

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques-Département de Biologie

# 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 la connaissance des Coléoptères  
aquatiques de la région des Ouadhias*

Réalisé par :

M<sup>lle</sup> ACHOUR Hanane

&

M<sup>lle</sup> SAIDOUN Dyhia

Soutenu le 14/12/2021

Devant le jury composé de :

Présidente : M<sup>me</sup> LANDRI GH.

Maître assistante à l'U.M.M.T.O

Promotrice : M<sup>me</sup> SEKHI S.

Maître assistante à l'U.M.M.T.O

Co-promoteur : Mr LAMINE S.

Docteur à l'U.M.M.T.O

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

Maître assistante à l'U.M.M.T.O

*Promotion : 2020/2021*

## *Remerciements*

*Nous remercions Dieu le tout puissant qui nous a donné le courage, la patience, la santé et la volonté d'accomplir ce travail.*

*Nous tenons à remercier notre promotrice Madame SEKHI S. maitre assistante A à l'U.M.M.T.O pour son aide, sa disponibilité et les conseils qu'elle n'a cessé de nous prodiguer pour l'aboutissement de ce modeste travail, qu'elle trouve ici notre profonde gratitude et toute notre reconnaissance, nous tenons ainsi à remercier notre Co-promoteur Monsieur LAMINE S. docteur à l'U.M.M.T.O pour son aide sur le terrain et au laboratoire, nous lui sommes très reconnaissantes.*

*Nous tenons à exprimer notre gratitude à Monsieur LOUNACI A. Professeur à l'U.M.M.T.O pour avoir mis son laboratoire à notre disposition pour réaliser ce travail.*

*Nos vifs remerciements vont aux membres de jury pour nous avoir honoré de leur accord pour juger notre présent travail :*

*Madame LANDRI GH. maitre assistante classe A à l'U.M.M.T.O d'avoir accepté de présider le jury.*

*Madame HAOUCHINE S. maitre assistante A à l'U.M.M.T.O d'avoir consacré son précieux temps afin de juger ce modeste travail.*

*Nous remercions affectueusement nos parents pour leur soutien et leur encouragement continu.*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes chers parent HOUCINE et ZAHIA qui ont œuvré pour ma réussite, de par leur amour, leur soutien inconditionnel, 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 cher frères BILAL et YOUNES qui sont toujours présents avec moi, me soutiennent et m'encouragent.*

*Mes précieuses sœurs ASMA, IMANE et ZINEB pour leurs amours et leurs soutien permanent.*

*Tous mes cousins et cousines : AGHILAS, MAHDI, YANIS, AZEDINNE, SAMIRA, SONIA, LYLIA, DALILA, OUAHIBA, RADIA, CYLIA, NACERA.*

*Tous mes chers amis(es), garçons et filles, en particulier DJAMAL qui a toujours été à mes côtés me conseille, me redonne l'espoir et m'inspire la volonté d'avancer encore.*

*Ma binôme DYHIA avec qui j'ai partagé ce travail.*

*A tout ce qui ont contribué à la réussite de ce travail de près comme de loin.*

*Hanane*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour : A celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espoir, la source d'amour qui ma bénie par ses prières Ma Chère Maman. A mon support dans ma vie Mon chère Père. A mon cher frère Hakim, mes chères sœurs Lynda et Ouardia qui ont toujours été à mes côtés pour m'aider m'encourager et pour me soutenir, et à toute ma famille. A mes cher petits neveux :*

*Maylice, Aksel, Léa, Elena, Massilia et Louiz*

*A ma chère binôme avec qui j'ai partagé la réalisation de ce travail*

*A mes amies Leticia, SarahCelia et Yasmine*

*A mon cherami Tahar qui m'a soutenu et ma encourager tout en long de mon parcours*

*A tout ce qui ont contribué à la réussite de ce travail de près comme de loin.*

*Dyhia*

<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : présentation de la région d'étude .....</b>	<b>3</b>
1. Situation géographique de la région d'étude.....	4
2. Contexte géologique.....	4
3. La climatologie.....	5
3.1.Les précipitations .....	6
3.2.La température.....	7
3.2.1. La température de l'air .....	7
4.Le couvert végétale .....	9
5.Les perturbations anthropiques .....	10
<b>Chapitre II : Sites et méthodes d'étude .....</b>	<b>13</b>
1. Description des cours d'eau et des stations d'étude.....	14
1.1.Assif Ath Bouaddou .....	15
1.2.Assif Agouni Gueghrane .....	17
1.3.Assif Ouadhias (s.s).....	18
2. Caractéristiques physiques des stations.....	20
2.1.La pente .....	20
2.2.Le débit l'écoulement de l'eau .....	21
2.3.La vitesse du courant.....	21
2.4.Le substrat .....	22
2.5.La température de l'eau .....	24
3. Matériels et techniques d'échantillonnage .....	25
3.1.Echantillonnage benthique .....	25
3.2.Conservation des échantillons .....	26
3.3.Lavage, tri et détermination.....	27
4. Les indices écologiques de compositions et de structure du peuplement .....	28
4.1.Indices de diversité.....	28
4.1.1. Richesse spécifique .....	28
4.1.2. L'abondance relative des espèces.....	28
4.1.3. Occurrence des espèces .....	30

4.1.4. Indice de diversité de SHANNON-WEAVER(H').....	30
4.1.5. Indice d'équitabilité.....	30
5. Traitement statistique des données.....	31
5.1. Analyse des composantes principales (ACP).....	31
5.2. Classification ascendante hiérarchique (CAH) .....	32
5.3. Analyse factorielle des correspondances (AFC) .....	32
5.4. Corrélation de Pearson .....	32
6. Logiciels de calcul.....	33
<b>Chapitre III : les Coléoptères</b> .....	<b>34</b>
1. Généralités sur les coléoptères .....	35
1.1. Position systématique des Coléoptères .....	35
1.2. Classification des Coléoptère .....	36
1.3. Morphologie des Coléoptères.....	39
1.4. Biologie et écologie des Coléoptères .....	42
1.4.1. La reproduction .....	42
1.4.2. La respiration.....	43
1.4.3. Cycle de développement .....	43
2. Analyse du peuplement .....	45
2.1. Abondance stationnelle des Coléoptères récoltés .....	47
2.2. Richesse taxonomique.....	48
2.3. Abondance et Occurrence relative des genres recensés .....	49
2.4. Limites altitudinales des taxons recensés.....	51
3. Analyse qualitative et quantitative du peuplement coléoptérologique .....	52
4. Etude de la diversité .....	60
5. Structure mésologique.....	62
6. Structure du peuplement.....	67

**Conclusion..... 70**

**Références bibliographiques**

**Annexes**

**Résumé**

<b>N° figures</b>	<b>Titres</b>	<b>N° pages</b>
<b>1</b>	Situation géographique de la zone d'étude.	<b>5</b>
<b>2</b>	Précipitations moyennes mensuelles en (mm) de la région d'étude durant la période 2007-2013 (source A.N.R.H de Tizi-Ouzou).	<b>7</b>
<b>3</b>	Températures moyennes mensuelles de l'air en (°C) (maximales, minimales et moyennes) enregistrées à Tizi-Ouzou durant la période 2012- 2020 (source O.N.M de Tizi-Ouzou).	<b>8</b>
<b>4</b>	Emplacement des stations dans les cours d'eau étudiées.	<b>15</b>
<b>5</b>	Morphologie externe d'un coléoptère.	<b>39</b>
<b>6</b>	Tête d'un Coléoptère (EVANS, 2010).	<b>40</b>
<b>7</b>	Pattes de Coléoptères, adaptées pour : a-courir, b-nager, c-creuser,d-sauter, e-adhérer, f-ramer (BIGNON, 2008).	<b>41</b>
<b>8</b>	Différentes formes d'ailes (BIGNON, 2008).	<b>42</b>

<b>09</b>	Le cycle de développement d'un Coléoptère. (RICHARD, 1993)	<b>44</b>
<b>10</b>	Représentation du nombre de genre par famille des coléoptères recensés.	<b>45</b>
<b>11</b>	Abondance des coléoptères dans les stations étudiées	<b>47</b>
<b>12</b>	Richesse taxonomique des Coléoptères aux stations étudiées.	<b>49</b>
<b>13</b>	Abondance relative des Coléoptères récoltés aux stations étudiée.	<b>50</b>
<b>14</b>	Occurrence relative des Coléoptères récoltés aux stations étudiées.	<b>50</b>
<b>15</b>	abondance des familles de coléoptères récoltées dans les stations prospectées	<b>53</b>
<b>16</b>	Evolution des indices de SHANNON-WEAVER et d'équitabilité dans les stations étudiées.	<b>61</b>
<b>17</b>	Dendrogramme visualisant les relations entre les variables environnementales	<b>64</b>

<b>18</b>	ACP représentant la distribution des paramètres environnementaux	<b>65</b>
<b>19</b>	Dendrogramme de la distribution des stations sur la base des variables Environnementales.	<b>66</b>
<b>20</b>	répartition des stations dans le plan factoriel F1-F2.	<b>66</b>
<b>21</b>	Dendrogramme visualisant les relations entre les variables environnementales.	<b>68</b>
<b>22</b>	Distribution des noyaux d'affinité des Coléoptères et des stations dans le plan factoriel F1 * F2.	<b>68</b>

<b>N° photos</b>	<b>Titres</b>	<b>N° pages</b>
<b>1</b>	La baignade.	<b>12</b>
<b>2</b>	Accumulation de déchets.	<b>12</b>
<b>3</b>	Lavage de voitures.	<b>12</b>
<b>4</b>	Station O1.	<b>16</b>
<b>5</b>	Station O2.	<b>16</b>
<b>6</b>	Station O3.	<b>17</b>
<b>7</b>	Station O4.	<b>18</b>
<b>8</b>	Station O5.	<b>19</b>
<b>9</b>	Station O6.	<b>19</b>
<b>10</b>	Filet Surber.	<b>26</b>
<b>11</b>	Echantillon benthique	<b>26</b>
<b>12</b>	Matériel utilisé pour le lavage au laboratoire	<b>27</b>
<b>13</b>	Matériel utilisé pour le tri et la détermination au laboratoire	<b>28</b>

<b>14</b>	Présentation photographique de quelques Coléoptères Adephaga.	<b>37</b>
<b>15</b>	Présentation photographique de quelques Coléoptères Polyphaga.	<b>38</b>

*Liste des tableaux*

---

<b>N° tableau</b>	<b>Titres</b>	<b>N° pages</b>
<b>1</b>	Altitude (m) et pente (%) des stations étudiées.	<b>20</b>
<b>2</b>	Altitude, largeur du lit et vitesse du courant mesurés aux stations d'études.	<b>22</b>
<b>3</b>	Nature du substrat dans les stations étudiées.	<b>23</b>
<b>4</b>	Les valeurs ponctuelles de température enregistrées à l'aide d'un thermomètre à mercure dans les stations étudiées.	<b>24</b>
<b>5</b>	Répartition des Coléoptères dans les stations étudiées.	<b>46</b>
<b>6</b>	limites altitudinales des genres récoltés	<b>52</b>
<b>7</b>	Indice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) et d'Equitabilité dans les stations d'étude.	<b>60</b>

*Liste des tableaux*

---

<b>8</b>	Caractéristiques environnementales des 6 stations étudiées.	<b>62</b>
<b>9</b>	Matrice de corrélation entre variables environnementales	<b>63</b>



# Introduction

Les macroinvertébrés benthiques sont des organismes qui vivent dans le fond d'un cours d'eau ou qui ne s'en éloignent que de peu durant la majeure partie de leur vie. Dépourvus de colonne vertébrale, ils sont visibles à l'œil nu. Les principaux ordres d'insectes aquatiques appartenant à cette catégorie d'organismes sont les suivants : Ephéméroptères, Plécoptères, Trichoptères, Diptères, Coléoptères, Mégaloptères, Hémiptères, Odonates et Lépidoptères (GAGNON & PEDNEAU, 2006).

L'ordre des Coléoptères, avec plus de cinq cent mille espèces décrites, est le plus riche du monde animal. Les espèces de l'ordre des Coléoptères sont terrestres, semi-aquatiques ou bien aquatiques (HANSEN, 1987) et (NILSONHOLMEN, 1995).

Les Coléoptères sont partout nombreux, diversifiés et faciles à trouver et à capturer. Les cours d'eau dans lesquels ils évoluent sont parmi les écosystèmes les plus complexes et dynamiques (DYNESIUS & NILSSON, 1994), ils jouent des rôles essentiels dans la conservation de la biodiversité, dans le fonctionnement des organismes et dans le cycle de matière organique.

Les études sur ce groupe d'insectes, parmi les plus diversifiés, sont nombreuses et concernent tous les aspects relatifs à la systématique, à l'écologie et à la biogéographie. Parmi les travaux auxquels nous ferons référence dans ce travail, nous pouvons citer ceux de : GUIGNOT (1959, 1931-1933) ; FRANCISCOLO (1979), BERTHELEMY (1964, 1979), JÄCH (2004) et (JÄCH *et al.*, (2005).

De nombreuses autres études réalisées sur cet ordre d'insectes d'Afrique du Nord en général et en Algérie en particulier, citons celles de REICHE (1869), BEDEL (1895), PIC (1905), SAINTE-CLAIRE DEVILLE (1905) NORMAND (1933), (BENNAS *et al.*, 2001), (BENNAS, 2002). (CHAVANON *et al.*, 2004), GONZÁLEZ *et al.*, 2007), (KARMAN *et al.*, 2008), BENAMAR *et al.*, (2011), SELLAM *et al.*, (2016), BENNAS *et al.*, (2018).

Plus récemment, dans le cadre de l'étude de la faune de macroinvertébrés d'eau courante du Nord de l'Algérie, les récoltes effectuées par différents auteurs ont permis de contribuer à une meilleure connaissance de ce groupe faunistique (LOUNACI, 1987 ; AIT MOULOUD, 1988 ; LOUNACI *et al.*, 2000<sub>a</sub>, 2000<sub>b</sub> ; ARAB, 2004 ; LOUNACI, 2005 ; LAMINE *et al.*, 2019 ; LAMINE, 2021).

De l'ensemble de ces travaux, il ressort clairement que les données existantes sur l'Algérie en général et la Kabylie en particulier sont peu nombreuses et fragmentaires.

Il existe en outre des régions d'Algérie qui sont encore inexplorées et dont la faune reste encore inconnue.

L'objectif de ce travail est d'une part, l'établissement de liste faunistique des coléoptères du réseau hydrographique de l'assif Ouadhias et d'autre part de rechercher les relations entre les caractéristiques du milieu et sa faune.

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) de la région d'étude.
- ❖ le deuxième est consacré à la description des cours d'eau étudiés, les caractéristiques physiques des stations étudiées et la méthodologie adoptée dans l'échantillonnage.
- ❖ le troisième chapitre, le plus important, est consacré à l'étude faunistique et écologique des coléoptères.



# **Chapitre I**

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

## 1. Situation géographique de la zone d'étude

La Kabylie du Djurdjura constitue notre région d'étude. Elle est située dans le centre Nord de l'Algérie à une centaine de kilomètres à l'Est d'Alger et à moins de 50 km au Sud du littoral méditerranéen. Elle est délimitée (figure 1) :

- au Nord, par la mer méditerranéenne ;
- au Sud, par la chaîne calcaire du Djurdjura ;
- à l'Est, par le massif forestier de l'Akfadou ;
- à l'Ouest, par les massifs des Djebels Belloua et Aïssa Mimoun.

Dans l'impossibilité d'étudier l'ensemble des cours d'eau de la Kabylie, notre intérêt s'est porté sur le principal affluent du sous-bassin versant de l'Oued Aïssi : l'oued Ouadhias. Ce dernier collecte l'ensemble des écoulements en provenance de la dorsale médiane du côté Est du Djurdjura.

## 2. Contexte géologique

Sur le plan géologique, la Grande-Kabylie a fait l'objet de différentes études : stratigraphie, tectonique, orogénèse... (FLANDRIN, 1952 ; THIEBAULT, 1952 ; RAYMOND, 1976 ; GELARD, 1979 ; YAKOUB, 1996). Les grandes unités morphostructurales qui la constituent sont les suivantes :

- **La dorsale calcaire de Djurdjura** : le Djurdjura forme l'élément principal d'une grande unité structurale dite « chaîne calcaire Kabyle ». Ce massif est composé de terrains sédimentaires fortement plissés et fracturés dont l'âge et la nature sont très complexes. Elle favorise l'existence du phénomène de karstification donnant lieu souvent à des sources en altitude et le développement d'importants gouffres (YAKOUB, 1996).
- **Le socle Kabyle** : il est représenté par diverses formations cristallophylliennes : les schistes, les Micaschistes, les gneiss, les granites et les pegmatites. De par sa topographie, le socle Kabyle favorise la convergence des eaux de pluies vers les principaux affluents de l'Oued Sebou (YAKOUB, 1996).
- **Les dépressions sédimentaires** : elles correspondent à de étroites vallées intra-montagneuses. Elles se composent essentiellement par celles des Ouacifs et de

Meschtras creusées au pied du Djurdjura à de très basses altitudes (300 à 400 m) ainsi que la dépression principale du col de Tirourda, qui se maintient à 1956 m.

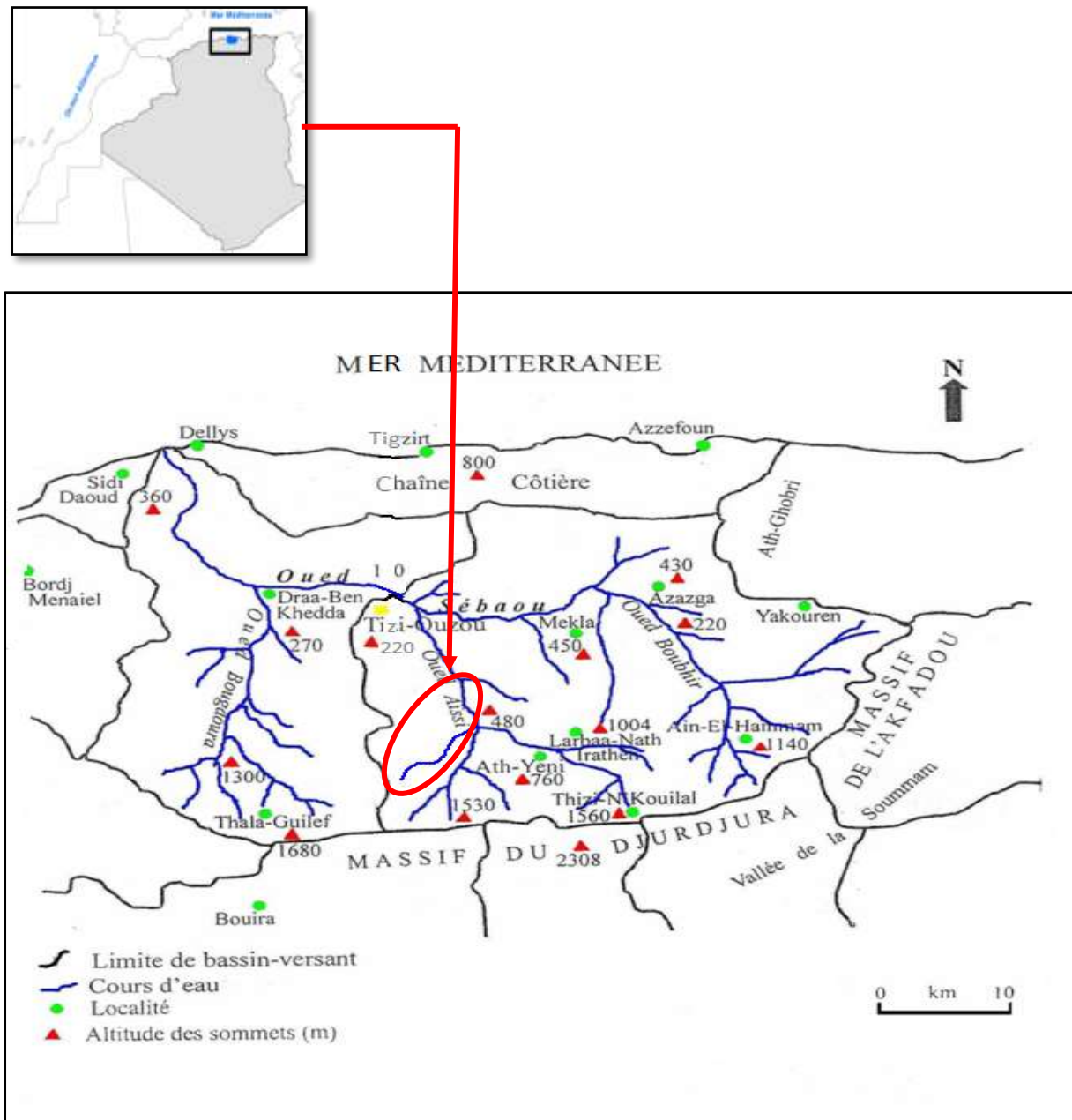


Figure 1 : Situation géographique de la région d'étude (LOUNACI, 2005)

### 3. Climatologie

Le climat c'est l'ensemble des phénomènes météorologiques (température, précipitations, pression atmosphérique, vents) qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère et son évolution en un lieu donné (TINTHION, 1948). Le climat joue un rôle fondamental

dans la distribution des êtres vivants (FAURIE *et al.*, 1980). Toute étude écologique nécessite une étude approfondie du climat (BENABADJI, 1991).

Le climat de la Kabylie est de type méditerranéen. Ce dernier est caractérisé par la sécheresse de la saison estivale (sécheresses totale bien marquée de juillet à septembre) et des hivers relativement humides avec des précipitations torrentielles à grandes irrégularités interannuelles (ABDESSELAM, 1995).

### **3.1. Précipitations**

Les précipitations représentent la source principale de l'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).

SELTZER (1946), QUEZEL (1957) et CHAUMONT & PAQUIN (1971) admettent que la pluviométrie en Algérie est sous l'influence de facteurs géographiques : l'altitude, la latitude, la longitude et l'exposition. La majorité des pluies est d'origine orographique, conditionnée par la direction des axes montagneux par rapport à la mer et aux vents humides. En effet, la pluviosité augmente avec l'altitude, mais elle est plus élevée sur le versant exposé aux vents humides. Elle augmente d'Ouest en Est, et diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral vers le Sud.

Selon DERIDJ (1990) et ABDESSELAM (1995), la pluviométrie est importante au Djurdjura (altitude > 1000 m). Les quantités de pluies reçues accompagnées de neige varient de 1500 à 2000 mm/an en versant Nord, tandis que la zone littorale et les piémonts, présentent des précipitations moindres qui oscillent entre 800 et 900 mm/an. LOUNACI (2005) signale que la pluviosité est plus élevée sur les versants exposés aux vents humides.

Les données pluviométriques enregistrées dans les localités la plus proche de la région d'étude (Ath-Djemâa, Tizi-Ouzou), pour la période 2007-2013, sont portées en annexe 1. Elles nous ont été fournies par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) de Tizi-Ouzou.

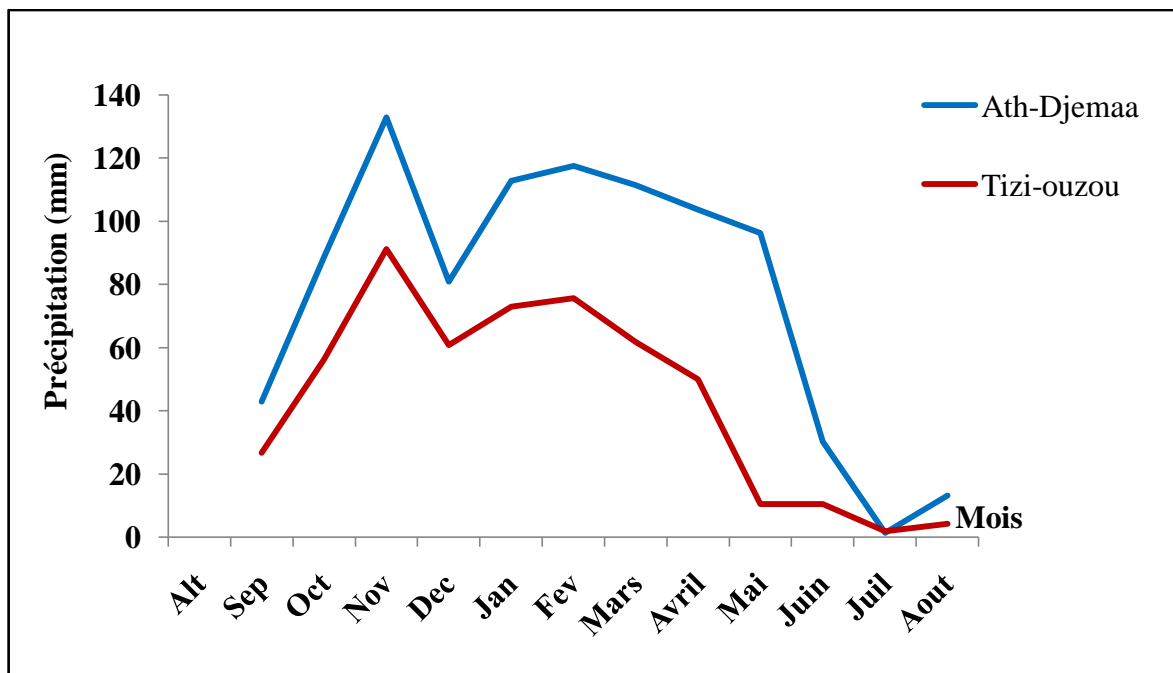
La moyenne annuelle calculée (période 2007-2013) est de 931,74 mm pour la région d'Ath Djemaa et de 560, 71 mm pour la région de Tizi-Ouzou.

La lecture de la figure 2 montre que les précipitations moyennes mensuelles présentent dans l'ensemble un même profil pluviométrique malgré l'importance de leur variation d'un mois à l'autre.

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

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

La bonne période d'étude pluviométrique c'est le période qui vient après les précipitations importantes.



**Figure 2** : Précipitations moyennes mensuelles en (mm) de la région d'étude durant la période 2007-2013 (source A.N.R.H de Tizi-Ouzou).

### 3.2. Températures

#### 3.2.1. Température de l'air

La température est un facteur écologique limitant car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (RAMADE, 1984).

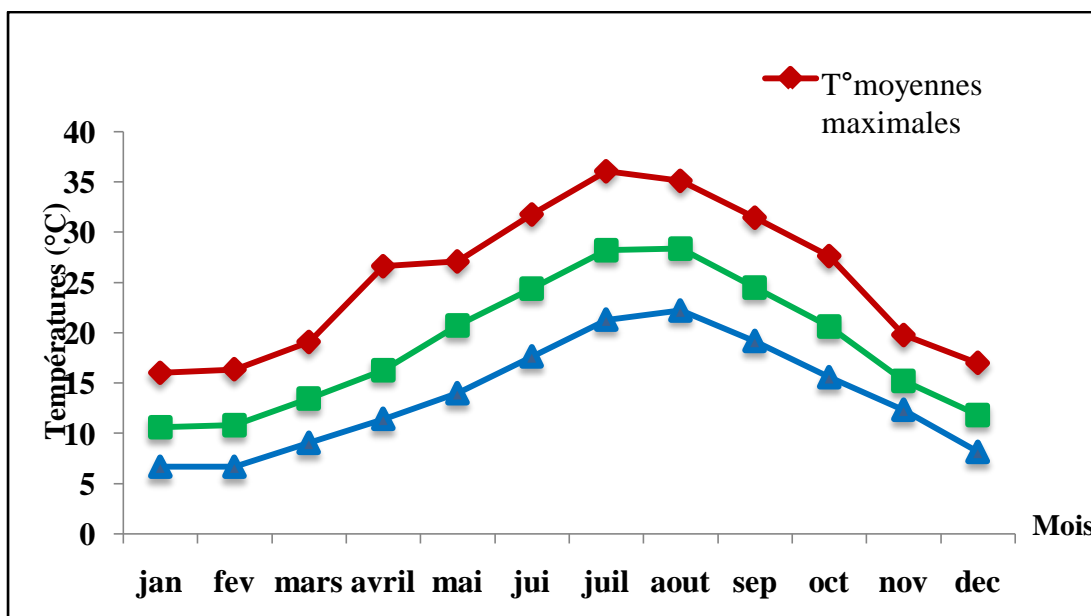
Dans l'annexe 2, nous reportons les valeurs moyennes mensuelles, minimales et maximales des températures de l'air enregistrées à Tizi-Ouzou durant la période allant de 2012 à 2020. (Source : Office National de la Météorologie de Tizi-Ouzou).

Notre région d'étude est caractérisée par un écart thermique élevé environ 29,36 °C entre la température moyenne minimale (M = 6,72 °C) du mois le plus froid (février) et la température moyenne maximale (M = 36,08 °C) du mois le plus chaud (juillet).

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 18.77 °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 maximales enregistrées sont respectivement de 36,08 °C et 35,11 °C.
- ❖ Les mois de décembre, janvier et février sont les mois les plus froids. Leurs températures moyennes minimales enregistrées sont respectivement : 6,72°C ; 6,72°C et 6,9°C.



**Figure 3 :** Températures moyennes mensuelles de l'air en (°C) (maximales, minimales et moyennes) enregistrées à Tizi-Ouzou durant la période 2012- 2020 (source O.N.M de Tizi-Ouzou).

#### 4. Le couvert végétal

Les végétaux constituent une importante ressource en matière organique consommable par certaines catégories d'animaux aquatiques. Ils empêchent le réchauffement excessif des eaux en été et jouent un rôle important dans la répartition de la faune benthique (LOUNACI, 2005).

En Kabylie, la couverture végétale est dense et varie en fonction de la lithologie, de l'altitude et de l'exposition des versants. Elle a une influence importante sur les écoulements superficiels. L'étude de la répartition des associations végétales du réseau hydrographique étudié permet de distinguer :

- 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.)
- 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 europaea*) 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 (*Punicagranatum*) peuvent se trouver en mélange avec les oliveraies.
- En plaines, les formations végétales sont présentées essentiellement par des vergers : pommiers, poiriers, figuiers, orangers...
- Près des cours d'eau, la végétation constitue une importante ressource en matière organique nécessaire pour la faune aquatique. Les strates arborescentes et arbustives (lentisque, aulne, laurier rose, roseau, peupliers...) sont importantes pour diminuer le réchauffement des eaux en période estivale.

- Quant à la végétation aquatique, elle est représentée par des mousses dans les parties supérieures des cours d'eau, tandis que les algues (*Oudogonae*, *Spirogyra* ; *Zygnema* et *Ulothrix*) et les macrophytes se rencontrent dans les cours d'eau de basse altitude.

## **5. Les perturbations anthropiques**

D'après ANGELIER (2000), le déséquilibre de l'écosystème aquatique est essentiellement due à la pollution qui est en terme réservé habituellement aux dégradations causées par l'homme.

La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparait en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers d'effets directs ou indirects altérant les critères de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes.

En Kabylie du Djurdjura, cette pollution a pris une ampleur inquiétante engendrant un impact certain sur la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines, tel est le cas de l'oued Sébaou considéré comme le plus affecté.

Dans le réseau hydrographique étudié, l'impact anthropique varie d'une station à une autre, selon l'altitude. La pollution a plusieurs origines :

### **➤ Origine urbaine**

Le principal problème de l'urbanisation est la croissance rapide de la population urbaine en plus de la planification inadéquate, la pollution, les demandes concurrentes sur les ressources. Tous ces facteurs mal maîtrisés contribuent à augmenter le risque de pénurie d'eau. L'enfouissement des déchets engendre la production de lixiviat résultant de la fermentation anaérobique des déchets. Ils peuvent être à l'origine de l'altération des eaux superficielles par ruissellement et des eaux souterraines par infiltration. Dans d'autres cas on cite la présence d'un point touristique en amont des stations ainsi que le lavage des voitures. (Photo 1 à 3).

➤ **Origine agricole**

Les pollutions agricoles peuvent devenir des enjeux majeurs de la société : l'augmentation de l'utilisation des pesticides et des engrais chimiques pour les cultures induit une dégradation de la qualité des eaux.

La pollution par les margines, malgré la petite période de fonctionnement des huileries dans l'année, elles constituent une source permanente de pollution. Le rejet à l'état brut de la margine dans le milieu naturel cause des nuisances et des risques de pollutions considérables. Elle entraîne des changements profonds dans la faune et de la flore aquatique.

Selon ANGELIER (2000), les pesticides (fongicides et insecticides) sont beaucoup plus toxiques que les détergents, puisque leur rôle est précisément la destruction des parasites des cultures et qu'ils sont entraînés dans les eaux par le ruissellement.

➤ **Origine mécanique**

L'extraction de sable et de graviers dans le lit des cours d'eau déstabilise le fond du lit des oueds avec une modification de sa morphologie ainsi qu'une remise en suspension des éléments fins. Ce phénomène réduit les productions primaires et par conséquent contribue à l'altération des écosystèmes aquatiques.

➤ **Origine industrielle**

L'industrialisation de la wilaya de Tizi-Ouzou, centrée principalement le long des cours d'eau, s'est accompagnée d'une atteinte grave à l'environnement et entre autres à la qualité des eaux de surface. Fréquemment, les systèmes d'épuration de ces unités sont non fonctionnels engendrant ainsi un phénomène de pollution de l'environnement et entre autre la qualité des eaux de surface. Les eaux résiduaires contiennent un grand nombre d'éléments dissous et en suspension, organiques ou minéraux (matières organiques, acides, métaux lourds, détergeant, huiles ...) parfois toxiques ou difficilement biodégradables provenant des stations de lavages et de vidange d'automobiles.

On présente ci-dessous trois photos illustrant quelques perturbations anthropiques :

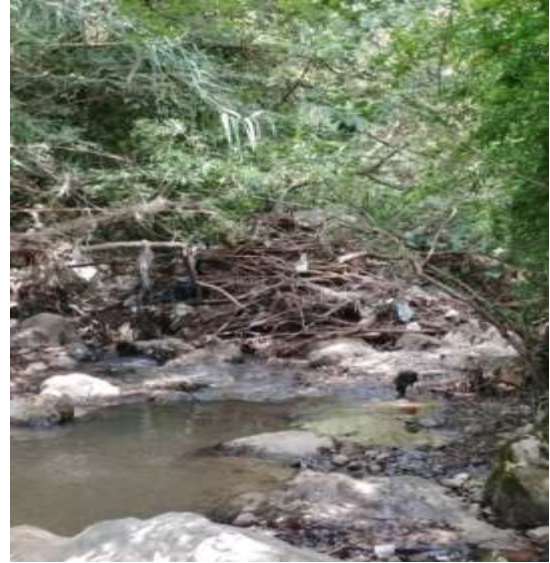
**-photo 1 :** baignade dans la station O2

**-Photo 2 :** accumulation de déchets dans la station O2

**-Photo 3 :** lavage de voitures dans la station O6



**Photo1** : La baignade



**Photo 2** : Accumulation de déchets



**Photo3** : Lavage des voitures



# Chapitre II

## Site et méthodes d'étude

Ce chapitre décrit les sites d'étude, les caractéristiques physiques des stations et les méthodes d'étude utilisées.

### **1. Description des cours d'eau et des stations étudiés**

Dans le cadre de ce travail, notre intérêt s'est porté sur l'un des principaux affluents de l'oued Aissi notamment assif Ouadhias. Une seule campagne d'échantillonnage à été réalisée durant le mois de juin de l'année 2021.

Parmi les stations prospectées, sixont été retenues le long du réseau hydrographique des Ouadhias (figure 4). Le choix de ces stations a été effectué en tenant compte de quelques paramètres tels que : l'altitude, la distance à la source, la pente, nature du substrat, la présence ou non des perturbations, notamment anthropique et dans une certaine mesure, la régularité de la répartition des stations le long des cours d'eau. Ce choix est aussi conditionné par l'accessibilité aux stations.

Les stations retenues se répartissent comme suit :

- ❖ deux stations sont situées sur assif Ath Bouaddou : O1 et O2.
- ❖ deux stations sur assif Agouni Gueghrane : O3, O4.
- ❖ deux stations sur assif Ouadhias(sens strict) :O5 et O6.

Les stations retenues à cet effet sont indiquées par des carrés sur la (figure 4). Elles sont représentées par des abréviations portant la dénomination du cours d'eau sur lequel elles se trouvent. Pour chaque station étudiée, nous indiquons :

- la distance à la source ;
- la localité la plus proche ;
- l'altitude ;
- la pente de la station ;
- la largeur moyenne du cours d'eau ;
- la profondeur moyenne de la lame d'eau ;
- la vitesse du courant ;
- la nature du substrat ;
- la végétation ;
- la température del'eau ;
- le recouvrement ;
- l'action anthropique lorsqu'il en a.

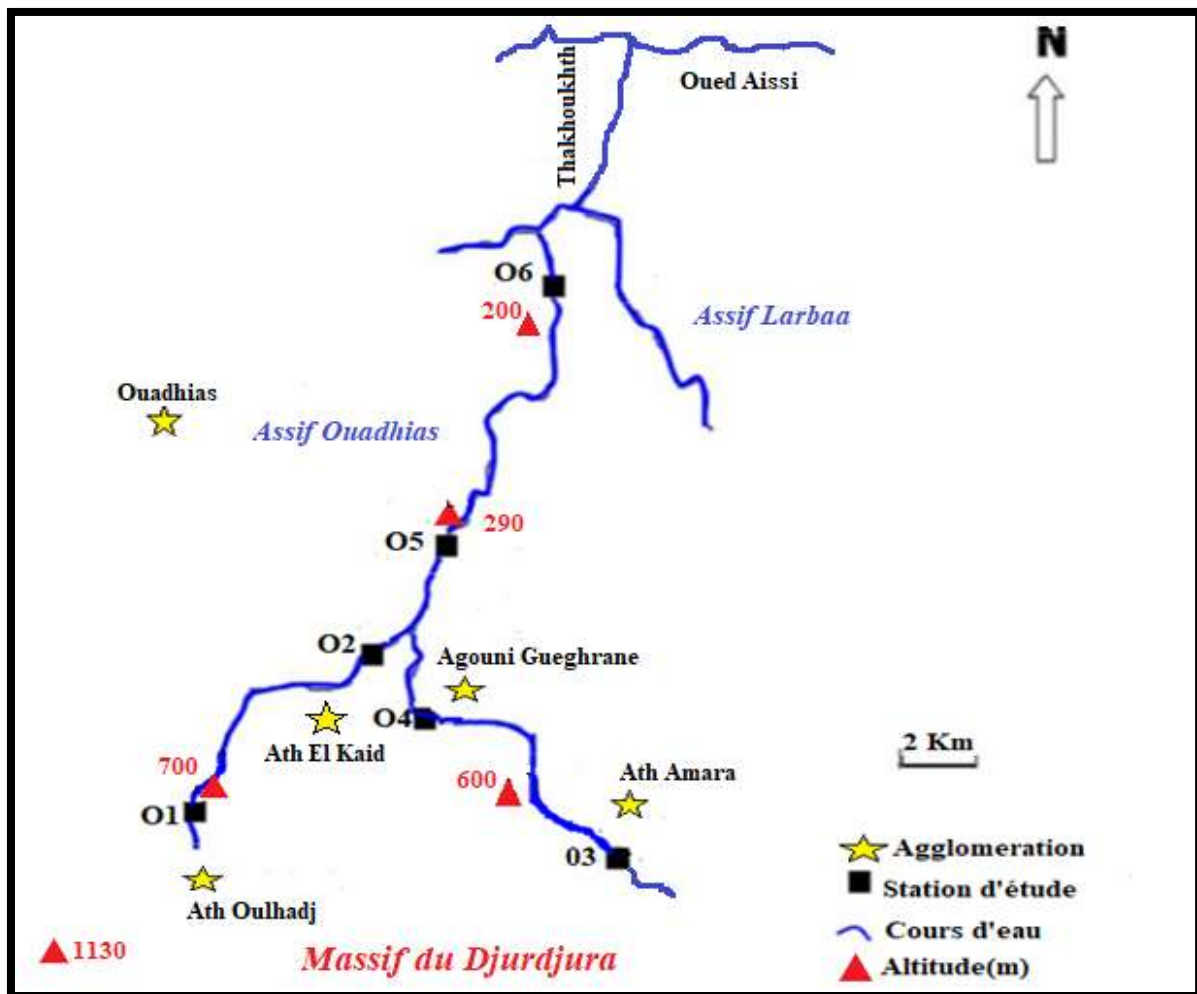


Figure 4 : Cours d'eau étudiés et emplacement des stations.

### 1.1. Assif Ath Bouaddou

Il prend naissance dans le Djebel Ath Bouaddou (Djurdjura) à 1500 m d'altitude à partir des sources et des ruisseaux alimentés par les eaux de pluies et de fonte de neige. Il draine les écoulements en provenance d'Agouni Gueghrane et Ath Djemaa. Il coule en orientation Sud /Nord-Est sur une distance de 12 km entre 1100 m et 380 m d'altitudes avant de rejoindre assif Larbaa au lieu-dit «Thakhoukhth». Sa pente moyenne est de 10,5 % et d'une largeur pouvant atteindre 4 m. Deux stations sont retenues sur ce cours d'eau : O1, O2.

#### ❖ Station O1 (photo 4)

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

- Distance à la source : 2,5 km ;
- Altitude : 700 m ;
- Pente de la station : 15 % ;
- Largeur moyenne du lit : 2 m ;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 15 cm ;
- Température de l'eau : 15°C ;
- Vitesse du courant : rapide ;
- Nature du substrat: blocs, galets, sable et limonset débris végétaux ;
- Végétation aquatique :mousses ;
- Végétation bordante : strates arborée et arbustive ;
- Recouvrement : 80% ;
- Action anthropique : rejets domestiques sur les rives.



**Photo 4:** station O1

❖ **Station 02 (photo 5)**

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

- Distance à la source : 13 km
- Altitude : 500m ;
- Pente de la station : 9,5 %
- Largeurmoyenne du lit : 3 m ;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 20 cm ;
- Température de l'eau : 17°C ;
- Vitesse du courant : rapide ;
- Nature du substrat: blocs, dalles, gros galets, sable limon, matière organique et débris végétaux;
- Végétation aquatique: mousses, algues ;
- Végétation bordante: strates arborée, arbustive et herbacée ;
- Recouvrement: 70% ;



**Photo 5:** station O2

- Action anthropique: rejets domestiques et des margines sur les rives, présence d'un point touristique en amont de la station et baignade.

## 1. 2. Assif Agouni Gueghrane

Cours d'eau de montagne qui prend naissance à 1250 m d'altitude, il collecte l'ensemble des écoulements en provenance de Djebel Agouni Gueghrane. Doté d'une forte pente de l'ordre de 11,5 % et la largeur de son lit peut atteindre 3,5 m dans certaines endroits. Il coule en orientation Sud/Nord-Ouest sur une distance de 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 : O3 et O4.

### ❖ Station 03 (photo 6)

Cette station est située à Ath-Regane, elle est localisée à 1,2 km en amont du village d'Ath-Amara, à environ 24 km au Sud de la ville des Ouadhias.

- Distance à la source : 1,5 km ;
- Altitude : 1130 m ;
- Pente de la station : 19 % ;
- Largeur moyenne du lit : 7 m ;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 5 cm ;
- Température de l'eau : 13°C ;
- Vitesse du courant : rapide ;
- Substrat : grossier, gros galets ;
- Végétation bordante: strates arborescente et arbustive et débris végétaux ;
- Végétation aquatique : mousses, algues ;
- Recouvrement : 50% ;
- Action anthropique : rejet domestique.



**Photo 6** : station O3

❖ **Station 04 (photo7)**

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

- Distance à la source : 7 km ;
- Altitude : 600 m ;
- Pente de la station : 11 % ;
- Largeur moyenne du lit : 2 m ;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau : 20 cm ;
- Température de l'eau : 16 °C ;
- Vitesse du courant : rapide ;
- Substrat : grossier, sable, limon et matière organique ;
- Végétation bourdante : strates arborée et herbacée ;
- Végétation aquatique : quelques mousses ;
- Recouvrement : 70% ;
- Action anthropique : rejet domestique ;



**Photo 7 : station O4**

### 1.3. Assif Ouadhias (s.s)

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/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 9 m. Deux stations sont retenues sur ce cours d'eau : O5, O6.

❖ **Station 05 (photo 8)**

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

- Distance à la source : 20 km ;
- Altitude: 290 m ;
- Pente de la station: 3 %;
- Largeur du lit: 4 m ;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau:25cm ;
- Température de l'eau: 18°C ;
- Vitesse du courant:moyenne ;
- Nature du substrat:gros galets, blocs, sable et débris végétaux;
- Végétation aquatique : mousses et débris végétaux ;
- Végétation bordante: strates arborée et herbacée ;
- Recouvrement : 80 % ;
- Action anthropique: rejets domestiques.



**Photo 8** : station O5

❖ **Station 06 (photo 6)**

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

- Distance à la source : 25 km ;
- Altitude: 200m ;
- Pente de la station: 1,5 %;
- Largeur du lit: 5 m ;
- Profondeur moyenne de la lame d'eau: 15 cm ;
- Température de l'eau: 20°C ;
- Vitesse du courant: lente ;
- Nature du substrat : graviers, sables, vase et limons ;
- Végétation aquatique : mousses et algues ;
- Végétation bordante: strate arbustive éparses et n'assure aucun recouvrement ;
- Action anthropique : rejets domestiques, extraction du sable, élevage, lavage des voitures.



**Photo 9** : station O6

## 2. Caractéristiques physiques des stations

La distribution spatiale des macroinvertébrés benthiques est sous la dépendance de facteurs environnementaux tels que l'altitude, la distance à la source, la pente, la végétation, le substrat et l'hydrologie (Vitesse du courant, débit, hauteur d'eau). De nombreux travaux ont montré que les variations observées dans la structure des communautés dépendent plus ou moins directement des modifications de ces facteurs (HYNES, 1970 ; LAVANDIER, 1979 ; MINSHALL, 1984 ; ANGELIER *et al.*, 1985 ; WILLIAMS & FELTMATE, 1992).

Nous allons évoquer quelques caractéristiques physiques ou structurelles des cours d'eau qui sont étroitement interdépendantes et qui déterminent de manière majeure leur composition et leur comportement.

### 2.1. La pente

La pente est un paramètre écologique important dans les études hydrobiologiques qui dépend de l'altitude. Elle joue un rôle sur la vitesse du courant et la taille des éléments du substrat ainsi que dans la distribution de la faune benthique.

Les altitudes et les pentes qui correspondent aux stations des cours d'eau étudiés sont illustrées dans le tableau 1 :

**Tableau 1** : Altitude (m) et pente (%) des stations étudiées.

Stations	O1	O2	O3	O4	O5	O6
Altitude(m)	700	500	1130	600	290	200
Pente(%)	15	9,5	19	11	3	1,5

La lecture du tableau 1 montre que les pentes aux stations présentent de grandes fluctuations. Elles varient entre 1,5 % à 19 %.

Les secteurs les plus pentus correspondent aux stations d'altitude (500 m- 1134m), où les pentes varient de 9,5 à 19 % (secteurs des stations O1, O2, O3, O4).

Au niveau des zones de piémonts et de basses altitudes (200 m -290 m), on assiste à une rupture de pente et à l'élargissement des cours d'eau. Les pentes varient entre 1,5 et 3% (secteur des stations O5 et O6).

## 2.2. Le Débit et l'écoulement de l'eau

Le débit est le volume d'eau en mouvement auquel peut être rattaché une quantité de matière transportée organique ou minérale, inerte ou vivante, endogène ou exogène (LAVANDIER, 1979). Ainsi, à toute variation de débit, correspond une variation simultanée et dans le même sens, de la vitesse des écoulements, de la largeur du cours d'eau et de la hauteur de la lame d'eau. Sur le plan écologique, l'écoulement de l'eau joue un rôle important. Il agit sur les peuplements aquatiques.

Les débits des cours d'eau dépendent principalement de trois types de facteurs : les aléas climatiques (durée et intensité des précipitations, fonte des neiges), les caractéristiques des cours d'eau et des bassins versants (type de sol et de sous-sol, topographie) et certaines activités humaines (imperméabilisation des sols, prélèvement en eau et occupation des sols par l'agriculture).

Selon LOUNACI (2005), les cours d'eau de montagne d'altitude supérieure à 1000 m présentent un régime hydrologique pluvio-nival de décembre à mi-avril et pluvial de mi-avril à juin. Dans les zones de piémont et de plaine, le régime hydrologique est plutôt pluvial.

## 2.3. La vitesse du courant

La vitesse du courant est une composante importante du milieu bien connue pour son action sélective sur les peuplements benthiques (HYNES, 1970 ; MINSHALL, 1984). Elle dépend du débit du substrat du fond et de la largeur du lit, de la pente, des précipitations et de la fonte des neiges qui en provoquent de grandes variations.

Dans ce travail, en raison des difficultés de sa mesure, la vitesse du courant a été quantifiée par sa valeur moyenne au niveau de chaque station. Les mesures ont été effectuées en surface du cours axial à l'aide d'un flotteur. Le temps mis par le flotteur à parcourir cette distance permet de calculer la vitesse.

Les relevés de la vitesse de l'eau, qui ne présentent que des valeurs indicatrices, sont portés sur le tableau 2. Elles sont classées selon l'échelle de Berg

- Vitesse très lent:  $\leq 10$  cm/s ;
- Vitesse lent: 10 à 25 cm/s ;
- Vitesse moyen: 25 à 50 cm/s ;
- Vitesse rapide: 50 à 100 cm/s ;
- Vitesse très rapide:  $>$  ou  $= 100$  cm/s.

**Tableau 2:** Altitude, largeur du lit et vitesse du courant mesurés aux stations d'études.

Stations	O1	O2	O3	O4	O5	O6
Altitude (m).	700	500	1130	600	290	200
Largeur du lit (m).	2	3	7	2	4	5
Valeurs obtenues de la vitesse moyenne (cm/s).	90	70	60	60	40	20
Vitesse du courant (Berg)	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide	moyenne	lente

Dans l'ensemble des stations étudiées, la vitesse du courant varie de lent à rapide. Les stations alticoles et de moyenne montagne (500 et 1130 m d'altitude), secteur des stations O1, O2, O3 et O4 présentent des vitesses du courant qualifiées de rapide ce qu'est dû à la pente assez élevée dans ces stations (9,5 à 19 %).

Les stations O5 et O6 présentent des vitesses de courant qualifiées respectivement de moyenne et lente.

En effet, ces stations se caractérisent par des pentes faibles ( $\leq 3\%$ ) et l'eau coule sur un lit relativement plus large.

#### 2.4. Le Substrat

Le substrat est une structure physique, présente le milieu favorable pour le développement du benthos, formé d'association d'éléments minéraux, ou/et végétaux (et organique pour certains milieux).

Selon BOURNAUD (1983), cette composante représente un des facteurs importants qui influence considérablement la microdistribution des communautés des macroinvertébrés benthiques. En effet, deux grands types du substrat sont distingués :

**Le substrat minéral (sédiment) :** plusieurs catégories sont distinguées selon le diamètre moyen des éléments qui le composent : limons, sable, graviers, galets et blocs.

Les classes de granulométrie étant déterminées à l'aide d'une échelle visuelle, permet de distinguer les limites de taille pour les substrats :

- Blocs et pierres :  $\varnothing > 20\text{cm}$  ;
- Caillaux et galets :  $2\text{cm} < \varnothing < 20\text{ cm}$  ;
- Graviers :  $0,2\text{cm} \leq \varnothing < 2\text{cm}$  ;
- Sable :  $0,2\text{ cm} \leq \varnothing < 0,02\text{cm}$  ;
- Limons :  $\varnothing < 0,02\text{ cm}$  ;
- Argile :  $< 2\text{ N}$  ;

$\varnothing$  : Désigne le diamètre,

**Le substrat végétal** : selon DAKKI (1987), ce type du substrat peut jouer à la fois comme support inerte et comme ressource trophique. Son recouvrement est évalué par la végétation aquatique (les algues ou les mousses...), selon quatre classe d'abondances à très abondante.

La diversité de la communauté benthique reflète la diversité des substrats. Un substrat plus homogène offre moins d'espaces-niche disponibles ce qui induit à l'instabilité de l'habitat et donc la diversité des organismes diminue et le potentiel de recolonisation diminue également.

Dans les cours d'eau étudiés, l'importance relative de chaque catégorie de substrat 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 dans les stations étudiées.

Station	O1	O2	O3	O4	O5	O6
<b>Galets-Graviers (%)</b>	70	80	90	60	60	15
<b>Sable-Limons(%)</b>	30	10	10	20	20	50
<b>Matière Organique(%)</b>	0	10	0	20	20	35
<b>Végétation aquatique (%)</b>	10	30	15	10	25	30

La lecture du tableau 3 montre que les stations dont l'altitude est comprise entre 500 et 1130 m présentent un substrat à dominance de gros galet et de gravier (entre 60 et 90 %), et un pourcentage ne dépassent pas 20 % de matière organique. Inversement les stations situées entre 200 et 290 m d'altitude présentent un substrat à dominance de sable et limons ainsi

qu'un taux élevé de matière organique, la végétation aquatique quant à elle est plus essentiel elle est représentée par les algues filamenteuses.

## 2.5. Températures de l'eau

Selon ANGELIER (2000), la température de l'eau est un facteur écologique primordial dans les eaux courantes. Elle conditionne les possibilités de développement et la durée du cycle biologique des êtres vivants ainsi que la composition faunistique d'un cours d'eau.

LAVANDIER (1979), THOMAS (1981), ANGELIER *et al.* (1985) et VINCON (1987) renvoient la répartition de la faune benthique dans les cours d'eau à l'action de la température. Celle-ci varie régulièrement selon le profil longitudinal d'un cours d'eau. Chaque station d'un réseau hydrographique donné a son propre régime thermique.

Dans le cadre de ce travail, devant l'impossibilité de réaliser des mesures journalières de la température, nous nous sommes contentés de réaliser des relevés ponctuels à l'aide d'un thermomètre à mercure dans les stations étudiées. Les valeurs ponctuelles enregistrées sont données à titre indicatif dans le (tableau 4).

**Tableau 4 :** Les valeurs ponctuelles de température enregistrées à l'aide d'un thermomètre à mercure dans les stations étudiées.

Stations	O1	O2	O3	O4	O5	O6
Altitude(m)	700	500	1130	600	290	200
Température (°C)	15	17	13	16	18	20

D'après la lecture du tableau 4, on distingue deux groupes :

**Le premier groupe** renferme la station la plus alticole O3 (1130m) qui présente des températures moyennes de l'eau les moins élevée 13°C. C'est une station alimentée par les sources.

**Le deuxième groupe** renferme les stations de piémont et de basse altitude ; O2, O5 et O6 qui montrent des températures moyennes qui se situent entre 17 et 20 °C.

### 3. Matériels et Techniques d'échantillonnage

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

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

#### 3.1. Echantillonnage benthique

Le fond des cours d'eau est peuplé de macroinvertébrés qui vivent sur ou sous les cailloux, dans le sable ou les vases, fixés aux rochers ou encore accrochés aux feuilles ou aux tiges des végétaux aquatiques.

La récolte du matériel biologique a été effectuée à l'aide d'un filet Surber pour le faciès lotique et d'un filet Troubleau pour le faciès 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 (ouverture circulaire de 25 cm de diamètre, 1 mètre de long et de vide de maille 275 de  $\mu\text{m}$ ).

Une fois la surface à échantillonner choisie, le filet est placé sur le fond du lit (photo 10) 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. Les organismes fixés sont détachés à l'aide d'une pince.



**Photo 10** : Filet Surber

### **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 est réalisé par dragage au filet des fonds sableux limoneux et/ou vaseux en faisant de l'aller-retour sur une distance d'un mètre environ. Le filet est retiré à contre-courant.

### **3.2. Conservation des échantillons**

Sur le terrain, les échantillons benthiques récoltés (photo 11) sont transférés dans des sachets en plastique, puis fixés dans du formol à 8% sur le lieu même du prélèvement. La date, le numéro et les caractéristiques de la station sont notés à chaque prélèvement.



**Photo 11** : Echantillon benthique.

### 3.3. Lavage, tri et détermination

Au laboratoire, les échantillons prélevés sont lavés sur une série de tamis à mailles de tailles décroissantes (5 à 0,2 mm) afin d'éliminer au maximum le substrat restant (graviers, plantes, feuilles...). Le contenu des tamis est ensuite versé dans un bac puis réparti dans des béchers de 250 ml (photo 12).



**Photo 12** : Matériel utilisé pour le lavage au laboratoire.

Un pré-tri et une détermination jusqu'à la famille est effectué sous une loupe binoculaire, par fraction successive dans des boîtes de pétri à fond quadrillé. Les coléoptères récoltés, séparés du reste de la faune macroinvertebrée, sont identifiés jusqu'au genre par Mr Lamine à l'aide de clés d'identification disponibles : (TACHET *et al.* (1980, 2000) ; RICHOUX (1982).



**Photo 13** : Matériel utilisé pour le tri et la détermination au laboratoire.

## 4. Les indices écologiques de compositions et de structure du peuplement

### 4.1. Indices de diversité

Un certain nombre d'indices a été utilisé pour comparer la composition faunistique des différentes stations. Il s'agit des indices de SHANNON-WEAVER, et de l'abondance relative (fréquence), la richesse taxonomique, l'équitabilité ...ect.

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

#### 4.1.1. Richesse spécifique

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

La richesse spécifique est le nombre de taxon présent dans un échantillon. Cette richesse de taxon reflète la santé de la communauté, ainsi qu'elle est habituellement indicatrice de la bonne santé d'un cours d'eau.

#### 4.1.2. L'abondance relative des espèces

L'abondance relative est un rapport exprimé en pourcentage et qui représente le nombre d'individus d'une espèce sur le nombre total de toutes les espèces. Elle est calculée avec la formule suivante :

$$P_i (\%) = n_i / N * 100$$

Avec :

- **P<sub>i</sub>** : représente la probabilité de rencontre de l'espèce de rang « i ».
- **n<sub>i</sub>** : nombre d'individus de l'espèce de rang « i » (taxon) dans l'échantillon.
- **N** : nombre total d'individus de toutes les espèces (taxon) dans l'échantillon.

Ces abondances relatives sont réparties en 5 classes :

- 0 à 20% espèce rare ;
- 20 à 40% espèce rare et dispersée ;
- 40 à 60% espèce peu abondante ;
- 60 à 80% espèce abondante ;
- $\geq 80\%$  espèce très abondante ;

#### 4.1.3. Occurrence relative des espèces

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

Elle est calculée par la formule suivante :

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

Avec :

- $P_i$  = nombre de prélèvements où l'espèce est présente.
- $P$  = nombre totale de prélèvements.

En fonction de la valeur de  $C$  (%), nous qualifions les espèces de la manière suivante (DAJOZ, 1985):

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

#### 4.1.4. Indice de diversité de SHANNON-WEAVER (H')

L'indice de Shannon-Weaver est largement utilisé en écologie benthique (GRALL&NOLWENN, 2005 ; SIMBOURA et *al.*,2007). Il permet d'évaluer la diversité faunistique d'un milieu donné. Il est indépendant de la taille de l'échantillon et prend compte à la fois de la richesse spécifique et de l'abondance relative de chaque espèce, permettant ainsi de caractériser l'équilibre du peuplement d'un écosystème.

L'indice de Shannon et Weaver s'exprime par :

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

Avec :

$$P_i = n_i / N$$

- **H'** : l'indice de diversité de Shannon-Weaver.
- **n<sub>i</sub>** = l'effectif total des individus de l'espèce **i**.
- **N** = l'effectif total des individus de toutes les espèces.
- **Log<sub>2</sub>**= logarithme à bas 2.      avec  $\log_2 X = \frac{\log X}{\log 2}$

Plus la valeur de H' est élevée, plus le peuplement pris en considération est diversifié.

#### 4.1.5. Indice Equitabilité (PIELOU, 1969)

L'équitabilité (E) est le degré de régularité des effectifs dans un peuplement ou une communauté (MOISAN & PELLETIER, 2013). Son évaluation permet de comparer les diversités de deux peuplements ayant des nombres d'espèce différents (DAJOZ, 1982).

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

Il est donné par la formule suivante :

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

Avec :

- **E**: l'équitabilité.
- **H'** : la diversité spécifique observée= l'indice de Shannon-Weaver.
- **H' max** : avec  $H'_{\max} = \log_2 S$  où S est la richesse totale.
- **S** : le nombre d'espèces (richesse spécifique).

D'après RAMADE (1993), l'équitabilité varie entre 0 et 1 :

Si E tend vers 0, ça signifie qu'il y a dominance de quelques espèces. Si E tend vers 1, toutes les espèces présentent la même dominance (les espèces sont réparties équitablement).

## 5. Traitement statistique des données

Les méthodes statistiques multivariées constituent un ensemble de d'outils statistiques permettant aux utilisateurs de tirer le maximum d'information contenu dans les tableaux à plusieurs variables. Elles visent à structurer et simplifier les données issues de plusieurs variables, sans privilégier l'une d'entre elles en particulier.

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

### 5.1. Analyse des composantes principales (ACP)

L'ACP a pour objet de donner une représentation synthétique et graphique de P individus dans un espace de dimensions réduites. Sachant que l'on part d'un espace à n dimensions, (n) étant le nombre de variables mesurées.

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

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

## **5.2. 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.

## **5.3. Analyse factorielle des correspondances (AFC)**

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

## **5.4. Corrélation de Pearson**

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  $> 0,7$ . Une faible corrélation si le coefficient de corrélation est  $< 0,5$  (BOLBAOCA & JANTSCHI, 2006).

## **6. Logiciels de calcul**

Le logiciel "Statistica 6.4 "a permis de réaliser et de donner les représentations graphiques des analyses multivariées de type ACP, CAH et AFC.



# Chapitre III

## Les Coléoptères

## 1. Généralités sur les Coléoptères

Les Coléoptères sont les seuls insectes holométaboles à métamorphose complète, se présenter à la fois sous la forme imaginale et larvaire, dans les milieux aquatiques. Ils colonisent divers habitats : sources, ruisseaux de source, torrents, rivières à eau modérément courante et rivières à eau quasi-stagnante et riche en végétation (TACHET et *al.*, 1980).

Ce groupe est caractérisé par la présence de pièce buccale de type broyeur et de deux paires d'ailes, dont la supérieure est transformée en éléments coriaces, impropres au vol, ou élytres (FORGE, 1981).

Cet ordre constitue un groupe très diversifié (plus de 300 000 espèce) et écologiquement très hétérogène pouvant s'adapter à tout type de biotope. Cette diversité en fait un groupe biologique clé dans le fonctionnement de l'écosystème. Ils sont parfois difficiles à appréhender car ils possèdent des phases aquatiques alternant avec des phases terrestres. Certaines familles possèdent quelques représentants dont seule la phase larvaire est aquatique (Helodidae, Sphaeriidae) ou seule la phase adulte est aquatique (Hydraenidae) alors que d'autres sont strictement aquatiques (Dryopidae, Elmidae, Hydrochidae) (BERTRAND, 1972 et BERTHELEMY, 1979).

### 1.1 Position systématique des Coléoptères

Les coléoptères appartiennent au :

**Règne** : Animalia

**Embranchement** : Arthropoda

**Sous-embranchement** : Hexapoda

**Classe** : Insecta

**Sous-classe** : Pterygota

**Infra-classe** : Neoptera

**Super ordre** : Endopterygota

**Ordre** : Coleoptera

**Famille** : Hydraenidae ; Dytiscidae ; Gyrinidae ; Elmidae ; Staphylinidae ; Dryopidae ; Noteridae ; Hydrophilidae et les Haliplidae.

NB : les familles mentionnées ci-dessus sont seulement celles recensées dans ce travail.

## 1.2. Classification des Coléoptère

Selon la classification de LAWRENCE & NEWTON (1995), quatre sous-ordres sont connus actuellement au sein des Coléoptères : Archostemata, Myxophaga, Adephaga et Polyphaga (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 et HANSEN, 1997).

Les sous-ordres de Coléoptères sont distingués sur la base de divers critères dont la forme des antennes, l'organisation des pattes, le nombre de sternites abdominaux et la structure du premier sternite abdominal ...etc.

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.

Nous présentons successivement deux sous-ordres auxquels appartiennent les Coléoptères récoltés dans ce travail.

### ❖ Ies Adephagas

Le terme adéphage dérive de « ad » signifiant « vers » et « phagein » signifiant « manger ». Il est une référence au comportement de recherche de nourriture de ce sous-ordre.

Ce sont des espèces adéphages ou carnassières munis de pattes généralement adaptées à la course rapide. Les hanches postérieures sont rattachées au métasternum par une articulation rigide qui partage complètement en deux le premier sternite abdominal visible. Les antennes ont 11 articles généralement filiformes ou moniliformes. Passent les stades larvaires et adultes en milieu aquatique, la nymphe étant terrestre (sauf Noteridae). Chez ces familles, les adultes sont généralement très bien adaptés à la vie aquatique, avec notamment des pattes plus ou moins transformées leur permettant de bien nager.

Les Adephaga aquatiques, nommés par Guignot les Hydrocanthares, comprennent cinq familles bien étudiées : Dytiscidae, Noteridae, Hygrobiidae, Haliplidae et Gyrinidae (photo 14).



*Noterus clavicorni*  
(GEER, 1774).



*Gyrinus urinator*  
(ILLIGER, 1807).



*Haliplus obliquus*  
(FABRICIUS, 1787).



*Stictonectes escheri*  
(AUBE, 1838)

**Photo 14 :** Présentation photographique de quelques Coléoptères Adepfaga.

#### ❖ Les Polyphaga

Étymologiquement, le terme polyphage dérive de « poly » signifiant « multiple » et « phagein » signifiant « manger ». Il est une référence au régime alimentaire diversifié de ce sous-groupe. Ce groupe est très hétérogène dans lequel on trouve dans la même famille des espèces dont le régime alimentaire est différent. Parfois chez la même espèce, le régime alimentaire varie d'un stade à un autre. Morphologiquement ils se distinguent par l'absence de la suture notopleurale et de l'oblongum. Les hanches postérieures (métacoxas) sont généralement mobiles par rapport au métasternum, ne divisant pas le premier sternite visible. Les antennes sont de différents types, plus hétérogène.

Les adultes de toutes les familles sont beaucoup moins adaptées à la vie aquatique. Si les Hydrophilidae, Dryopidae et Elmidae passent leur vie dans l'eau (hormis le stade nymphal), les Hydraenidae ne vivent dans l'eau qu'au stade adulte (photo 15).



*Hydraena riparia*  
(KUGELANN, 1794)



*Paederus riparius*  
(CEPECKZ, 1990)



*Limnius volckmari*  
(PANZER, 1993)



*Drops luridus*  
(ERICHSON, 1847).

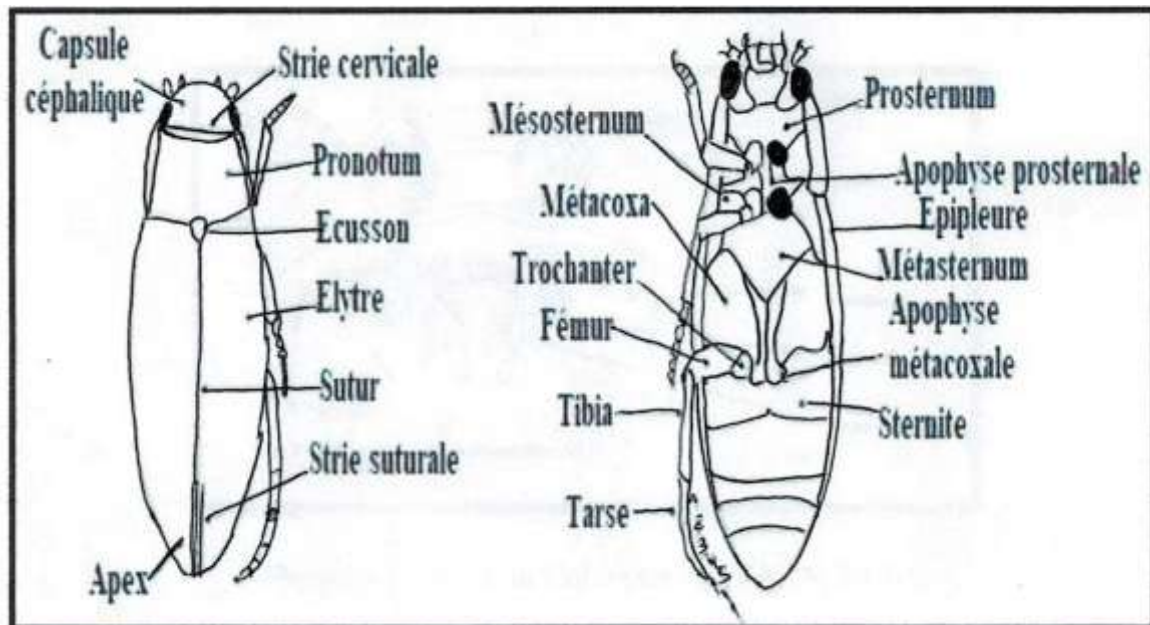


*Helochaeres lividus*  
(FORSTER, 1771)

**Photo 15** : Présentation photographique de quelques Coléoptères Polyphaga.

### 1.3. Morphologie des Coléoptères

La morphologie des Coléoptères aquatiques adultes ne diffère pas essentiellement de celle des autres Coléoptères, elle est constituée de trois parties bien distinctes : la tête, le thorax et l'abdomen (figure 5).



**Figure 5** : Morphologie externe d'un Coléoptère (TACHE et *al.*, 2000).

#### ❖ La tête

La tête est de forme très diverse, allongée, transverse, globuleuse ou déprimée avec un cou distinct ou non. Elle est toujours plus ou moins engagée dans le prothorax où elle est encastrée parfois presque entièrement.

Elle se compose de plusieurs segments : les yeux et les ocelles, les antennes et les pièces buccales (maxilles, labium ou lèvre supérieure et mandibules). Elle peut être située dans le prolongement de l'axe longitudinal du corps.

Les antennes, insérées sur le côté du front entre les yeux, sont formées par un nombre d'articles variable, mais ne dépassant que rarement 11. Leur longueur est variable, plus souvent plus longue chez les mâles que chez les femelles et peuvent se présenter sous différentes formes.

Les yeux des Coléoptères sont en général bien développés, les yeux composés peuvent être grand et globuleux, ovoïdes, réniformes ou ellipsoïdaux. Les yeux simples (ocelles) existent rarement chez les Coléoptères, mais ils sont toujours accompagnés d'yeux composés.

Les pièces buccales peuvent être situées position ventrale ou en position verticale tout autour de la bouche et servent à découper, à trancher et à broyer les aliments (figure 6).

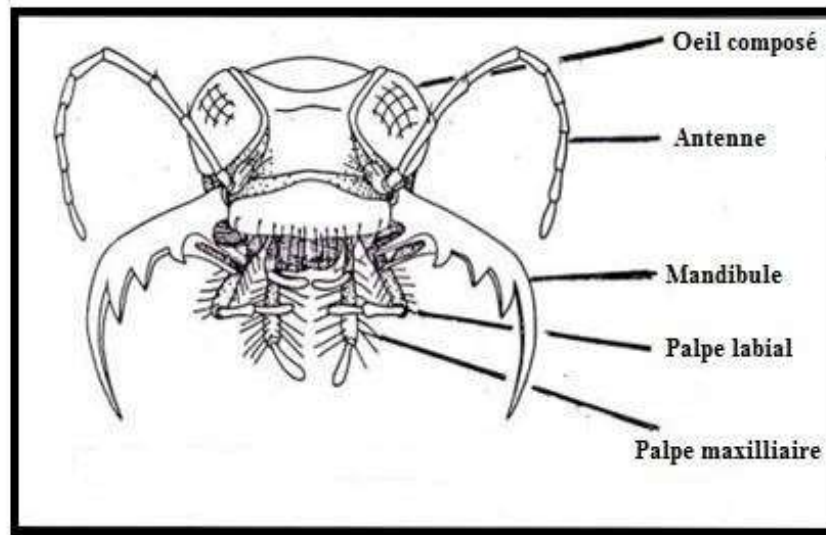


Figure 6 : Tête d'un Coléoptère (EVANS, 2010).

#### ❖ Le thorax

Le thorax assure la fonction de locomotion et comporte trois segments principaux :

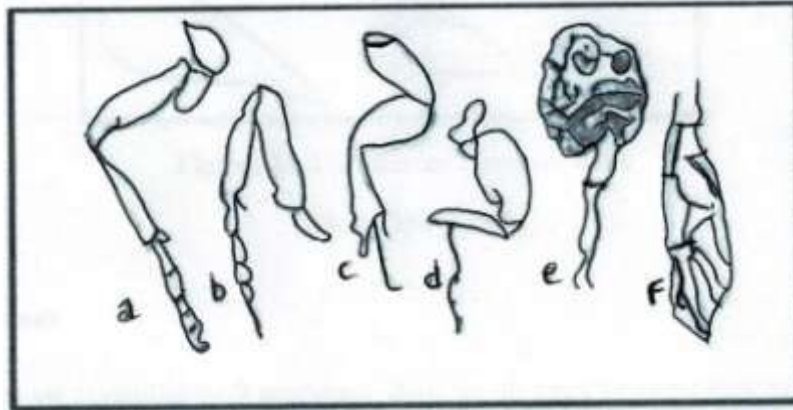
**Le prothorax** : porte la paire de pattes antérieures. La face dorsale du prothorax, le pronotum est séparée de la partie inférieure par les bords latéraux qui sont généralement plus ou moins fortement carénés.

**Le mésothorax** : porte la paire de pattes intermédiaires et les élytres. Comme le prothorax, le dessus du mésothorax est constitué d'une seule pièce le scutellum, une petite pièce triangulaire insérée entre la base des élytres.

**Le métathorax** : porte les pattes postérieures et les ailes membraneuses. Chaque segment thoracique comporte une partie dorsale, le tergite, une partie ventrale, le sternite (ou sternum), et les parties latérales et les pleures. Entre les tergites et les pleures s'insèrent les ailles (JENANEL, 1941).

## ❖ Les pattes

Les pattes sont articulées et fixées par une hanche (ou coxa) sur chaque segment thoracique entre les pleures et le sternite. La première paire de pattes (antérieure) est souvent rejetée en avant alors que les deux autres paires (médiane et postérieure) le sont vers l'arrière. Les pattes creusent, récoltent, capturent, nettoient, sans oublier la fonction essentielle, la marche (figure 7).

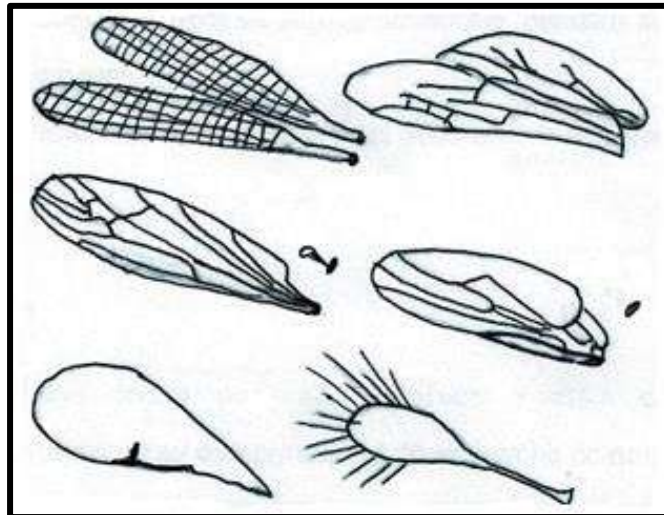


**Figure 7** : Pattes de Coléoptères, adaptées pour : **a**-courir, **b**-nager, **c**-creuser, **d**-sauter, **e**-adhérer, **f**-ramer (BIGNON, 2008).

## ❖ Les élytres

Les élytres sont les deux ailes antérieures qui forment deux pièces sclérifiées symétriques, contiguës le long de leur bord postérieur sur la ligne longitudinale médiane du corps, ont des rayures, points, autres ornements... des couleurs et des formes variables, ce qui permet de classer les Coléoptères surtout à l'intérieur d'une même famille.

Elles jouent des rôles protecteurs multiples : protection contre la déshydratation (ce qui permet à certains Coléoptères de vivre en milieu aride), protection contre les blessures. Elles ne jouent pas de rôle actif en vol, et sont tenues perpendiculairement au corps. Elles peuvent avoir des rôles plus spécifiques comme par exemple la rétention d'air dans un but respiratoire pour certains Coléoptères aquatique (figure 8).



**Figure 8 :** Différentes formes d'ailes  
(BIGNON, 2008).

#### ❖ L'abdomen

L'abdomen est constitué de 9 segments, dont un ou deux peuvent être atrophiés à la base et rétracté à l'intérieur de l'extrémité postérieure de l'abdomen. Chaque segment se compose d'un arceau dorsal, le tergite, et d'un arceau ventral, le sternite. Le nombre de sternites de la face ventrale de l'abdomen est toujours inférieur à celui des tergites. Chez le mâle comme chez la femelle, le neuvième et dernier segment de l'abdomen est invaginé et constitue l'armure génitale.

### 1.4. Biologie et écologie des Coléoptères

#### 1.4.1. La reproduction

La reproduction est généralement sexuée. Les sexes présentent souvent un dimorphisme plus marqué chez l'imago que chez la larve. Pour la reproduction des espèces, les sexes doivent se rechercher. Mâles et femelles se reconnaissent aux différentes substances odorantes, appelées phéromones sexuelles, qu'ils émettent et qui peuvent être captées par les individus du sexe opposé. Pratiquement tous les Coléoptères sont ovipares : le développement de l'embryon se déroule à l'extérieur du corps de la femelle. Celle-ci pond les œufs dans des endroits où la jeune larve pourra trouver immédiatement de la nourriture (sur différents organes végétaux pour les espèces végétariennes, sur des débris végétaux, sur les excréments pour les coprophages).

Une fois la fécondation achevée, l'œuf se forme : sphérique, rond, en navette, conique à paroi lisse, visqueux, très orné et aussi de toutes les couleurs. Il est pondu par la femelle sur un support : sous les pierres, sur les écorces, sur d'autres insectes (parasitisme), dans l'eau, le sable, les excréments. Après quelques jours d'incubation, l'œuf donnera une petite larve qui passera par une succession de mues avant d'atteindre l'âge adulte.

#### 1.4.2. La respiration

Les insectes respirent dans l'eau soit de l'air en nature, principalement emporté sous forme de bulles ou aspiré par un tube (« siphon ») soit l'oxygène dissous, au travers du tégument ou via des trachées branchies.

Pour respirer, le Dytique adulte fait affleurer l'extrémité postérieure de son abdomen à la surface de l'eau, en position oblique, ventre vers le bas. Le dernier segment s'allonge et fait saillie sous les élytres, venant en communication avec l'air extérieur. Des poils hydrofuges permettent la communication avec l'espace sous-élytral. L'air inspiré en surface se loge sous les élytres où il est mis en contact avec les trachées par les stigmates abdominaux situés non plus latéralement mais en face dorsale.

La larve possède un siphon, percé de deux stigmates, à l'extrémité de l'abdomen. Comme chez l'adulte, la respiration se fait tête vers le bas. Grâce aux longs poils hydrofuges de la carène médiane ventrale et à ceux plus longs des deux côtés, l'air peut circuler sous l'abdomen non mouillable jusqu'aux stigmates respiratoires. Laissent remonter passivement à la surface pour y respirer, entraînés par la flottabilité que leur procurent les bulles d'air respiratoires. (TACHET et *al.*, 2002).

#### 1.4.3. Cycle de développement

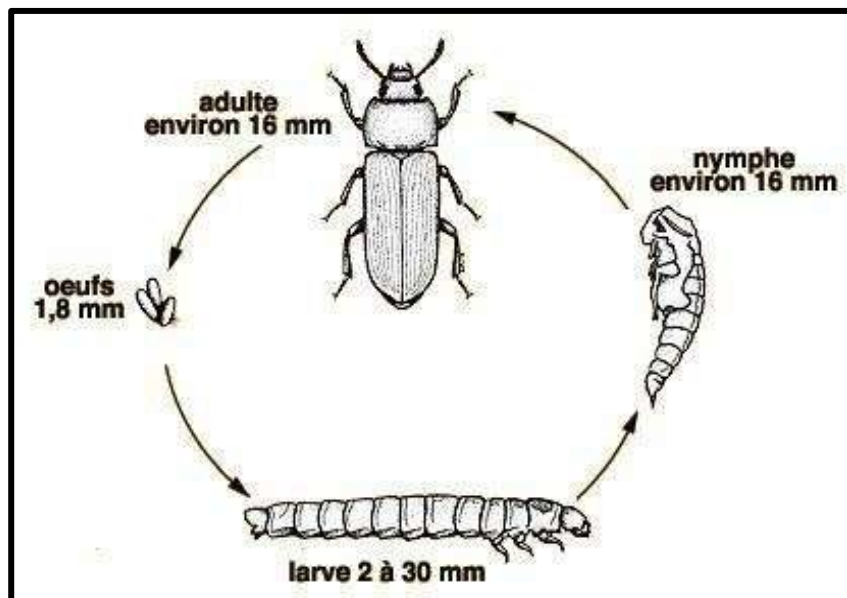
Le développement des Coléoptères se déroule en quatre étapes. Elle part de l'œuf qui devient une larve puis cette dernière se transforme en nymphe et devient l'insecte adulte.

D'abord les œufs sont pondus dans un milieu où la larve trouve de la nourriture. Les stades larvaires des Coléoptères sont en général mobiles. Sauf de rares exceptions, la larve s'alimente, souvent avec une grande voracité. Le nombre de mues larvaires est variable selon les espèces. En général, on compte d'une à quatre mues. Chez certaines familles, les stades larvaires successifs, parfois nombreux (jusqu'à L 9), ont une morphologie et un mode de vie très différents les uns des autres comme les Staphylinidae.

Ensuite la larve se transforme au cours d'une dernière mue en une nymphe immobile qui ne s'alimente pas. Cette quasi-immobilité rend la fuite et la défense impossibles, entraînant une vulnérabilité certaine. C'est pourquoi les nymphes sont souvent protégées soit dans une coque, soit dans une cavité aménagée par la larve dans son substrat avant son ultime mue.

La nymphe, par sa forme, annonce déjà celle de l'adulte à venir, les fourreaux des futures antennes, des futures pattes, des futurs élytres et des futures ailes membraneuses étant repliés sous le corps. Au sein de la nymphe, les organes internes de la larve sont détruits tandis que ceux de l'adulte se construisent peu à peu.

Enfin l'imago émerge de la nymphe au cours d'une ultime mue. Après s'être dépouillé de l'exuvie nymphale, l'adulte doit déployer ses élytres et ses ailes. Après l'émergence, le tégument est encore mou et n'a pas sa coloration définitive (figure 9).



**Figure 9 :** Le cycle de développement d'un Coléoptère (RICHARD, 1993).

Selon les espèces, il faut plusieurs heures, plusieurs jours ou plusieurs semaines pour la maturation définitive de l'exosquelette, qui peu à peu se durcit et acquiert sa coloration définitive. L'adulte est sexué et ailé et il ne grandit plus. Au sein de la même espèce, il peut coexister de grands et de petits imagos, mais les plus petits ne sont pas plus « jeunes » que les autres, tous ayant atteint leur taille définitive.

## 2. Analyse du peuplement

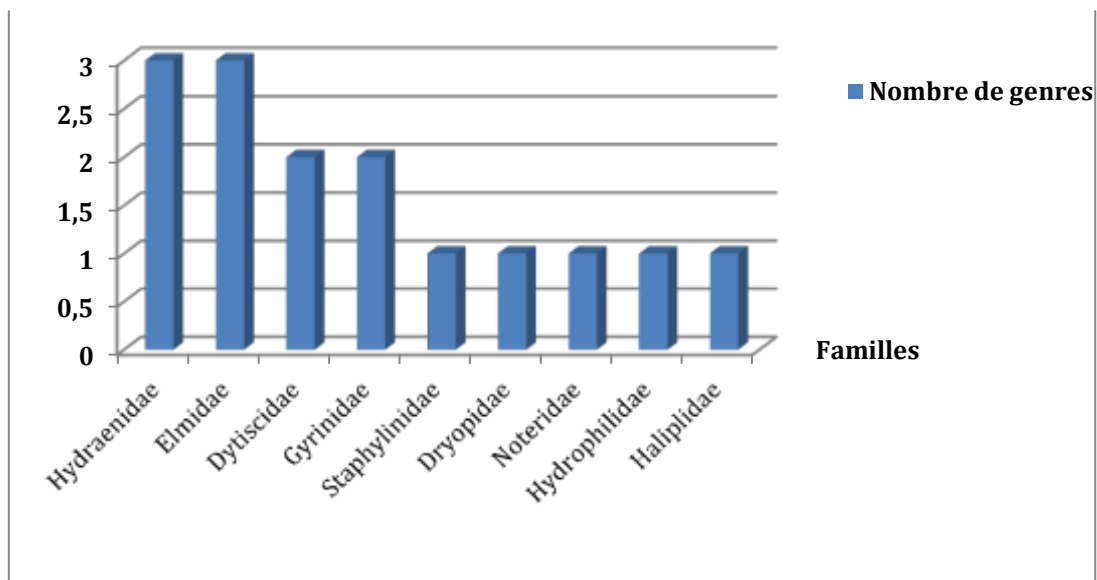
Le présent travail a pour but de contribuer à la connaissance des Coléoptères du réseau hydrographique de l'assif Ouadhias.

Dans l'ensemble des stations échantillonnées, les Coléoptères totalisent 482 individus répartis en 9 familles et 15 genres.

Les familles les plus diversifiées sont les Hydraenidae et les Elmidae avec 3 genres chacune, viennent ensuite les Dytiscidae et les Gyrinidae avec 2 genres et enfin les Staphylinidae, les Dryopidae, les Noteridae, les Hydrophilidae et les Haliplidae sont monogériques (tableau 6 et figure 10).

Nos résultats faunistiques issus d'une seule campagne de prélèvement, réalisée en période de basse eau le jour du 03 juin 2021, restent très satisfaisants.

Ainsi, la richesse générique de ce peuplement est comparable à celle observée par ALIOUANE & LAMINE (2013) dans le même réseau hydrographique avec 8 familles et 13 genres et à celle de YAHIAOUI & SI MHEND (2017) au niveau de l'assif Sahel (sous-bassin versant de l'oued Boubhir) avec 7 familles et 12 genres recensés.



**Figure 10 :** Représentation du nombre de genre par famille des coléoptères recensés.

**Tableau 5** : Répartition des Coléoptères dans les stations étudiées. (Les chiffres indiquent l'abondance moyenne par 0,1 m<sup>2</sup>).

Taxons/stations	code	O1	O2	O3	O4	O5	O6	Ab	Ab R%	Occ	Occ R%
<b>Altitudes (m)</b>		<b>700</b>	<b>500</b>	<b>1130</b>	<b>600</b>	<b>290</b>	<b>200</b>				
<b>Hydraenidae</b>											
<i>Hydraena</i>	Hydra	79	110	04	37	11	0	<b>241</b>	<b>50</b>	<b>5</b>	<b>83,33</b>
<i>Ochthebius</i>	Oct	30	05	0	03	05	0	<b>43</b>	<b>8,92</b>	<b>4</b>	<b>66,66</b>
<i>Limnebius</i>	Lim	0	04	0	0	03	0	<b>07</b>	<b>1,45</b>	<b>2</b>	<b>33,33</b>
<b>total</b>		109	119	04	40	19	0	<b>291</b>			
<b>Dytiscidae</b>											
<i>Hydrovatus</i>	Hydro	0	0	17	11	03	13	<b>44</b>	<b>9,12</b>	<b>4</b>	<b>66,66</b>
<i>Dytiscus</i>	Dyt	0	0	14	0	0	05	<b>19</b>	<b>3,94</b>	<b>2</b>	<b>33,33</b>
<b>total</b>		0	0	31	11	03	18	<b>63</b>			
<b>Gyrinidae</b>											
<i>Gyrinus</i>	Gyr	11	03	05	22	0	10	<b>51</b>	<b>10,58</b>	<b>5</b>	<b>83,33</b>
<i>Aulonogyrus</i>	Aul	05	0	0	0	0	0	<b>05</b>	<b>1,03</b>	<b>1</b>	<b>16,66</b>
<b>total</b>		16	03	05	22	0	10	<b>56</b>			
<b>Elmidae</b>											
<i>Oulimnius</i>	Oul	0	17	0	0	0	0	<b>17</b>	<b>3,52</b>	<b>1</b>	<b>16,66</b>
<i>Elmis</i>	Elm	0	11	0	0	0	0	<b>11</b>	<b>2,28</b>	<b>1</b>	<b>16,66</b>
<i>Riolus</i>	Rio	0	0	0	0	0	03	<b>03</b>	<b>0,62</b>	<b>1</b>	<b>16,66</b>
<b>total</b>		0	28	0	0	0	03	<b>31</b>			
<b>Staphylinidae</b>											
<i>Staphylinus</i>	Sta	0	19	03	0	03	0	<b>25</b>	<b>5,18</b>	<b>3</b>	<b>50</b>
<b>Dryopidae</b>											
<i>Dryops</i>	Dry	0	0	03	0	0	03	<b>06</b>	<b>1,24</b>	<b>2</b>	<b>33,33</b>
<b>Noteridae</b>											
<i>Noterus</i>	Not	04	0	0	0	0	0	<b>04</b>	<b>0,82</b>	<b>1</b>	<b>16,66</b>
<b>Hydrophilidae</b>											
<i>Hydrophilus</i>	Hydro	03	0	0	0	0	0	<b>03</b>	<b>0,62</b>	<b>1</b>	<b>16,66</b>
<b>Haliplidae</b>											
<i>Haliplus</i>	Hal	0	0	03	0	0	0	<b>03</b>	<b>0,62</b>	<b>1</b>	<b>16,66</b>
<b>Abondance</b>		<b>132</b>	<b>169</b>	<b>49</b>	<b>73</b>	<b>25</b>	<b>34</b>	<b>482</b>			
<b>Richesse taxonomiqu</b>		<b>06</b>	<b>07</b>	<b>07</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>05</b>				

**Ab** : Abondance ; **Ab R** : abondance relative % ; **Occ** : Occurrence ; **Occ R** : Occurrence relative %.

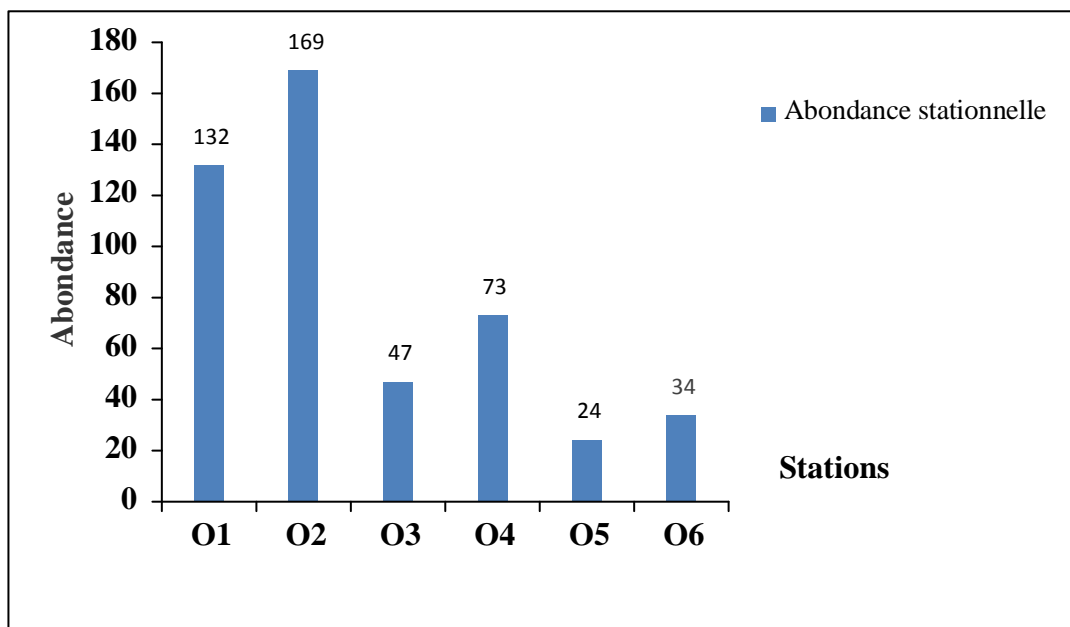
### 2.1. Abondance stationnelle des Coléoptères récoltés

Les Coléoptères recensés dans ce travail totalisent 482 individus. Leurs abondances fluctuent d'une station à une autre, variant de 24 individus (station O5) à 169 individus (station O2).

Les stations alticoles à savoir (O1 :700 m et O3 :1130m) présentent une abondance moyenne de 89,5 individus. Ces derniers appartiennent aux taxons préférant le secteur amont caractérisés par un courant rapide, un substrat grossier, une température de l'eau relativement basse, un recouvrement assez important et un impact humain négligeable.

Les stations de moyenne montagne (O2 :500 m et O4 : 600 m) présentent une abondance moyenne de 121 individus. Ce secteur est surtout caractérisé par une hétérogénéité du substrat, un courant rapide qui permet l'installation d'un effectif relativement élevé de Coléoptères.

Le secteur des stations (O5 :290 m et O6 :200 m) présente une abondance moyenne de 29 individus. En effet, dans ce tronçon du cours d'eau, l'impact humain s'accroît par les rejets domestiques et l'assainissement, l'extraction de sable, l'élevage et lavage des voitures ce qui provoque la pollution des eaux et donc empêche l'installation de divers espèces.



**Figure 11** : Abondance des Coléoptères dans les stations étudiées.

## **2.2. Richesse taxonomique**

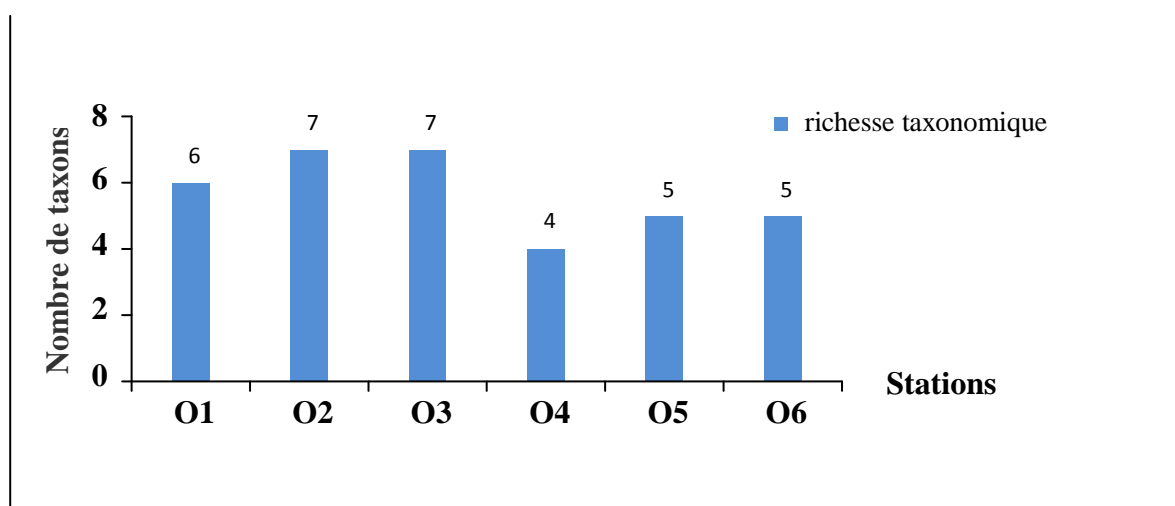
La lecture de la figure 22 relative à la richesse taxonomique des stations échantillonnées, montre des fluctuations au long des cours d'eau étudiés. Le nombre de genres varie d'une station à une autre, il fluctue entre un minimum de quatre genres récoltés à la station O4 (600m) et un maximum de sept genres recensés aux stations O2 (500m) et O3 (1130m). Cette variation dépend de plusieurs paramètres tels que la qualité du milieu, la présence ou l'absence de la végétation aquatique, la vitesse du courant, la température de l'eau ainsi que la nature du substrat.

Dans les zones d'altitude et de moyenne montagne, nous avons noté une richesse taxonomique élevée par rapport à celle observée au niveau des stations avals. A l'exception de la station O4 qui est de moyenne altitude mais présente une richesse taxonomique faible.

Les stations O1 (alt.700 m) et O2 (alt.500 m) présentent une richesse taxonomique élevée 6 et 7 genres respectivement. Ces stations situées sur le cours d'eau d'Ath Bouaddou sont caractérisées par une végétation riveraine abondante, la régulation du régime thermique d'eau, fournissant des conditions favorables pour la mise en place et le développement de la faune.

Ainsi la station O3 (alt.1130 m) présente une richesse taxonomique élevée de 7 genres. Cette station est située à Ath-Regane, caractérisée par un substrat assez grossier et un recouvrement compris entre 50 et 70 %, constituant des milieux favorables à l'installation d'une faune riche et diversifiée.

Dans les stations O4 (600m), O5 et O6 (290-200m), le nombre de genre recensé ne dépasse pas 5. Cette réduction n'est qu'une conséquence de la diminution de niche écologique. En effet, ces stations sont des milieux perturbés suite à l'action néfaste de l'homme (rejets domestiques, réseaux d'assainissements, élevage et lavage des voitures par les détergents).



**Figure 12** : Richesse taxonomique des Coléoptères aux stations étudiées.

### 2.3. Abondance et Occurrence relative des genres recensés

La lecture des figures 9 et 10 qui visualisent graphiquement l'abondance et l'occurrence des genres récoltés dans les 6 stations prospectées, nous permet de classer les genres en 4 groupes :

#### 1. Taxons constants dont la fréquence d'occurrence appartient à la classe c[100-75]

Ce sont des genres à population plus ou moins dense :

- ❖ *Hydraena* est le genre le plus courant et le plus abondant avec (occ R= 83,3% ; AbR= 50%).
- ❖ *Gyrinus* est courant mais moins abondant que le précédent (occR= 83,33% ; Ab= 10,58%).

Ces deux genres sont eurythermes et eurytopes. Ils colonisent tous les types d'habitats.

#### 2. Taxons fréquents et peu abondants dont la fréquence d'occurrence est comprise entre]75et 50%]

Ce sont des genres à population peu dense, trois genres appartiennent à ce groupe : *Ochthebius* (Hydraenidae), *Hydrovatus* (Dytiscidae) et *Staphylinus* (Staphilinidae).

#### 3. Taxons accessoires dont la fréquence d'occurrence appartient à la classe] 50-25 %]

Ce sont des taxons très peu abondants et très peu courants. Trois genres définissent ce groupe : *Limnibius* (Hydraenidae), *Dytiscus* (Dytiscidae) et *Dryops* (Dryopidae).

4. Taxons rares ou accidentels, très localisés de biotopes bien spécialisés, ils sont présents que dans une seule station :

- ❖ *Oulmnius* et *Elmis* (station O2 à 500m d'altitude).
- ❖ *Aulonogyrus*, *Noterus* et *Hydrophilus* (station O1 à 700m d'altitude).
- ❖ *Riolus* présent à la station O6 à 200m d'altitude.
- ❖ *Haliphus* présent à la station O3 à 1130m d'altitude.

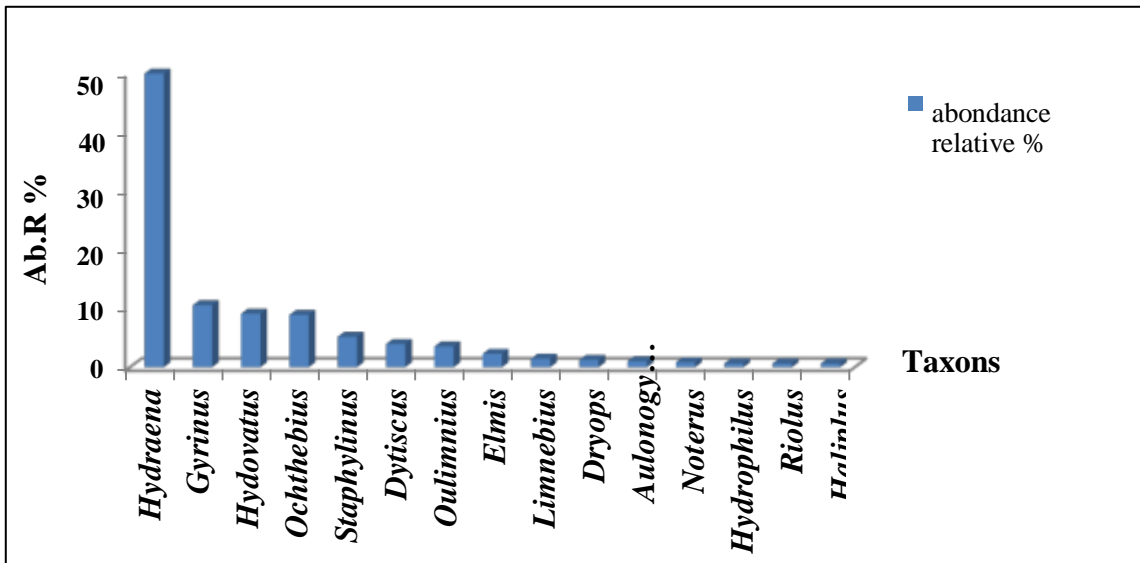


Figure 13 : Abondance relative % des Coléoptères récoltés

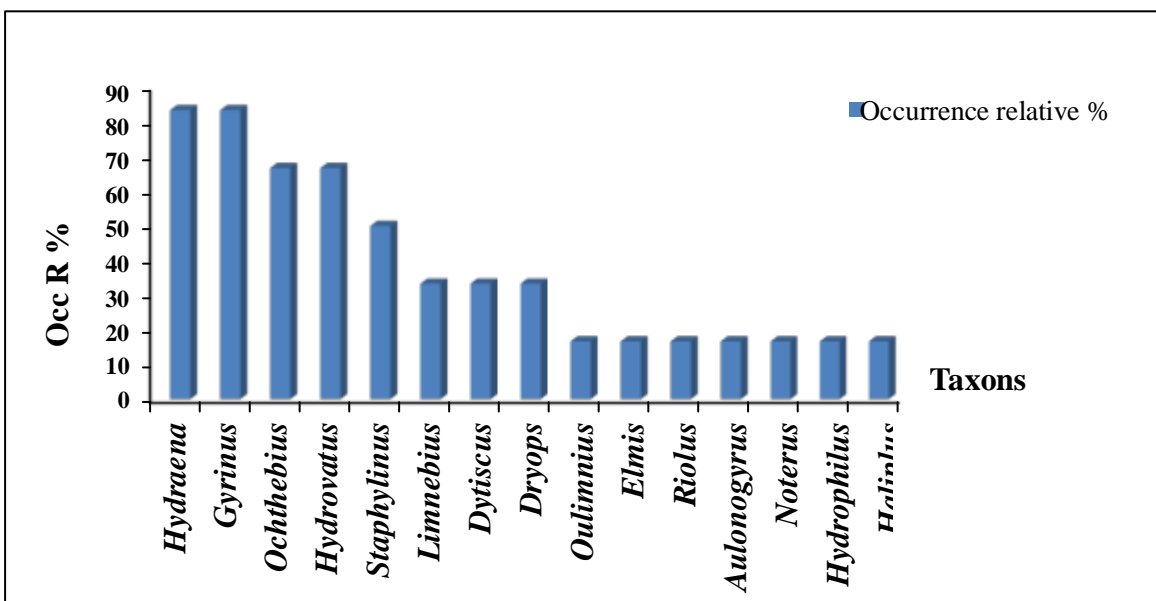


Figure 14 : Occurrence relative % des Coléoptères récoltés.

#### 2.4. Limites altitudinales des taxons recensés

L'examen du tableau 6 relatif aux limites altitudinales des genres récoltés met en évidence 5 groupes bien distincts :

**Groupe 1 :** il est composé de 4 genres (*Hydraena*, *Hydrovatus*, *Gyrinus* et *Staphylinus*) qui occupent toutes les tranches altitudinales. Ils sont eurythermes et eurytopes, ils colonisent tous les types d'habitats et sont à large valence écologique.

**Groupe 2 :** Appartiennent à ce groupe 2 genres (*Ochthebius* et *Limnebius*) qui peuvent être considérés à large valence écologique mais dont la limite supérieure de distribution est moins élevée que le premier groupe.

**Groupe 3 :** ce groupe est constitué de taxons localisés dans des biotopes spécialisés. Il peut être scindé en deux sous-groupes :

- *Halipilus* localisé seulement à 1130 m d'altitude, il est rhéophile, sténotype et sténotherme d'eau froide.
- Taxons montagnards : *Aulonogyrus*, *Noterus* et *Hydrophilus* recensés à 700 m d'altitude ; *Oulimnius* et *Elmis* récoltés à 500 m d'altitude. Ces taxons sont rhéophiles.

**Groupe 4 :** composé de genres ayant une distribution longitudinale fragmentée : *Dytiscus* et *Dryops*.

**Groupe 5 :** constitué de l'unique genre *Riolus* considéré comme thermophile et potamophile. Il n'est recensé qu'à 200 m d'altitude.

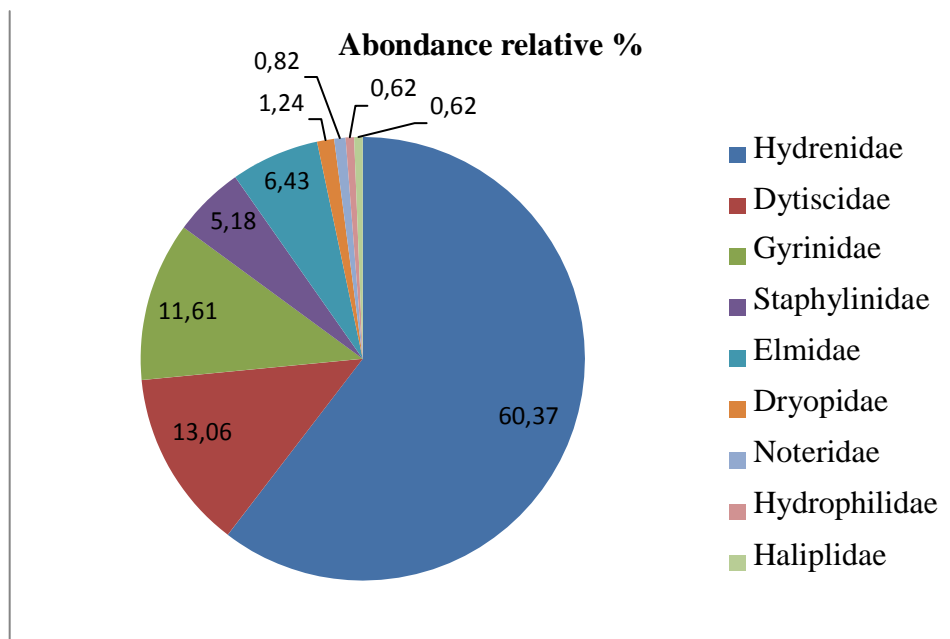
**Tableau 6** : limites altitudinales des genres récoltés

Taxons/Altitudes (m)	Alt >700	300 ≤ Alt ≤ 700	Alt < 500
<i>Hydraena</i>	04	226	11
<i>Hydrovatus</i>	17	11	16
<i>Gyrinus</i>	05	36	10
<i>staphylinus</i>	03	19	03
<i>Ochthebius</i>		38	05
<i>Limnebius</i>		04	03
<i>Halipus</i>	03		
<i>Aulonogyrus</i>		05	
<i>Oulimnius</i>		17	
<i>Elmis</i>		11	
<i>Noterus</i>		04	
<i>Hydrophilus</i>		03	
<i>Dytiscus</i>	14		05
<i>Dryops</i>	03		03
<i>Riolus</i>			03

### 3. Analyses qualitative et quantitative du peuplement coléoptérologique

Les prélèvements benthiques réalisés dans les 6 stations du réseau hydrographique de l'assif Ouadhias ont permis la récolte de 482 individus appartenant à 9 familles et 15 genres.

Sur le plan quantitatif, les Hydraenidae avec 291 individus sont largement dominants. Ils représentent 60,37% des Coléoptères recensés. Les Dytiscidae avec 63 individus (soit 13,07% des Coléoptères) occupent la 2<sup>ème</sup> place. Viennent ensuite les Gyrinidae avec 55 individus (11,61 %). Se place en 4<sup>ème</sup> position la famille des Elmidae (6,43%), avec 31 individus suivie par les Staphylinidae (5,18%) avec 25 individus. Les autres familles sont faiblement représentées (figure15).



**Figure 15 :** Abondance des familles de coléoptères récoltées dans les stations prospectées.

#### □ Famille des Hydraenidae

Les Hydraenidae comptent environ 1420 espèces appartenant à pas moins de 40 genres (LÖBL & SMETANA, 2004), parmi lesquels seuls quatre sont paléarctiques : *Hydraena*, *Limnebius*, *Ochthebius* et *Aulacochthebius* (RIBERA & VOLGER, 2000).

Contrairement aux Hydrocanthares essentiellement limnophiles, les Hydraenidae sont généralement rhéophiles et peuplent les milieux à faciès lotiques. Les Hydraenidae occupent les biotopes les plus diversifiés, aussi bien les eaux froides que les eaux chaudes de basse altitude et de plaine (KADDOURI, 1986).

Les Hydraenidae sont considérés comme de bons indicateurs de la qualité des eaux courantes et constituent une part importante pour les consommateurs secondaires insectivores.

La prédominance des Hydraenidae en haute altitude a été établie par BERTHELMY (1966), qui a clairement montré l'augmentation des communautés d'Hydraenidae avec l'altitude.

Dans nos récoltes, la famille des Hydraenidae la plus abondante, elle totalise 291 individus répartie en 3 genres.

- ***Hydraena***

*Hydraena* est le genre le plus représenté avec 241 individus. Il est le plus fréquent, il est récolté dans 5 stations échelonnées entre 290m et 1130m d'altitude : O1, O2, O3, O4 et O5. Néanmoins l'effectif le plus élevé de ce genre est enregistré au niveau de la station O2 avec 110 individus, cette dernière est située en moyenne montagne à 500 m d'altitude.

Selon LOUNACI (2005), les *Hydraena* sont eurythermes et à large valence écologique.

D'après SAINZ-CANTERO & ALBA-TERCEDOR (1991), Les représentants de ce genre occupent divers microhabitats aquatiques ; ils vivent dans les eaux courantes parmi les débris organiques, et pouvant supporter des eaux fortement minéralisées, parmi la végétation aquatique rivulaire en altitude (1200m).

- ***Ochthebius***

Ce genre a des palpes maxillaires seulement un peu plus longs que les antennes. La forme est plus massive que chez les *Hydraena*.

Ce taxon occupe un large éventail de milieux aquatiques, moins sélectif que ses congénères *Hydraena* et *Limnebius* (BENNAS et al., 2001).

Selon JACHA (1984), les *ochthebius* sont généralement rhéophiles et thermophiles avec quelques représentants à tendance limnophile

Les *Ochthebius* comptent 43 individus. Ils sont assez fréquents, récoltés dans 4 stations de moyenne montagne et de piémont, entre 290m et 700m d'altitude : O1, O2, O4 et O5. Ces stations sont caractérisées par un substrat à dominance de sable et limon, matière organique et elles sont riches en mousses et algues filamenteuses.

- ***Limnebius***

Ce genre compte 7 individus. Il n'est récolté que dans 2 stations : O2 et O5 dont les altitudes respectives sont 500m et 290m. Ce genre semble tolérer la présence d'une végétation aquatique importante composée de mousses et d'algues filamenteuses.

### □ Famille des Elmidae

La famille des Elmidae comprend 1330 espèces appartenant à 146 genres peuplant tous les continents (JÄCH & BALKE, 2008).

Les Elmidae sont des organismes vivants dans des biotopes lotiques. Contrairement aux autres Coléoptères, ils sont fréquents, abondants, rhéophiles et quelques éléments sont eurythermes, présentent une faible tendance limnophile et peuvent coloniser les eaux peu courantes (BERTHELEMY, 1966).

Sont de minuscules coléoptères d'un grand intérêt écologique en tant que bioindicateurs de la qualité des écosystèmes limniques, du type des eaux qui les abritent et des habitats en danger (GAYOSO COUCE, 1998 ; ILIOPOULOU-GEORGUDAKI *et al.*, 2003 ; BALKE *et al.*, 2004). Les taxons appartenant à cette famille colonisent les habitats à faciès lotique.

YOUNG (1954), SINCLAIR (1964) et BERTRAND (1965) s'accordent à dire que les Elmidae (Helminthidae) sont sensibles à la pollution et disparaissent dès que les eaux subissent la moindre contamination par les eaux usées.

Les Elmidae d'Afrique du Nord présentent des variations de taille généralement plus importantes qu'en Europe. Ce fait est, selon BERTHELEMY (1964), certainement lié à la grande variété des biotopes d'eau courante dans le Maghreb.

Dans les cours d'eau étudiés, les Elmidae représentent avec les Hydrenidae la famille la plus diversifiée avec 3 genres.

#### ● *Oulimnius* et *Elmis*

Ils sont rares dans nos prélèvements, ils comptent respectivement 17 et 11 individus récoltés dans l'unique station O2 située à 500m d'altitude. Cette station est caractérisée par un substrat hétérogène à dominance de galets et gravier, une végétation aquatique assez riche composée de mousses et algues. La répartition des deux genres semble être liée aux paramètres écologiques précités.

- *Riolus*

Ce genre est également rare dans nos récoltes, il compte uniquement 03 individus localisés dans une seule station de plaine O6 dont l'altitude est 200m. Ce genre semble affectionner les eaux peu courantes dont la température de l'eau est élevée et riches en matière organique. Il est thermophile et potamophile.

- **Famille des Dytiscidae**

Les Dytiscidae constituent un des groupes les plus importants des Coléoptères aquatiques, groupe d'ailleurs bien homogène, bien distinct notamment des autres Adepaga aquatiques que l'on réunit parfois à eux sous la commune dénomination d'Hydrocanthares (BERTRAND, 1972).

C'est une famille très diversifiée comprenant des espèces de très petite à très grande taille (*Dytiscus*), parmi les plus grands Coleopteres aquatiques. Les dytiques nagent très bien car ils sont dotés de pattes posterieurs fortement différenciées en forme de rame, garnies de soies natatoires. Les Dytiscidae sont de redoutables carnassiers aquatiques les plus diversifiés dans les eaux aussi bien stagnantes que courantes, des milieux de plaine ou de montagne.

Les Dytiscidae affectionnent principalement les milieux à eau peu courante, coulant sur des fonds meubles (sable, limons, matières organiques) et riches en végétation aquatique (macrophytes, algues). Ils se rencontrent fréquemment dans tous les milieux d'eau douce, le plus souvent de type lentique.

La famille des Dytiscidae est représentée dans nos récoltes par 2 genres.

- *Hydrovatus*

Il habite dans la végétation et en bordure des mares ; habituellement en eau plus profonde que les autres espèces de Dytiscidae, la plupart des fousseurs se terrent dans la boue, les détritits et les racines des plantes aquatiques. Dans nos prélèvements ce genre compte 44 individus. Il est récolté dans 4 stations entre 1130 et 200 m d'altitude. Ce genre affectionne différents type d'habitats, il semble être eurytherme et eurytope. Il occupe les différentes tranches altitudinales, il est à large valence écologique.

- *Dytiscus*

Ce genre compte 19 individus. Il est récolté dans 2 stations de haute et basse altitude : O3 (1130m) et O6 (200m). Il peut s'agir d'espèces de différentes préférences écologiques. Certaines préfèrent les milieux à fond de galets et graviers et des eaux plutôt froides et d'autres préfèrent des milieux à fond de sable, limons et matière organique et des eaux plutôt chaudes.

- **Famille des Gyrinidae**

La famille des Gyrinidae habitent à la fois les eaux fraîches et saumâtres. Ils se retrouvent près des rives des lacs, dans les étangs, les marais et les ruisseaux (HOLMEN, 1987).

Les Gyrinidae sont adaptés à la vie à la surface des eaux : ils vivent sur le ménisque sur lequel ils flottent et se déplacent en tournoyant très rapidement, généralement en bandes.

Dans nos récoltes, les Gyrinidae comptent 56 individus, répartis en 2 genres.

- *Gyrinus*

Visible de mars à octobre à la surface des eaux claires des mares même s'il peut aussi plonger généralement lorsqu'on le dérange, cet insecte nage très vite en décrivant des cercles ou des spirales. Il a ainsi été surnommé "tourniquet". On le voit souvent en groupe.

Ce genre compte 51 individus. Il est récolté dans 5 stations, échelonnées entre 1130 et 200 m d'altitude. Ce taxon est à large valence écologique, il semble être eurytherme et eurytope.

- *Aulonogyrus*

Regroupe des espèces allongées, brillantes à reflets métalliques. Les élytres sont marqués de onze stries, le propygidium est fortement trilobé.

Dans nos récoltes ce genre compte seulement 05 individus. Il est rare et récolté uniquement dans la station O1 située à 700 m d'altitude. Cette dernière est caractérisée par un fond de galets et graviers et des eaux plus ou moins froides.

#### □ Famille des Staphylinidae

Les Staphylinidae vivent généralement dans des endroits humides aux bords des eaux douces ou salées. Ils se rencontrent parmi les matières en décomposition : feuilles mortes, excréments, cadavres (GAETAN du CHATENT, 1990).

Cette famille est représentée dans les stations étudiées par le genre *Sthaphylinus* qui compte 25 individus, récolté dans 3 stations : O2, O3 et O5 dont les altitudes respectives sont 500m, 1130m et 290m. Ce taxon semble tolérer la variation des différents facteurs écologiques avec une préférence du secteur de moyenne montagne (O2 avec 17 individus).

#### □ Famille des Dryopidae

La famille des Dryopidae selon BILLBERG (1820), inclut 300 espèces classées en 33 genres. Elles peuplent toutes les régions biogéographiques, mais elles sont absentes du continent australien. Les larves sont généralement semi-aquatiques ou terrestres ; les adultes d'environ 75% des espèces sont considérés comme étant aquatiques (habitats lotiques et lentiques), le reste des espèces sont semi-aquatiques ou terrestres (humicoles, arboricoles) (JÄCH & BALKE, 2008).

L'écologie de nombreuses espèces vivant sur les berges des eaux n'a jamais été complètement étudiée et certaines espèces du genre *Dryops* classées comme étant aquatiques peuvent en réalité se transformer en semi-aquatiques. Une douzaine d'espèces non décrites sont déposées dans le muséum d'histoire naturelle de Vienne (JÄCH & BALKE, 2008).

Les Dryopidae colonisent différents types de milieux : eaux courantes et stagnantes, sols humides. Certains sont totalement aquatiques, d'autres amphibies et parfois terrestres (OLMI, 1972 ; BERTRAND, 1972 ; BERTHELEMY & OLMI, 1978).

Dans les cours d'eau étudiés, la famille des Dryopidae est représentée par l'unique genre *Dryops* qui compte 06 individus. Ce genre est noté aussi bien en altitude (O3 à 1130 m) et qu'en plaine (O6 à 200 m). Il semble être à large valence écologique.

#### □ Famille des Noteridae

Les adultes et les larves se trouvent dans les eaux peu profondes, les eaux stagnantes ou les eaux à faible courant habituellement entre les racines des plantes aquatiques flottantes des plantes, ou sur les plantes émergentes (NILSSON, 1996).

Un seul genre est récolté dans les stations d'étude, il s'agit de *Noterus* capturé à la station O1 (700m d'altitude). Ce genre est rare et très localisé, sa présence semble être liée aux cours d'eau de moyenne montagne à eaux peu courantes et relativement froide, substrat hétérogène à dominance de galets et graviers et à végétation aquatique composée de mousses.

#### □ Famille des Hydrophilidae

D'après BERTRAND (1972), les Hydrophilidae fréquentent les eaux douces et même les eaux saumâtres et d'une façon générale, plutôt les eaux stagnantes que courantes. Ils abondent particulièrement les collections d'eau à végétation abondante.

Les Hydrophilidae sont composés d'espèces très petites (1mm) mais aussi de très grande taille (*Hydrophilus*). Ce sont de petites nageurs qui se déplacent lentement dans l'eau ou le long des tiges de plantes aquatiques sauf *Hydrophilus*. Les adultes de cette famille sont des herbivores et leurs larves carnassières.

La famille des Hydrophilidae, dans nos récoltes n'est représentée que par l'unique genre *Hydrophilus* récolté à 700 m d'altitude (O1) avec seulement 3 individus. Ses préférences écologiques semblent adéquates avec celles du genre *Noterus* (Noteridae).

#### □ Famille des Haliplidae

Selon BERTRAND (1972), les Haliplidae vivent principalement dans les eaux calmes ou peu courantes riches en macrophytes rivulaires dans les cours d'eau étudiés.

Dans nos récoltes benthiques, le genre *Haliplus* est le seul représentant de la famille des Haliplidae. Ce genre est localisé dans la station O3 (1130 m), il colonise principalement les biotopes froids à fond de galets et graviers.

Les éléments appartenant au genre *Haliplus* colonisent plutôt, selon BERTRAND (1972), les eaux stagnantes et courantes riches en macrophytes rivulaires. Certains autres éléments appartenant au genre *Haliplus* prolifèrent généralement dans les milieux d'eau calme, colonisant surtout les cours d'eau de plaine, entre 40-200 m d'altitude.

Les adultes et les larves vivent parmi les algues et la végétation aquatique au bord des mares, les adultes peuvent être attirés par la lumière, il préfère les eaux calmes, claires et herbeuse.

#### 4. Etude de la diversité

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

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

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

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

Les indices de diversité Shannon-Weaver ( $H'$ ) et d'équitabilité ( $E$ ) calculés pour les stations étudiées sont consignés dans le tableau 8.

**Tableau 7 :** Indices de Shannon-Weaver ( $H'$ ) et d'Equitabilité ( $E$ ) dans les stations d'étude.

Stations	O1	O2	O3	O4	O5	O6
Altitude(m)	700	500	1130	600	290	200
$H'$	<b>1,16</b>	<b>1,19</b>	<b>1,67</b>	<b>1,12</b>	<b>1,44</b>	<b>1,43</b>
S	6	7	7	4	5	5
$H'$ max	1.78	1.95	1.94	1.4	1.61	1.6
E	<b>0,65</b>	<b>0,61</b>	<b>0,86</b>	<b>0,80</b>	<b>0,89</b>	<b>0,89</b>

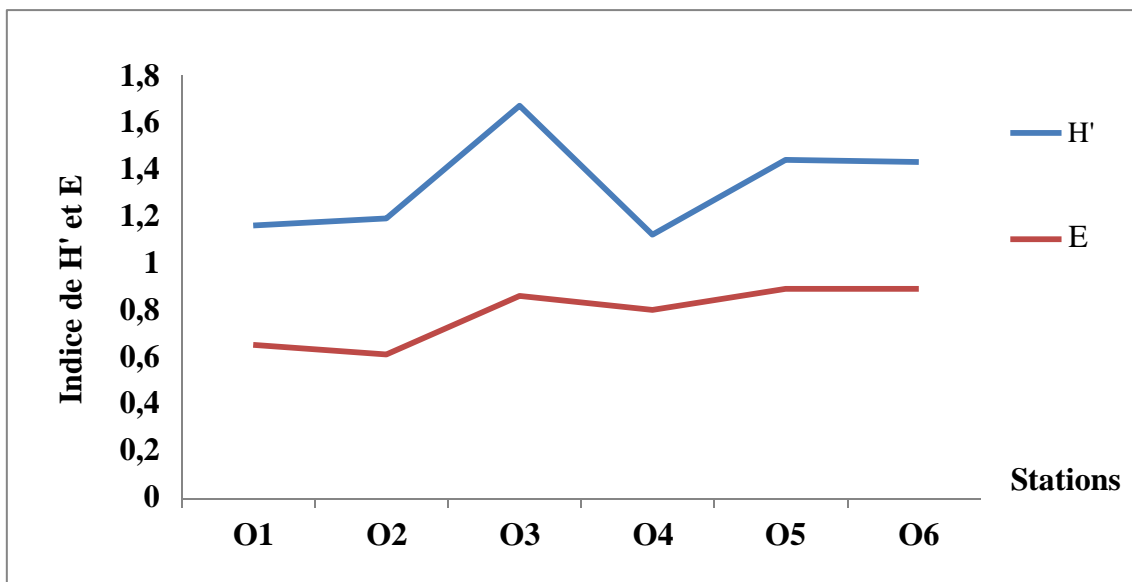
Le tableau 7 et la figure 16 montrent que les indices  $H'$  et  $E$  calculés dans l'ensemble des stations étudiées sont moyens, ils varient entre 1,12 (O4) et 1,67 (O3) bits pour  $H'$  et entre 0,61 (O2) et 0,89 (O5 et O6) pour  $E$ .

Les indices les plus élevés sont obtenus dans les stations O3, O5 et O6 avec un  $H'$  qui oscille entre 1,43 et 1,67 et une  $E$  variant de 0,86 à 0,89.

La station O3 la plus alticole (1130 m) présente la valeur la plus élevée de  $H'$  qui est de 1,67 et une valeur de 0,86 de l'indice d'équitabilité  $E$ . Cette station est caractérisée par un substrat hétérogène à dominance de galets, un couvert végétal assez dense, le milieu est stable ce qui a donné lieu à une diversité d'habitats avec des conditions favorables permettant ainsi l'installation de nombreuses espèces.

Les stations O5 et O6 de piémont et de basse altitude (290-200 m) présentent respectivement les valeurs de 1,44 et 1,43 de  $H'$  ainsi que 0,89 pour l'équitabilité. Ces stations de plaine sont caractérisées par un substrat hétérogène à dominance de limons et sable et elles présentent un habitat riche en matière organique. Les taxons présents dans ce secteur supportent bien les élévations de température de l'eau. Ils semblent thermopiles et polluo-resistants (surtout les représentants des Hydraenidae et des Dytiscidae).

Les stations O1, O2 et O4 dont l'altitude varie entre 500 à 700 m présentent des indices plus faibles :  $H'$  entre 1,12 et 1,19 et une équitabilité comprise entre 0,61 et 0,80. Cette diminution dans l'indice de SHANNON & WEAVER est due essentiellement aux influences anthropiques (rejets domestiques et des margines, pompage de l'eau pour l'irrigation) qui se traduisent par la modification du substrat et destruction des habitats qui conduit à une diminution de niches écologiques.



**Figure 16 :** Evolution des indices de  $H'$  et  $E$  dans les stations d'étude.

### 5. Structure mésologique

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

Certains d'entre eux, comme la nature du substrat, la vitesse du courant, la nature de l'eau sont habituellement comme facteur écologique susceptibles d'influencer directement la répartition de la faune benthique (MINSHALL & MINSHAL, 1977 ; LAVANDIER, 1979 ; ANGELIER *et al.*, 1985).

L'objectif de cette étude est de déterminer l'organisation spatiale et la structure des communautés des Coléoptères récoltées en fonction des caractéristiques environnementales. Pour se faire, nous avons associé différentes méthodes quantitatives d'analyse de données : ACP, CAH, et AFC.

Dans le cadre de ce travail, 11 descripteurs environnementaux sont pris en compte pour caractériser chacune des 6 stations étudiées (tableau 8).

**Tableau 8 :** Caractéristiques environnementales des 6 stations étudiées.

**Alt:** Altitude (m) ; **Pent:** Pente (%) ; **Diss :** distance à la source ; **Larg:** Largeur moyenne du cours d'eau (m) ; **Prof:** Profondeur moyenne de la lame d'eau(cm), **Vit :** vitesse du courant(cm/s) ; **Temp:** Température (°C) ; **Vaq:** Végétation aquatique (%) ; **GG:** Galets graviers(%), **SL:** Sable limons (%) ; **MO:** Matière organique (%).

Stations	Alt	Pent	Diss	Larg	Prof	Vit	Temp	Vaq	GG	SL	MO
<b>O1</b>	700	15	2,5	2	15	90	15	10	70	30	0
<b>O2</b>	500	9,5	13	3	20	70	17	30	80	10	10
<b>O3</b>	1130	19	1,5	7	5	60	13	15	90	10	0
<b>O4</b>	600	11	7	2	20	50	15	10	60	20	20
<b>O5</b>	290	3	20	4	25	40	18	25	60	20	20
<b>O6</b>	200	1,5	25	5	15	20	20	30	15	50	35

L'analyse des corrélations entre les différents paramètres environnementaux a montré que certaines variables sont intercorrélées (tableau 9) et particulièrement :

- altitude, pente, vitesse et galets-graviers variables linéaires liées par une relation de plus en plus croissante ;

- distance à la source, profondeur moyenne de la lame d'eau, végétation aquatique, sable-limons, température de l'eau et matière organique variables liées par une relation décroissante.

Quant au paramètre la largeur moyenne du lit, son niveau de liaison est assez faible avec les autres paramètres.

**Tableau 9** : Matrice de corrélation entre variables environnementales (N = 11, P<0,05)

	Alt	Pent	Diss	Larg	Prof	Vit	Vaq	GG	SL	Temp	MO
Alt	1										
Pent	0,97	1									
Diss	-0,91	-0,97	1								
Larg	0,39	0,20	0,02	1							
Prof	-0,76	-0,68	0,52	-0,73	1						
Vit	0,58	0,74	-0,79	-0,28	-0,18	1					
Vaq	-0,65	-0,72	0,83	0,33	0,31	-0,52	1				
GG	0,77	0,79	-0,78	0,11	-0,25	0,75	-0,40	1			
SL	-0,59	-0,56	0,56	-0,11	0,03	-0,49	0,21	-0,92	1		
Temp	-0,95	-0,96	0,97	-0,11	0,55	-0,66	0,80	-0,81	0,65	1	
MO	-0,83	-0,89	0,87	-0,08	0,45	-0,89	0,54	-0,90	0,65	0,83	1

La classification hiérarchique (CAH) visualise bien les relations entre les relations entre les variables environnementales pour l'ensemble des stations étudiées. Elle met en évidence deux grands groupes (figure 17)

- **Groupe 1** : est constitué des paramètres Altitudes, pente, substrat grossier, vitesse du courant et la largeur du lit mineur

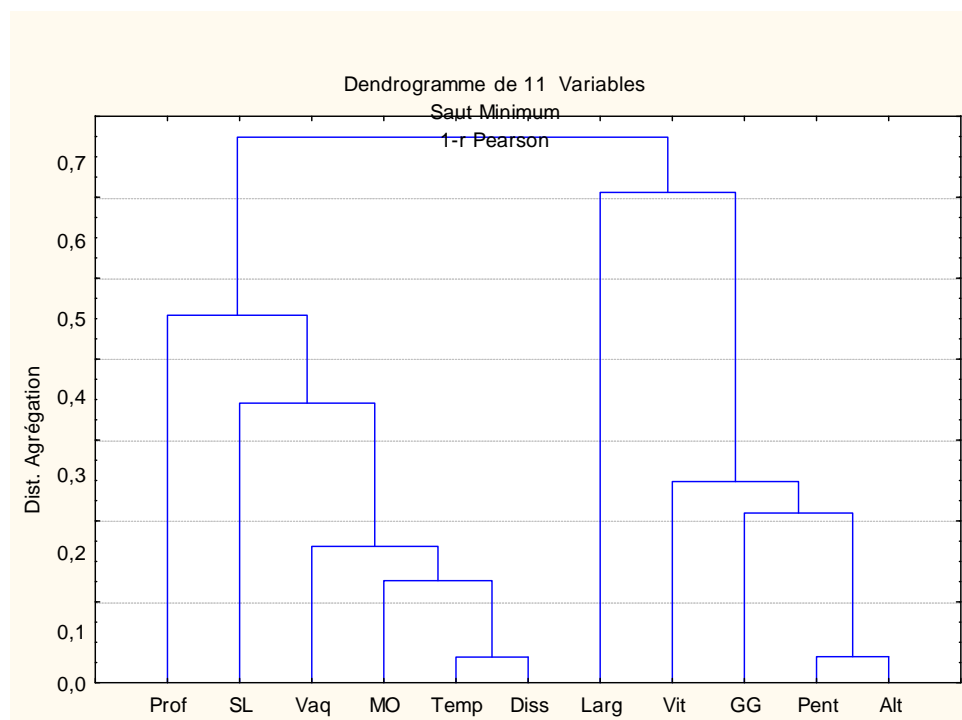
- **Groupe 2** : est constitué des paramètres Profondeur de la lame d'eau, substrat fin, végétation aquatique, matière organique, température de l'eau et distance à la source.

Compte tenu de la complexité des relations entre les caractéristiques biologiques ou écologiques et la structure du peuplement, l'étude des facteurs environnementaux mesurés a été approchée par l'utilisation de l'analyse en composantes principales (ACP). Cette analyse fait apparaître clairement dans l'espace les deux facteurs significatifs F1 (axe1) et F2 (axe 2). Ils prennent en compte 83,75% de la variance totale (F1 : 66,45 %, F2 : 17,30%) (figure 18).

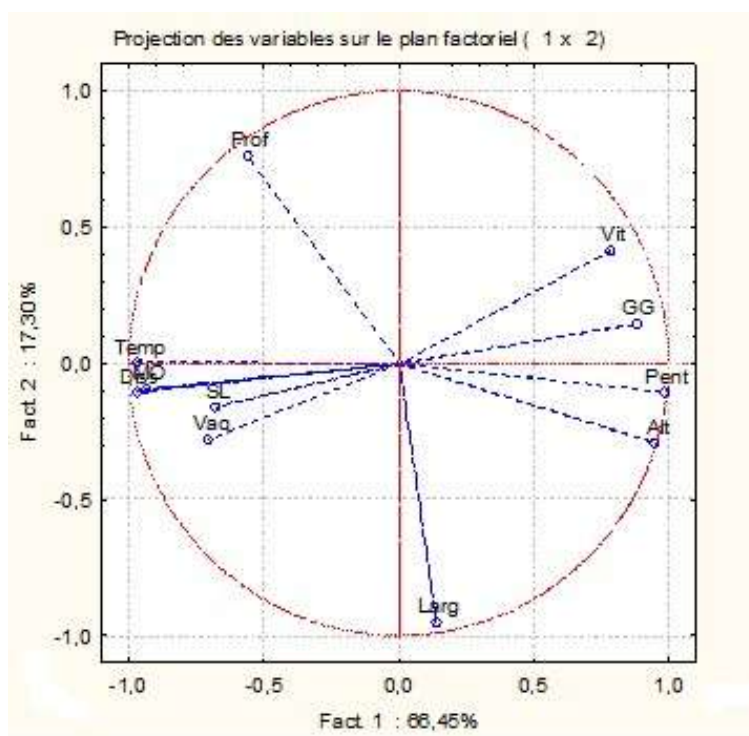
L'ACP obtenue fait apparaître un gradient amont aval des stations étudiées. Les variables altitude (Alt), pente (Pent), galets / graviers (GG) et vitesse du courant (Vit) sont fortement liées entre elles et avec l'axe 1 (en position positive), décroissent progressivement de l'amont vers l'aval.

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

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



**Figure 17 :** Dendrogramme visualisant les relations entre les variables environnementales

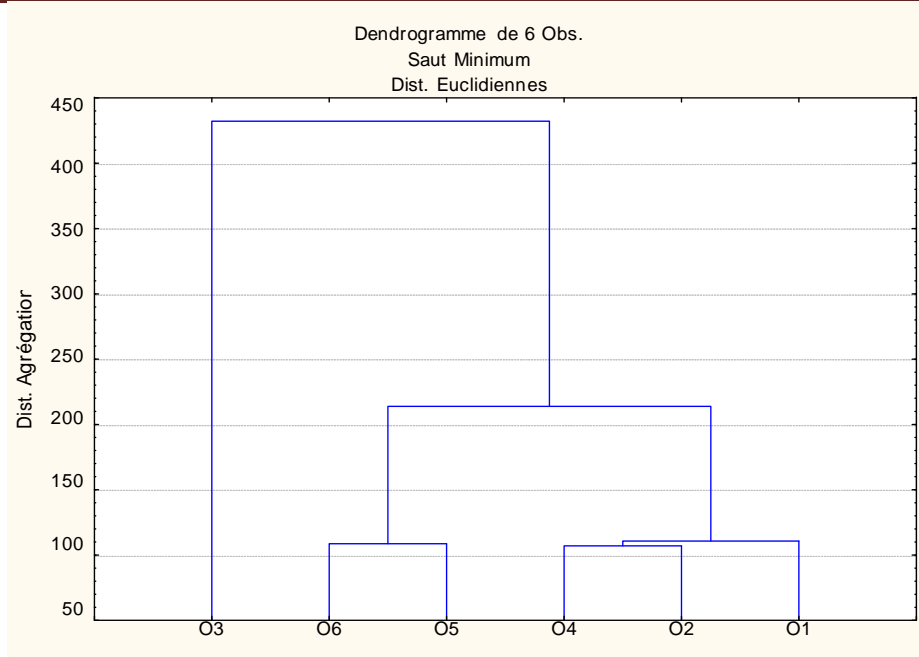


**Figure 18** : ACP représentant la distribution des paramètres environnementaux.

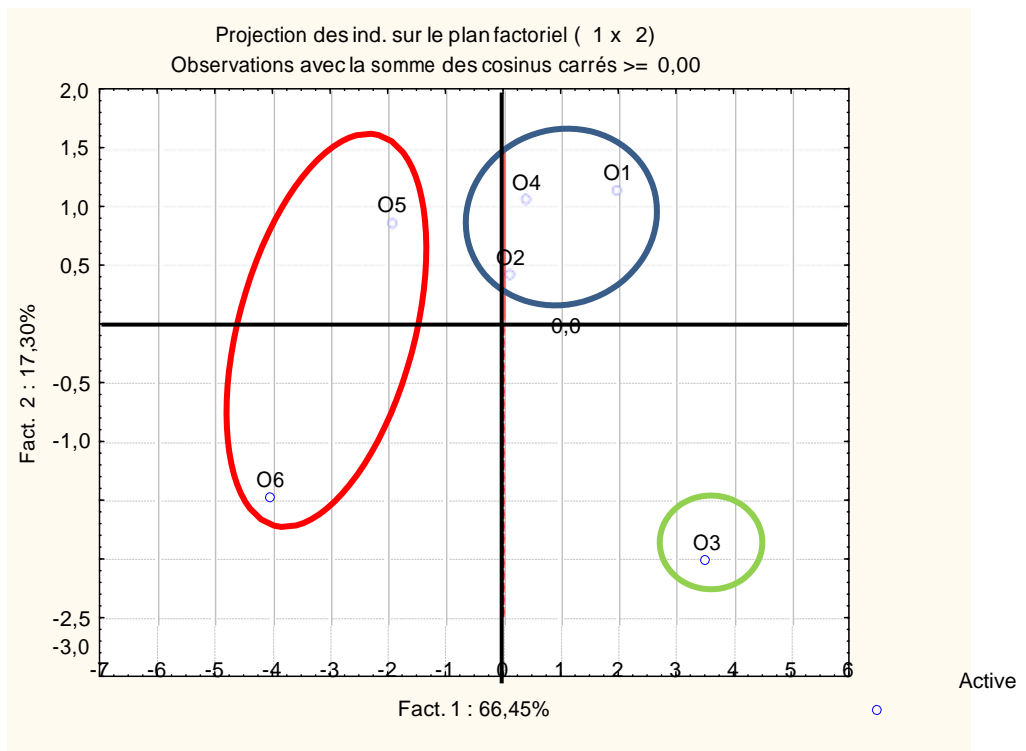
La classification ascendante hiérarchique de l'ensemble des stations, met en évidence trois groupes de stations (figure 19).

- **Groupe 01** : est représenté par la station O3 la plus alticole 1130 m
- **Groupe 02** : composé de trois stations de moyennes montagne dont l'altitude est comprise entre 500 et 700 m (O1, O2 et O4).
- **Groupe 03** : constitué par les stations de piémont et de plaine (O5 : 290 m et O6 : 200 m d'altitude.)

La figure 20 qui correspond à la représentation des stations dans l'espace des mêmes facteurs (F1 avec 66,45 % et F2 avec 17,30 %) montre une opposition entre les stations d'altitudes O3 et de piémont (O1, O2, et O4) en position positive sur l'axe 1 avec les stations de basses altitudes (O5 et O6), en position négative.



**Figure 19 :** Dendrogramme de la distribution des stations sur la base des variables Environnementales



**Figure 20 :** répartition des stations dans le plan factoriel F1-F2.

## 6. Structure du peuplement

Pour décrire la structure du peuplement des Coléoptères recensés, nous avons analysé la distribution des 15 genres récoltés.

La distribution spatiale des espèces est précisée grâce à une analyse factorielle des correspondances (AFC) réalisée sur deux ensembles de données : 6 stations\*15 genres.

La recherche de noyaux d'affinité est rendue possible grâce à la classification ascendante hiérarchique qui met en évidence 2 grands groupes (figure 21)

La figure 22 montre que les 2 premiers axes cumulent 76,98 % de l'information contenue dans la matrice de données (F1 : 55,38% et F2 : 21,60%). Elle fait apparaître 2 groupes bien distincts et opposés :

- **Groupe 1** : cinq genres définissent ce groupe (*Riolus*, *Hydrovatus*, *Dryops*, *Dytiscus* et *Haliphus*), ils paraissent localisés dans des biotopes spécialisés. Ce sont des genres pour la plupart sténotopes soit dans la station la plus alticole (O3 : 1130 m d'alt.), soit dans la station la plus basse (O6 : 200 m). Ce groupe est corrélé positivement avec l'axe 1 et s'oppose au groupe 2.
- **Groupe 2** composés de genres occupant les stations de moyennes montagne (O1, O2, O4) et de piémont (O5) situées entre 290 et 700 m d'altitude. Ce groupe est corrélé négativement avec l'axe 1.

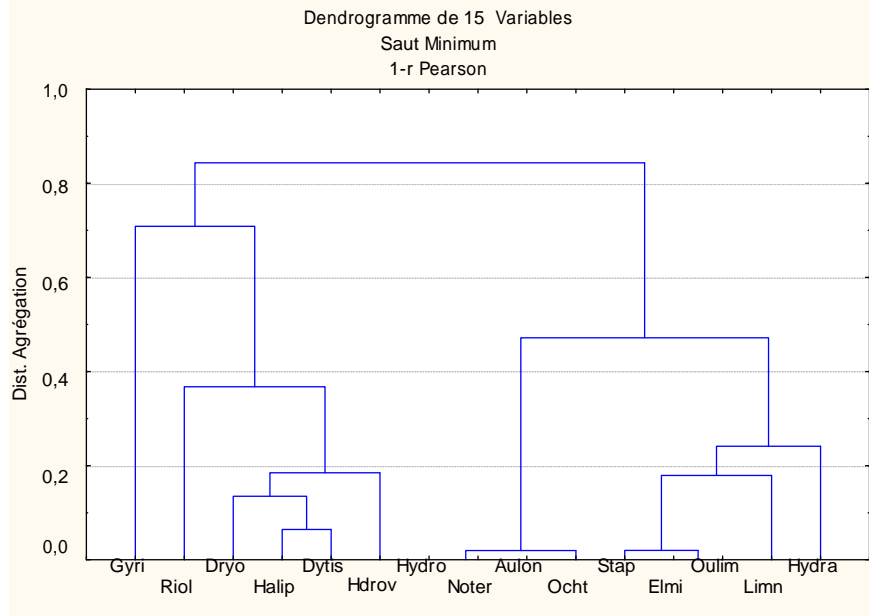


Figure 21 : dendrogramme visualisant les relations entre l'ensemble des taxons.

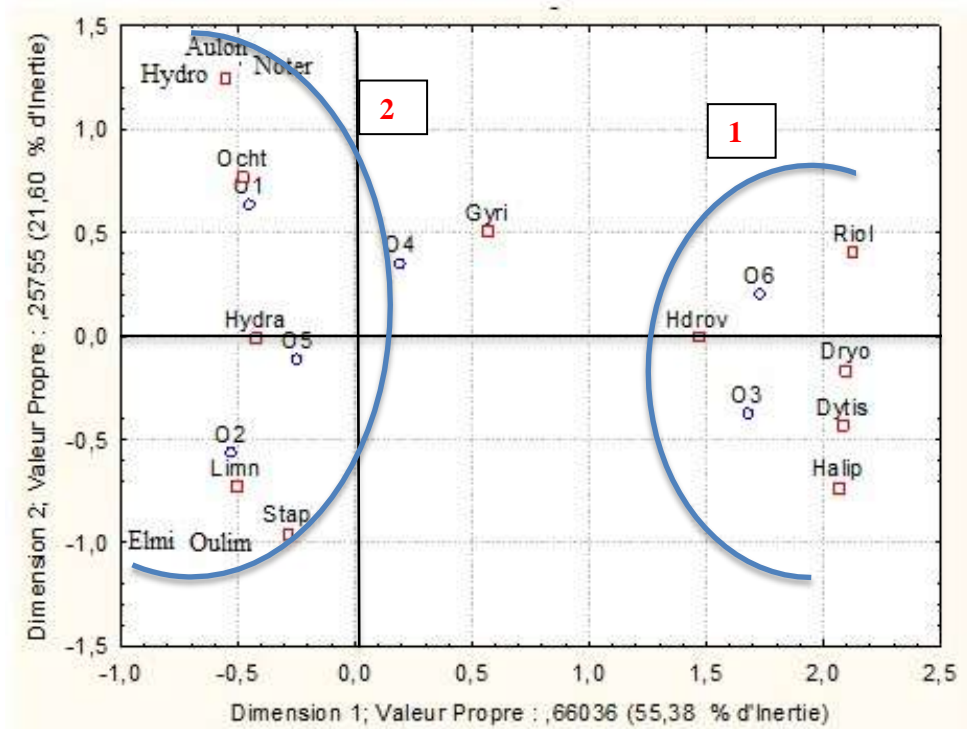


Figure 22 : Distribution des noyaux d'affinité des Coléoptères et des stations dans le plan factoriel F1\* F2.



# Conclusion

Cette étude a pour but de contribuer à la connaissance des Coléoptères du réseau hydrographique de l'assif Ouadhias. Elle a permis d'une part, de dresser la liste des Coléoptères présents et d'autre part, de faire le lien entre leur distribution et les différents paramètres environnementaux.

Les prélèvements benthiques effectués le 3 juin 2021 dans les 6 stations étudiées, échelonnées entre 200 et 1130m d'altitude, ont permis la récolte de 482 individus de Coléoptères appartenant à 9 familles et 15 genres.

Sur le plan qualitatif, les familles les plus diversifiées sont les Hydraenidae et les Elmidae avec 3 genres chacune, viennent ensuite les Dytiscidae et les Gyrinidae avec 2 genres et enfin les Staphylinidae, les Dryopidae, les Noteridae, les Hydrophilidae et les Haliplidae sont mono génériques.

Sur le plan quantitatif, la famille des Hydraenidae est la plus abondante (soit 60,37 % du total coléoptérologique), suivie par la famille des Dyticidae, la famille des Gyrinidae se place en 3<sup>ème</sup> position et enfin, viennent les familles des Elmidae, des Staphylinidae, des Dryopidae, des Noteridae, des Hydrophilidae et des Haliplidae dont l'abondance ne dépasse pas 7% de la totalité des familles.

La richesse taxonomique (genres) dans les zones d'altitude et de moyenne montagne est élevée par rapport à celle observée au niveau des stations aval. En effet, ces stations sont des milieux perturbés suite à l'action néfaste de l'homme (rejets domestiques, réseaux d'assainissements, élevage et lavage des voitures par les détergents).

La répartition des Coléoptères récoltés en fonction de l'altitude met en évidence 5 groupes bien individualisés :

Les indices de diversité  $H'$  et d'équitabilité  $E$  présentent des fluctuations dans les stations étudiées. Les indices les plus élevés sont obtenus dans les stations O3, O5 et O6 avec un  $H'$  qui oscille entre 1,43 et 1,67 et une  $E$  variant de 0,86 et 0,89. La station O4 présente la valeur la plus faible de  $H'$  qui est égale à 1,12 ainsi la station O2 présente la valeur la plus faible de  $E$  qui est égale à 0,61.

L'analyse des corrélations entre les différents paramètres environnementaux a montré que certaines variables sont inter-corrélées.

La classification ascendante hiérarchique de l'ensemble des stations, met en évidence trois groupes de stations.

La représentation des stations dans l'espace des mêmes facteurs F1 et F2 montre une opposition entre les stations d'altitude avec les stations de piémont et de basse altitude.

La structure du peuplement des Coléoptères recensés est précisée grâce à une analyse factorielle des correspondances (AFC) réalisée sur deux ensembles de données : 6 stations\*15 genres. Elle fait apparaître 2 groupes bien distincts et opposés :

- Groupe 1 : comprend les genres *Riolus*, *Hydrovatus*, *Dryops*, *Dytiscus* et *Haliphus* qui sont pour la plupart, sténotopes. Ce groupe est corrélé positivement avec l'axe 1 ;
- Groupe 2 : composé de genres occupant les stations de moyennes montagnes (O1, O2, O4) et de piémont (O5). Ce groupe est corrélé négativement avec l'axe 1.

En perspectives, il serait judicieux de pousser la détermination au niveau spécifique pour avoir une meilleure analyse de la faune coléoptérologique, ainsi pouvoir fournir des données sur l'autoécologie et la biogéographie des espèces.

Il serait également 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.

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

**ABELLAN P., SANCHEZ-FERNANDEZ D., VELASCO J. & MILLAN A. (2007).** Effectiveness of protected area networks in representing freshwater biodiversity : the case of a Mediterranean river basin (SE Spain). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater*, 22 : 123-133.

**AÏT MOULOUD S. 1987.** Essais de recherche sur la dérive des macroinvertébrés dans l'oued Aïssi : Faunistique, Ecologique et Biogéographique. Thèse de Magister. Université des Sciences et de la Technologie. Houari Boumedienne : 119p.

**AÏT 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, 118pp

**ALINI F. & TITOUCHE F. 2018.** Contribution à l'étude écologique et biogéographique des Tricoptères de l'oued Ouadhias. Mémoire de master 2 : Ecologie Animale. U.M.M.T.O : 56p.

**ALIOUAN S. & LAMINE S. 2013.** Contribution à la connaissance de l'état de santé écologique de l'assif Ouadhias (Tizi-uzou). Mémoire de master 2 : Ecologie Animale. U.M.M.T.O : 53p.

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

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

**ANGUS R.B. 1992.** *Insecta : Coleoptera : Hydrophilidae, Helophorinae.* Süß-wasserfaunavon

**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.

**ARAB A. 1989.** Etude des peuplements d'invertébrés et de poissons appliquées à l'évaluation de la qualité des eaux et des ressources piscicoles des oueds Mouzaia et Chiffa. Thèse de Magister. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene. Faculté des Sciences Biologiques, Alger, Algérie, 145pp.

**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.

**ARAB A. LOUNACI A. & PARK Y.S. 2004.** Spacial and temporal patterns of benthic invertebrate communities in an inter mitten river (North Africa). *Ann ; Limnol. Inst. J. Lim*, 40(4), 317 – 327.

**AUBERT J. 1956.** Contribution à l'étude des Plécoptères d'Afrique du Nord. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, (Lausanne), 29: 419-436.

**BALKE M., RIBERA I. & VOGLER A.P. (2004).** MTDNA phylogeny and biogeography of Copelatinae, a highly diverse group of tropical diving beetles (Dytiscidae). *Molecular phylogenetics and evolution*, 32(3), 866-880.

**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.

**BEN ALI AMER G. & BOUGRIDA W. 2018.** Contribution à l'étude écologique et biogéographique des Coléoptères *Elmidae* et *hydraenidae* de l'oued Ouadhias. Mémoire de master 2 : Ecologie Animale. U.M.M.T.O : 49p.

**BENABADJI N. 1991.** Etude phytoécologique de la steppe à *Artemisia herba alba* au sud de Sebdo (Oranie, Algérie) .Thèse de Doctorat .Sciences et Technique. St Jérôme .Aix Marseille III : 101P+annexes.

**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 Sociedad Entomológica Aragonesa*, 49 : 231-242.

**BENNAS N., L'MOHDY O., EL HAISSOUFI F., CHARFI F., GHLALA A. & EL ALAMI. 2018.** New data on the aquatic insect fauna of Tunisia. *Transaction of American Entomological Society*, 144: 575-592.

**BENNAS N., SÁINZ-CANTERO C.E. & OUAROOUR A. 2001.** Nouvelles données sur les Coléoptères aquatiques du Maroc : les Hydraenidae Muslant, 1844 (Coleoptera) du Rif. *Zool.Baetica*, 12 : 135 – 168. ISSN : 1130 – 4251, vol. 12, 135 – 168.

**BENNAS N. (2002).** Coléoptères Aquatiques Polyphaga du Rif (Nord du Maroc) : faunistique, Ecologie Biogéographie. Thèse en Sciences Biologiques, Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences de Tetouan : 383 p.

**BERTHÉLEMY C. & OLMY M. 1978.** Psephenidae, Dryopidae et Elmidae in "Limnofaune Europea ". J. Illies (Ed.), G. Fischer, Stuttgart : 315-318.

**BERTHELEMY C. 1964.** Elminthidae d'Europe occidentale et méridionale et d'Afrique du Nord les coléoptères d'eau courante (Hydraena et Elminthidae) des Pyrénées. *Annls. Limol.*, 2 (2) : 227-458.

**BERTHELEMY C. 1966.** Recherches écologiques et biogéographiques sur les Plécoptères et (Coléoptères). *Extrait du Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 99 (1-2) : 244-285.

**BERTHELEMY C. 1979.** Elmidae de la région paléarctique occidentale : systématique et répartition (coleoptera, Dryopidae). *Annls limnol.*, 15(1) :103.

**BERTHELEMY C., KADDOURI A. & RICHOUX P. 1991.** Revision of the genus

**BERTRAND H. 1972.** larves et nymphes des coléoptères aquatiques du globe. F. Paillart, imp. Paris : 804 p., 561 figs.

**BERTRAND H. 1965.** Récoltes de Coléoptères aquatiques dans les régions montagneuses de l'Espagne : observations écologiques (Dryopidae, Elminthinae = Helminae Auct.). *Annls Limnol.*, 1 : 245-25.

**BIGNON M. 2008** Inventaire des Longicornes (Coleoptera Cerambycidae) du département de l'Allier (France). *Revue Scientifique du Bourbonnais*, 1999-2000, p. 25-52.

**BILLBERG, 1820.** Système intégré d'information taxonomique.

- BOULUNIE T. & NICHOLAS J.D. 1998.** Estimating species richness: the importance of heterogeneity in species detectability. *The ecological society of America:Ecology*73 (3).
- BOURNAUD M. 1983.** Le courant, facteur écologique et éthologique de la vie aquatique. *Hydrobiologia*, 21: 125-165 .
- CEPECKA A. 1990.** Faune de France, Coléoptères curculionides 3ieme partie, Fédération Française des sociétés de Sciences Naturelles, Paris.640p.
- CHATENET G. 2005.** Coléoptères d'Europe. Carabes, Carabiques et Dytiques.Adephga. Volume 1. N.A.P Edition.
- CHAUMONT M. & PAQUIN C. 1971.** Carte pluviométrique de l'Algérie au 1/500 000 avec notice explicative. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord* : 24p.
- CHAVANON G., BERRAHOU A. & MILAN A. 2004.** Apport à la connaissance des Coléoptères et Hémiptères aquatiques du Maroc Oriental : Catalogue faunistique. *Boln. S.E.A.,n° 35* : 134 – 162.
- CHESSMAN B.C. 1995.** Rapid assessment of rivers using macroinvertebrates: a procedure based on habitat-specific sampling, family level identification and a biotic index. *Austral Ecology* 20 (1), 122-129.
- CROUSEN R.A. 1960.** The phylogeny of Coleoptera. *Ann. Rev. Entomol.*, 5: 111-134.
- DAJOZ R. 1982.** Précis d'écologie, 4<sup>ème</sup> édition, Paris, Bordas, 503 p.
- DAJOZ R. 1985.** Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquées. 5<sup>ème</sup> édition Gauthier Villard.Paris:505p.
- DAKKI M. 1987.** La faune des eaux douces. In : La grande Encyclopédie du Maroc (Faune) : 190-203. GEP, Cremona Italie.
- DERRIDJ A. 1990.** Etude des populations de *Cedrusatlantica* M. en Algérie. Thèse Docteurs-sciences, Université Paul Sabatier, Toulouse:288p.
- DYNESIUS M. & NILSSON C. 1994.** Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the world. *Science* 266:753-762.

- 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, p127 – 142.
- EVANS P. 2010.** Biology of coleoptera of the families Colydiidae and Bothrideridae.- Proc.ent.Soc.Washington, XVII: 1-16 p.
- FAURIE C., FERRA C. & MEDORI P. 1980.** Ecologie. Edition. Baillière. Paris : 168p.
- FLANDRIN J. 1952.** La chaine du Djurdjura : monographies régionales. XIX congres géologiques internationales, Algérie 1ere série. 19 : p49.
- FORGE P. 1981.** Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo soudanienne, Tome II. 849p.
- FRANCISCOLO M.E. 1979.** Fauna d'Italia. Vol. 14 : Coleoptera Haliplidae, Hygrobiidae, Gyrinidae, Dytiscidae. Edizioni Calderini, Bologna, 804 pp
- GAGNEUR J., GIANI N. & MARTINEZ-ANSEMIL E. 1986.** Les Oligochètes d'Algérie. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse, 122 : 119-124.
- GAGNON É. & PEDNEAU J. 2006.** Survol Benthos, guide du volontaire, programme de surveillance volontaire des petits cours d'eau. CVRB, Québec. Canada.
- GALEWSKI G.K. 1971.** Chrzaszczce - Coleoptera, 7, Plywakowate - Dytiscidae in : Klucze do oznaczaniaowadow Polski, Warszawa. 112 p.
- GAUJOUT D. 1995.** La pollution des milieux aquatiques.Aide-mémoire, 2 ème éditionTEC et DOC. Paris. 520p.
- 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.
- GAYOSO A.M. 1998.** Long-term phytoplankton studies in the Bahía Blanca estuary, Argentina. *ICES Journal of Marine Science*, 55(4), 655-660 p.
- 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.

**GENIN B., CHAUVIN C. & MENARD F. 2003.** Cours d'eau et indices biologiques. Pollution- méthodes- IBGN. 2<sup>ème</sup> édition educagri. 215p.

**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 Coleopteriste Bulltin 61(1) : 95 - 110. Dos: 10— 1649 I 919. 1.

**GRALL J. & NOLWENN C. 2005.** Une synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du macro benthos en milieu côtier. Rapport du Réseau Benthique REBENT, Dec., 2005, 65.

**GRETIA, 2009.** Etat des lieux des connaissances sur les invertébrés continentaux des Pays de la Loire ; bilan final. Rapport GREZIA pour le Conseil Régional des Pays de la Loire. 395 p.

**GUIGNOT F. 1931-1933.** Les Hydrocanthares de la France continentale avec notes sur les espèces de la Corse et de l'Afrique du Nord française: Hygrobiidae, Haliplidae, Dytiscidae et Gyrinidae. *Miscellanea Entomologica* (Ed.), Toulouse : 558 pp

**GUIGNOT F. 1959.** Révision des Hydrocanthares d'Afrique (Coleoptera, Dytiscoïdae) : 1ère partie : Haliplidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Methlinae, Vatellinae, Hyphydrini, Hydrovatini, Bidessini. *Annales du Musée Royal du Congo Belge Tervuren, Sciences Zoologiques*, 8 (70) : 1-313. 2 ème partie : Hydroporini, Noterinae, Laccophilinae, Agabini. *Annales du Musée Royal du Congo Belge Tervuren, Sciences Zoologiques*, 8 (78) : 323-648. 3 èmepartie : Copelatini, Colymbetini, Dytiscinae. *Annales du Musée Royal du Congo Belge Tervuren, Sciences Zoologiques*, 8 (90) : 659-995.

**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 JunkPublishers, Londres, pp. 113-180.

**HANSEN M. 1997.** Phylogeny and classification of the Staphyliniform beetle families (Coleoptera). *Biologiske Skrifter*, 48: 1-339

**HANSEN M. 1987.** The Hydrophilidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark, *Fauna Entomologica Scandinavia*, 253 p.

**HAOUCHINE S. 2011.** Recherche sur la faunistique et l'écologie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie. Thèse de Magister en Science Biologique. Faculté des Science Biologiques et des Sciences Agronomiques. U.M.M.T.O., 103p.

**HOLMEN M. 1987.** The aquatic Adephaga (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark, I. Gyrinidae Fauna Entomologica Scandinavia. 20. E.J. Brill, Leiden, 168 p.  
Hydraena Kugelan, 1794 from North Africa (Coleoptera: Hydraenidae). Elytron, 5: 181-213

**HYNES H.B.N. 1970.** The ecology of running waters. Liverpool University Press, Liverpool: 555 pp.

**ILIOPOULOU-GEORGUDAKI J., KANTZARIS V., KATHARIOS P., KASPIRIS P., GEORGIADIS T., & MONTESANTOU B. 2003.** An application of different bioindicators for assessing water quality: a case study in the rivers Alfeios and Pineios (Peloponnisos, Greece). *Ecological indicators*, 2(4), 345-360.

**ILLIGER K. 1807.** Vergleichung der Gattungen der Hautflügler Piezota Fabr. Hymenoptera Linn. Jur. Illustration de la valeur indicatrice des caractéristiques biologiques des macroinvertébrés d'une communauté benthique à différentes échelles d'observation. *Annals Limnol.* 35 (1): 71-80. *Int.J. Odonatology*, 2 (2): 145-165.

**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 & BALKE M. 2008.** Global diversity of water beetles (Coleoptera) in freshwater. *Freshwater animal diversity assessment, Hydrobiologia.* 595: 419-442.

JÄCH M.A., KODAD J. & CIAMPOR F. 2006. Family Elmidae Curtis, 1830, pp : 432-440.

REICH M. L. 1869. Catalogue des Coléoptères de l'Algérie et des contrées voisines avec description d'espèces nouvelles. *Mémoire de la Société Limnologique, Normandie*, 15 : 44  
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.

**JEANNEL R. 1941.** Faune de France. Coléoptères Carabiques première partie Fédération française des Sociétés de sciences naturelles. Pierre André imp. 1-571p.

**JOLIVET P. 1983.** Insectes et plantes. Evolution parallèle et Adaptations Bull.Soc.linn. Lyon, num.spéc. 52:148p.l'environnement. Ed. Edi science international, Paris, 822 p. LE CHEVALIER Paris.

**KADDOURI H. 1986.** Révision des *Hydraena* du Maroc, d'Algérie et de Tunisie (Coléoptera, Hydraenidae). Thèse de Doctorat. 3<sup>ème</sup> cycle, Université. Paul Sabatier: 155.

**KARAMAN B., KRYAK S. & DARILMAZ M.C. 2008.** Faunistic study of the aquatic beetles (Coleoptera) of Trabzon Province (Turkey). Munis Entomology and zoology3 (1): 437 - 446.

**KLAUSNITZER B. 1975.** Probleme der abgrenzung von Unterordnumgenbei den Coleoptera. Ressources naturelles Canada. L'éclaircie Numéro 49.

**KUKALOVÁ-PECK J. & LAWRENCE J.F. 1993.** Evolution of the hind wing in Coleoptera. Can. