** Ecologie des des peuplements. Structure et dynamique de la biodiversité. 2<sup>ème</sup> édition-Masson, Paris-Milan-Barcelone P : 15-19.

## Références bibliographiques

---

- ❖ **Béjaoui M., 1997.** Étude Taxinomique et Eco-biologique des larves de six espèces de Plécoptères (Insecta, Plecoptera) de Tunisie. D.E.A. Écologie Animale, Faculté des Sciences de Tunis : 131 p.
- ❖ **Béjaoui M et Boumiza M., 2004.** Description de la larve mature d'*Amphinemura chiffensis* Aubert, 1956 (Plecoptera, Nemouridae) en Tunisie. *Zoologica Baetica.*, 15 : 69-75.
- ❖ **Béjaoui M et Boumaïza M., 2010.** Émergence des Plécoptères (Insecta, Plecoptera) en Tunisie. O. Himmi (Ed.). Actes de la CIFE VI, *Travaux de l'Institut Scientifique*, Série Zoologie, Rabat., 47 (1) : 11-14.
- ❖ **Bejaoui M., Boumaiza M et Sánchez-Ortega A., 2003.** Première citation d'*Amphinemura chiffensis* Aubert, 1956 (Plecoptera, Nemouridae) en Tunisie. *Zoologia Baetica.*, 13 (14) : 239-240.
- ❖ **Berthélemy C., 1966.** Recherches écologiques et biogéographique sur les Plécoptères et les Coléoptères d'eau courante (*Hydraena* et Elminthidae) des Pyrénées. *Annales de Limnologie.*, 1(2) : 227-458.
- ❖ **Berthélemy C., 1973.** Données préliminaires sur les Plécoptères de Tunisie. *Verhandlungen der internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie.*, 18 : 1544-1548.
- ❖ **Boulunier T., Nichols JD., Sauer JR., Hines JE et Pollock KH., 1998.** Estimating species richness: the importance of heterogeneity in species detectability. *Ecology.*, 73: 1018-1028.
- ❖ **Boumaïza M., 1994.** Recherche sur les eaux courantes de Tunisie: faunistique, écologie et biogéographie. Thèse de Doctorat es Sciences, Université de Tunis II : 330 p.
- ❖ **Bouzidi A., (1989).** Recherches hydrobiologiques sur les cours d'eau des massifs du Haut Atlas (Maroc). Bio-écologie des macroinvertébrés et distribution spatiale des peuplements. Thèse Doctorat d'Etat, Université. Cadi Ayyad, Faculté des Sciences, Marrakech : 190 p.
- ❖ **Dajoz R., 1971.** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris : 434p.
- ❖ **Dajoz R., 1985.** Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquées. 5<sup>ème</sup> édition. Gauthier Villard. Paris : 505p.
- ❖ **Dakki M., 1987.** Ecosystème d'eau courante du haut Sebou (Moyen Atlas). Etudes typologiques et analyses écologiques et biogéographiques des principaux peuplements entomologiques. *Travaux de l'Institut scientifique*, Rabat, série Zoologie. 42 : 99p.

