

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des sciences biologiques et sciences agronomiques



Mémoire

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

Thème

**Contribution à l'étude faunistique, écologique et
biogéographique des Coléoptères Elmidae et Hydraenidae
de l'oued Ouadhias**

Présenté par :

BEN ALI AMER Ghenima
BOUGRIDA Wisam

Soutenu le 27 / 09 / 2018 Devant le jury d'examen composé de :

Présidente : Mme HAOUCHINE Sabrina.

Maître assistance A à l'U.M.M.T.O

Promoteur : Mr LOUNACI Abdelkader.

Professeur à l'U.M.M.T.O

Co-promoteur : Mr LAMINE Smail.

Doctorant à l'U.M.M.T.O

Examinatrice : Mme SEKHI Samira.

Maître assistance A à l'U.M.M.T.O

**Promotion :
2017 / 2018**

Remerciements

*Avant tout, nous remercions **DIEU** le tout puissant pour nous avoir donné la force et le courage d'accomplir ce modeste travail.*

*Au terme de ce travail, toute notre gratitude à Monsieur **LOUNACI A.**, Professeur à l'**U.M.M.T.O** pour avoir accepté de nous encadrer ainsi que pour sa disponibilité, ses précieux conseils, ses critiques constructives et son suivi durant la période de la réalisation de notre travail, qu'il trouve ici le témoignage de nos sincères remerciements.*

*Nos vifs remerciements vont également à notre co-promoteur Monsieur **LAMINE.S.**, Doctorant à l'**U.M.M.T.O** pour ses corrections, ses conseils et critiques constructives, ses encouragements et son aide tout au long de nos recherches ainsi que pour sa disponibilité durant toute la période de la réalisation de notre travail sur terrain et au laboratoire, qu'il trouve ici le témoignage de notre profonde gratitude.*

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

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

*Nos remerciements les plus sincères s'adressent également à **Mr BAIKECHE LYAS** et **Mlle KECHEMIR Lina-Hanane** ainsi qu'à toute l'équipe du laboratoire d'Hydrobiologie pour leurs conseils, leur aide, leur gentillesse et leurs encouragements.*

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

Merci,

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

★ *Mes très chers parents SAÏD et SORAYA,*

Qui ont œuvré pour ma réussite, de par leur amour, leur soutien permanent, leurs sacrifices et leurs précieux conseils, ainsi que pour leur assistance et leur présence dans ma vie. Je ne les remercierais jamais assez pour leur bonne éducation, leur patience et pour les valeurs qu'ils m'ont inculquées. Vous êtes ma fierté. Que Dieu les protège et les garde en bonne santé;

★ *Mes très chers grands-parents SALAH et GHENIMA,*

Qui prient jour et nuit pour notre réussite et me rendent la vie heureuse. Je remercie le bon Dieu pour leur présence dans ma vie, longue vie à eux en bonne santé;

★ *Mon très cher frère OUAMER et ma très chère sœur THAFATHE*
« FIFI »

Qui sont toujours présents avec moi, me soutiennent, m'aident, me conseillent, m'encouragent et me redonnent l'espoir et m'inspirent la volonté d'avancer encore plus. Que Dieu vous protège ;

★ *Toute la famille BEN ALI AMER, la famille FERROUKHE, en particulier ma grand-mère HOURIA que Dieu te guérisse ainsi qu'à la famille AIT KACI ARAB et à tous mes proches, qui se reconnaîtront, tantes, oncles, cousins et cousines ;*

Je dédie ce mémoire aussi à :

★ *Tous mes chers amis(es), garçons et filles, en particulier KARIM STOUTAH, mes copines de chambre et ma binôme;*

★ *Tous mes camarades de la promotion L3 et de la promotion M1 et M2 Eco-A ainsi que tous mes amis de l'association Eco-Action ;*

★ *Et à tous ceux et celles qui m'aiment, me respectent et m'encouragent.*

Ghenima.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

★ *Ma très chère mère **Tahri Djouher (Farida)** et ma très chère sœur **Siham** pour leur soutien, leurs encouragements, leurs conseils et leurs sacrifices qui ont fait de moi une personne forte et m'ont donné la volonté d'avancer dans ma vie ;*

★ *Ma très chère grand-mère **Tahri Faroudja** pour ses conseils, ses encouragements et son aide ;*

★ *Ma binôme ;*

★ *Tous mes **profs.***

Wisam.

N° figures	Titres	N° pages
1	Situation géographique de la région d'étude.	3
2	Précipitations moyennes mensuelles (en mm) de la région d'étude (période : 2007-2013).	5
3	Températures moyennes mensuelles de l'air (en °C) (maximales, minimales, moyennes) enregistrées à Tizi-Ouzou (période : 2007-2017).	6
4	Cours d'eau étudiés et emplacements des stations.	9
5	Présentation des métacoxas, antennes et palpes maxillaires de quelques familles de coléoptères -1 : métacoxas soudés au métasternum ; - 2 : métacoxas non soudés au métasternum ; - 3 : antennes des Elmidae ; - 4 : antennes des Dryopidae ; - 5 : antennes des Hydrophilidae ; - 6 : antennes des Hydrochidae ; - 7 : antennes des Hydraenidae ; - 8 : palpes maxillaires des <i>Hydraena</i> .	22
6	Présentation de quelques taxons des coléoptères Polyphaga aquatiques -1 : <i>Limnebius</i> sp (d'après JÄCH, 1993) ; - 2 : <i>Limnius</i> sp (d'après OLMI, 1978) ; - 3 : <i>Dryops</i> sp (d'après OLMI, 1978) ; - 4 : <i>Hydrophilus</i> sp (d'après HANSEN, 1991) ; -5 : <i>Hydrochus</i> sp (d'après HANSEN, 1991) ; -6 : <i>Helophorus</i> sp (d'après HANSEN, 1991).	23
7	Présentation de l'édéage de quelques Coléoptères Polyphaga aquatiques - 1 : Hydraenidae (d'après Berthélemy <i>et al.</i> , 1991) ; - 2 : Hydrophilidae (d'après Vallades, 1988) ; - 3 : <i>Helophorus</i> (d'après Angus, 1992) : a) tube ; b) struts ; c) paramère ; d) pièce basale ; - 4 : G. Dryopidae (d'après Olmi, 1976) ; - 5 : Elmidae (d'après Olmi, 1976) ; - 6 : Hydrochidae.	25
8	Richesse spécifique des Coléoptères Elmidae et Hydraenidae aux stations étudiées.	29
9	Abondance relative des Coléoptères Elmidae et Hydraenidae récoltés aux stations étudiées.	31
10	Occurrence relative des Coléoptères Elmidae et Hydraenidae récoltés aux stations étudiées.	31
11	Répartition altitudinale des espèces recensées.	33
12	ACP : représentation de la distribution des paramètres environnementaux.	42

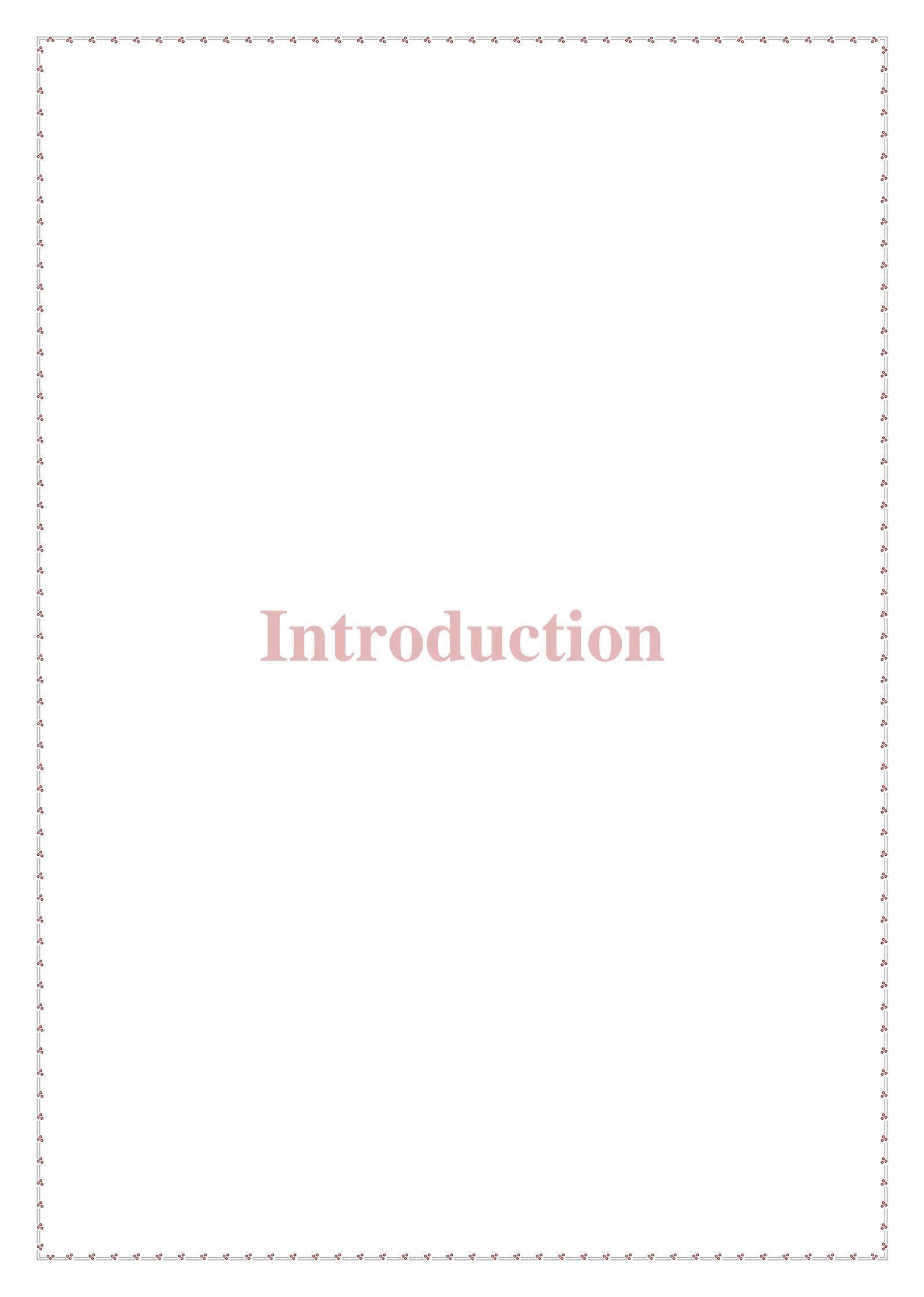
N° figures	Titres	N° pages
13	Dendrogramme visualisant les relations entre les variables environnementales.	43
14	Dendrogramme de la distribution des stations sur la base des variables environnementales.	43
15	Distribution et noyaux d'affinité des Coléoptères Elmidae et Hydraenidae et des stations dans le plan factoriel F1 x F2.	45
16	Dendrogramme visualisant les affinités des espèces dans le plan factoriel F1 x F2.	45

N° photos	Titres	N° pages
1	Station O1	10
2	Station O2	10
3	Station O3	11
4	Station O4	11
5	Station O5	12

N° tableaux	Titres	N° pages
1	Altitude, pente et distance à la source des stations étudiées.	12
2	Altitude, largeur du lit mineur et vitesse du courant mesurées aux stations d'étude.	14
3	Nature du substrat aux stations étudiées.	14
4	Températures ponctuelles de l'eau (en °C) enregistrées aux différentes stations étudiées.	15
5	Position systématique actuelle des familles et sous-familles des Polyphaga aquatiques. (*) désigne les familles traitées dans ce travail.	21
6	Répartition des Coléoptères Elmidae et Hydraenidae dans les stations étudiées.	28
7	Caractéristiques environnementales des cinq stations étudiées.	40
8	Matrice de corrélation entre variables environnementales (N = 13, P<0,05) (En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil alpha=0.05 (test bilatéral)).	41

Introduction	1
Chapitre 1 : Milieu d'étude	3
1.1.- Situation géographique de la zone d'étude	3
1.2.- Cadre géologique	3
1.3.- Climatologie.....	5
1.3.1.- Précipitations	5
1.3.2.- Températures	6
1.3.2.1.- Température de l'air	6
1.3.2.2.- Température de l'eau.....	7
1.4.- Couvert végétal	7
1.5.- Perturbations anthropiques.....	8
Chapitre 2 : Sites et méthodes d'étude	9
2.1.- Description des cours d'eau et des stations d'études	9
2.1.1.- Assif d'Ath Bouaddou	11
2.1.2.- Assif d'AgouniGueghrane	12
2.1.3.- Assif Ouadhias.....	12
2.2.- Caractéristiques physiques des stations	13
2.2.1.- Le profil topographique	13
2.2.2.- Débit et vitesse du courant	14
2.2.3.- Substrat	15
2.2.4.- Températures de l'eau	16
2.3.- Méthodes d'étude.....	16
2.3.1.- Techniques de prélèvements de la faune benthique	16
2.3.2.- Conservation des échantillons	17
2.3.3.- Tri et identification	17
2.3.4.- Méthodes d'analyse de la structure du peuplement.....	17
2.3.4.1.- Analyse en composantes principales (ACP)	17
2.3.4.2.- Analyse factorielle des correspondances (AFC)	18
2.3.4.3.- Classification ascendante hiérarchique (CAH)	18
2.3.4.4.- Corrélation de Pearson	18
2.3.5.- Logiciels de calcul.....	19
Chapitre 3 : Coléoptères Hydraenidae et Elmidae	20
3.1.- Généralités sur les Coléoptères Polyphaga aquatiques.....	20
3.2.- Morphologie des Coléoptères Polyphaga aquatiques	21
3.2.1.- Les Elmidae	26
3.2.2.- Les Hydraenidae.....	26

3.3.- Les Coléoptères Elmidae et Hydraenidae de l'oued Ouadhias	28
3.3.1.- Richesse spécifique	28
3.3.2.- Abondance et Occurrence des espèces	30
3.3.3.- Limites altitudinales des espèces	32
3.3.4.- Autoécologie des espèces recensées.....	34
3.3.4.1.- Famille des Hydraenidae	34
3.3.4.2.- Famille des Elmidae	36
3.3.5.- Analyse biogéographique des espèces inventoriées	39
3.4.- Structure du peuplement	40
Conclusion.....	46
Références bibliographiques	
Annexes	



Introduction

Les Coléoptères constituent un important groupe d'invertébrés des eaux continentales. Il s'agit d'un ensemble hétérogène de nombreuses familles ayant des modes de vie très divers. Parmi les insectes, les Coléoptères se distinguent par leur grande diversité et ils représentent, selon JÄCH & BALKE (2008), le groupe le plus diversifié dans les écosystèmes aquatiques, avec les Trichoptères et les Diptères. En raison de leur grande diversité spécifique et fonctionnelle, et de leur sensibilité vis-à-vis de la salinisation des eaux et de l'enrichissement en matière organique, ils peuvent être considérés comme des bioindicateurs potentiels pour décrire l'état des écosystèmes aquatiques (BILTON *et al.*, 2006 ; MILLÁN *et al.*, 2006 ; SANCHEZ-FERNANDEZ *et al.*, 2006), et les habitats aquatiques (BALKE *et al.*, 2004).

Les Coléoptères présentent une grande richesse spécifique, peuplant presque tous les habitats d'eau douce et saumâtres depuis les petits étangs jusqu'aux lagunes et les terres humides, ainsi que les cours d'eaux, canaux d'irrigation et barrage (ABELLÁN *et al.*, 2005).

Les travaux sur les Coléoptères aquatiques d'Afrique du Nord en général, et d'Algérie en particulier sont anciens : nous pouvons citer BEDEL (1895), PEYERIMHOFF (1905, 1925), GAUTHIER (1928), NORMAND (1933) et BERTHELEMY (1964).

Quant à ceux relatifs aux Coléoptères Elmidae et Hydraenidae, ils sont beaucoup plus récents et ont contribué à une meilleure connaissance de ces deux familles dans les pays du Maghreb :

- Au Maroc, par KADDOURI (1986), BOUZIDI (1989), JÄCH *et al.* (1999), RIBERA & MILLÁN (1998), HERNANDO *et al.* (1999), JÄCH *et al.* (2006), BENNAS *et al.* (2008), BENAMAR *et al.* (2011), SÁINZ-CANTERO *et al.* (2012). Ces auteurs ont permis de dresser une liste de plus de 80 espèces.

- En Tunisie, les données se réduisent aux travaux de BOUMAÏZA (1994), JÄCH *et al.* (2006), TOUAYLIA *et al.* (2009, 2010). Ces auteurs ont établi une liste totale de 68 espèces.

En Algérie, des données importantes ont aussi pu être recueillies, des études hydrobiologiques réalisées en Afrique du Nord, abordant l'ensemble des macroinvertébrés benthiques, ont fourni des informations précieuses sur la faune Coléoptérologique d'Algérie et plus particulièrement sur les deux familles Elmidae et Hydraenidae : SAINTE-CLAIRE DEVILLE (1906) sur les *Hydraena* d'Algérie, FERRO (1985) sur les Hydraenidae d'Afrique du Nord, KADDOURI (1986) sur la révision des *Hydraena* du Maroc, d'Algérie et de Tunisie, LOUNACI (1987) sur la recherche hydrobiologique des peuplements d'invertébrés benthiques du bassin de l'oued Aïssi, AÏT MOULOUD (1988) sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macroinvertébrés benthiques de l'oued Aïssi, JÄCH (1991, 1992a, 1992b, 1992c) sur la révision des espèces du genre *Ochthebius* de la région Paléarctique, BERTHELEMY *et al.*, (1991) sur la révision du genre *Hydraena* d'Afrique du Nord, JÄCH (1993) sur la révision taxonomique des espèces du genre *Limnebius* de la région Paléarctique, LOUNACI-DAOUDI (1996) sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des insectes du réseau hydrographique du Sébaou,

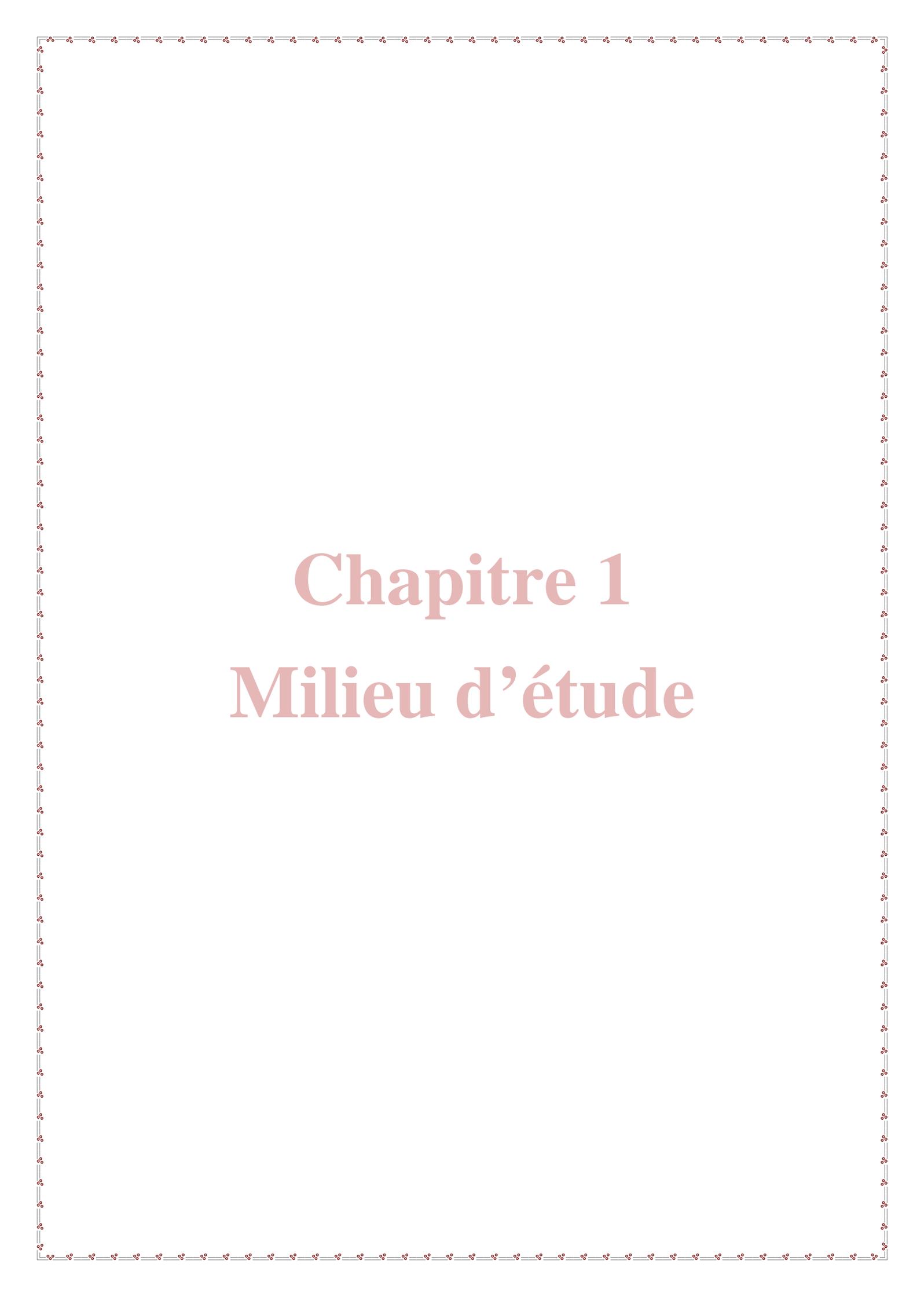
LOUNACI *et al.*, (2000a) sur la diversité des invertébrés aquatiques du bassin de l'oued Sébaou, , ARAB (2004) sur la faunistique et l'écologie des réseaux hydrographiques du Chélif et du bassin versant du Mazafran, JÄCH (2004) publie un catalogue citant toutes les espèces de la famille Hydraenidae de la région Paléarctique, LOUNACI (2005) sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie, JÄCH *et al.*, (2006) publie un catalogue contenant toutes les espèces de la famille Elmidae, DELGADO & JÄCH (2007, 2009) et JÄCH & DELGADO (2008) sur la révision des espèces du genre *Ochthebius* de la région Paléarctique, MATALLAH *et al.*, (2016) sur la diversité des Coléoptères dans l'ouest algérien et SELLAM *et al.*, (2016) sur l'utilisation des Coléoptères, Ephéméroptères et Diptères comme bioindicateurs de la qualité des eaux dans quelques Oueds d'Algérie. Malgré tous ces travaux, il ressort clairement que les données existantes sur l'Algérie en général et sur la Kabylie du Djurdjura en particulier sont en fait rares, anciennes et fragmentaires.

La présente étude traite essentiellement les deux familles de Coléoptères aquatiques : Elmidae et Hydraenidae, dont l'état de connaissance était très pauvre. Elle est axée essentiellement, d'une part, sur la collecte des données faunistiques et de contribuer à une meilleur connaissance de l'écologie et de la biogéographie de ces espèces et, d'autre part, sur la distribution spatiale et la structure du peuplement en fonction des caractéristiques mésologiques des cours d'eau étudiés.

Nous avons subdivisé notre travail en trois chapitres :

- le premier est consacré à l'étude des principales caractéristiques physiques et environnementales (géographie, géologie, climatologie, végétation, impact humain) du milieu d'étude.
- la méthodologie adoptée dans cette étude, les techniques d'échantillonnage et les données environnementales recueillies (altitude, pente, substrat, type de végétation bordante, régime thermique) font l'objet du deuxième chapitre ; les caractéristiques hydrographiques et hydrologiques des stations y sont abordées
- le troisième qui représente la majeure partie de ce travail sera consacré à l'exploitation des données mésologiques et à l'étude de la faune recensée : analyse faunistique, écologique et biogéographique des deux familles de Coléoptères aquatiques considérées (Elmidae et Hydraenidae).

Enfin, cette étude sera finalisée par une conclusion et une gamme puissante des références bibliographiques.



Chapitre 1

Milieu d'étude

1.1.- Situation géographique de la zone d'étude

Le présent travail a été mené dans le Centre-Nord de l'Algérie : la Kabylie du Djurdjura. Elle est située à 100 Km à l'Est d'Alger et à moins de 50 Km du littoral méditerranéen. Elle est comprise entre 3°35' et 5°05' de longitude Est, et entre 36°22' et 36°55' de latitude Nord. Elle est délimitée au Nord par la mer méditerranée, à l'Ouest par Thenia, à l'Est par le massif de l'Akfadou et au Sud par les plaines de Bouira et la vallée de la Soummam.

L'aire d'étude s'incère dans le bassin versant de l'oued Sébaou qui draine le principal cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura (fig 1). Il compte trois principaux sous-bassins versant : l'oued Boubhir, l'oued Aissi et l'oued Bougdoura.

L'oued Aissi est l'un des principaux affluents de l'oued Sébaou. Il draine l'ensemble des écoulements du flanc Nord de la dorsale médiane du Djurdjura. L'importance de son débit est due aux écoulements de l'oued Djemâa, de l'assif Larbâa et de l'assif Ouadhias.

Devant l'impossibilité d'étudier l'ensemble des cours d'eau du sous-bassin de l'oued Aissi, notre intérêt s'est porté sur assif Ouadhias, principal affluent de l'Oued Aissi.

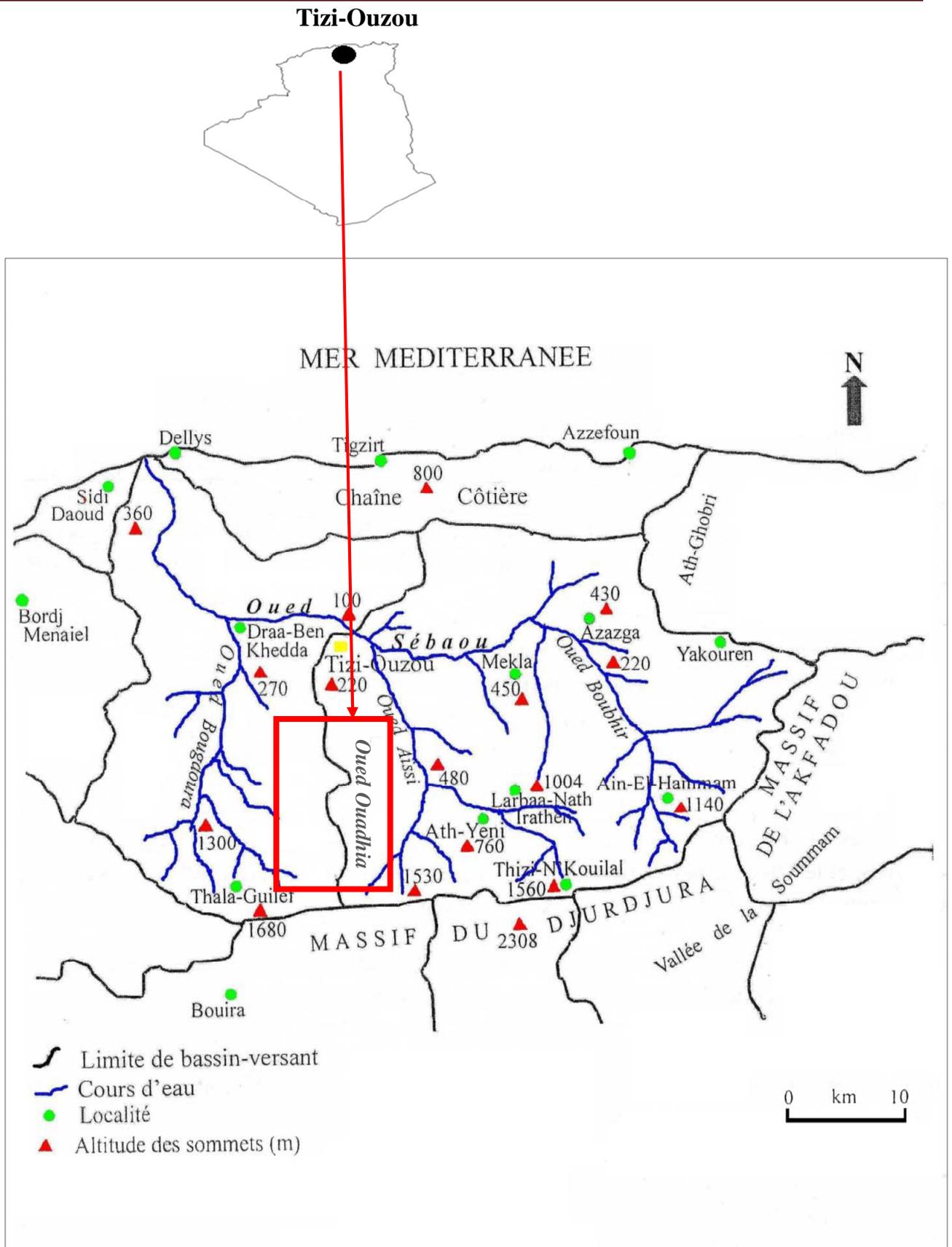
1.2.- Cadre géologique

La Kabylie a fait l'objet de plusieurs études géologiques (FLANDRIN, 1952 ; THIEBAULT, 1952 ; GELARD, 1979). Elles décrivent une lithologie variée et une structure complexe. Les grandes unités morpho-structurales qui la constituent sont les suivantes :

➤ **La dorsale calcaire du Djurdjura :** Le Djurdjura présente un faciès composé essentiellement de terrains calcaires liasiques et éocènes.

La lithologie de cette dorsale favorise le phénomène de karstification qui se manifeste par de profondes galeries souterraines (ex : gouffre de Boussouil) donnant lieu souvent à des sources en altitude et le développement d'importants gouffres (YAKOUB, 1985).

➤ **Le socle Kabyle ou métamorphique :** Il fait suite à la chaîne calcaire, il est représenté par des terrains métamorphiques primaires et de diverses formations cristallophylliennes composés de schistes, de micaschistes, de gneiss, de granites et de pegmatites (YAKOUB, 1996). De part sa topographie, ce socle favorise la convergence des eaux de pluie vers les principaux affluents de l'oued Aissi.



Source : (LOUNACI ,2005).

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

1.3.- Climatologie

Le Climat de l'Algérie est influencé au Nord par la mer méditerranée, et par une tendance continentale subdésertique provenant du Sud. Les vents prédominants sont de direction Nord et Nord-Est.

Les caractéristiques fondamentales du climat de la région d'étude peuvent être résumées ainsi :

- Des étés chauds et secs avec une sécheresse bien marquée de juillet à septembre.
- Des hivers froids et humides avec des précipitations à grandes irrégularités interannuelles.

1.3.1.- Précipitations

Les précipitations représentent la source principale d'eau. Elles sont caractérisées par leur volume, leur intensité et leur fréquence qui varient selon les lieux, les jours, les mois et aussi les années (GUYOT, 1999).

Selon SELTZER (1946), QUEZEL (1957) et CHAUMONT & PAQUIN (1971), l'altitude, la latitude, la longitude et l'exposition sont les quatre facteurs géographiques qui influent sur la répartition des pluies en Algérie. Ces dernières sont plus importantes dans les régions à grande altitude et dans le versant exposé aux vents humides. Elles augmentent d'Ouest en Est, et diminuent au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral vers le Sud.

Les auteurs ayant étudiés le climat de l'Algérie citent la Kabylie de Djurdjura parmi les régions les plus arrosées. Ainsi, CHAUMONT & PAQUIN (1971), DERRIDJ (1990) et ABDESSELAM (1995) notent une pluviométrie variant de 1200 mm à 1500 mm /an dans le Djurdjura (altitude >1000m), tandis que dans les piémonts et plaines, les précipitations oscillent entre 700 mm et 800 mm/an.

Les données pluviométriques enregistrées dans la localité la plus proche de la région d'étude (Ath-Djemâa) sont portées en annexe 1. Elles nous ont été fournies par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) de Tizi Ouzou.

La moyenne annuelle calculée pour la région d'Ath Djemâa (période : 2007-2013) est de 931.79 mm.

La lecture de la figure 2 montre que les précipitations les plus importantes s'observent de Novembre à Mai avec un maximum en Novembre (132,9 mm). Ces précipitations diminuent ensuite progressivement pour atteindre des valeurs minimales (1,44 mm pour le mois de Juillet) et reprennent en Septembre. Elles sont cependant très inégalement réparties car une grande partie en est concentrée en quelques jours et tombe rapidement sous forme d'orages.

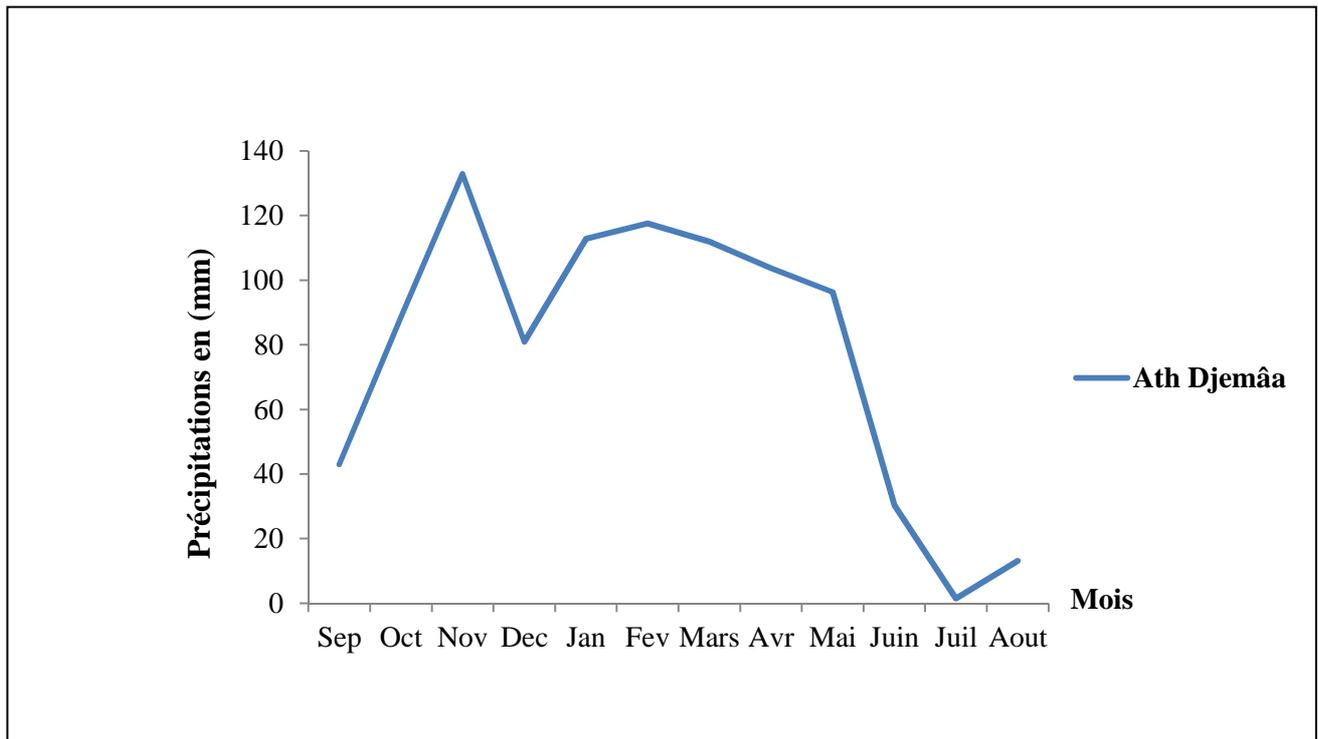


Figure 2 : Précipitations moyennes mensuelles (en mm) de la région d'étude (période : 2007-2013).

1.3.2.- Températures

1.3.2.1.- Température de l'air

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

Le manque de données dû à l'absence d'un réseau météorologique dans la région d'étude nous a contraints à utiliser les données de l'Office National de Météorologie (ONM) enregistrées à Tizi-Ouzou (annexes 2 (a, b et c)).

Les moyennes annuelles des températures de l'air sont variables d'une année à l'autre. La température moyenne interannuelle à Tizi-Ouzou est de 18.6 °C

La lecture de la figure 3 montre que :

- Les mois de Juillet et Août peuvent être considérés comme les mois les plus chauds. Leurs températures moyennes mensuelles enregistrées sont respectivement de 28,06 °C et 28,22 °C avec des minima de 21,31 °C et 21,97 °C et des maxima de 36,02 °C et 35,35 °C.
- Les mois de Décembre, Janvier et Février sont les mois les plus froids, avec des températures moyennes respectives de 11,96 °C ; 10,89 °C et 11,2 °C, des minima de 7,79 °C ; 7,0 °C et 7,08 °C et des maxima de 16,7 °C ; 16,21 °C et 16,48 °C.

Une des caractéristiques thermiques de la région d'étude est l'écart élevé entre la température moyenne minimale du mois le plus froid et la température moyenne maximale du mois le plus chaud. Cet écart atteint 29,02 °C.

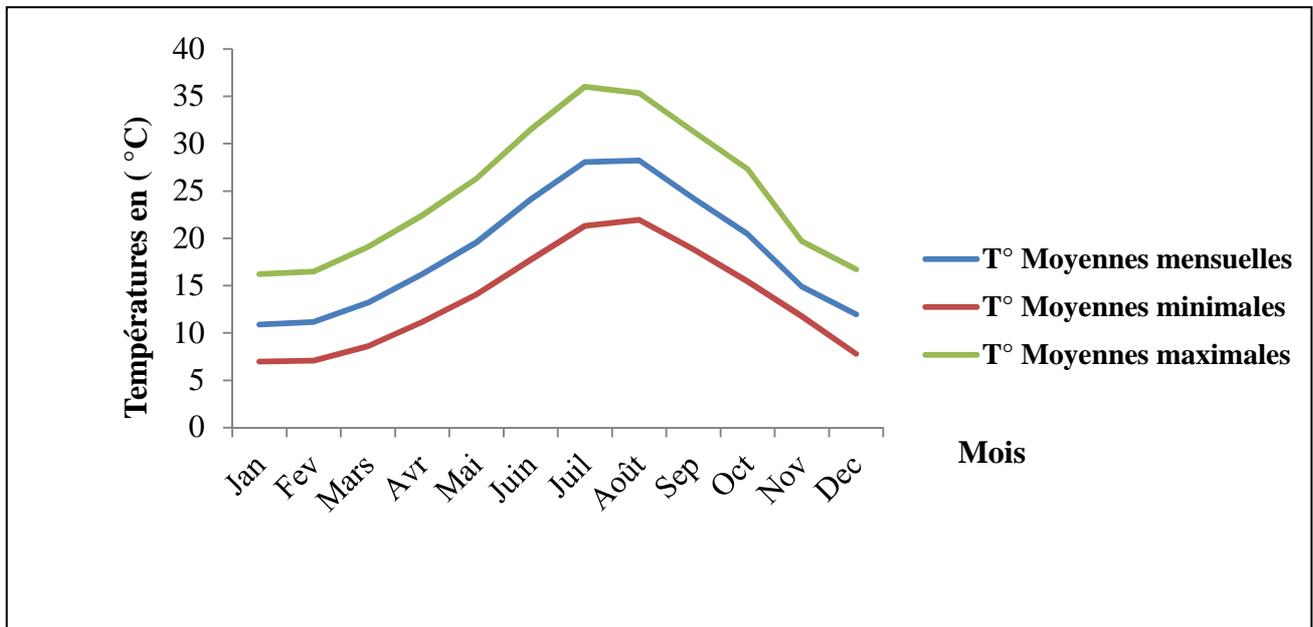


Figure 3 : Températures moyennes mensuelles de l'air (en °C) (maximales, minimales, moyennes) enregistrées à Tizi-Ouzou (période : 2007-2017).

1.3.2.2.- Température de l'eau

Le régime thermique des cours d'eau qui dépend en partie de la température du milieu ambiant, fera l'objet d'une analyse détaillée dans le Chapitre 2, page 16.

1.4.- Couvert végétal

Le couvert végétal est un facteur écologique très important, plus celui-ci est dense plus l'érosion du sol diminue et il influe donc sur les écoulements superficiels. Il constitue un refuge, un abri, une source de nourriture..., pour la faune benthique.

En Kabylie du Djurdjura, le couvert végétal est assez dense. Il se présente sous forme de moisiaque et varie en fonction de l'altitude et de l'exposition des versants. Il présente un étagement visible de type méditerranéen (LOUNACI, 2005).

Les domaines sylvatiques, restés plus au moins naturels, correspondent aux zones protégées de l'érosion et de l'influence humaine. Ils se rencontrent à l'état disséminé en petits îlots.

Près des cours d'eau, les végétaux font partie des ressources les plus importantes en matière organique nécessaire dans le domaine vital de certains organismes aquatiques, De plus, ces derniers jouent un rôle primordial dans la répartition de la faune benthique, vu qu'ils empêchent le réchauffement excessif des eaux en période estivale.

Aux altitudes supérieures à 1100 m, la végétation est constituée principalement par des pelouses écorchées à xérophytes épineux : ronce (*Rubus* sp.) et genets (*Genista* sp.) Au-dessus de 1500 m d'altitude, le couvert végétal se fait rare, les sommets sont dénudés ou recouvert dans quelques endroits par des formations asylvatiques à dominance de graminées (*Festuca atlantica* et *Poa bulbosa*). A plus basse altitude, c'est le diss (*Ampelodesma mauritanica*) qui abonde et domine.

Entre 600 m et 1100 m d'altitude, c'est le domaine des forêts qui domine, présenté essentiellement par le chêne vert (*Quercus rotundifolia*), quelques pieds de cèdre (*Cedrus atlantica*) et le chêne liège (*Quercus suber*) qui se trouve dispersé. Ce sont des feuillus qui empêchent le réchauffement excessif des eaux en été.

Un peu plus en aval, l'olivier (*Olea europea*) reste l'arbre dominant parmi l'arboriculture fruitière sur les terrasses alluviales anciennes, d'autres arbres tels que le frêne (*Fraxinus* sp.), le figuier (*Ficus carica*) et le granadier (*Punica granatum*) peuvent se trouver en mélange avec les oliveraies.

Quant à la végétation aquatique, elle est représentée par des mousses dans les stations d'altitude et par des algues et des macrophytes dans les stations du Piémont.

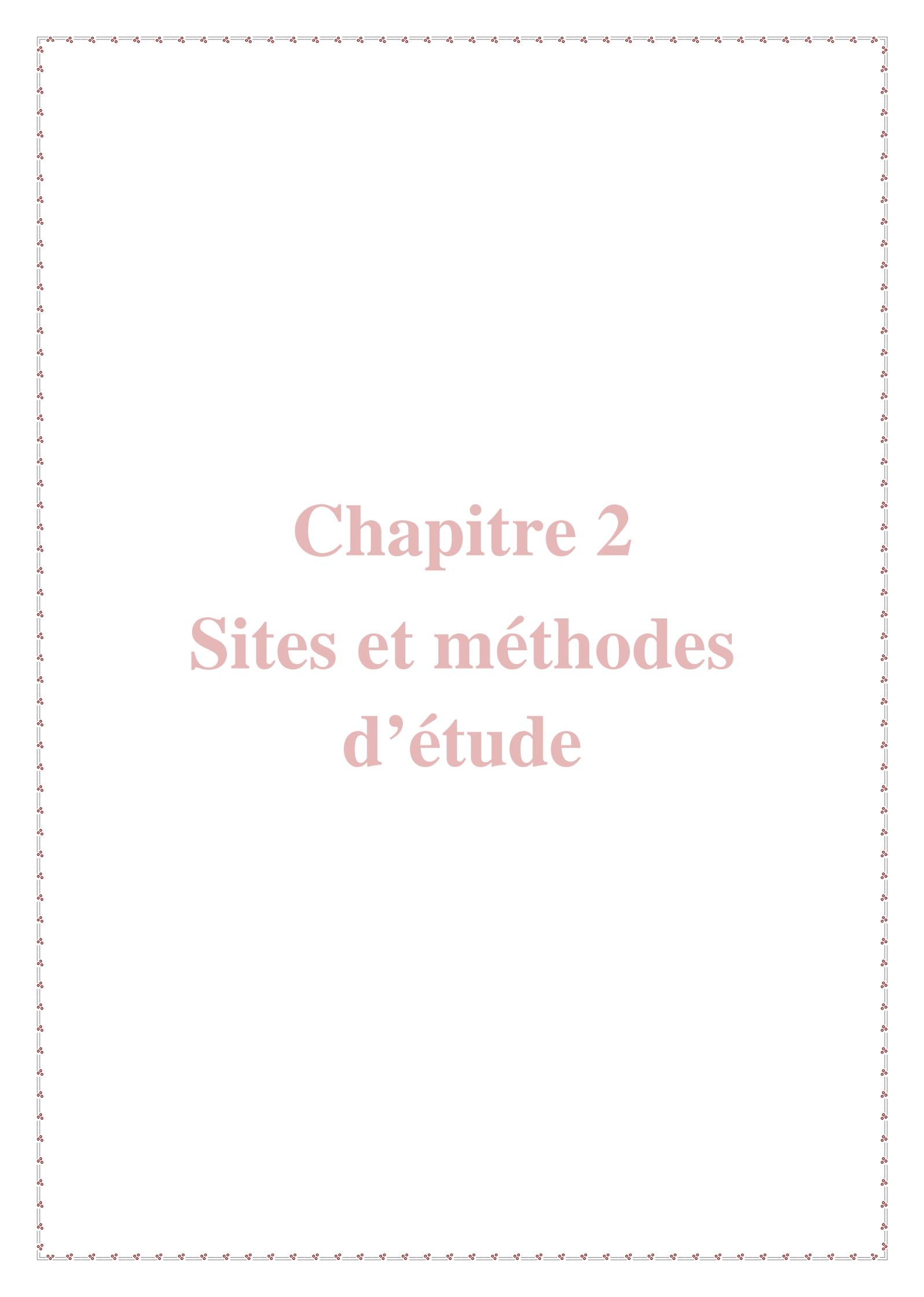
1.5.- Perturbations anthropiques

En Kabylie, les réseaux hydrographiques sont menacés par la pollution d'origine anthropique. Les rejets industriels et urbains sont les principaux polluants des cours d'eau.

Dans la région d'étude, l'impact anthropique diffère d'une zone à l'autre et varie en générale selon l'altitude du secteur concerné.

En effet, en altitude, la pollution est d'origine domestique, son impact sur les cours d'eau devrait être relativement faible. Les seuls secteurs sensibles pourraient être près de villages où les eaux usées sont directement rejetées dans les cours d'eau.

En basse altitude, les atteintes au milieu dues à l'homme sont plus intenses. Cela est dû à l'extension rapide des zones urbaines qui déversent les eaux usées, épurées ou non, dans les cours d'eau. A cette principale perturbation, s'ajoutent les activités agricoles, les prélèvements d'eau pour l'irrigation.



Chapitre 2

Sites et méthodes d'étude

2.1.- Description des cours d'eau et des stations d'étude

L'objectif de ce travail est d'établir une liste faunistique des Coléoptères Elmidae et Hydraenidae de l'oued Ouadhias et de rechercher les relations entre les caractéristiques du milieu et sa faune basée sur l'échantillonnage des habitats aquatiques les plus représentatifs.

Parmi les cours d'eau prospectés de la Kabylie, notre intérêt s'est porté sur l'assif Ouadhias l'un des trois principaux affluents de l'oued Aissi (Oued des Ouacif, Ouadhias et Ath Djemâa). Ce cours d'eau collecte l'ensemble des écoulements en provenance des sous-bassins versants. Il résulte de la confluence des oueds Ath Bouaddou et Agouni Gueghrane au lieu-dit "Thamda Erahma".

Sur l'ensemble des stations prospectées, cinq ont été retenues dans le cadre de ce travail (figure 4). Le choix de ces stations a été effectué en tenant compte de certains paramètres écologiques tels que l'altitude, la pente, la distance à la source, la nature du substrat, l'amont et l'aval des agglomérations afin d'évaluer l'importance de l'impact humain, et dans une certaine mesure, la régularité de la répartition des stations le long des cours d'eau.

Les stations indiquées par des carrés sur la figure 4 se répartissent comme suit :

- Deux stations situées sur assif Ath Bouaddou (stations O1, O2) ;
- Deux stations situées sur assif Agouni Gueghrane (stations O3, O4) ;
- Une station située sur assif Ouadhia (station O5).

Pour chaque station étudiée, nous indiquons :

- la localité la plus proche ;
- l'altitude ;
- la pente de la station ;
- la largeur moyenne du cours d'eau (lit mineur) ;
- la profondeur moyenne de la lame d'eau ;
- la vitesse du courant ;
- le substrat ;
- la végétation ;
- La température de l'eau ;
- l'action anthropique lorsqu'il en a ;
- Le recouvrement.

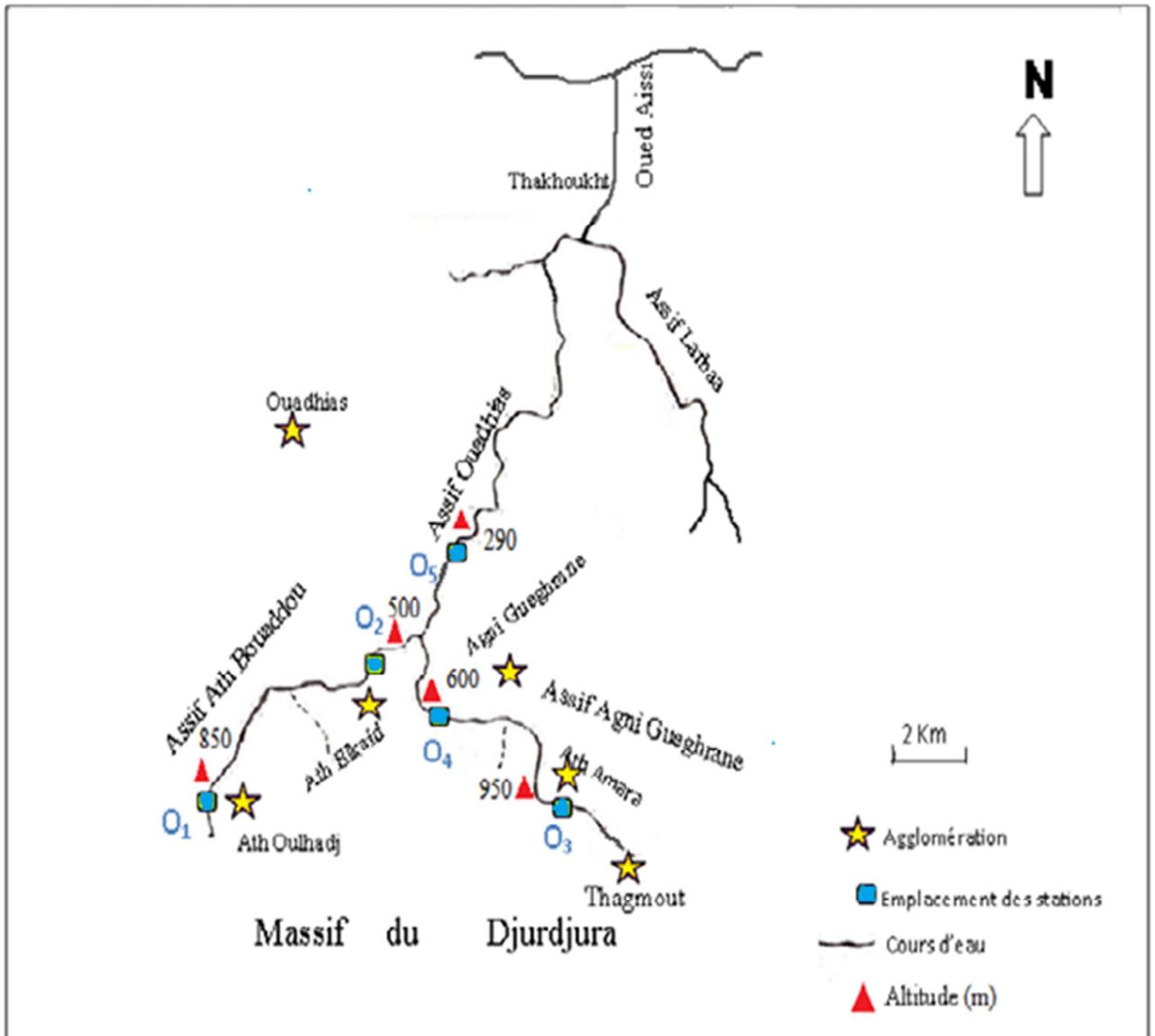


Figure 4 : Cours d'eau étudiés et emplacements des stations.

2.1.1.- Assif d'Ath Bouaddou

Assif d'Ath Bouaddou est un cours d'eau de moyenne montagne. Il prend source dans le djebel Ath Bouaddou (Djurdjura) à 1100 m d'altitude. Il collecte l'ensemble des écoulements en provenance des sources et ruisseaux qui drainent les pentes septentrionales d'Ath Oulhadj. Il coule en orientation sud/nord-est sur une distance de 12 km entre 1100 m et 380 m d'altitude avant de se jeter dans l'Assif Ouadhias au lieu dit "Thamda Erahma". Sa pente moyenne est de 10,5 %, sa largeur peut atteindre à certains endroits 4 m.

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

★ Station O1 (Photo 1)

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

- Altitude : 850 m ;
- Pente de la station : 15 % ;
- Section mouillée : 3 m ;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 30 cm ;
- Vitesse du courant : rapide ;
- Substrat : rochers, galets, graviers ;
- Végétation bordante : strate arbustive fournie ;
- Végétation aquatique : présence de mousses.
- Température de l'eau : 6 °C.



Photo 1 : Station O1

★ Station O2 (Photo 2)

Station localisée à 300 m en aval du village Ath El-Kaid, à environ 12 km au sud de la ville des Ouadhias.

- Altitude : 500 m ;
- Pente de la station : 9,5 % ;
- Largeur moyenne du cours d'eau (lit mineur) : 5 m ;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 30 cm ;
- Vitesse du courant : rapide ;
- Substrat : rochers, galets, graviers et bloc, sable ;
- Végétation bordante : strate arbustive assez fournie ;
- Végétation aquatique : présence de mousses ;
- Action anthropique : rejets domestiques, pompage de l'eau.
- Température de l'eau : 15°C.

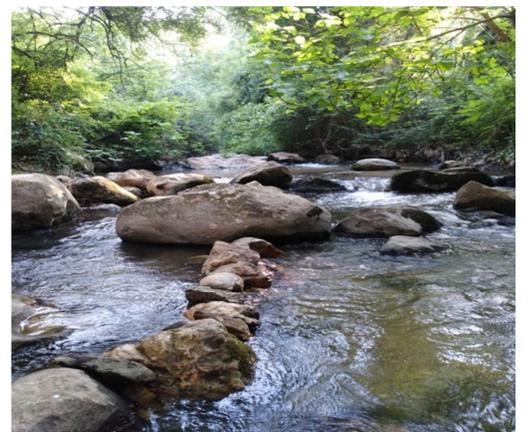


Photo 2 : Station O2

2.1.2.- Assif d'Agouni Guehrane

Cours d'eau de montagne, il prend naissance à 1250 m d'altitude. Il collecte l'ensemble des écoulements en provenance de Djebel Agouni Guehrane. Doté d'une forte pente (11,5 %), il coule en orientation sud/nord-ouest 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 : stations O3, O4.

★ Station O3 (Photo 3)

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

- Altitude : 950 m ;
- Pente de la station : 19 % ;
- Largeur moyenne du cours d'eau : 3 m ;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 30 cm ;
- Vitesse du courant : rapide;
- Substrat : blocs, galets, graviers;
- Végétation bordante: strate arborescente et strate arbustive;
- Végétation aquatique : présence de mousses et d'algues ;
- Action anthropique : rejets domestiques.
- Température de l'eau : 5°C.

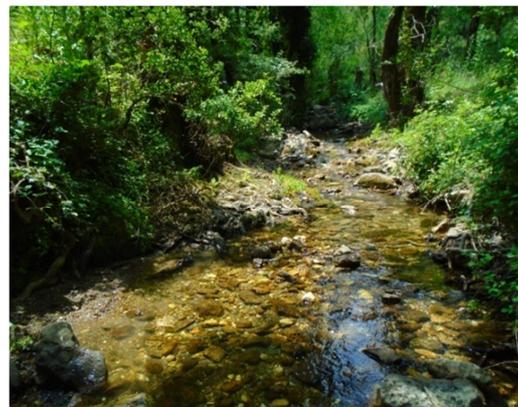


Photo 3 : Station O3

★ Station O4 (Photo 4)

Cette station est localisée à 2 km en aval du Chef-lieu d'Agouni Guehrane, à environ 12 km au sud de la ville des Ouadhias.

- Altitude : 600 m ;
- Pente de la station : 11 % ;
- Largeur moyenne du cours d'eau (lit mineur) : 3 m ;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 30 cm ;
- Vitesse du courant : rapide ;
- Substrat : blocs, galets, graviers, sable;
- végétation bordante : strate arborescente et arbustive fournie;
- Végétation aquatique : présence de quelques mousses ;
- Action anthropique : rejets domestiques.
- Température de l'eau : 9°C.



Photo 4 : Station O4

2.1.3.- Assif Ouadhias

Assif Ouadhias est le principal affluent de l'oued Aissi. Il prend naissance au lieu-dit "Thamda Erahma", point de confluence des Assifs Ath Bouaddou et Agouni Gueghrane. Il coule en orientation sud-ouest/nord-est entre 380 m et 180 m d'altitude sur une distance de 12 km avant de se jeter dans l'oued Aissi au lieu dit "Thakhoukhth". Sa pente moyenne est de l'ordre de 2 % et sa largeur peut atteindre par endroit 10 m.

Une seule station est retenue sur ce cours d'eau : station O5.

★ Station O5 (Photo 5)

Cette station est localisée à environ 6 km à l'est de la ville des Ouadhias.

- Altitude : 290 m ;
- Pente de la station : 3 % ;
- Largeur moyenne du cours d'eau (lit mineur) : 4 m ;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 30 cm ;
- Vitesse du courant : moyenne ;
- Substrat : blocs, galets, graviers, sable, limons ;
- Végétation bordante: strate arbustive fournie ;
- Végétation aquatique : présence de mousses et d'algues ;
- Action anthropique : rejets domestiques et dépôts d'ordures sur les rives du cours d'eau et l'extraction de graviers.
- Température de l'eau : 16°C.



Photo 5 : Station O5

2.2.- Caractéristiques physiques des stations

2.2.1.- Le profil topographique

Le profil topographique est décrit à l'aide de trois paramètres : l'altitude, la distance à la source et la pente.

La pente est un paramètre écologique important qui dépend de l'altitude. Elle intervient dans le déterminisme de la vitesse du courant, de la taille des éléments du substrat ainsi que dans la distribution de la faune benthique.

Le tableau 1 illustre les altitudes, les pentes et les distances à la source des stations des cours d'eau étudiés.

Tableau 1 : Altitude, pente et distance à la source des stations étudiées.

Stations	O1	O2	O3	O4	O5
Altitude (m)	850	500	950	600	290
Pente (%)	15	9.5	19	11	3
Distance à la source (Km)	2.5	7	1.5	13	20

Les pentes aux stations présentent de grandes fluctuations. Elles varient entre 3 % et 19 %. Les secteurs les plus pentus correspondent aux cours d'eau de montagne. Les pentes varient de 9.5 % à 19 % : secteurs des stations O1, O2, O3, O4.

Dans les piémonts et les basses altitudes, on assiste à une rupture de pente et à l'élargissement des cours d'eau. La pente ne dépasse pas 3 % : cas de la station O5.

2.2.2.- Débit et vitesse du courant

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

Les débits moyens annuels se caractérisent par une grande irrégularité interannuelle. Les débits les plus importants de l'année correspondent à la fonte du manteau neigeux au printemps, augmentés par les apports en pluies souvent abondantes à cette période de l'année (ABDESSELEM, 1995). Les fortes pluies, à l'origine des crues, augmentent la vitesse du transport des substances solides et dissoutes et beaucoup d'organismes sont alors emportés.

L'écoulement de surface représente un facteur écologique essentiel qui agit sur la composition, la structure des biocénoses 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.

La vitesse du courant dépend de la pente et varie d'une station à une autre. En effet, elle est ralentie de l'amont à l'aval du fait de la diminution de la pente de l'amont vers l'aval, et d'où l'élargissement du lit.

Dans ce travail, en raison des difficultés de la mesure de la vitesse du courant, elle est quantifiée par sa valeur moyenne au niveau de chaque station. Les relevés de la vitesse de l'eau qui ne présentent que des valeurs indicatrices, sont portés sur le tableau 2. Elles sont évaluées selon la classification de BERG :

- ♦ Vitesse très lente : inférieur à 10 cm/s ;
- ♦ Vitesse lente : 10 à 25 cm/s ;
- ♦ Vitesse moyenne : 25 à 50 cm/s ;

- ♦ Vitesse rapide : 50 à 100 cm/s ;
- ♦ Vitesse très rapide : supérieur à 100 cm/s.

Dans les cours d'eau étudiés, les vitesses du courant sont rapides aux stations O1, O2, O3 et O4, et moyennes dans la station O5 (Tableau 2). Les faciès lotiques prédominant dans la plupart des stations.

Tableau 2 : Altitude, largeur du lit mineur et vitesse du courant mesurées aux stations d'étude.

Stations	O1	O2	O3	O4	O5
Altitude (m)	850	500	950	600	290
Largeur du lit mineur (m)	3	5	3	3	4
Vitesse du courant (cm/s)	R	R	R	R	M

R : vitesse rapide ; **M** : vitesse moyenne.

2.2.3.- Substrat

La plupart des macroinvertébrés sont spécifiques pour un type bien précis de microhabitat. En effet, Le substrat constitue le support vital des invertébrés benthiques auquel il est intimement associé pendant une partie de leur vie.

Les cours d'eau présentent naturellement dans leur ensemble une grande diversité structurale qui se traduit par la présence d'une grande variété d'habitats : galets, rochers, sable, limons, dépôts de débris végétaux et par conséquent une grande diversité faunistique. Les mousses et les végétaux sont des supports très favorables car ils servent également de nourriture et d'abris pour la faune. Ainsi, la diversité de la communauté benthique reflète la diversité des substrats.

Dans les cours d'eau étudiés, on distingue deux grands types de substrat : le substrat minéral et le substrat végétal. L'importance relative de chaque catégorie est estimée par un pourcentage de recouvrement des surfaces en eau, estimée par observation directe à l'échelle de la station (Tableau 3).

Tableau 3 : Nature du substrat aux stations étudiées.

Stations	O1	O2	O3	O4	O5
Galets-Graviers (%)	100	70	90	65	50
Sable-Limons (%)	0	20	0	20	30
Matière Organique (%)	0	10	10	15	20
Végétation aquatique (%)	0	10	5	10	20

La distribution des stations en fonction de l'altitude et de la nature du substrat montre une hétérogénéité du substratum au sein de tous les étages altitudinaux. Aux stations d'altitude, le substrat est à dominance de gros galets et de graviers. En revanche, dans les stations de basse altitude, il est plutôt hétérogène : galets-graviers, sable-limons avec présence de végétation aquatique.

2.2.4.- Températures de l'eau

La température de l'eau varie régulièrement selon le profil longitudinal d'un cours d'eau. La combinaison de certains paramètres contribue à la détermination de celle-ci, tels que la température atmosphérique, l'altitude, la distance à la source, le régime hydrologique, la saison, la largeur du lit et l'ensoleillement qui lui, dépend de la densité du couvert végétal.

Ce paramètre est très utile pour les études en limnologie car il joue un rôle dans la solubilité des gaz, la détermination du pH et la dissociation des sels (RODIER, 1996). De plus, il conditionne les possibilités de développement et la durée du cycle biologique des êtres vivants ainsi que la composition faunistique d'un cours d'eau.

Devant l'impossibilité de réaliser des mesures journalières de la température, nous nous sommes contentés de réaliser des relevés ponctuels à l'aide d'un thermomètre à mercure dans les stations étudiées. Les valeurs ponctuelles enregistrées sont portées dans le tableau 4. Elles sont données ici à titre indicatif.

Tableau 4 : Températures ponctuelles de l'eau (en °C) enregistrées aux différentes stations étudiées.

Stations	O1	O2	O3	O4	O5
Altitudes (m)	850	500	950	600	290
Températures (°C)	6	15	5	9	16

Les valeurs des températures ponctuelles relevées varient entre 5 et 16 °C.

2.3.- Méthodes d'étude

2.3.1.- Techniques de prélèvement de la faune benthique

L'échantillonnage consiste à rassembler la plus grande diversité faunistique représentative des habitats à étudier pour obtenir un bilan aussi complet possible des taxons présents dans les cours d'eau.

Les techniques de prélèvement de la faune benthique sont très diversifiées. L'appareillage utilisé est le filet Surber pour le facies lotique et le filet Troubleau pour le facies lentique.

* **Milieu lotique** : dans la zone d'eau courante, peu profonde inférieure à 40 cm, les prélèvements de la faune benthique sont réalisés à l'aide d'un filet Surber. Ce dernier est formé d'une poche de nylon, montée sur une armature métallique carrée de surface de 0.09 m² (30 x 30 cm). La maille du filet est de 0.3 mm de diamètre, permettant l'écoulement de l'eau tout en retenant les petites larves.

Une fois la surface à échantillonner choisie, le filet est placé sur le fond du lit, l'ouverture du filet face au courant. Le substrat est alors raclé et les pierres soigneusement retournées et lavées, récupérant ainsi les larves, les nymphes et les adultes dans le filet.

* **Milieu lentique** : dans les zones d'eau calme, les prélèvements sont effectués à l'aide d'un filet troubleau à ouverture circulaire de 30 cm de diamètre. L'échantillonnage, dans ce cas, s'effectue par des mouvements de va et vient sur une distance d'un mètre environ.

2.3.2.- Conservation des échantillons

Les échantillons récoltés sont recueillis dans des sachets en plastique, puis fixés dans du formol à 5% sur le lieu même du prélèvement. La date, le numéro et les caractéristiques de la station sont notés à chaque prélèvement.

2.3.3.- Tri et identification

Cette opération s'effectue au laboratoire et consiste à extraire la faune du substrat contenu dans les échantillons. Les récoltes sont lavées et débarrassées des particules indésirables (gravies, débris végétaux...) dans une série de tamis de mailles de taille décroissante (diamètres 5 ; 2,5 ; 0,3 mm). Le contenu des tamis est ensuite versé dans une bassine contenant de l'eau puis transvasé dans des béchers de 250 CC.

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

L'unité taxonomique retenue dans ce travail est l'espèce. Pour se faire, la détermination spécifique a été effectuée avec l'appui de Mr Lamine spécialiste des Coléoptères Elmidae et Hydraenidae, à l'aide des clés de détermination suivantes : TACHET *et al.* (1980, 2000), RICHOUX (1982), RIVOSECCHI (1984), DETHIER (1985 - 1986) et BERTHELEMY *et al.* (1991).

2.3.4.- Méthodes d'analyse de la structure du peuplement

2.3.4.1.- Analyse en composantes principales (ACP)

L'ACP a pour objet d'étudier la relation qui existe entre les variables quantitatives. Les résultats sont des données sous forme de graphes, l'un des variables et l'autre des individus. Le

graphe des variables est donné par le cercle des corrélations, de rayon $R=1$. Il permet de voir quelles sont les variables qui sont corrélées les une avec les autres et quelles variables sont expliquées par les axes factoriels.

Le graphe des individus est lu simultanément avec celui des variables, il permet de déduire l'individu qui donne la meilleure (ou la plus faible) valeur de la variable considérée dans la lecture.

2.3.4.2.- Analyse factorielle des correspondances (AFC)

L'AFC est une méthode statistique d'analyse des données. En faite, elle a le même principe avec l'analyse en composantes principales. Son but est de donner la meilleure représentation simultanée des groupes de variables, permettant d'obtenir une correspondance entre groupes d'espèces et groupes de stations.

L'AFC réalisée à partir des abondances des espèces aide à déterminer les espèces caractéristiques de chaque groupe.

2.3.4.3.- Classification ascendante hiérarchique (CAH)

C'est une méthode de classification automatique utilisée en analyse des données, à partir d'un ensemble de n individus, son but est de répartir ces individus dans un certain nombre de classes.

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

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

2.3.4.4.- Corrélation de Pearson

Le test de corrélation (contrairement à la régression simple) ne propose pas d'identifier une variable dépendante et une variable indépendante. La corrélation de Pearson ne cherche donc qu'à déterminer l'absence ou la présence d'une relation linéaire significative entre les variables.

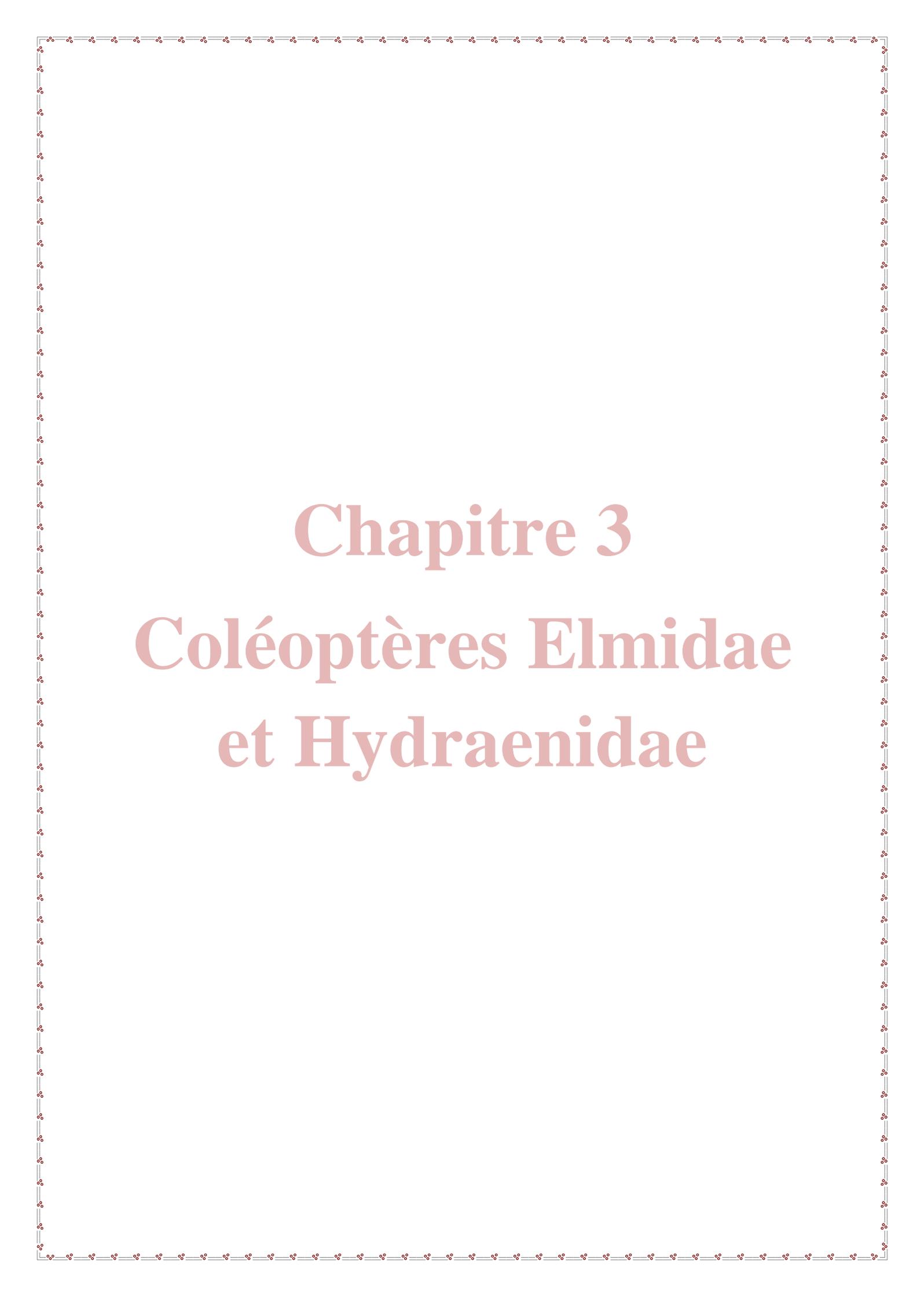
Le coefficient de corrélation de Pearson indique le degré de relation linéaire entre deux séries de données (HELD, 2010), il peut prendre des valeurs allant de - 1 à + 1.

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

Il est considéré comme forte corrélation si le coefficient de corrélation est supérieur à 0,75 et une faible corrélation si le coefficient de corrélation est inférieur à 0,5 (BOLBAOCA & JANTSCHI, 2006).

2.3.5.- Logiciels de calcul

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



Chapitre 3

Coléoptères Elmidae et Hydraenidae

3.1.- Généralités sur les Coléoptères Polyphaga aquatiques

Parmi les 1,7 millions d'organismes connus, les animaux représentent un peu plus de 70 %, desquels 75 % sont des insectes. Les Coléoptères constituent en nombre d'espèces le principal ordre d'insectes, vu que les deux cinquièmes des espèces connues actuellement sont des Coléoptères. Connus depuis le Permien, ils représentent aussi un des plus anciens ordres d'insectes holométaboles. La présence de la première paire d'ailles transformées en élytres chez l'adulte, constitue la principale originalité de l'ordre.

Selon la classification de LAWRENCE & NEWTON (1995), quatre sous-ordres sont connus actuellement au sein des Coléoptères : Archostemata, Myxophaga, Adephaga et Polyphaga (Tableau 5). Les liens phylogéniques entre ces quatre sous-ordres, ont suscité l'intérêt de plusieurs auteurs (CROWSON, 1960 ; KLAUSNITZER, 1975 ; HAMMOND, 1979 ; KUKALOVÁ-PECK & LAWRENCE, 1993 ; HANSEN, 1997). Les études réalisées dans ce sens se sont basées sur l'analyse cladistique, les nervations alaires, le mode de plissement des groupes fossiles et le nombre de chromosomes (RIBERA, 1999). Parallèlement à ces études, d'autres travaux basés sur des techniques moléculaires (HOWLAND & HEWITT, 1995), ont permis de situer les Archostemata à la base des Coléoptères, suivi des Myxophaga, alors que les Adephaga et Polyphaga ont été affiliés comme des groupes frères (RIBERA, 1999).

Des quatre sous-ordres, seuls les Archostemata manquent de représentants aquatiques. Au sein des autres sous-ordres, les familles qui sont classées parmi les coléoptères aquatiques, sont celles dont les espèces sont liées au milieu aquatique, pendant au moins un ou plusieurs stades de leur développement (Tableau 5). Cette délimitation a été utilisée dans la Limnofauna Europea (IENISTEA, 1987) et également reprise par PIRISINU (1981) en Italie, RICHOUX (1982) et TACHET *et al.* (2000) en France et RIBERA *et al.* (1999) en Espagne.

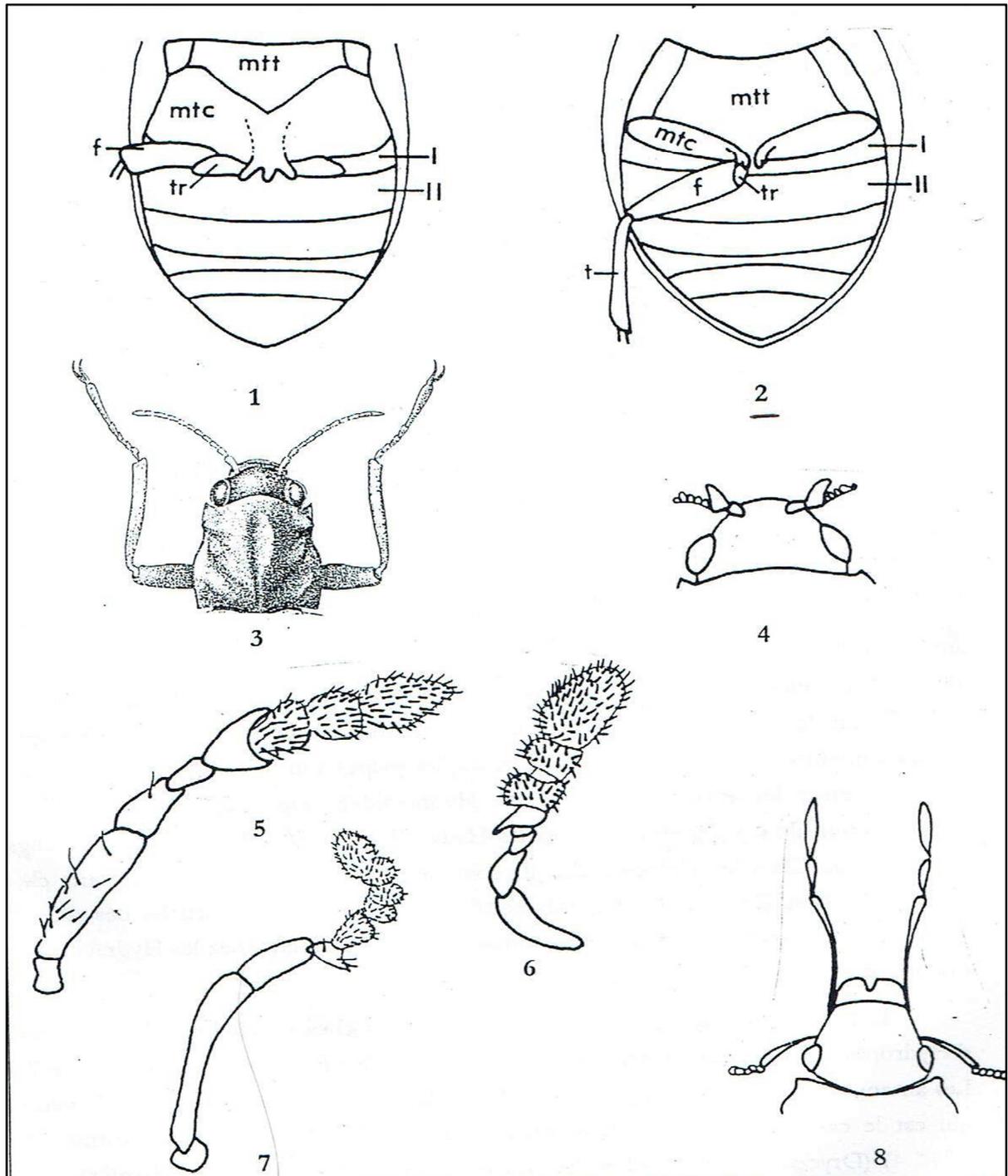
Quelques représentants aquatiques du sous-ordre Polyphaga, font l'objet de ce travail. Ils englobent six super-familles : *Hydrophiloidea*, *Staphylinoidea*, *Byrrhoidea*, *Crysmeloidea*, *Curculionoidea* et *Scirtoidea*. Les trois premières possèdent des représentants en Kabylie du Djurdjura (Tableau 5). Ceux-ci se caractérisent par des métacoxas non soudés au métasternum (figure 5), à la différence des Adephaga qui ont des métacoxas soudés au métasternum (figure 5).

Tableau 5 : Position systématique actuelle des familles et sous-familles des Polyphaga aquatiques.
(*) désigne les familles traitées dans ce travail.

Sous-Ordre & Super-familles	Familles
MYXOPHAGA	Microsporidae, Hydroscaphidae
ADEPHAGA	Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae, Hygrobiidae, Dytiscidae
POLYPHAGA	
HYDROPHILOIDEA	Helophoridae, Georissidae, Hydrochidae, Hydrophilidae
STAPHYLINOIDEA	Hydraenidae*
SCIRTOIDEA	Scirtidae
BYRRHOIDEA	Elmidae*, Dryopidae, Limnichidae, Heteroceridae, Psephenidae
CRYSOMELIDEA	Donaciinae
CURCULIONOIDEA	Bagoini

3.2.- Morphologie des Coléoptères Polyphaga aquatiques

La taille de ces insectes est très variable, elle oscille entre 0.6 mm chez certains *Limnebius*, et presque 5 cm chez les grands *Hydrophilus* (figure 6). En générale, ce sont les représentants de la famille des Hydraenidae qui ont les tailles les plus réduites, ne dépassant guère 3 mm. Au sein des Hydrophilidae, le genre *Hemisphaera* est le plus petit (1 mm), le reste des Polyphaga étant de taille moyenne.



Figures 5 : Présentation des métacoxas, antennes et palpes maxillaires de quelques familles de coléoptères :

- **1 :** métacoxas soudés au métasternum ;
- **2 :** métacoxas non soudés au métasternum ;
- **3 :** antennes des Elmidae ;
- **4 :** antennes des Dryopidae ;
- **5 :** antennes des Hydrophilidae ;
- **6 :** antennes des Hydrochidae ;
- **7 :** antennes des Hydraenidae ;
- **8 :** palpes maxillaires des *Hydraena*.

Alors que les Hydrophilidae ont une forme globuleuse ovale ou convexe, les Dryopidae, Helophoridae et Hydrochidae ont un corps plutôt allongé à oval-allongé chez les Elmidae (figure 6).

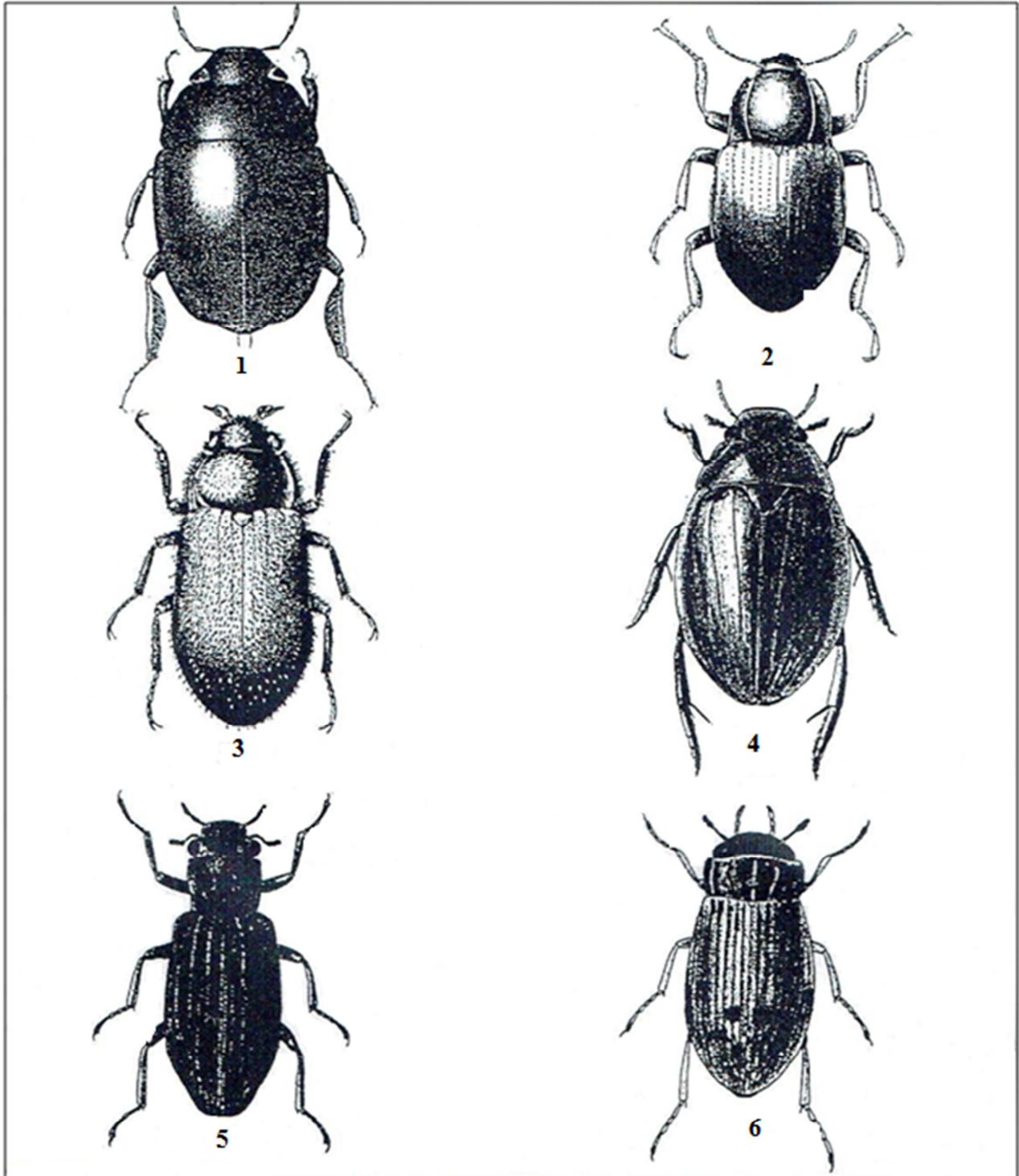


Figure 6 : Présentation de quelques taxons des coléoptères Polyphaga aquatiques

- **1** : *Limnebius* sp (d'après Jäch, 1993) ; - **2** : *Limnius* sp (d'après Olmi, 1976) ; - **3** : *Dryops* sp (d'après Olmi, 1976) ; - **4** : *Hydrophilus* sp (d'après Hansen, 1991) ; - **5** : *Hydrochus* sp (d'après Hansen, 1991) ; - **6** : *Helophorus* sp (d'après Hansen, 1991).

➤ Les structures génitales

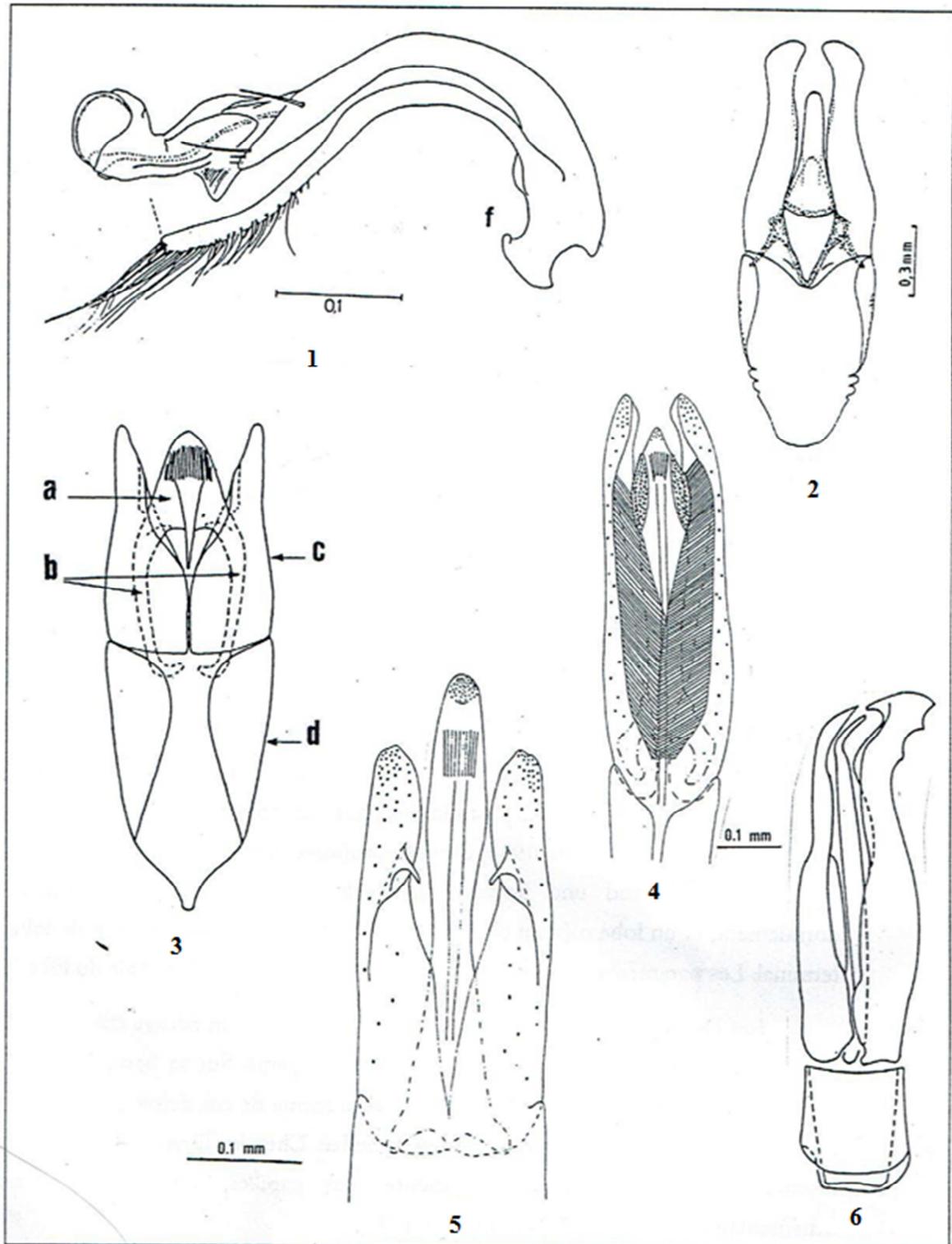
L'armature génitale mâle est l'un des principaux caractères utilisés pour distinguer les espèces. Chez certains groupes de ce sous-ordre, elle revêt une importance taxonomique décisive lors de la séparation entre espèces. Dans l'ensemble, il s'agit d'édéages articulés et trilobés (JEANNEL, 1955) dont la forme diffère nettement.

L'édéage comporte généralement un lobe médian ou pénis, logeant en son intérieur le conduit éjaculateur qui se termine en gonopore apical. Les deux parapères sont disposés latéralement. L'ensemble repose sur une pièce basale ou tegment ouverte dorsalement. Ce modèle d'édéage est celui des Hydrophilidae, Helophoridae et Hydrochidae (figure 7). Chez les Hydraenidae (figure 7), les mêmes structures sont maintenues avec toutefois quelques différences.

Les Dryopidae et les Elmidae présentent également un édéage trilobé, constitué par deux paramères robustes situés des deux côtés du pénis. Sur sa base, se présente une apophyse centrale et deux latérales. La taille et la forme de ces dernières revêtent un grand intérêt taxonomique, notamment chez les Elmidae. Chez les Dryopidae, le pénis et la face interne des paramères peuvent présenter des papilles, des stries ou encore des ornements en forme de mosaïque (figure 7).

Les Elmidae possèdent aussi sur la face interne des bords dorsal et ventral des paramères, des spicules, des papilles, des pores ou des stries (figure 7).

L'armature génitale femelle est constituée par une série de plaques sclérifiées : valvifères, coxites et stylets sétigères terminaux.



Figures 7 : Présentation de l'édéage de quelques familles et genres de coléoptères :

1 : édéage. - **2** : Hydraenidae (d'après Berthélemy *et al.*, 1991) ; - **3** : Hydrophilidae (d'après Valladares, 1988) ; - **4** : *Helophorus* (d'après Angus, 1992) : **a**) tube ; **b**) struts ; **c**) paramère ; **d**) pièce basale ; - **5** : *G. Dryopidae* (d'après Olmi, 1976) ; - **6** : Elmidae (d'après Olmi, 1976) ; - **7** : Hydrochidae.

3.2.1.- Les Elmidae

Sont incluses au sein de cette famille, les espèces de Coléoptères présentant un corps d'aspect ovale plus ou moins allongé, glabre, de couleur généralement foncée avec parfois des teintes rougeâtres. Elles se caractérisent par une tête petite et arrondie, engagée en partie dans le prothorax et portant des palpes maxillaires plus courts que les antennes (SÁINZ-CANTERO & ALBA-TERCEDOR, 1991).

Le pronotum, de forme subtrapézoïdal, peut être soit lisse soit orné sur sa surface de sillon ou de carènes. Sa base est généralement plus étroite que celle des élytres. Ces derniers sont traversés par un ensemble de séries de points, séparés par des interstries (espace lisse), lesquelles peuvent être, selon les groupes, surélevées ou carénées. Les métatarses sont pentamères et les métacoxas non soudés au métasternum, et ne divisant pas le premier sternite abdominal (SÁINZ-CANTERO & ALBA-TERCEDOR, 1991).

L'édéage de type trilobé, est constitué de deux paramères et d'un pénis. Ce dernier peut être plus court, plus long ou de même longueur que les paramères. Il est pourvu à sa base de deux prolongements latéraux (les apophyses basales latérales) et un central (l'apophyse basale centrale) dont la taille et la forme revêtent un grand intérêt taxonomique. Le contour et les deux bords dorsal et ventral des paramères montrent des variations spécifiques. Sur leur surface s'insèrent des pores et des spicules qui gagnent plus de longueur au niveau de l'apex alors que sur leur face interne peuvent apparaître des papilles, des pores, des spicules ou des stries.

La face ventrale comprend deux structures intéressantes ; le « sac membraneux » et la « fibule ». Le premier se présente comme une zone membraneuse de longueur variable et au niveau de son apex, s'ouvre le gonopore. Tout autour de celui-ci, le sac membraneux est suspendu par des baguettes fines formant la couronne. Quant à la fibule, c'est une barre dont la présence, la connaissance et la morphologie diffère d'une espèce à une autre.

Le génitalia femelle comprend des « stylets » et les « plaques ventrales ». Les stylets sont constitués d'un « article terminal » court et un « article principal » sur lequel on peut distinguer une zone externe chitinisée et une autre interne membraneuse pouvant atteindre ou non l'apex. A la base de chaque stylet se trouvent les plaques ventrales distales présentant une sclérification transversale et au-dessous desquelles se trouvent les plaques ventrales proximales. Entre les deux plaques se trouve la plaque ventrale centrale d'aspect et de morphologie variables.

3.2.2.- Les Hydraenidae

Les Hydraenidae englobent des Coléoptères de petite taille caractérisés essentiellement par des palpes maxillaires plus longs que les antennes. Ces dernières sont constituées de 8 à 9 articles dont les cinq derniers forment une masse pubescente (figure 5). La tête est grande, avec des yeux

qui ne sont pas proéminents, et elle est généralement pourvue de fossettes, de sillons ou de dépressions.

Le pronotum peut adopter des formes différentes selon les genres, ainsi il est sub-hexagonal chez *Hydraena* et sub-trapézoïdal chez *Ochthebius*, *Aulacochthebius* et *Limnebius*. Sa surface peut être totalement lisse ou pourvue de fossettes et de sillons comme ceux de la tête. La base du pronotum peut avoir la même taille que celle des élytres ce qui confère à l'insecte un contour pronoto-élytral continu ou être plus petite engendrant un contour pronoto-élytrale discontinu.

Au niveau des pattes, le caractère le plus remarquable est la présence d'un trochanter perceptible et de soies de formes d'épines sur les tibias ou aussi sur les fémurs, de localisation et d'abondance variables. Les tarsi sont pentamères mais d'apparence générale tris-segmentée à cause de la réduction du premier article et de la soudure très intime du deuxième et du troisième article. La morphologie des tarsi et surtout des tibias s'avère un caractère taxonomique et de dimorphisme sexuel d'une importance primordiale.

L'armature génitale mâle (figure 7) est constituée par une pièce principale tubulaire, assez chitinisée, qui se termine par le lobe terminal mobile moins sclérifié et de deux paramères de forme allongée, insérées à la base de la pièce principale. Ces derniers peuvent être symétriques, asymétriques, réduits ou absents. Les génitalia mâles revêtent une importance capitale pour la détermination spécifique.

Dans les anciennes classifications, la famille des Hydraenidae a depuis toujours été classée dans la super famille des Hydraphiloidea, taxon équivalent au terme Palpicornia fréquemment utilisé mais qui manque de valeur en tant que catégorie taxonomique (VALLADARES & MONTES, 1991). Cette position systématique a fait l'objet d'une controverse étant donné que les liens que possèdent les Hydraenidae avec les autres familles des Hydrophiloidea sont plus les résultats de phénomènes de convergences évolutives que d'affinités phylogénétiques réelles (VALLADARES & MONTES, 1991). Ceci a amené BÖVING & CRAIGHEAD (1931) à placer les Hydraenidae dans la super famille des Staphylinoidea, hypothèse retenue grâce à des études larvaires (DYBAS, 1976) et phylogénétique (LAWRENCE & NEWTON, 1982) et acceptée dernièrement par d'autres auteurs qui stipulent que la position systématique authentique des Hydraenidae est parmi les Staphylinoidés (PERKINS, 1980 ; HANSEN, 1991, 1997, 1998).

3.3.- Les Coléoptères Elmidae et Hydraenidae de l'oued Ouadhias

Le présent travail a pour but de contribuer à l'étude faunistique, écologique et biogéographique des Coléoptères Elmidae et Hydraenidae de l'oued Ouadhias.

Le tableau 6 récapitule la liste des espèces récoltées dans les 5 stations étudiées avec leurs abondances moyennes correspondantes. Le peuplement Coléoptérologique (Elmidae et Hydraenidae) inventorié se compose de 11 taxons dont 7 identifiés au niveau spécifique. Ils appartiennent à six genres et à deux sous-genres.

Tableau 6 : Répartition des Coléoptères Elmidae et Hydraenidae dans les stations étudiées. (Les chiffres indiquent l'abondance moyenne par 0,1 m²).

Espèces	Stations	O1	O2	O3	O4	O5	Ab	Ab r	Occ	Occ r
	Limites									
Famille Hydraenidae										
<i>Hydraena (H) mouzaiensis</i>		34	3		5		42	9,17	3	8,57
<i>Hydraena (H) numidica</i>		75	48	23	15	22	183	39,95	5	14,28
<i>Hydraena (H) rivularis</i>		3		3	3		9	1,96	3	8,57
<i>Hydraena sp</i>		45	10	7	38		100	21,83	4	11,42
<i>Limnebius sp</i>			3		6		9	1,96	2	5,71
<i>Ochthebius (O.) sp</i>		9	8	15	5		37	8,07	4	11,42
Famille Elmidae										
<i>Elmis maugetii velutina</i>		4					4	0,87	1	2,85
<i>Limnius intermedius</i>		3		4	6	7	20	4,36	4	11,42
<i>Limnius surcoufi</i>		4			4		8	1,74	2	5,71
<i>Oulimnius maurus</i>			3	3	8	15	29	6,33	4	11,42
<i>Oulimnius sp</i>		3	8			6	17	3,71	3	8,57
Ab		180	83	55	90	50	458			
Rs		9	7	6	9	4				

3.3.1.- Richesse spécifique

La lecture de la figure 8, relative à la richesse spécifique aux stations étudiées, montre des fluctuations au long des cours d'eau étudiés. Le nombre d'espèces varie d'une station à une autre, il fluctue entre un minimum de quatre espèces récoltées à la station O5 et un maximum de neuf espèces recensées aux stations O1 et O4.

Dans les zones de moyenne montagne (500-850 m), nous avons noté une richesse spécifique élevée par rapport à celle observée au niveau des secteurs des sites des cours d'eau supérieurs et d'aval. Ce motif d'évolution de la richesse spécifique est en accord avec l'hypothèse selon laquelle la diversité maximale est observée dans les cours médian des rivières.

En effet, la richesse spécifique maximale (9, 7 espèces) est observée dans les stations : O1, O2 et O4 (alt. 500-850 m), caractérisées par une végétation riveraine abondante, la régulation du régime thermique d'eau, l'hétérogénéité du substrat et la diversification des micro-habitats.

En revanche, la faible richesse spécifique (6 espèces) a été notée au niveau de la station O3 (alt. 950 m), correspondant à un ruisseau de source. Cette réduction de la richesse spécifique, peut s'expliquer par le fait que ces types de milieux aquatiques ne sont pas considérés comme des lieux préférentiels, particulièrement pour les représentants de la famille d'Elmidae à cause de leurs basses températures, leurs fréquentes précipitations qui empêchent l'installation d'une faune riche et diversifiée.

Les espèces côtoyant ce site aquatique (O3), appartiennent majoritairement à la famille d'Hydraenidae qui est connue par sa prédominance dans les parties supérieures des cours d'eau et la régression de ces communautés avec l'altitude.

De même, pour la station O5 (alt. 290 m), localisée dans la partie potamon des cours d'eau étudiés, caractérisée par un lit très large, des températures relativement élevées atteignant 27 °C, l'absence d'une ripisylve dense, abrite moins d'espèces par rapport aux zones supérieures et moyennes des cours d'eau. C'est une station polluée du réseau hydrographique exploré. Aux rejets anthropiques divers ainsi que l'augmentation excessive des températures, s'ajoute l'extraction de gravats qui entraîne la destruction des habitats lotiques, et la remise en suspension des particules solides qui altèrent la qualité de l'eau. De plus, la forte densité des agglomérations à de telles altitudes constitue également une véritable source de pollution, de part, les rejets des eaux usées.

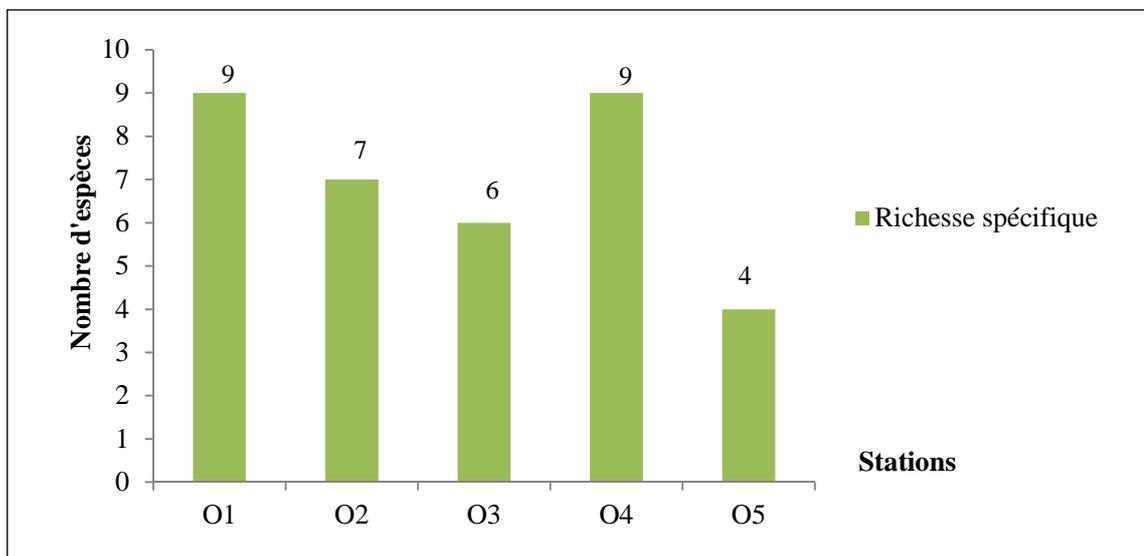


Figure 8 : Richesse spécifique des Coléoptères Elmidae et Hydraenidae aux stations étudiées.

3.3.2.- Abondance et Occurrence relative des espèces recensées

La lecture des figures 9 et 10 qui visualisent graphiquement l'abondance et l'occurrence des espèces récoltées dans les 5 stations prospectées, nous permet de classer les espèces en 4 groupes :

★ **Espèces dominantes par leur abondance et leur fréquence :** elles constituent les éléments les plus dominants de tout le peuplement recensé.

Dans les cours d'eau étudiés, *Hydraena numidica* et *Hydraena* sp sont les deux espèces les plus abondantes et les plus fréquentes. La première est qualifiée d'espèce à large valence écologique, eurythermes et eurytopes, colonisant tous les types d'habitats. La deuxième semble être moins abondante et moins fréquente par rapport à la précédente. Sa limite altitudinale inférieure est un peu moins dans l'ensemble des cours d'eau étudiés comparativement à *H. numidica* puisque elle n'atteint pas la station O5 (alt. 290 m) située dans la zone de piémont.

★ **Espèces peu abondantes et très fréquentes :** ce sont en générale des espèces à populations moins denses mais montrent des fréquences importantes le long des cours d'eau étudiés. il s'agit de *Limnius intermedius*, *Oulimnius maurus* et *Ochthebius* sp.

A ce groupe d'espèces, nous pouvons ajouter *Hydraena mouzaiensis*. Il s'agit d'une espèce rhéophile, inféodée essentiellement aux zones de moyenne montagne. Elle est qualifiée comme élément peu abondant et avec une fréquence d'occurrence moindre par rapport aux espèces.

★ **Espèces peu abondantes et peu fréquentes :** elles peuvent être scindées en deux catégories :

- la première est composée de taxons inféodés principalement aux zones de moyenne montagne et d'altitude. Il s'agit de *Hydraena rivularis*, *Limnius surcoufi* et *Limnebius* sp.
- la deuxième renferme un seul taxon : *Oulimnius* sp, colonisant aussi bien les sections moyennes des cours d'eau, que celles d'aval. Sa limite altitudinale inférieure est un peu plus élevée comparativement aux taxons appartenant à la catégorie précédente.

★ **Espèce rare, à la fois très peu abondante et très peu fréquente :** dans ce groupe, on trouve une seule espèce (*Elmis maugetii velutina*), qualifiée comme élément très peu abondant et très localisé. Il a été repéré dans une seule station (O1) sur un cours d'eau de moyenne montagne. Ce biotope est un parcours bien ombragé et à courant rapide.

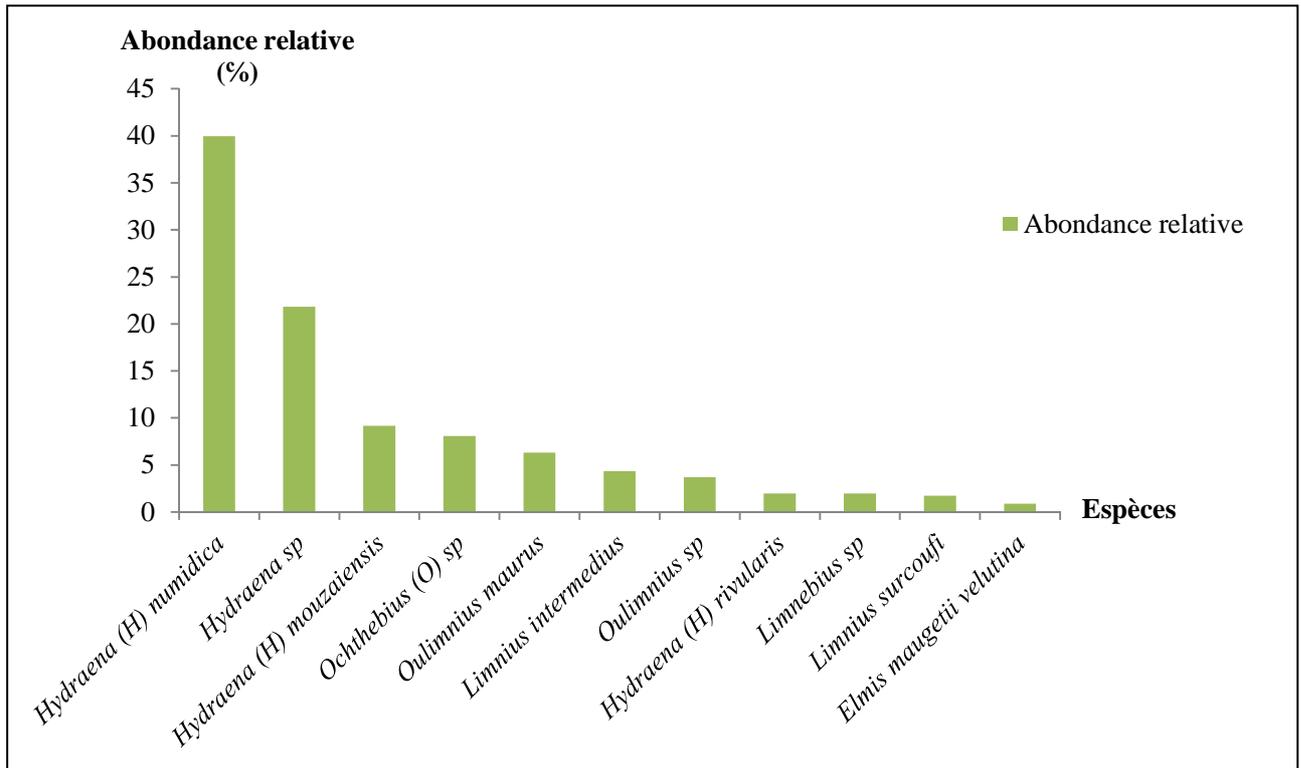


Figure 9: Abondance relative des Coléoptères Elmidae et Hydraenidae récoltés aux stations étudiées.

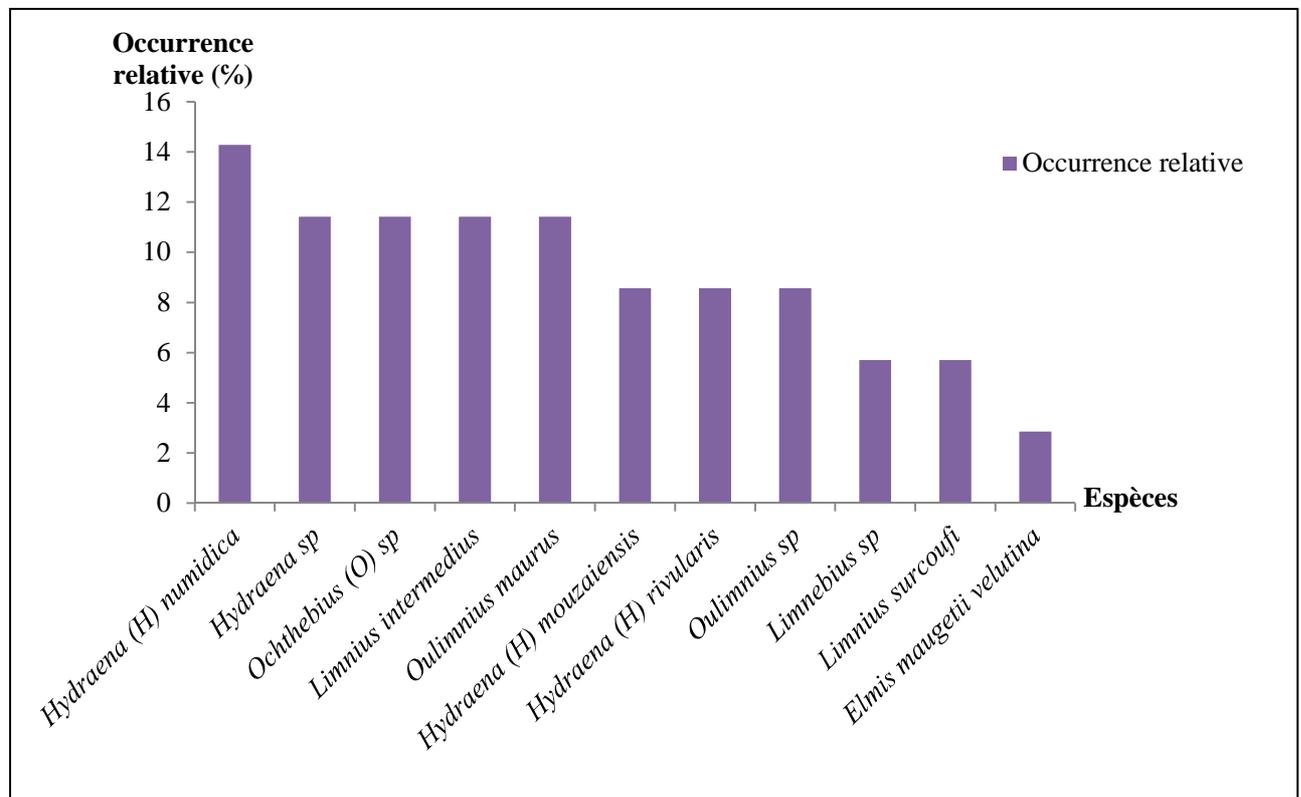


Figure 10: Occurrence relative des Coléoptères Elmidae et Hydraenidae récoltés aux stations étudiées.

3.3.3.- Limites altitudinales des espèces

L'inventaire faunistique des Coléoptères aquatiques (Elmidae, Hydraenidae) réalisé dans la présente étude a permis d'une part, d'acquérir des données intéressantes d'ordre taxonomique, faunistiques, écologiques et biogéographiques, et d'autre part, de compléter les travaux effectués en Algérie en général et en Kabylie en particulier, permettent ainsi de définir le statut écologique des espèces recensées. Toutefois, l'analyse faunistique et l'examen de la figure 11 montrent que cet ensemble peut être scindé en 2 groupes distincts :

- les espèces à large répartition, eurytopes et eurythermes : *Hydraena numidica*, *Limnius intermedius*, *Oulimnius maurus* et *Oulimnius* sp. Les éléments de ce groupe semblent être nettement eurythermes et eurytopes, ils ne sont pas inféodés à un seul type de biotope, ils peuvent s'accommoder à des élévations de températures, comme ils peuvent aussi côtoyer des biotopes à courant très vif, présentant une large distribution longitudinale depuis les stations d'altitude jusque dans les larges rivières de piémont.

- les espèces strictement localisées dans les sites de moyenne montagne et d'altitude, à parcours ombragé, à écoulement de l'eau rapide à moyen et à température relativement fraîche (6 – 16 °C), qui caractérisent ces zones : *Hydraena mouzaiensis*, *Hydraena rivularis*, *Hydraena* sp, *Ochthebius* sp (entre 500 et 950m) et *Limnebius* sp, *Elmis maugetii velutina* et *Limnius surcoufi* (entre 500 et 850).

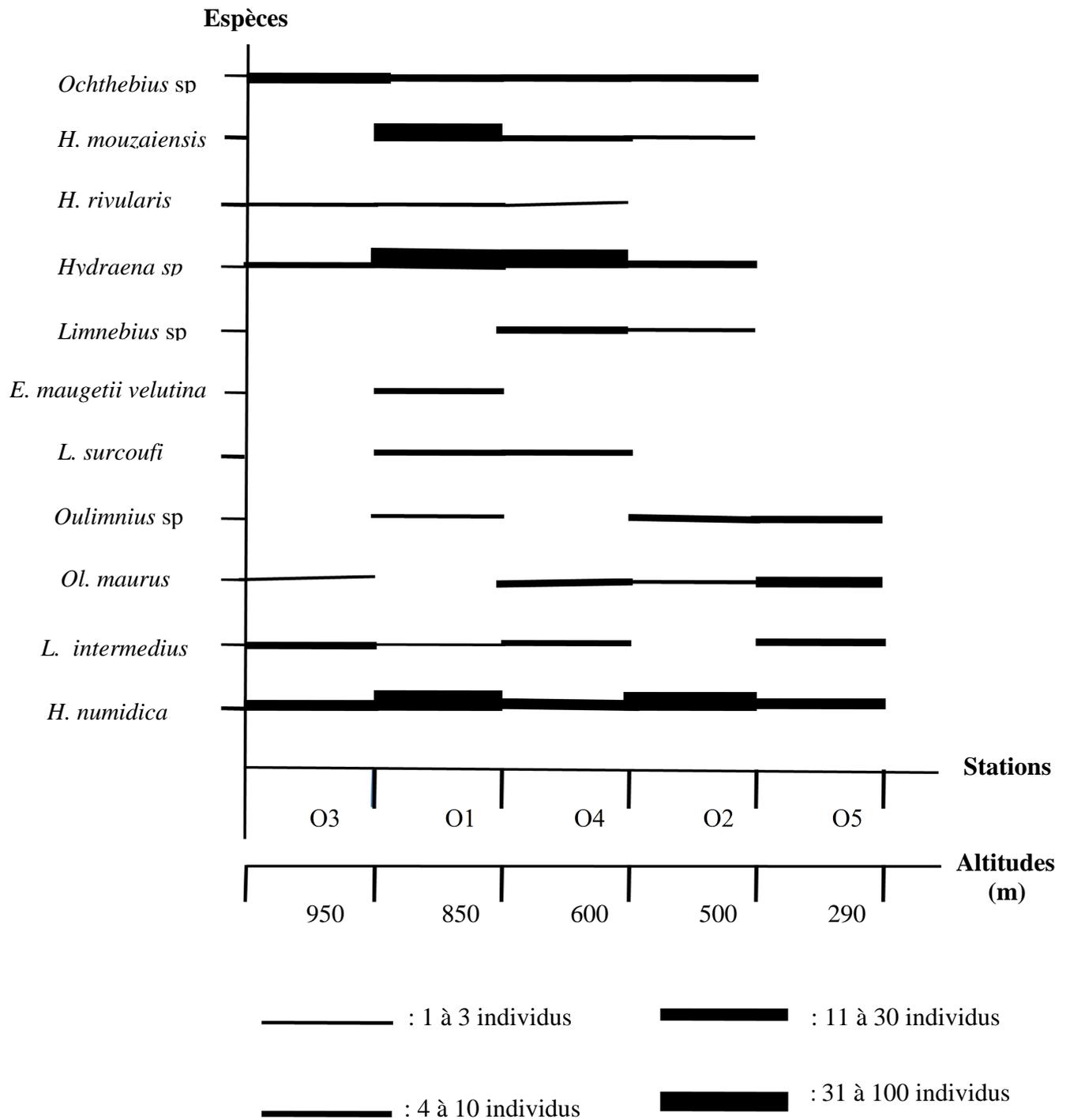


Figure 11 : Répartition altitudinale des espèces recensées.

3.3.4.- Autoécologie des espèces recensées

3.3.4.1.- Famille des Hydraenidae

➤ Sous famille Hydraeninae Mulsant, 1844

Dans les cours d'eau étudiés, cette sous famille est représentée par 5 espèces, 4 appartiennent au genre *Hydraena* et une autre appartient au genre *Limnebius*.

- ★ *Hydraena mouzaiensis* Sainte-Claire Deville, 1909 qui la décrit d'Algérie pour la 1^{ère} fois.

Aire de répartition : il s'agit d'une espèce micro-endémique connue de la partie centrale de l'Algérie. Son aire de répartition couvre les deux massifs montagneux de Mouzaïa (Atlas de Blida) et Djurdjura (Grand-Kabylie) (AÏT MOULOUD, 1988; LOUNACI, 1987, 2005).

Ecologie : dans le massif du Djurdjura, LOUNACI (1987, 2005) l'a qualifié d'espèce fréquente et abondante et lui attribue un caractère rhéophile et sténotherme d'eau froide. Côtayant principalement les ruisseaux de sources et les parcours ombragés de moyenne montagne avec des densités importantes. Selon cet auteur, l'espèce évolue dans un intervalle altitudinal allant de 480 à 920 m d'altitude.

Selon nos observations, *H. mouzaiensis* est peu abondante et très fréquente. Elle a été repérée dans 3 stations, occupant une gamme altitudinale qui fluctue entre 500 à 850 m d'altitude. Les habitats aquatiques abritant cette espèce correspondent principalement aux zones de moyenne montagne densément ombragés, coulaient avec une vitesse de l'eau très rapide, sur un substrat minéral constitué de galets, graviers, sable et limons avec une prédominance des deux premiers éléments lesquels constituent le substrat le plus propice pour cette espèce et une amplitude thermique n'excédant pas 16 °C. Ces observations ne font que confirmer son caractère rhéophile et sténotherme d'eau froide. La végétation aquatique est formée de bryophytes, d'algues filamenteuses.

- ★ *Hydraena (H) numidica* Sainte-Claire Deville, 1905

Aire de répartition : endémique Maghrébine, connue des cours d'eau du Nord algérien (Kabylie du Djurdjura) et du Nord-Ouest tunisien (Khroumirie) (NORMAND, 1933 ; FERRO, 1985 ; KADDOURI, 1986 ; BERTHELEMY *et al.*, 1991 ; BOUMAÏZA, 1994. En Algérie, cette espèce a été répertoriée par FERRO (1985), KADDOURI (1986), AÏT MOULOUD (1988), LOUNACI (1987, 2005), LOUNACI-DAOUDI (1996).

Ecologie : en Tunisie, *H. numidica* a été capturée dans un intervalle d'altitude oscillant entre 350 à 540 m d'altitude (BERTHELEMY *et al.*, 1991).

En Algérie, dans la Kabylie du Djurdjura, (AÏT MOULOUD, 1988 ; LOUNACI, 1987, 2005 et LOUNACI-DAOUDI, 1996) ont montré qu'il s'agit d'un élément eurytherme et à large valence écologique, peuplant principalement les cours d'eau à parcours ombragés de moyenne montagne avec toutefois un maximum d'abondance dans les cours supérieur. Les stations occupant cette espèce se situent dans un intervalle d'altitude variant entre 100 et 920 m.

H. numidica est indubitablement l'Hydraenidae le mieux représenté dans notre aire d'étude. En effet, il a été repéré dans la totalité des stations prospectées, échelonnées entre 290 et 850 m d'altitude. Cette espèce est sans aucun doute l'un des Coléoptères les plus abondants et les plus fréquents de tout le peuplement recensé. Son abondance maximale (75 ind / 0,1 m²) est enregistrée à la station O1 (alt. 850 m) dotée d'une vitesse de coulement très rapide, un fond formé essentiellement de blocs et de gros galets, une température maximale de l'eau ne dépassant pas 25 °C et une végétation bordante dense. La végétation aquatique est composée surtout de mousses et de macrophytes.

★ *Hydraena (H) rivularis* Guillebeau, 1896

Aire de répartition : espèce endémique d'Afrique du Nord, son aire de répartition s'étend sur tout le Nord algérien jusqu'au Nord-Ouest tunisien (BERTHELEMY *et al.*, 1991). En Algérie, elle est citée par AÏT MOULOUD (1988), LOUNACI (1987, 2005), BERTHELEMY *et al.*, (1991), LOUNACI-DAOUDI (1996) et JÄCH (2004). En Tunisie, cette espèce a été énumérée par NORMAND (1933), sous le nom d'*H. angustata* Sturm (1836), KADDOURI (1986), BERTHELEMY *et al.*, (1991), BOUMAÏZA (1994).

Écologie : en Tunisie, *H. rivularis* se développe dans une large gamme altitudinal, varie entre 200 à 1900 m d'altitude.

En Algérie, dans la Kabylie du Djurdjura, l'espèce est eurytherme et à large valence écologique, se rencontre presque tout au long des cours d'eau d'étude. Elle a pour habitat préféré, les sections des cours d'eau de basse altitude (LOUNACI, 1987, 2005 et LOUNACI-DAOUDI, 1996). L'intervalle altitudinal occupé par cette espèce varie entre 60 et 920 m d'altitude.

Dans nos récoltes, cette espèce est peu abondante et peu fréquente. En effet, les prospections menées en Kabylie du Djurdjura, nous ont permis de signaler l'espèce dans seulement 3 stations, situées entre 600 et 950 m d'altitude.

★ *Hydraena sp*

Dans nos relevés, ce taxon présente une large valence écologique. Il a été signalé dans 4 stations sur les 5 étudiées, situées entre 500 et 950 m d'altitude. Dans ces stations nous n'avons récolté que des larves ce qui n'a pas permis leur identification jusqu'au rang spécifique.

★ *Limnebius* sp

Il est peu abondant et peu fréquent dans nos prélèvements, nous l'avons trouvé que dans 2 stations (O2 et O4) entre 500 et 600 m d'altitude, avec de faibles effectifs (3-6 individus). Ces biotopes ombragés occupés par les larves de ce taxon sont caractérisés par un fond pierreux, à vitesse d'écoulement rapide à très rapide et à eaux relativement fraîches.

★ *Ochthebius* sp

Durant nos prospections, nous l'avons noté comme élément peu abondant et très fréquent. Il est largement réparti dans les cours d'eau étudiés, sur une tranche altitudinale allant depuis les stations de piémont (O2 : alt. 500 m) jusqu'à plus de 900 m d'altitude (O3 : alt. 950 m). Ce taxon aurait une préférence pour les habitats lotiques densément ombragés, à eaux relativement fraîches (15 °C) à fond essentiellement pierreux.

3.3.4.2.- Famille des Elmidae

Dans les cours d'eau étudiés, cette famille est représentée par 5 taxons répartis en 3 genres.

★ *Elmis maugetii velutina* (Reiche, 1879)

Aire de répartition : En Algérie, elle est connue de la partie centrale dans le massif du Djurdjura et à l'oued Kaïrous à (Alger) (BERTHELEMY, 1962; AÏT MOULOU, 1988 ; LOUNACI, 1987, 2005), au Maroc, l'espèce est mentionnée dans la chaîne Rifaine (GIUDICELLI & DAKKI, 1984 ; BERRAHOU, 1995, au Moyen-Atlas (BERTHELEMY, 1962, GIUDICELLI & DAKKI, 1984 ; DAKKI, 1987) et Haut-Atlas (BERTHELEMY, 1964 ; PIHAN & MOHATI, 1985 ; BOUZIDI, 1989).

Ecologie : au Maroc, l'espèce est inféodée exclusivement aux cours d'eaux (rivières, ruisseaux, ruisselets) dont la vitesse d'écoulement est faible à modérée (BERRAHOU *et al.*, 2001). Les stations recueillant l'espèce reposent sur un fond formé essentiellement de galets, graviers et blocs avec une nette prédominance de galets.

En Algérie, dans le massif du Djurdjura, LOUNACI (2005) la qualifie d'espèce rhéophile et sténotherme d'eau froide, côtoie essentiellement les habitats de moyenne montagne à courant vif, une eau fraîche (8 – 16 °C) et un couvert végétal très dense.

Dans l'aire d'étude, *E. maugetii velutina* est qualifiée d'espèce très peu fréquente et très peu abondante. Nos prospections ont permis de la localiser dans une seule station (O1), localisée à 850 m d'altitude. Ce biotope est caractérisé par une vitesse d'écoulement rapide, ruisselle sur un substrat mixte avec une prédominance de la granulométrie grossière, une végétation riveraine dense et une température maximale qui ne dépasse pas 25 °C. Toutes ces observations confirment son caractère

rhéophile. La végétation aquatique est constituée généralement d'un mélange de bryophytes, de macrophytes, d'algues filamenteuses.

★ *Limnius intermedius* Fairmaire, 1881

Aire de répartition : *L. intermedius* se répartit selon une bande de largeur variable couvrant l'Europe centrale et méridionale, l'Afrique du Nord et atteint à l'Est l'Anatolie et le Proche Orient (RICO, 1997). En Algérie, l'espèce a été mentionnée dans le massif de l'Ouarsenis à l'ouest et à Djebel Chelia (Aurès) à l'est du pays (BERTHELEMY, 1964 et JÄCH *et al.*, 2006).

Nos prospections effectuées en Kabylie du Djurdjura, ont permis de la répertorier pour la première fois dans cette région.

Au Maroc, elle est présente dans le Rif (BERTHELEMY, 1962 ; GIUDICELLI & DAKKI, 1984 ; BERRAHOU, 1995 ; BENNAS, 2002), au Moyen-Atlas (BERTHELEMY, 1962, 1964). Dans le Haut-Atlas (BERTHELEMY, 1962 ; PIHAN & MOHATI, 1985 et BOUZIDI, 1989). En Tunisie, elle a été citée par BOUMAÏZA (1994).

Ecologie : au Maroc, *L. intermedius* peuple principalement le faciès lotique des eaux courantes comme les émissaires de sources et les cours supérieurs, moyens et inférieurs des oueds (ALLUAUD, 1926). Plusieurs auteurs aussi bien en Espagne qu'au Maroc (JÄCH *et al.*, 1999 ; BENNAS, 2002 et MILLÁN *et al.*, 2014) ont montré que dans ces habitats, les eaux ruissellent avec une vitesse lente à rapide sur un fond pierreux ou constitué essentiellement d'éléments minéraux grossiers avec une végétation aquatique formée d'algues, de macrophytes et des mousses tapissant les pierres.

Dans les cours d'eau prospectés, *L. intermedius* est peu abondante et très fréquente. Elle occupe un large éventail de milieux aquatiques, depuis les stations d'altitude jusqu'aux secteurs de piémont des cours d'eau (alt. 290 – 950 m). L'abondance maximale de cette espèce (7 ind/0,1 m²) a été enregistrée à la station O5 (alt. 290 m) caractérisée par une vitesse d'écoulement rapide, un substrat hétérogène à dominance de galets-graviers, une température de l'eau maximale peu atteindre les 26 °C et un couvert végétal moyennement dense. La végétation aquatique est formée principalement d'algues et quelques mousses.

★ *Limnius surcoufi* (Pic, 1905)

Aire de répartition : endémique du Nord de l'Algérie, signalée de la partie ouest dans le massif de l'Ouarsenis et centrale dans les massifs de Mouzaïa (Atlas de Blida) et du Djurdjura (Grande-Kabylie) (BERTHELEMY, 1964 ; LOUNACI, 1987, 2005).

Ecologie : en Algérie, dans la Kabylie du Djurdjura, (LOUNACI, 1987, 2005) la qualifie d'élément rare et localisé. Il l'a récolté uniquement dans deux stations : A6 et A7, d'altitude respective 200 et 140 m. D'après le même auteur, les faibles densités de cette espèce enregistrées et

son absence en plaine pourraient s'expliquer en partie par les conditions thermiques estivales élevées et l'impact des activités anthropiques qui agissent surtout dans la partie inférieure du bassin.

Dans l'aire d'étude, *L. surcoufi* est peu abondante et peu fréquente. Nous l'avons observée que dans 2 stations, échelonnées entre 600 et 850 m d'altitude. Les faibles densités enregistrées et son absence dans plusieurs stations de captures peuvent s'expliquer par les conditions très contraignantes qui caractérisent les sites d'altitude (dimensions très réduites des biotopes, substrat formé essentiellement de la roche nue et parfois des cailloux de faibles dimensions, basses températures, végétation environnante et aquatique peu abondante et donc une capacité d'accueil très limitée. De même, pour les secteurs de piémont et de basse altitude, les températures estivales trop élevées et les activités anthropiques, agissent comme des facteurs déterminants. La végétation aquatique est composée de bryophytes, de macrophytes, d'algues filamenteuses, de mousses et aussi de débris végétaux.

★ *Oulimnius maurus* (Berthélemy, 1979)

Aire de répartition : il s'agit d'un élément micro-endémique du centre Nord de l'Algérie, connu uniquement des deux massifs montagneux de Mouzaïa (Atlas de Blida) et du Djurdjura (Grande-Kabylie) (BERTHELEMY, 1979 ; AÏT MOULOUD, 1988 ; LOUNACI, 1987, 2005 ; LOUNACI-DAOUDI, 1996).

Ecologie : en Kabylie du Djurdjura, d'après LOUNACI (1987, 2005), *O. maurus* est l'élément le plus abondant et le plus largement réparti dans les cours d'eau étudiés. D'après le même auteur, cet élément, a été répertorié dans 8 stations dont l'altitude oscille entre 20 et 920 m d'altitude avec une nette préférence pour les milieux de basse altitude (140-380 m).

Dans nos prélèvements, *O. maurus* est qualifié d'espèce peu abondante et très fréquente. Elle a été récoltée dans 4 stations entre 290 et 950 m d'altitude. En tenant compte de l'évolution de son abondance stationnelle, elle montre une nette préférence pour les zones de moyenne montagne et de piémont (290 – 600 m).

★ *Oulimnius* sp

Durant nos prospections, ce taxon est peu abondant et peu fréquent. Il a été signalé dans 3 stations situées entre 290 et 850 m d'altitude. Il fréquente principalement les secteurs de moyenne montagne et de piémont. Son abondance maximale (8 inds. / 0,1 m²) est atteinte dans la station O2 (alt. 500 m) caractérisée par une vitesse du courant très rapide, un fond mixte composé d'éléments fins et grossiers avec la prédominance de galets-graviers, une température moyenne de l'eau est relativement fraîche (T° moy. 19 °C) et une ripisylve dense. Ce site aquatique est caractérisé par une végétation aquatique constituée par des algues et des mousses.

3.3.5.- Analyse biogéographique des espèces inventoriées

La faune Ouest paléarctique peut être ordonnée en chorotypes selon les catégories chorologiques proposées par TAGLIANTI *et al.*, (1992). Ce schéma chorologique proposé, à servi de modèle pour l'attribution de catégories biogéographiques aux insectes en général et aux coléoptères aquatiques en particulier. Cependant, ce schéma a subi de légères modifications lors de son accommodation aux Adepaga aquatiques de l'Italie (FRANCISCOLO, 1979) et aux Palpicornes du Nord de l'Espagne (VALLADARES, 1988). Nous avons adopté ce modèle pour attribuer à chacune des 7 espèces de polyphaga (Elmidae et Hydraenidae) récoltées en Kabylie du Djurdjura une catégorie chorologique en fonction de son aire d'occupation.

Afin de catégoriser le plus finement possible les types des aires de distribution adoptées par les coléoptères aquatiques inventoriés, certaines nouvelles catégories sont proposées. Elles sont mentionnées au-dessous de chaque grande catégorie, à laquelle elles appartiennent.

Le nombre d'espèces et sous-espèces de chacun des groupes ou sous-groupes est exprimé comme suit :

1. Groupes d'espèces de distribution Paléarctique : il comprend une seule espèce représentant 14,28 % du total, et se répartissent dans un seul sous-groupe :

Espèces de distribution Européo-Méditerranéenne : *Limnius intermedius*.

2. Groupes d'espèces de distribution Méditerranéenne : il comprend 6 espèces représentant (85,72 %) qui se répartissent en 2 sous-groupes :

2.1. Espèces endémiques au sens de Berthélemy & Whytton da terra (1980) (endémique Maghrébine) : *Hydraena numidica*, *Hydraena rivularis*, *Elmis maugetii velutina*.

2.2. Espèces endémiques Algérienne : *Hydraena mouzaiensis*, *Limnius surcoufi*, *Oulimnius maurus*.

3.4.- Structure du peuplement

➤ Structure mésologique

Un certain nombre de paramètres sont évidemment liés entre eux car ils représentent l'évolution progressive le long d'un profil d'équilibre. En effet, plusieurs auteurs tels que BERTHELEMY (1966) et VINÇON (1987) ont montré que les facteurs fondamentaux appelés aussi « variables écologiques » sont des cycles thermiques, le régime du cours d'eau, la vitesse du courant, la nature du substrat, la nature et l'abondance de la végétation émergée et les données physicochimiques. D'autres paramètres dits également « constantes écologiques » tels que l'altitude, la pente, la nature du terrain, la végétation, l'orientation du cours d'eau, le mode d'alimentation, la distance à la source ainsi que les influences humaines sont aussi importantes, car ils agissent sur les facteurs fondamentaux et par conséquent, ils ont une influence indirecte sur la faune.

Dans le cadre de ce travail, 14 descripteurs environnementaux subdivisés en modalités sont pris en compte pour caractériser chacune des 5 stations étudiées (tableau 7).

Tableau 7 : Caractéristiques environnementales des cinq stations étudiées.

Alt : altitude (m), **Pent** : pente (%), **Larg.** : largeur du cours d'eau (m), **Prof** : profondeur moyenne (cm), **Vit** : vitesse du courant [4 classes, de lente (1) à très rapide (4)], **DisS** : distance à la source (km), **T max** : température maximale (°C), **T min** : température minimale (°C), **Rip** : Ripisylve [4 classes, de rare (1) à très abondante (4)], **Vaq** : végétation aquatique [4 classes, d'absente (0) à très abondante (4)], **Pol** : pollution [4 classes, de non perturbé (0) à fortement perturbé (3)], **GG** : galets et graviers (%), **SL** : sables et limons (%), **MatO** : matière organique (% recouvrant le fond).

Sta.	Alt	Pent	Larg	Prof	Vit	DisS	Tmax	Tmin	Rip	Vaq	Pol	GG	SL	MatO
O1	850	15	3	30	3	2,5	25	10	3	1	0	100	0	0
O2	500	9,5	5	30	3	7	27	11	3	2	1	70	20	10
O3	950	19	3	30	3	1,5	15	9	3	2	1	80	10	10
O4	600	11	3	30	3	13	24	12	3	1	2	60	20	20
O5	290	3	4	30	2	20	26	14	2	2	2	50	30	20

L'analyse des corrélations entre les différents paramètres a montré que certaines variables sont intercorrélées (tableau 8) et particulièrement :

- altitude, pente, variables linéaires liées par une relation de plus en plus croissante ;
- largeur moyenne du lit mineur, distance à la source, température minimale de l'eau, substrat (galets-graviers et sable-limons), variables liées par une relation décroissante. Leurs coefficients de corrélation sont hautement significatifs ($r > 0,7$) et indiquent que ces paramètres sont fortement corrélés.

Quant aux autres paramètres, profondeur moyenne de la lame d'eau, vitesse du courant, température maximale de l'eau, ripisylve, végétation aquatique, matières organiques, en général, leurs niveaux de liaisons sont assez faibles et ne présentent pas de linéarité entre elles.

Tableau 8 : Matrice de corrélation entre variables environnementales (N = 13, P<0,05) (En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil alpha=0.05 (test bilatéral)).

	Alt	Pent	Larg	Prof	Vit	DisS	Tmax	Tmin	Rip	Vaq	GG	SL	MatO
Alt	1												
Pent	0,99	1											
Larg	-0,96	-0,92	1										
Prof	-0,86	-0,93	0,78	1									
Vit	0,73	0,79	-0,75	-0,92	1								
DisS	-0,90	-0,92	0,88	0,88	-0,81	1							
Tmax	-0,72	-0,75	0,51	0,64	-0,30	0,51	1						
Tmin	-0,94	-0,96	0,88	0,93	-0,81	0,99	0,64	1					
Rip	0,73	0,79	-0,75	-0,92	1,00	-0,81	-0,30	-0,81	1				
Vaq	-0,78	-0,69	0,90	0,49	-0,53	0,61	0,28	0,59	-0,53	1			
GG	0,87	0,84	-0,93	-0,72	0,71	-0,95	-0,36	-0,90	0,71	-0,76	1		
SL	-0,98	-0,97	0,98	0,87	-0,80	0,96	0,58	0,96	-0,80	0,79	-0,94	1	
MatO	-0,67	-0,62	0,78	0,49	-0,53	0,84	0,10	0,75	-0,53	0,64	-0,94	0,79	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 au cours de la période d'étude a été approchée par l'utilisation de l'analyse en composantes principales (ACP). Cette dernière fait apparaître clairement (figures 12 et 13) dans l'espace les deux facteurs significatifs prenant compte 89 % (F1 (axe 1) et F2 (axe 2)) de la variance totale:

- les relations entre les variables d'une part ;
- la distribution des stations compte tenu de l'ensemble de leurs caractéristiques environnementales d'autre part.

Le cercle de corrélation (figure 12) et la structure du nuage des relevés obtenus par l'ACP montrent que les variables se répartissent globalement selon un gradient longitudinal et parfaitement assimilable à un gradient amont – aval.

★ L'axe F1 (79 %) est expliqué :

- positivement par les variables distance à la source (DisS), largeur du lit (Larg), température minimale (Tmin), sable-limons (SL), profondeur (Prof), végétation aquatique (Vaq) et la matière organique (MatO) croissant de l'amont vers l'aval.
- négativement par les paramètres pente (Pent), altitude (Alt), galets-graviers (GG), vitesse du courant (Vit) et ripisylve (Rip) décroissant progressivement de l'amont vers l'aval.

★ L'axe F2 (9 %) est expliqué : positivement par la variable température maximale (Tmax).

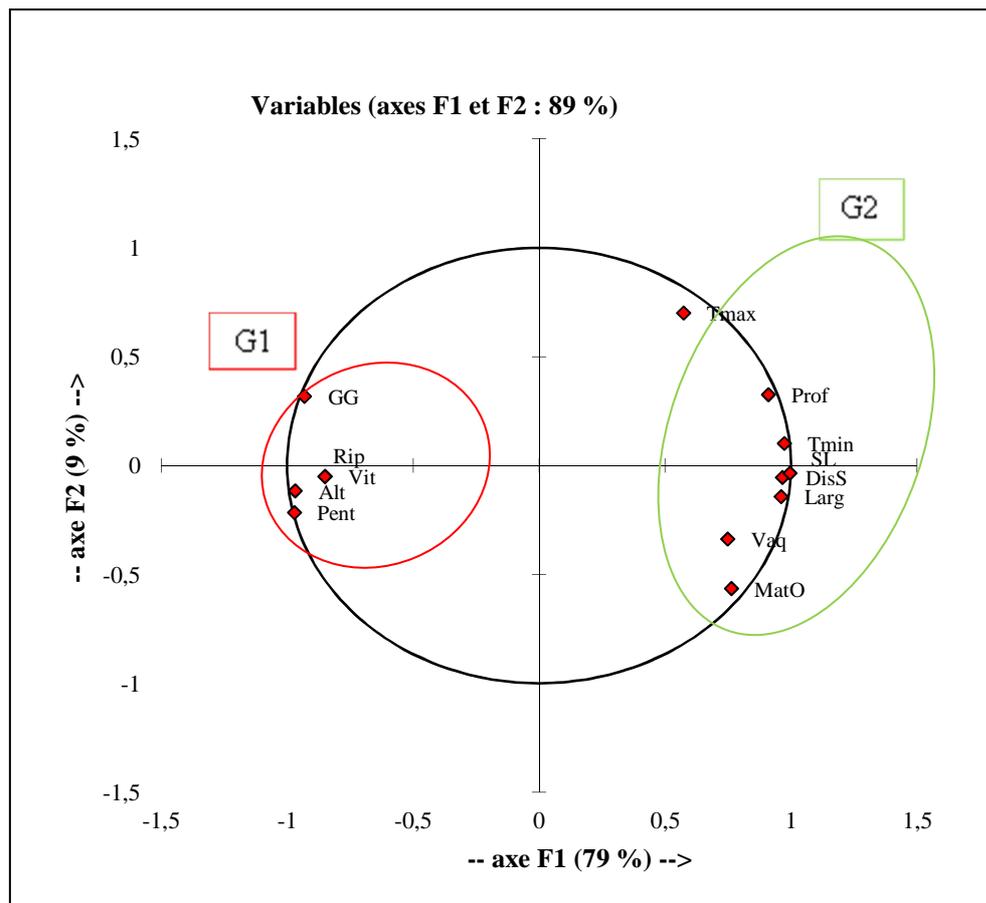


Figure 12 : ACP : Représentation de la distribution des paramètres environnementaux.

L'ACP 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 13).

La classification ascendante hiérarchique de l'ensemble des stations, réalisée sur la base des résultats de l'ACP montre deux groupes de stations (figure 14).

- ★ **Groupe 01 :** stations d'altitude et de moyenne montagne (stations O1, O2, O3, O4) caractérisées par les paramètres altitude, pente, vitesse du courant, galets-graviers et ripisylve.
- ★ **Groupe 02 :** station de piémont (station O5) liée aux paramètres profondeur de la lame d'eau, largeur du lit mineur, température, végétation aquatique, distance à la source, sable-limons et la présence de matières organiques.

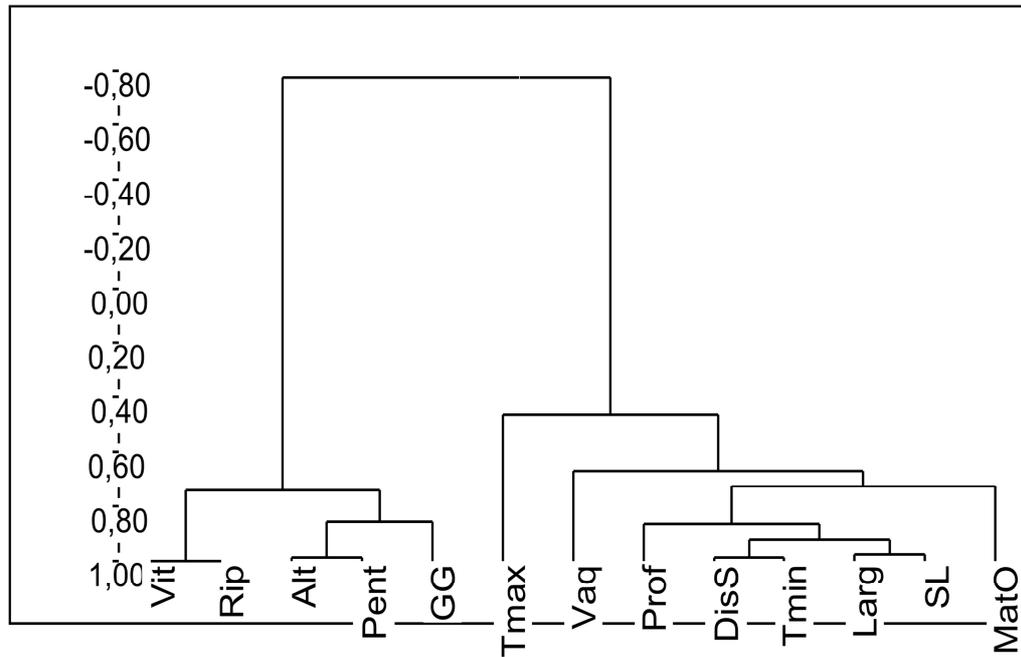


Figure 13 : Dendrogramme visualisant les relations entre les variables environnementales.

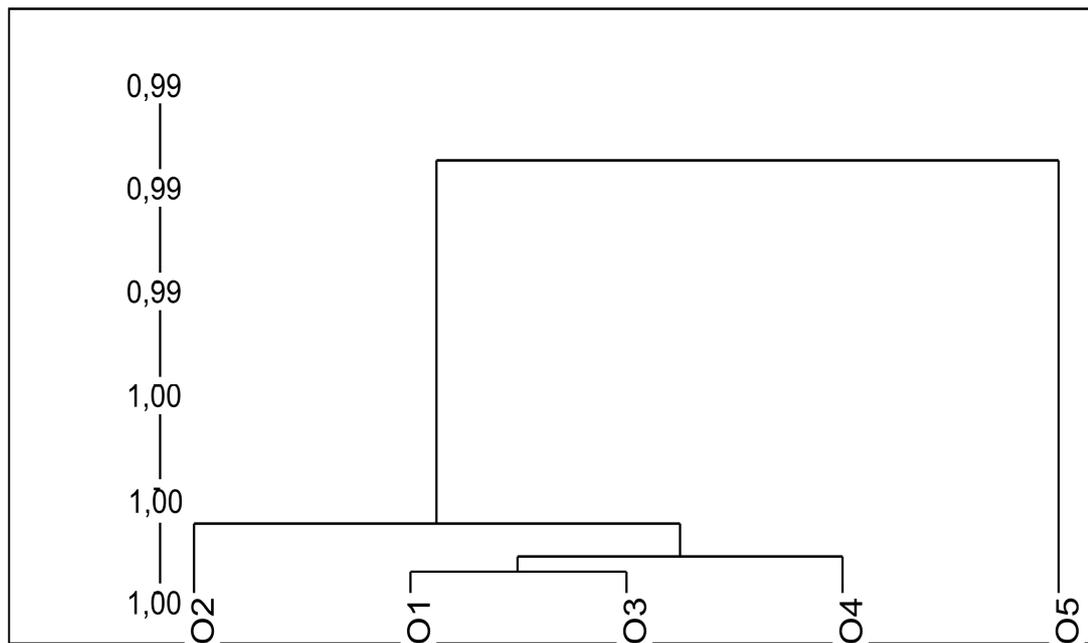


Figure 14 : Dendrogramme de la distribution des stations sur la base des variables environnementales.

➤ Structure du peuplement

La distribution spatiale des espèces est précisée grâce à une analyse factorielle des correspondances (AFC) réalisée sur deux ensembles de données : stations-espèces de Coléoptères Hydraenidae et Elmidae (tableau 6).

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.

La figure 15 présente les résultats de l'AFC réalisée sur la matrice des 5 stations x 11 espèces ou taxa. Les deux premiers axes cumulent 71 % de l'information contenue dans la matrice des données (F1 : 45 %, F2 : 26 %).

La classification ascendante hiérarchique permet d'individualiser 2 grands noyaux d'affinité entre les espèces (figure 16).

D'après les résultats obtenus, deux groupements d'espèces correspondant à des biotopes différents peuvent être reconnus :

- ◆ **Groupe 1** : il rassemble les espèces inféodées aux cours d'eau d'altitude et de moyenne montagne (stations O1, O2, O3 et O4) telles que *Hydraena mouzaiensis*, *Hydraena numidica*, *Hydraena rivularis*, *Elmis maugetii velutina*, *Limnius surcoufi*, *Hydraena* sp, *Ochthebius* sp,

Ces espèces sont rhéophiles et manifestent une affinité plus forte pour les habitats des sections supérieures et intermédiaires des cours d'eau. Elles peuvent être qualifiées de polluosensibles, mais elles ont tendance à se développer également dans les zones moyennes des cours d'eau.

- ◆ **Groupe 2** : il correspond aux espèces inféodées à la station O5 (cours d'eau de piémont). Il s'agit de *Limnebius* sp, *Limnius intermedius*, *Oulimnius maurus* et *Oulimnius* sp. Elles sont des espèces à la fois rhéophiles et thermophiles et à plus large répartition altitudinale.

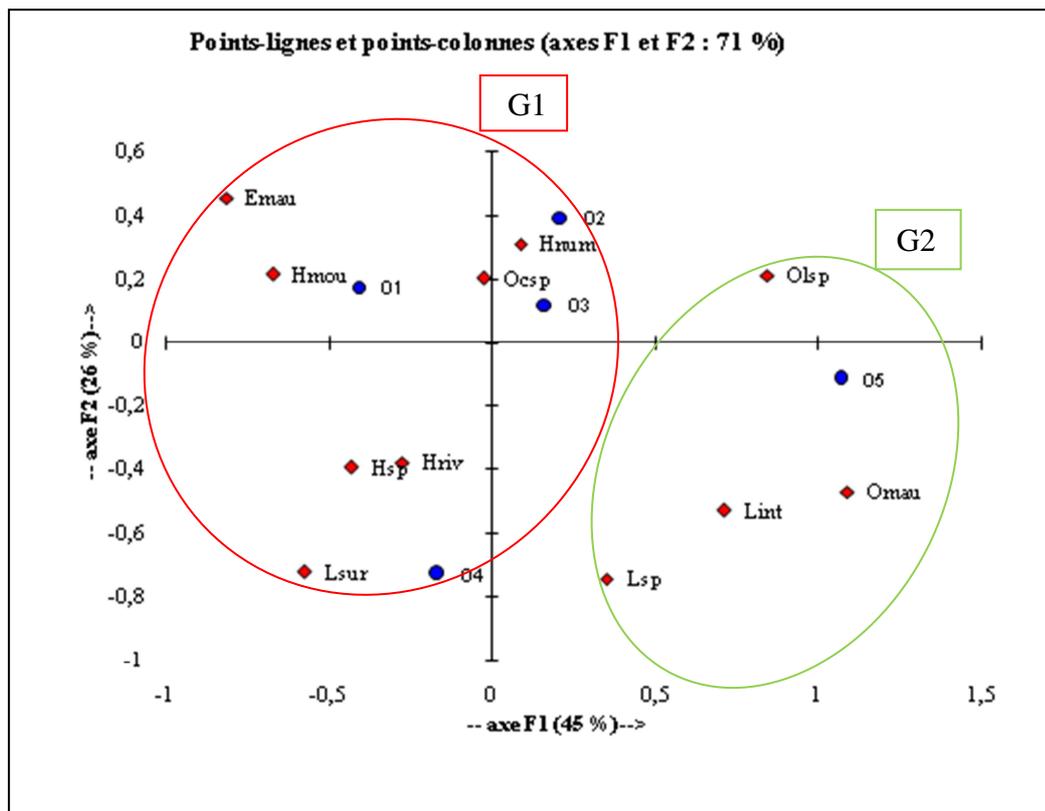


Figure 15 : Distribution et noyaux d'affinité des Coléoptères Elmidae et Hydraenidae et des stations dans le plan factoriel F1 x F2.

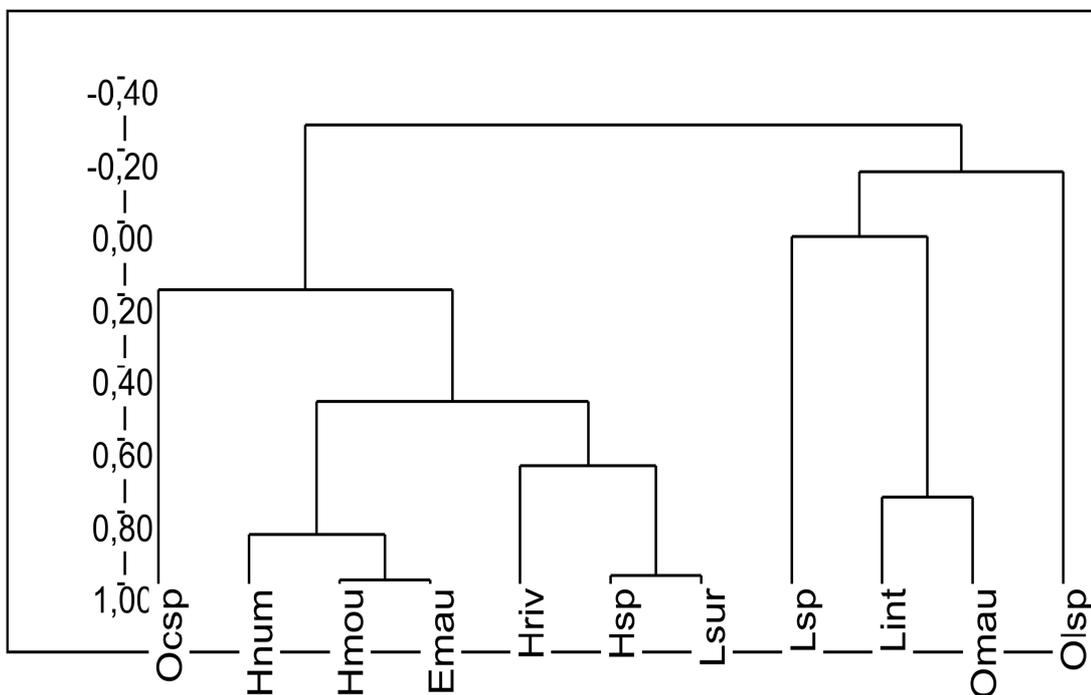
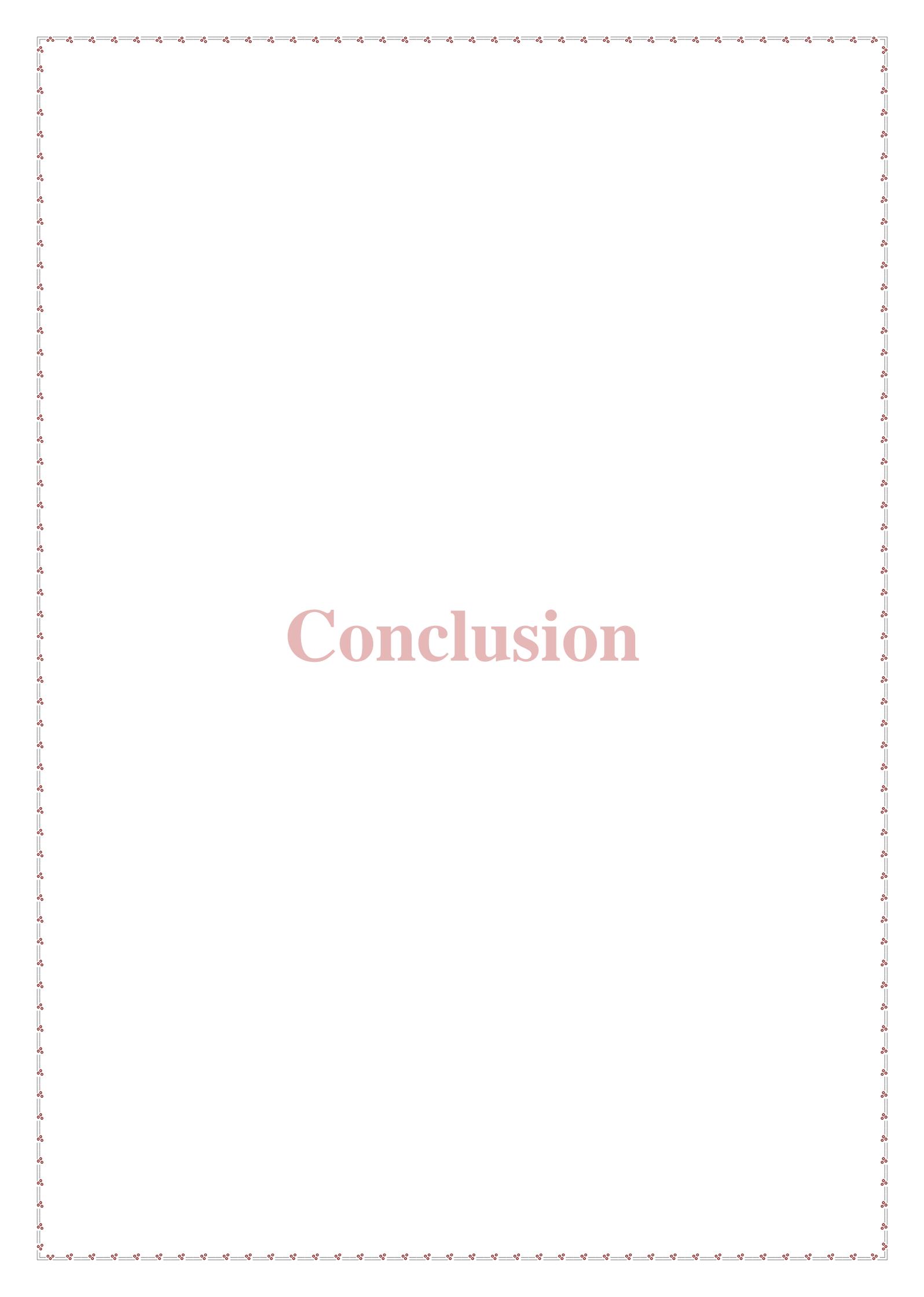


Figure 16 : Dendrogramme visualisant les affinités des espèces dans le plan factoriel F1 x F2.



Conclusion

L'étude faunistique réalisée dans les cours d'eau du sous-bassin des Ouadhias a fourni des données intéressantes sur la faunistique et l'écologie des Polyphaga aquatiques (Elmidae et Hyaenidae). 11 espèces ou taxa répartis en 2 familles et 6 genres ont été inventoriés.

Au plan quantitatif, la famille d'Elmidae est représentée en faible proportion dans nos récoltes (78 inds., soit 17,03 % de la totalité des espèces), comparativement à la famille d'Hydraenidae qui est largement dominante sur le plan numérique (380 inds., soit 82,96 % du total).

La répartition longitudinale des représentants de ces deux familles semble être liée aux conditions environnementales : le climat et l'hydrologie d'une part, les ressources trophiques et l'influence anthropique d'autre part. La vitesse du courant lente à moyenne et la nature du substrat (à granulométrie grossière) agissent en favorisant la prolifération des espèces rhéophiles appartenant aux deux familles de coléoptères Elmidae et Hydraenidae.

La richesse spécifique et l'abondance maximale des Coléoptères (Elmidae, Hydraenidae) sont énumérées dans les parties moyennes des cours d'eau (500 - 850 m) à parcours ombragés bordés de feuillus. En deçà et au-delà les nombres d'espèces et d'individus diminuent fortement.

L'utilisation des méthodes multi variées a permis de mettre en évidence l'opposition entre les stations les plus en amont non perturbées et les stations d'aval à perturbation intermédiaires.

L'étude des associations d'espèces de Coléoptères aquatiques (Elmidae, Hyaenidae) révèle deux groupements essentiellement déterminés par un gradient longitudinal :

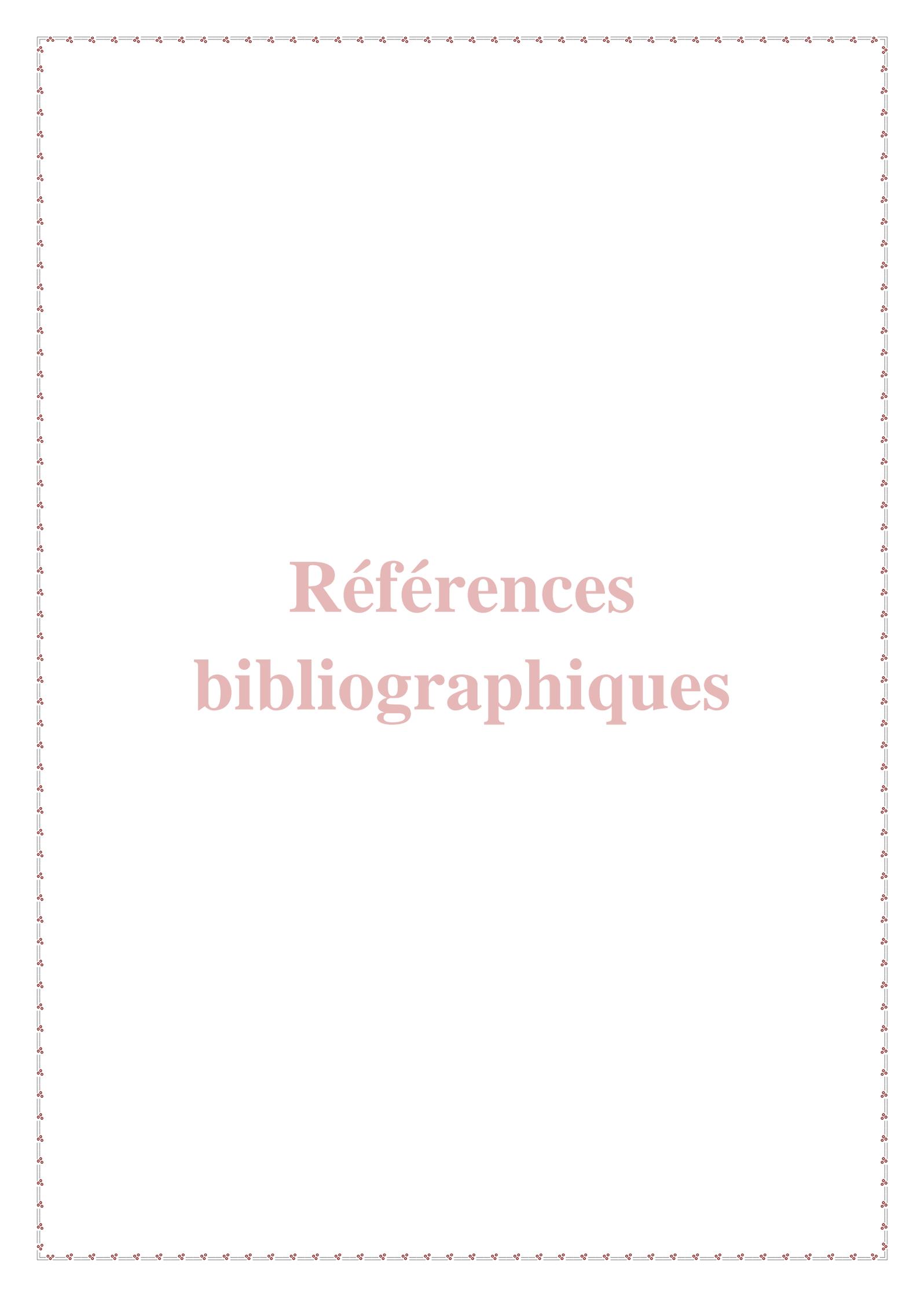
- le groupe 1 renferme les taxons inféodés aux stations d'altitude et de moyenne montagne (O1, O2, O3 et O4) ;
- le second groupe comprend les taxons inféodés à la station O5 (cours d'eau de piémont). Ils caractérisaient les habitats légèrement perturbés.

Du point de vue biogéographique, les polyphaga aquatiques (Elmidae et Hydraenidae) inventoriés dans cette présente étude, peuvent être groupés dans deux grandes catégories chorologiques : Paléarctique et Méditerranéenne. De cette catégorisation, il ressort clairement que la composition faunistique de ces deux familles de Coléoptères, est constituée fondamentalement d'éléments Méditerranéens (85,72 %), alors que les éléments appartenant à la catégorie chorologique Paléarctique ne constituent que 14,28 % du total.

Afin de mieux cerner l'impact des facteurs de répartition sur les communautés d'invertébrés et de comprendre la complexité des relations faune-milieu, il serait judicieux de recourir à une méthode basée sur l'échantillonnage séparé de tous les micro-habitats qui

composent le lit d'un cours d'eau. Le cumul des listes établies par micro-habitat fournit une évaluation du peuplement global de la station.

Parmi les objectifs ultérieurs, c'est d'abord les études de micro-répartition des invertébrés benthiques en eau courante, en définissant une échelle d'observation bien précise en adéquation avec la faune étudiées, et de montrer dans quelle mesure le choix des micro-habitats échantillonnés peut se refléter sur l'image obtenue du peuplement (en terme de composition faunistique, de variations d'abondances relatives des taxons) après cumul des peuplements des micro-habitats. Ceci nous permettra de dégager les relations globales entre la structure taxonomique des peuplements et la nature des micro-habitats.



Références bibliographiques

- **ANONYME.** Données climatiques de l'Office Nationale de la Météorologie. Station régionale de Tizi-Ouzou. Documentation O. N. M.
- **ANONYME.** Données hydrobiologiques de l'Agence Nationale des Ressource Hydrauliques. Station régionale de Tizi-Ouzou. Documentation. A.N.R.H.
- **ABDESSELAM M., 1995.** Structure et fonctionnement d'un 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
- **ABELLÁN P.R., SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ D., VALASCO J. & MILLÁN A. 2005.** Conservation of freshwater biodiversity: a comparaiso of different area selection methods. *Biodiversity and Conservation*, **14** : 3457-3474.
- **AIT MOULOUD S. 1988.** Essais de recherches sur la dérive des macro-invertébrés dans l'oued Aïssi : faunistique, écologie et biogéographie. Thèse de Magister. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene. Institut des Sciences de la Nature, d'Alger, Algérie, 118 pp.
- **ALLUAUD C. 1926.** Compte rendu d'une mission zoologique dans le Maroc Sud-oriental (Avril-Mai, 1924). *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles du Maroc*, **6** (1-6) : 12-28.
- **ANGUS R.B. 1992.** Insecta: Coleoptera: Hydrophilidae, Helophorinae. Süss-wasserfaunavon Mitteleuropa 20/10-2. G. Fischer Stuttgart, 144 pp.
- **ARAB A. 2004.** Recherches faunistiques et écologiques sur les réseaux hydrographiques du Chélif et du bassin versant du Mazafran. Thèse de Doctorat d'Etat. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene. Faculté des Sciences Biologiques, Alger, Algérie, 171 pp.
- **ARMELLIN A., 2010.-** Les communautés de macroinvertébrés benthiques, un indicateur de la qualité de l'eau au lac Saint-Pierre. Ressources Biologiques. Plan Saint-Laurent pour un développement durable.
- **BALKE M., JÄCH M.A. & HENDRICH L. 2004.** Insecta: Coleoptera, pp: 555-609. In: Yule C. M. & Sen Y. H. (eds.): Freshwater invertebrates of the Malaysian Region. *Academy of Science Malaysia, Kuala Lumpur*.
- **BEDEL L. 1895.** Catalogue raisonné des Coléoptères du Nord de l'Afrique (Maroc, Algérie, Tunisie et Tripolitaine) avec notes sur la faune des Iles Canaries et de Madère. Première partie. *Société Entomologique de France* (édition), Paris : 420 pp.
- **BENAMAR L., BENNAS N. & MILLÁN A. 2011.** Les Coléoptères aquatiques du Parc National de Talassemtane (Nord-Ouest du Maroc): Biodiversité, degré de vulnérabilité et état de conservation. *Boletín de la SociedadEntomológicaAragonesa*, **49** : 231-242.
- **BENNAS N., SAINZ-CANTERO C.E. & OUAROUR A. 2001.-** Nouvelles données sur les Coléoptères aquatiques du Maroc: Les HydraenidaeMulsant, 1844 du Rif faunistique & Biogéographie. *ZoologicaBaetica*. **12** : 135-168.

- **BENNAS N., SANCHEZ-FERNANDEZ D., ABELLAN P. & MILLAN. 2008.** *Ochthebius (Ochthebius) lanarotis* Ferro, 1985 (Coleoptera : Hydraenidae), un coléoptère endémique marocain spécifique des milieux aquatiques hypersalins. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 43, 361-366.
- **BERRAHOU A. 1995.** Recherche sur la distribution longitudinale des macroinvertébrés benthiques : cas du Rhône française et des cours d'eau marocains. Mémoire de Doctorat d'Etat, Université Mohamed I, Ouajda. 211 pp.
- **BERTHELEMY C. 1962.** Contribution à l'étude systématique des Elminthidae. *Extrait du Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 97 (1-2) : 201-225.
- **BERTHELEMY C. 1964.** Elminthidae d'Europe occidentale et méridionale et d'Afrique du Nord (Coléoptères). *Extrait du Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 99 (1-2) : 244-285.
- **BERTHELEMY, C., 1966.** Recherches écologiques et biogéographiques sur les Plécoptères et Coléoptères d'eau courante (*Hydraena* et *Elminthidae*). *Annales de Limnologie*, 2 (2) : 227-458.
- **BERTHELEMY C. 1979.** Elmidae de la région paléarctique occidentale : systématique et répartition. (Coleoptera Dryopidae). *Annales de Limnologie*, 15 (1) : 1-102.
- **BERTHELEMY C. & WHYTTON DA TERRA L.S. 1980.** Les Plécoptères du Portugal (Insecta). *Annales de Limnologie*, 16 (2) : 159-182.
- **BERTHELEMY C., KADDOURI A. & RICHOUX P. 1991.** Revision of the genus *Hydraena* Kugelán, 1794 from North Africa (Coleoptera: Hydraenidae). *Elytron*, 5 : 181-213
- **BERTRAND H., 1932.** - Les larves aquatiques des coléoptères. *La Terre et la vie*, 12 : 713-723
- **BEUTEL R.G. 1997.** Überphylogenes und Evolution der Coleoptera (Insecta), insbesondere der Adephaga. *Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg (NF) 31*, Goecke & Evers, Hamburg, 164 pp.
- **BEUTEL R.G. & MOLENDI R. 1997.** Comparative morphology of selected larvae of Staphylinidae (Coleoptera, Polyphaga) with phylogenetic implications. *Zool. Anz.*, 236: 37-67.
- **BILTON D.T., Mc ABENDROTH L., BEDFORD A. & RAMSAY P.M. 2006.** How wide to cast the net ? Cross-taxon congruence of species richness, community similarity and indicator taxa in ponds. *Freshwater Biology*, 51: 578-590.
- **BOLBAOCA D. S. & JANTSHIT L., 2006.** Pearson versus Spearman. Kendall's Tau correlation Analysis on structure. Activity relationships of Biologic active compounds. *Leonardo Journal of*
- **BOUMAÏZA M. 1994.** Recherches sur les eaux courantes de Tunisie. Faunistique, Ecologie et Biogéographie. Thèse de Doctorat d'Etat es-Sciences Biologiques. Faculté des Sciences, Tunis II, Tunisie, 427 pp.

- **BÖVING A.G. & CRAIGHEAD F.C. 1931.** An illustrated synopsis of the principal larval forms of the order Coleoptera. *Entom. Americ. (N.S)*, **1-4**: 1-351.
- **CHAUMONT M. & PAQUIN C., 1971.** Carte pluviométrique de l'Algérie au 1/500 000 avec notice explicative. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord* : 24p.
- **CROWSEN R.A. 1960.** The phylogeny of Coleoptera. *Ann. Rev. Entomol.*, **5**: 111-134.
- **DAJOZ R., 1979.** - Précis d'écologie. Paris. G.V : 549p.
- **DELGADO J.A & JÄCH M.A. 2007.** Revision of the Palearctic species of the genus *Ochthebius* Leach XXIII. The *O. (Asiobates) maculates* species complex (Coleoptera: Hydraenidae). *Koleopterologische Rundschau*, **77**, 101-121.
- **DELGADO J.A & JÄCH M.A. 2009.** Revision of the Palearctic species of the genus *Ochthebius* Leach XXVII. Revisional notes on the *O. (s. str.) foveolatus* subgroup (Coleoptera: Hydraenidae). *Koleopterologische Rundschau*, **79**, 39-57.
- **DERRIDJ A. 1990.** -Etude des populations de *cedrusatlantica*M. en Algérie. Thèse Docteur es-sciences, Université Paul Sabatier, Toulouse : 288p.
- **DETHIER M., 1981.** -Flore et faune aquatiques de l'Afrique Sahelo-Soudanienne II. Hétéroptères-Off. Rech. Sci. Tech. Outre Mer (ed.), **45** : 661-683.
- **DYBAS H.S. 1976.** The larval Characters of Featherwing and Limulodid Beetles and their family Relationship in the Staphylinoida (Coleoptera: Ptiliidae and Limulodidae). *Field. Zool.*, **70(3)**: 29-78.
- **DYNESIUS M., & NILSSON C.1994.**- Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the world. *Science* **266-7**:75362.
- **EL ALAOUI A., 1983.** -Contribution à l'étude des Coléoptères Hydrocanthares de la zone Littorale entre Knitra et Mohamedia. *Bulletin de l'institut Scientifique, Rabat*, n° 7, p. 127 -142.
- **FERRO G. 1985.** Hydraenidae (Coleoptera : Hydrophiloidae) delNorte de Africa XV. Contributo alla conoscenzadegliHydraenidae. *Bulletin et Annales de la Société Royale Belge d'Entomologie*, **121** : 233-241.
- **FLANDRIN J., 1952.** -La chaine du Djurdjura: monographies régionales.XIX congrès géologiques internationales, Algérie 1ere série. 19 : p 49.
- **FRANCISCOLO M.E. 1979.** Fauna d'Italia. Vol. 14: ColeopteraHalipilidae, Hygrobiidae, Gyrinidae, Dytiscidae. EdizioniCalderini, Bologna, 804 pp.
- **GAUTHIER H. 1928.** Recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie. Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. Alger. 420 pp.

- **GELARD J. P. 1979.** Géologie du Nord-Est de la Grande Kabylie : un segment de zones internes de l'orogène littoral maghrébin. Thèse Doctorat ès Sciences, Université de Dijon : 335 pp.
- **GIUDICELLI J. & DAKKI M. 1984.** Les sources du Moyen-Atlas et du Rif (Maroc) : faunistique (description de deux espèces nouvelles de Trichoptères), écologie, intérêt biogéographique. *Bijdragen tot de Dierkunde*, **54** (1) : 83-100.
- **GONZÁLEZ J., BASELGA A. & NOVOA F., 2007.** - Diversity of water beetles (Coleoptera: Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae, Hygrobiidae, Dytiscidae and Hydrophilidae) in Galicia, Northwest Spain : Estimating the Completeness of the Regional Inventory. *The Coleopterist Bulletin* **61**(1): 110. Dos: 10— 1649 / 1919. 1.
- **GUYOT G., 1999.** - Climatologie de l'Environnement. 2e Edition, Dunod. Paris, 525p.
- **HAMMOND P.M. 1979.** Wing-folding mechanisms of Beetles, with special reference to investigation of Adephagan phylogeny (Coleoptera). En. Ewin, T.L., Ball, G.E. & Whitehead, D.R. (eds.). *Carabid beetles, their evolution, natural history and classification*. Dr W Junk Publishers, Londres, pp. 113-180.
- **HANSEN M. 1991.** The Hydrophiloid beetles, Phylogeny, classification and a revision of the genera (Coleoptera, Hydrophiloidea). *Biologiske Skrifter*, **40**: 1-367.
- **HANSEN M. 1997.** Phylogeny and classification of the Staphyliniform beetle families (Coleoptera). *Biologiske Skrifter*, **48**: 1-339.
- **HANSEN M. 1998.** World Catalogue of Insects Hydraenidae. Apollo Books, Copenhagen, 168 pp.
- **HELD U., 2010.** - Pièges de corrélation : les coefficients de corrélation de Pearson et Spearman. Biostatiques Hoorten-Zentrum, Univ. Spital. Zurich. Forum. Med Suisse.
- **HERNANDO C., AGUILERA P. & RIBERA I. 1999.** *Limnebius alibei* sp. nov. (Coleoptera: Hydraenidae) from Morocco. *Aquatic Insects*, **21**: 141-145.
- **HERNANDO C., AGUILERA P. & RIBERA I. 2001.** - *Limnius stygius* sp. nov., the first stygobiontic riffle beetle from the Palearctic region (Coleoptera : Elmidae). *Entomological Problems*, **32** (1): 69-72.
- **HERNANDO C., RIBERA I. & AGUILERA P., 1998.** – Description of the adults and larvae of the remarkable new *Oulimnius gozis* from the anti-Atlas (S.W. Morocco) (Coleoptera: Elmidae). *Annales Société Entomologique de France* (N.S), **34** (3): 253-258.
- **HOWLAND D.E. & HEWITT G.M. 1995.** Phylogeny of the Coleoptera based on mitochondrial cytochrome oxidase I sequence data. *Ins. Mol. Biol.*, **4**: 203-215.
- **IENISTEA M.A. 1987.** Hydradephaga und palpicornia. En *Limnofauna Europaea* (J. Illies, ed.) : 291-314. Gustav Fischer Verlag Stuttgart.

- **JÄCH M.A. 1991.** Revision of the Palearctic species of the genus *Ochthebius* VII. The foveolatus group (Coleoptera: Hydraenidae). *Koleopterologische Rundschau*, **61**: 61-94.
- **JÄCH M.A. 1992a.** Revision of the Palearctic species of the genus *Ochthebius* Leach. 1815. IX. The andraei and notabilis species group (Coleoptera: Hydraenidae). *Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen*, 41 (1), 7-21
- **JÄCH M.A. 1992b.** Revision of the Palearctic species of the genus *Ochthebius* Leach. VII. The subgenus *Enicocerus* Stephens (Coleoptera: Hydraenidae). *Elytron*, **5**: 139-158.
- **JÄCH M.A. 1992c.** Revision of the Palearctic species of the genus *Ochthebius* Leach. VI. The marinus group (Coleoptera: Hydraenidae). *Entomological Basil*, 14: 101-145.
- **JÄCH M.A. 1993.** Revision of the Palearctic species of the genus *Ochthebius* Leach, 1815 XII. Additional notes on the notabilis species group (Coleoptera: Hydraenidae). *Entomological Problems*, **24** (1): 59-62.
- **JÄCH M.A. 1999.** Revision of the Palearctic species of the genus *Ochthebius* Leach. XVI. Additional notes on the metallescens group (Coleoptera: Hydraenidae). *Koleopterologische Rundschau*, **69**: 83-98.
- **JÄCH M.A. 2004.** Family Hydraenidae Mulsant, 1844, pp: 102-122. In: Löbl I & Smetana (eds.): catalogue of Palearctic Coleoptera, Volume 2. Hydrophiloidea – Histeroidea – Staphylinoidea. Apollo Books, Stenstrup. 942 pp.
- **JÄCH M.A. & BALKE M. 2008.** Global diversity of water beetles (Coleoptera) in freshwater. *Hydrobiologia*, **595**: 419-442.
- **JÄCH M.A. & DELGADO J.A. 2008.** Revision of the Palearctic species of the genus *Ochthebius* Leach XXV. The superspecies *O.* (s. str.) *viridis* PEYRON and its allies (Coleoptera: Hydraenidae). *Koleopterologische Rundschau*, 78, 199-231.
- **JÄCH M.A., DIAZ J. & GAYOSO A. 1999.** “ Acciones Integradas”: Excursion to Andalucía (Spain: Málaga, Cádiz), October 1998 (Coleoptera: Hydroscaphidae, Haliplidae, Gyrinidae, Dytiscidae, Hydrochidae, Hydraenidae, Dryopidae, Elmidae). *Koleopterologische Rundschau*, **69**: 171-181.
- **JÄCH M.A., KODAD J. & CIAMPOR F. 2006.** Family Elmidae Curtis, 1830, pp: 432-440. In: Löbl I. & Smetana A. (eds.): Catalogue of Palearctic Coleoptera, 3. Scarabaeoidea – Scirtoidea – Dascilloidea – Buprestoidea - Byrrhoidea. Apollo Books, Stenstrup, 690 pp.
- **JEANNEL R. 1955.** L'édéage. Initiation aux recherches sur la systématique des Coléoptères. *Pub. Mus. d'Hist. Nat.*, 16. Paris, 155 pp.

- **KADDOURI A. 1986.** Révision des *Hydraena* du Maroc, d'Algérie et de la Tunisie (Coleoptera, Hydraenidae). Thèse de Doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse, 156 pp.
- **KARAMAN B., KRYAK S. & DARILMAZ M.C., 2008.** - Faunistic study of the aquatic beetles (Coleoptera) of Trabzon Province (Turkey). *Munis Entomology and zoology*3 (1): 437 — 446.
- **KLAUSNITZER B. 1975.** Probleme der abgrenzung von Unterordnumgenbei den Coleoptera. *Entomol. Abb. Staat. Mus. Tierk. Dresden*, **40**: 269-275.
- **KUKALOVÁ-PECK J. & LAWRENCE J.F. 1993.** Evolution of the hind wing in Coleoptera. *Can. Ent.*,**125**:181-258.
- **LAWRENCE J.F. & NEWTON A.F. 1982.** Evolution and classification of beetles. *Anul. Rev. Ecol. and Syst.*, **13**: 261-290.
- **LAWRENCE J.F. & NEWTON A.F. 1995.** Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes references and data on family-group names). En: Pakaluk, J, &Slipinski, S.A., (eds.) Biology phylogeny, and classification of Coleoptera. Papers the 80 the birthaday of Roy A. Crowson. *Museum I InstytutZoologii PAN, Warszawa*, 779-1006 pp.
- **LOUNACI A. 1987.** Recherches hydrobiologiques sur les peuplements d'invertébrés benthiques du bassin de l'oued Aïssi (Grande Kabylie). Thèse de Magister. Université des Sciences et de la technologie Houari Boumediene. Institut des sciences de la nature, Alger, 133 pp.
- **LOUNACI A. 2005.** Recherches sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macro-invertébrés des cours d'eau de Kabylie Tizi-Ouzou, Algérie). Thèse de Doctorat d'état en biologie. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (Algérie). 208 pp.
- **LOUNACI-DAOUDI D. 1996.** Travaux sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des insectes du réseau hydrographique du Sébaou. Thèse de Magister, Université de Tizi-Ouzou (Algérie), 152 pp.
- **LOUNACI A., BROSSE S., AÏT MOULOUD S., LOUNACI-DAOUDI D., MEBARKI N. & THOMAS A.G.B. 2000.**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.
- **LUQUE C.A., 1997.** –Aquatic Coleoptera from the South of Corbana (Spain), (Halipilidae, Gyrinidae, Noteridae, Dytiscidae, Hydraenidae, Hydrochidae, Helophoridae, Hydrophilidae, Dryopidae et Elmidae). *Revue Zoológicabaetica* – vol.8, Pp – 49 – 64 (1p. 1 /4). ISSN 1130 –4251. Espagne.
- **MATALLAH R., ABDELLAOUI-HASSAINE K., PONEL P. & BOUKLI-HACENE S. 2016.** Diversity of Ground Beetles (Coleoptera :Carabidae) in the Ramsar wetland : Dayet El Ferd, Tlemcen, Algeria. *Biodiversity journal*, 7 (3), 301-310.

- **MILLÁN A., ABELLÁN P., RIBERA I., SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ D. & VELASCO J. 2006.** The Hydradephaga of the Segura basin (SE Spain): Twenty-five years studying water beetles (Coleoptera). *Memorie della Società Entomologica Italiana*, **85**: 137-158.
- **MILLÁN A., SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ D., ABELLÁN P., PICAZO F., CARBONELLE J.A., LOBO J.M. & RIBERA I. 2014.** Atlas de los coléopteros acuáticos de España Peninsular. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid. n° 3 /4, 1971, 241 —249.
- **NORMAND H. 1933.** Contribution au catalogue des Coléoptères de la Tunisie. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord*, **24** (2) : 295-307.
- **OLMI M. 1976.** Fauna d'Italia Vol. XII : Coleoptera Dryopidae-Elminthidae. Edizioni Calderini, Bologna, 280 pp.
- **PANOMARENKO A.G. 1969.** Historical development of the Coleoptera-Archostemata. *Tr. Paleontol. Inst.*, **125**: 1-240.
- **PERKINS P.D. 1980.** Aquatic beetles of the family Hydraenidae in the Western Hemisphere: Classification Biogeography and inferred phylogeny (Insecta: Coleoptera). *Quest. Entomol.*, **16**: 121-128.
- **PEYERIMHOFF P. 1905.** Nouveaux Coléoptères du Nord Africains (première note). *Bulletin de la Société Entomologique de France*, **10** : 1-229.
- **PIHAN J.C. & MOHATI A. 1985.** Les peuplements benthiques du réseau permanent de l'Oued Ourika, Haut-Atlas de Marrakeche ; qualité des eaux. *Internationale vereinigung fuer Theoretische und Angewandte Limnologie*, **22** : 2110-2113.
- **PIRISINU Q. 1981.** Palpicorni (Coleoptera : Hydraenidae, Helophoridae, Sperchidae, Hydrochidae, Hydrophilidae, Sphaeridiidae). Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. 13. Consiglionazionale delle Recherche. AQ/128. Verona. 97 pp.
- **QUEZEL P., 1957.** - Le peuplement végétal des hautes montagnes d'Afrique du Nord. *Encycl. Biogeogr. Ecol.*, Ed le chevalier, Paris : 463p.
- **RIBERA I. 1999.** Evolución, filogenia y clasificación de los Coleoptera (Arthropoda : Hexapoda). *Bol. S.E.A.*, **26** : 435-458.
- **RIBERA I. & MILLAN A. 1998.** *Limnebius aguilerai* sp. nov. From south Morocco (Coleoptera: Hydraenidae), *Entomological Problems*, **29** (2): 109-110.
- **RIBERA I., HERNANDO C. & AGUILERA P. 1999.** An annotated checklist of the Iberian water beetles. *Zapateri, Revista Aragonesa de Entomología*, **8** (1998) : 43-111.
- **RICHOUX P. 1982.** Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises. 2. Coléoptères aquatiques (genres : adultes et larves). *Bulletin de la Société Limnologique de Lyon*, 51 année, (**4,8 et 9**) : 56 pp.

- **RICO E. 1997.** Distribución de los Elmidae (Coleoptera : Dryopidae) en la Península Ibérica e Islas Baleares. *Graellsia*, **52** (1996): 115-147.
- **RIVOSECCHI L., 1984.** -Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne Italiane. DITTERI (Diptera) . Consiglionazionale delle ricerche. 176p.
- **RODIER J., 1996.** -L'analyse de l'eau: eaux naturelles résiduaires, eau de mer. 8ème édition. Dunod. 1383p.
- **SAINT-CLAIR-DEVILLE J. 1906.** Notes sur les *Hydraena* d'Algérie. Mémoire hors texte. *L'échange*, **248** :4.
- **SÁINZ-CANTERO C.E. & ALBA-TERCEDOR J. 1991.** Los Polyphaga acuáticos de Sierra Nevada (Granada, España) : (Coleoptera : Hydraenidae, Hydrophilidae, Elmidae, Dryopidae). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, **15** : 171-198.
- **SAINZ-CANTERO C. E., BONNADA N., MURRIA C., ACOSTA R. & GARRIDO J. 2012.** First record of *Ochthebius (Ochthebius) judemaesi* Delgado & Jäch, 2007 in Northern Africa (Coleoptera : Hydraenidae). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, **36**, 223-225.
- **SELLAM N., VIÑOLAS A., FATAH Z. & MOULAI R. 2016.** L'utilisation des Coleoptera, Ephemeroptera et Diptera comme bioindicateurs de la qualité des eaux de quelques Oueds en Algérie. *Butlleti de la Institució Catalana d'Història Natural*, **80**, 47-56.
- **SELTZER P., 1946.** - Le climat de l'Algérie. Trav. Inst. Meteor. Phys. Du Globe, Univ. Alger. Fascicule hors série : 219p.
- **TACHET H., BOURNAUD M. & RICHOUX PH., 1980.** -Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces (Systématique élémentaire et aperçu écologique). Associations Française de Limnologie: 150p.
- **TACHET H., BOURNAUD M., RICHOUX PH. & USSEGLIO-POLATERA PH. 2000.** *Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie et écologie*. CNRS Edition, Paris. 588 pp.
- **TAGLIANTI A.V., AUDISIO P.A., BELFIORE C., BIONDI M., BOLOGNA M.A., CARPANETO G.M., DE BIASE A., DE FELICI S., PIATTELLA E., RACHELI T., ZAPPAROLI M. & ZOIA S. 1992.** Riflessioni di gruppo sui corotipifondamentali della fauna W-Paleartica ed in particolare italiana. *Biogeographia*, **16** : 159-179.
- **THIEBAULT J., 1952.** -Socle métamorphique en grande Kabylie : monographie régionale. XIX^{ème} congrès géologique international, Algérie, 1 ère série (4) : 43p.
- **TOUAYLIA S., BEJAOUI M., BOUMAÏZA M. & GARRIDO J. 2009.** Nouvelles données sur la famille des Hydraenidae Mulsant, 1844, de Tunisie (Coleoptera). *Bulletin de la Société Entomologique de France*, **114** (3) : 317-326.

- **TOUAYLIA S., GARRIDO J., BEJAOU M. & BOUMAÏZA M., 2010.** A contribution to the study of the aquatic Adephaga (Coleoptera: Dytiscidae, Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae, Paelobiidae) from Northern Tunisia. *The Coleopterists Bulletin*, 64 (1): 53 – 72.
- **VALLADARES L.F. 1988.** Los Palpicorniosacuáticos de la provincia de León (Coleoptera, Hydrophiloidea). Tesis Doctoral, Universidad de León. 454 pp.
- **VALLADARES L.F. & GARCIA-AVILES J., 1999.** – Distribution, habitats and biogeography of four families of aquatic Coleoptera of the Balearic Islands (Spain) (Coleoptera: Hydraenidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydrophilidae). *Koleopterologische Rundschau*, 69: 187-206.
- **VALLADARES L.F. & MONTES C. 1991.** Lista faunística y bibliográfica de los Hydraenidae (Coleoptera de la Península Ibérica e Islas Baleares. Asociación Española de Limnología, Madrid : 1-93.
- **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, Univ. Paul Sabatier, Toulouse ; 381 p.
- **YAKOUB B., 1985.** - Contribution à l'étude hydrogéologique de la Kabylie occidentale (Algérie). Thèse Doct. 3^{ème} cycle, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI : 215p.
- **YAKOUB B., 1996.** -Le problème de l'eau en grand Kabylie. Le bassin versant de Sébaou et la wilaya de Tizi-Ouzou. Edition Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou: 210p.

Annexes

Annexe 1 : Précipitations moyennes mensuelles (en mm) de la région d'étude (période : 2007-2013).

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
2007	43,1	193	123,7	62,5	12,9	36,3	84,4	48	117,6	16,8	2,4	0,8
2008	86,3	71,4	136	99,7	206,6	40,6	94,2	174,5	48,5	4,2	0	14,5
2009	118,7	22,5	97,7	112,3	115,2	98,2	111,5	57,1	114,4	48,8	0,5	16,4
2010	12	152,5	151,2	61,6	93	179,1	73,5	118,7	192,1	39,1	1,5	0
2011	5,5	71,8	132,9	102	91,5	196,4	89,8	192,1	50,5	0	0,8	20,9
2012	6,9	74,5	95,1	35,7	147,1	155,9	85,5	129,1	129,5	7,8	4,9	37,3
2013	28	34,2	193,7	92,3	123,2	116,1	240,6	6,3	21,5	95,2	0	2,3
Total	300,5	619,9	930,3	566,1	789,5	822,6	779,5	725,8	674,1	211,9	10,1	92,2
Précipit Moy	42,93	88,56	132,9	80,87	112,79	117,51	111,93	103,69	96,3	30,27	1,44	13,17

Annexe 2 (a): Températures moyennes mensuelles (en °C) enregistrées à Tizi-Ouzou : période 2007-2017).

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec	Moy annu
2007	11,4	13,0	12,3	15,7	19,5	23,3	27,5	28,1	23,7	19,4	13,6	10,6	18.2
2008	11,0	12,6	13,0	16,3	18,8	23,5	27,9	27,8	24,4	19,8	13,5	13,1	18.5
2009	10,8	10,4	12,7	14,0	20,8	25,2	29,6	28,0	22,8	19,3	15,3	15,8	18.7
2010	11,4	12,8	13,7	16,4	17,6	22,6	27,7	27,2	23,6	19,2	14,3	11,2	18.1
2011	10,6	10,3	13,4	17,6	19,7	23,2	27,5	28,5	24,8	19,6	15,7	11,7	18.6
2012	9,9	6,5	13,3	15,3	19,9	26,4	27,8	30,3	24,4	20,8	16,3	11,9	18.6
2013	10,8	9,4	14,3	15,8	17,5	22,0	26,7	26,9	24,1	23,1	13,6	11,2	18.0
2014	12,3	12,8	12,3	17,5	19,2	23,7	27,0	28,0	26,2	21,6	17,3	10,9	19.1
2015	9,9	9,8	13,1	17,3	21,4	24,7	29,7	28,8	24,4	20,2	14,9	12,2	18.9
2016	12,8	12,6	12,5	16,1	19,0	24,3	27,9	27,1	24,3	22,5	15,7	12,6	19.0
2017	8,9	12,7	14,5	16,4	21,8	26,4	29,4	29,7	23,9	19,5	13,7	10,4	18.9
Total	119,8	122,9	145,1	178,4	215,2	265,3	308,7	310,4	266,6	225	163,9	131,6	204.6
T° Moy mensu	10,89	11,2	13,19	16,22	19,56	24,12	28,06	28,22	24,24	20,45	14,9	11,96	
T° moy interannuelle													18.6

Annexe 2 (b): Températures moyennes minimales(en °C) enregistrées à Tizi-Ouzou : période 2007-2017).

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
2007	7,0	9,1	8,1	12,3	14,1	17,8	20,8	21,9	18,4	15,2	9,6	7,2
2008	6,5	7,4	8,1	10,4	14,4	17,3	21,5	21,3	19,4	15,4	9,7	6,8
2009	7,7	5,9	7,6	9,6	15,0	18,2	22,8	22,1	18,2	14,3	10,9	8,9
2010	7,8	9,1	9,4	11,5	12,3	16,2	20,6	20,7	17,9	14,4	10,9	7,2
2011	6,9	6,3	8,7	12,1	14,8	17,8	21,6	21,8	18,9	14,5	12,2	8,3
2012	5,6	2,7	9,0	11,0	14,0	20,0	21,6	23,4	18,7	15,8	12,5	8,2
2013	6,9	5,2	10,4	11,3	12,8	15,5	20,3	20,3	19,1	18,1	17,9	7,4
2014	8,6	8,6	8,2	11,3	13,2	17,4	20,0	21,5	21,0	16,0	13,5	7,7
2015	6,0	6,5	8,4	11,7	15,2	17,9	22,2	23,2	19,7	16,0	10,8	7,2
2016	8,6	8,5	7,8	11,2	13,6	17,1	20,7	20,4	18,0	16,9	11,4	9,3
2017	5,2	8,6	8,8	10,5	15,2	19,8	22,3	25,1	18,1	13,5	9,8	7,5
Total	76,8	77,9	94,5	122,9	154,6	195	234,4	241,7	207,4	170,1	129,2	85,7
T° Moy min	7,0	7,08	8,6	11,2	14,1	17,7	21,31	21,97	18,9	15,5	11,75	7,79

Annexe 2 (c): Températures moyennes maximales(en °C) enregistrées à Tizi-Ouzou : période 2007-2017).

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
2007	17,6	18,0	17,9	20,5	26,1	30,4	35,7	35,5	30,9	25,1	18,9	15,6
2008	16,5	18,5	18,9	23,2	25,0	30,8	35,6	36,0	31,1	26,2	18,8	15,4
2009	14,9	16,0	19,4	19,6	27,6	33,2	37,5	35,8	29,4	25,7	21,5	18,4
2010	16,1	17,6	19,7	22,2	24,3	29,8	35,8	35,5	31,1	26,2	19,0	16,7
2011	15,9	15,8	19,5	24,4	26,0	29,6	35,1	37,2	32,5	27,1	21,4	16,8
2012	16,3	11,9	19,7	21,1	27,0	34,2	35,7	30,1	32,3	28,1	21,8	17,4
2013	15,7	14,6	19,4	21,8	23,0	28,9	34,5	35,1	31,1	30,6	10,7	16,9
2014	17,6	18,8	17,5	24,3	26,5	30,7	34,7	35,9	33,7	29,0	22,7	15,4
2015	15,6	13,9	19,3	24,4	28,7	32,0	38,4	35,8	30,5	26,2	21,0	19,3
2016	18,4	18,0	17,6	22,1	25,0	32,0	35,7	34,6	31,7	29,6	21,3	17,6
2017	13,7	18,2	21,2	23	29,6	34,6	37,5	37,4	30,0	26,7	19,4	14,3
Total	178,3	181,3	210,1	246,6	288,8	346,2	396,2	388,9	344,3	300,5	216,46	183,76
T° Moy max	16,21	16,48	19,1	22,42	26,3	31,5	36,02	35,35	31,3	27,32	19,7	16,7

Annexe 3 : Abondance et Occurrence des espèces recensées aux stations étudiées.

	Stations	O1	O2	O3	O4	O5				
	Altitudes	850	500	950	600	290				
Espèces	Code						Ab	Ab r	Occ	Occ r
Hydraenidae										
<i>Hydraena (H) mouzaiensis</i>	<i>Hmou</i>	34	3		5		42	9,17	3	8,57
<i>Hydraena (H) numidica</i>	<i>Hnum</i>	75	48	23	15	22	183	39,95	5	14,28
<i>Hydraena (H) rivularis</i>	<i>Hriv</i>	3		3	3		9	1,96	3	8,57
<i>Hydraena sp</i>	<i>H sp</i>	45	10	7	38		100	21,83	4	11,42
<i>Limnebius sp</i>	<i>L sp</i>		3		6		9	1,96	2	5,71
<i>Ochthebius sp1</i>	<i>Oc sp</i>	9	8	15	5		37	8,07	4	11,42
Elmidae										
<i>Elmis maugetii velutina</i>	<i>Emau</i>	4					4	0,87	1	2,85
<i>Limnius intermedius</i>	<i>Lint</i>	3		4	6	7	20	4,36	4	11,42
<i>Limnius surcoufi</i>	<i>Lsur</i>	4			4		8	1,74	2	5,71
<i>Oulimnius maurus</i>	<i>Omau</i>		3	3	8	15	29	6,33	4	11,42
<i>Oulimnius sp</i>	<i>Ol sp</i>	3	8			6	17	3,71	3	8,57
Ab		180	83	55	90	50	458	100	35	100
Ab r		39,3	18,12	12	19,65	10,91	100			
Occ		9	7	6	9	4	35			
Occ r		25,71	20	17,14	25,71	11,42	100			

Ab : Abondance des espèces;

Ab r : Abondance relative par rapport à toute les espèces (%);

Occ : Occurrence ;

Occ r : Occurrence relative (%).

Résumé

Les cours d'eau de Kabylie (Algérie du Nord) sont caractérisés par leur caractère globalement temporaire. Les cours d'eau du sous-bassin des Ouadhias ont été choisis pour leur accessibilité et la variété de leur environnement.

Le présent travail constitue une étude hydrobiologique globale de l'oued Ouadhias et de ses principaux affluents. Il est axé principalement sur l'analyse des données faunistiques et se fixe pour objectif d'une part, de dresser une liste d'invertébrés benthiques (Elmidae, Hydraenidae), de rechercher les relations entre les caractéristiques du milieu et sa faune, de préciser la distribution spatiale des espèces, et d'autre part, d'analyser la répartition géographique des espèces de Coléoptères inventoriées.

Cinq stations échelonnées entre 290 m et 950 m d'altitude ont été suivies en faisant l'inventaire faunistique durant le mois de mai 2018. L'appareillage utilisé pour les prélèvements du matériel biologique est le filet Surber pour le faciès lotique et le filet troubleau pour le faciès lentique.

Les prélèvements quantitatifs ont permis de récolter un total de 458 individus répartis en 2 familles et 6 genres. La famille des Hydraenidae, avec 380 individus (soit 82,96 % de la totalité des espèces recensées) est largement dominante sur le plan numérique. Elle est suivie par la famille d'Elmidae (78 individus, soit 17,03 % du total).

L'analyse faunistique a permis de montrer que la richesse spécifique et l'abondance maximale des Coléoptères (Elmidae, Hydraenidae) sont enregistrées dans les parties moyennes des cours d'eau (500 - 850 m) à parcours ombragés bordés de feuillus. En deçà et au-delà les nombres d'espèces et d'individus diminuent fortement.

L'étude des associations d'espèces réalisée à l'aide d'analyses factorielles (ACP, AFC, CAH) a révélé deux groupements de zone ainsi que leur peuplement essentiellement déterminé par un gradient altitudinal.

Du point de vue biogéographique, les polyphaga aquatiques (Elmidae et Hydraenidae) inventoriés dans cette présente étude, peuvent être groupés dans deux grandes catégories chorologiques : Paléarctique et Méditerranéenne. De cette catégorisation, il ressort clairement que la composition faunistique de ces deux familles de Coléoptères, est constituée fondamentalement d'éléments Méditerranéens (85,72 %), alors que les éléments appartenant à la catégorie chorologique Paléarctique ne constituent que 14,28 % du total

Mots clés : Cours d'eau des Ouadhias, Coléoptères, Elmidae, Hydraenidae, structure du peuplement, biogéographie.