## Références bibliographiques

---

- Degani G., Herbst G.N., Ortal R., Bromley H.J., Levanon D., Netzer Y., Harari N et Glazman H., 1993. Relationship between current velocity, depth and invertebrate community in a stable river system. *Hydrobiologia.*, 263: 163-172.
- ❖ Doari J., 2006. Inventaire des Plécoptères de France : premier bilan. Insectes 25 n° 141.
- ❖ Dobson M., et Hildrew A.G., 1992. A test of resource limitation among shredding detritivores in low order streams in southern England. *Journal of Animal Ecology.*, 61: 69-77.
- ❖ Dreux P., 1980. Précis d'écologie. Ed. Presse universitaire de France. Paris : 231p.
- ❖ Durand-Delga M., 1969. Mise au point sur la structure du nord-est de la Berbérie. *Publications des Services de Géologie.* Algérie. Nouvelle Série., 39 : 89-131.
- ❖ Emberger L., 1971. Travaux de botanique et d'écologie. Ed. Masson et Cie. Paris : 250p.
- ❖ Errochdi S et El Alami M., 2008. Contribution à la connaissance des Plécoptères (Insecta: Plecoptera) du réseau hydrographique Laou (Maroc nord-occidental). Bayed A. & Ater M. (éditeurs). *Travaux de l'Institut Scientifique*, Rabat, série générale. 5 : 37-45.
- ❖ Errochdi S., Alami M., Vinçon G., Abdaoui A et Ghamizi M., 2014. Contribution to the knowledge of Moroccan and Maghreb stoneflies (Plecoptera). *Zootaxa.*, 3838 (1): 046-076.
- ❖ Faurie C., Ferra C et Medori P., 1980. Ecologie. Edition. Baillière. Paris : 168p.
- ❖ Flandrin J., 1952. La chaîne du Djurdjura. XIX<sup>e</sup> Congrès de Géologie International d'Alger, Monographie. Région. 1<sup>re</sup> série., 19 : 48p.
- ❖ Flandrin J., Claracq P., Fabre Cl., Lauriol E et Payan J. 1952. Carte géologique de la chaîne du Djurdjura au 1/50 000<sup>e</sup>. *Service de Carte de Géologie.* Algérie, feuilles n° 66 et 67, coupure spéciale Alger.
- ❖ Gagneur J et Aliane N., 1991. Contribution à la connaissance des Plécoptères d'Algérie. In: Alba-Tercedor, J. & Sánchez- Ortega, A. (Eds.), "Overview and strategies of Ephemeroptera and Plecoptera". Sandhill Crane Press, Gainesville., 311–324.
- ❖ 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., López-Rodríguez, M.J et Davies C., 2009. Distribution and ecological preferences of European freshwater organisms. Vol 2. *Plecoptera*. Pensoft Sofia, Moscow, 262 p.
- ❖ Lavandier P., 1979. Ecologie d'un torrent pyrénéen de haute montagne : l'Estaragne. Thèse de Doctorat Sciences, Université de Paul Sabatier, Toulouse : 532p.

## Références bibliographiques

---

- ❖ **Lounaci a., 1987.** Recherches hydrobiologiques sur les peuplements d'invertébrés benthiques du bassin de l'oued Aissi (Grande Kabylie). Thèse de Magister, Université d'Alger, 133 p.
- ❖ **Lounaci A., 2005.** Recherches sur la faunistiques, l'écologie et la biogéographie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie (Tizi Ouzou, Algérie). Thèse de Doctorat d'Etat. Université Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou, 208p.
- ❖ **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., Brosse S., Ait Mouloud S., Lounaci-Daoudi D., Mebarki N et Thomas A., 2000a.** Current knowledge of benthic invertebrate diversity in an Algerian stream: a species check-list of the Sébaou River basin (Tizi-Ouzou). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse.*, 136: 43-55.
- ❖ **Lounaci A., Brosse S., Ait Mouloud S., Lounaci-Daoudi D et Mebarki M. 2000(b).** Current knowledge of benthic invertebrate diversity in an Algerian stream : a species check-list of the Sebaou River bassin (Tizi-Ouzou). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse.*, 136: 43-55.
- ❖ **Lounaci-Daoudi D., 1996.** Travaux sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des insectes aquatiques du réseau hydrographique du Sébaou. Thèse de Magister, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou : 152p.
- ❖ **Mebarki M., 2001.** Etude hydrobiologique de trois réseaux hydrographiques de Kabylie (Parc National du Djurdjura, Oued Sébaou et Oued Boghni) : faunistique, écologie et biogéographie des macroinvertébrés benthiques. Thèse de Magister, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou : 178p.
- ❖ **Meinander M., 1967.** A collection of Plecoptera from Morocco. – *Notulae Entomologicae, Helsingfors*, XLVIII : 45-46.
- ❖ **Minshall G.W et Minshall J.N., 1977.** Microdistribution of benthic invertebrates in a rocky mountain (U.S.A.) stream. *Hydrobiologia.*, 55 : 231-249.
- ❖ **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.
- ❖ **Pardo I et Zwick P., 1993.** Contribution to the knowledge of Mediterranean Leuctra (Plecoptera: Leuctridae). *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen.*, 66 (3-4): 417-434.
- ❖ **Ramade F., 1984.** Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill. Paris: 379p.

## Références bibliographiques

---

- ❖ **Ramade F., 2003.** Elément d'écologie : Ecologie fondamentale. 3<sup>ème</sup> édition. Dunod. Paris : 190 p.
- ❖ **Richardson, J.S., 1991.** Seasonal food limitation of detritivorous insects in a montane stream: an experimental test. *Ecology.*, 72 : 873-887.
- ❖ **Roth M., 1980.** Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes. Ed. O. R. S. T. O. M. P a r i s : 295p.
- ❖ **Ruffoni A., 2009.** Les Plécoptères (*Insecta, Plecoptera*) *Revue science*. Bourgogne-Nature., 9 (10) : 18-26.
- ❖ **Sánchez-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. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft.*, 71 (3-4) : 449-461.
- ❖ **Statzner B., Gore J.A et Resh V.H., 1988.** Hydraulic stream ecology: observed patterns and potential application. *Journal of the North America Benthological Society.*, 7 : 307-360.
- ❖ **Tachet H., Bournaud M et Richoux PH., 1980.** Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces (Systématique élémentaire et aperçu écologique). *Associations Française de Limnologie* : 150 p.
- ❖ **Tachet H., Bournaud M., Richoux PH et Usseglio-Polatera PH., 2000.** Invertébrés d'eau douce : Systématique, Ecologie, Biologie. Ed CNRS- Paris : 588p.
- ❖ **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.
- ❖ **Thierney D., Kelly-Quinn M et Bracken J.J., 1998.** The faunal communities of upland streams in the eastern region of Ireland with reference to afforestation impacts. *Hydrobiologia.*, 389 : 115-130.
- ❖ **Tierno de Figueroa J.M., Sanchez Ortega A., Membiela I. et Luzón-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,

## Références bibliographiques

---

- Cecidomyiidae, Rhagionidae et Athericidae), avec quelques exemples de perturbations par l'homme. Thèse de Doctorat es Sciences, Université de Paul Sabatier, Toulouse : 330p.
- ❖ **Thomas A., Bonnefous O., Khatori M et Soubaya T., 2006.** Evolution des communautés de Plécoptères dans la Garonne près de Toulouse depuis 1930 : agonie des insectes bio indicateurs les plus sensibles [Plecoptera]. *Ephemera.*, 7(1) : 45-57.
  - ❖ **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. et Padro I., 1998.** Three new Leuctra species from Tunisia (Plecoptera : Leuctridae). *Aquatic Insects.*, 20 (2) : 109-123.
  - ❖ **Vinçon G., Alami M et Errochdi S., 2014.** Contribution to the knowledge of the Moroccan High and Middle Atlas stoneflies (Plecoptera, Insecta). *Illiesia.*, 10 (03) : 17-31.
  - ❖ **Yakoub B., 1996.** Le problème de l'eau en grande Kabylie. Le bassin versant du Sébaou et la Wilaya de Tizi-Ouzou. Edité par l'Université de Tizi-Ouzou : 210p.
  - ❖ **Yasri-Cheboubi N., Vinçon G et Lounaci A., 2013a.** A review of the Algerian Leuctridae with the description of *L. dhya* sp. n., from Central Algeria (Plecoptera: Leuctridae). *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft.*, 86 : 175–188.
  - ❖ **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.
  - ❖ **Zwick P., 1980.** Plecoptera. *Handbuch der Zoologie*, Berlin., 4 (2) 2/7 : 1-111.



Annexes

## Annexes



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

	Janv	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Décc
<b>T° moy maximales (°C)</b>	15.37	16.47	19.51	21.69	26.13	31.52	35.49	35.65	31.45	26.92	19.78	16.09
<b>T° moy minimales (°C)</b>	6.31	6.59	8.53	10.39	13.95	18.01	21.1	21.78	18.85	15.39	11.03	7.44
<b>T° moy mensuelles (°C)</b>	<b>10.84</b>	<b>11.53</b>	<b>14.02</b>	<b>16.04</b>	<b>20.04</b>	<b>24.76</b>	<b>28.29</b>	<b>28.71</b>	<b>25.15</b>	<b>21.15</b>	<b>15.4</b>	<b>11.76</b>
<b>ΔT (°C)</b>	9.06	9.88	10.98	11.3	12.18	13.51	14.39	13.87	12.6	11.53	8.75	8.65

**Annexe 2** : Précipitations moyennes mensuelles (en mm) dans certaines localités de la région d'étude de 1991 à 2014 (A.N.R.H de Tizi-Ouzou)

Stations / Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Total
<b>Ath Ouabane (960m)</b>	66.7	100	167	189	210.9	151.9	128	151	107	24	8.3	29.4	1053.3
<b>Larbâa N'ath Irathen(950)</b>	43.4	77	119	139	143.1	97.5	81.6	120	89	9.7	8.5	9	937
<b>Tizi-Ouzou (220m)</b>	40.5	67	132	150	154	89.3	76.1	92	57.7	8.8	3.8	6	877.2
<b>Moyenne</b>	<b>50.2</b>	<b>82.33</b>	<b>139.33</b>	<b>159.33</b>	<b>169.33</b>	<b>112.9</b>	<b>95.23</b>	<b>121</b>	<b>84.56</b>	<b>14.16</b>	<b>6.86</b>	<b>14.8</b>	<b>955.83</b>

## Annexes



**Annexe 3 :** Altitudes et pentes aux stations étudiées

Stations	AI	TR	AA	D1	D2	AO	TK1	A1	A2	A3	A4	A5	O1	O2
Altitude (m)	1010	1120	1080	900	350	940	1300	920	480	380	300	200	1040	600
Pente à la station (%)	16	15	20	10	2.5	13	38	10	10	2.5	1.5	1.4	19.5	11

**Annexe 4 :** Altitudes, largeurs du lit et vitesses du courant mesurées aux stations étudiées

Stations	AI	TR	AA	D1	D2	AO	TK1	A1	A2	A3	A4	A5	O1	O2
Altitude (m)	1010	1120	1080	900	350	940	1300	920	480	380	300	200	1040	600
Largeur du lit (m)	1	1.5	1	1	2	1.5	0.5	1	1.5	4	5	8	1	3.5
Classes de vitesse du courant	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3
Appréciation	R	TR	TR	R	R	TR	R	R	R	R	R	R	R	R

**TR** : très rapide.    **R** : rapide.    **M** : moyenne.    **L** : lente

## Annexes



**Annexe 5:** Nature du substrat aux stations étudiées

Stations	AI	TR	AA	D1	D2	AO	TK	A1	A2	A3	A4	A5	O1	O2
<b>GG %</b>	80	80	80	60	70	90	80	100	90	70	70	70	100	65
<b>SL %</b>	20	20	20	40	20	10	20	0	10	30	20	20	0	20
<b>MO %</b>	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	10	0	15
<b>VAQ %</b>	1	0	1	1	1	1	0	2	2	2	3	3	0	1

**Gal:** galets.    **Gra:** graviers.    **Sab:** sables.    **Lim:** limons.    **M.O:** matières organiques.    **V.A :** végétation aquatique.

**Annexe 6 :** Températures ponctuelles de l'eau relevées aux stations étudiées (ces valeurs sont données à titre indicatif)

Stations	AI	TR	AA	D1	D2	AO	TK1	A1	A2	A3	A4	A5	O1	O2
<b>Altitude (m)</b>	1010	1120	1080	900	350	940	1300	920	480	380	300	200	1040	600
<b>Températures max (°C)</b>	16	10	14	14	16	12	12	14	16	28	27	27	14	20
<b>Températures mini (°C)</b>	4	4	5	3	5	3	3	8	9	11	11	11	10	11
<b>Température moy (°C)</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>9.5</b>	<b>8.5</b>	<b>10.5</b>	<b>7.5</b>	<b>7.5</b>	<b>11</b>	<b>12.5</b>	<b>19.5</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>12</b>	<b>15.5</b>

## Annexes



**Annexe 7 :** Abondance et occurrence de plécoptères recensés Ab : Abondance, Ab .rel : Abondance relative, Oc : occurrence, Oc. rel : Occurrence relative).

	1010	1120	1080	900	350	940	1300	920	480	380	300	200	1040	600				
Espèces / Stations	AI	TR	AA	D1	D2	AO	TK1	A1	A2	A3	A4	A5	O1	O2	Ab	Ab. Rel	Oc	Oc. Rel
<i>Afroperlodes lecerfi</i>	12	28	43	17		5		3	90	3			13	65	279	13.85	10	13.7
<i>Eoperla ochracea</i>											20	15			35	1.74	2	2.74
<i>Perla Cf pallida</i>	57	94	100	113		43		8	10				112	20	557	27.65	9	12.33
<i>Brachyptera algerica</i>				19											19	0.95	1	1.37
<i>Brachyptera auberti</i>					3		5								8	0.4	2	2.74
<i>Amphinemura berthelemyi</i>									3						3	0.15	1	1.37
<i>Amphinemura sp</i>	24	28	13	30		3									98	4.86	5	6.85
<i>Protonemura algerica</i>						15		60	70						145	7.2	3	4.11
<i>Protonemura ruffoi</i>	49	52	26		3		50	50	3						233	11.58	7	9.6
<i>Protonemura sp</i>				8	50		80						35	35	208	10.32	5	6.84
<i>Nemoura sp</i>								3							3	0.15	1	1.37
<i>Capnioneura petitpierreae</i>	10	3	3	55	4		3	10					30	35	153	7.6	9	12.33
<i>Capniopsis schilleri</i>							3								3	0.15	1	1.37
<i>Leuctra geniculata</i>		20	3	3				8					60	30	124	6.15	6	8.22
<i>Leuctra tunisica</i>								30							30	1.49	1	1.37
<i>Leuctra sp</i>	8	27	11	3		21		15		6			10	12	113	5.61	9	12.33
<i>Tyrrheno minuta-tangerina</i>												3			3	0.15	1	1.37
<b>Abondance</b>	<b>160</b>	<b>252</b>	<b>199</b>	<b>248</b>	<b>60</b>	<b>87</b>	<b>141</b>	<b>187</b>	<b>176</b>	<b>9</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>260</b>	<b>197</b>	<b>2014</b>	100	<b>73</b>	100
<b>Abondance relative</b>	<b>7.95</b>	<b>12.51</b>	<b>9.88</b>	<b>12.31</b>	<b>2.98</b>	<b>4.32</b>	<b>7</b>	<b>9.29</b>	<b>8.74</b>	<b>0.45</b>	<b>0.1</b>	<b>0.9</b>	<b>12.91</b>	<b>9.78</b>	100			
<b>Occurrence</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>73</b>			
<b>Occurrence relative</b>	<b>8.22</b>	<b>9.6</b>	<b>9.6</b>	<b>10.96</b>	<b>5.48</b>	<b>6.84</b>	<b>6.84</b>	<b>12.33</b>	<b>6.84</b>	<b>2.74</b>	<b>1.37</b>	<b>2.74</b>	<b>8.22</b>	<b>8.22</b>	100			

## Résumé

Des Plécoptères ont été récoltés en avril et mai 2016 dans les cours d'eau de la Kabylie (Algérie). Quatorze stations représentant des milieux divers (ruisseaux de haute altitude, torrents de moyenne montagne et rivières de basse altitude) ont été prospectées entre 200 et 1300 m et 17 espèces ou taxa appartenant à 6 familles et 11 genres ont été récoltés. La famille des Nemouridae est la plus diversifiée avec 3 genres et 6 espèces.

L'analyse de la distribution longitudinale des espèces le long des cours d'eau a permis de mettre en évidence l'importance des éléments de ce groupe d'insectes dans les parties supérieures et moyennes des cours d'eau (480 - 1300 m). Par contre, la zone de basse altitude (200 – 300 m) héberge très peu d'espèces.

L'analyse de la structure du peuplement a permis de montrer que les milieux d'altitude et de moyenne montagne sont les plus diversifiés. Ils hébergent les espèces du rhithral avec d'autres éléments sténothermes d'eau froide à large répartition altitudinale. En basse altitude, la richesse spécifique observée est faible. Dans cette zone de cours d'eau ne se développent que les taxons thermophiles supportant une légère présence de matière organique.

L'originalité de cette faune est marquée par la proportion d'endémiques assez élevée (35%). L'analyse du peuplement montre que la plus grande proportion des endémiques se rencontre dans les biotopes d'altitude, caractérisés par la très faible variabilité des facteurs écologiques. Ils ont une grande valeur biogéographique et ils sont considérés comme habitats refuges. Ils hébergent non seulement les endémiques, mais aussi les représentants d'une faune sténotherme dont la plupart sont peu abondants et peu fréquents dans les cours d'eau de Kabylie.

**Mots clés :** Plécoptères, cours d'eau, écologie, biogéographie, structure du peuplement, Kabylie.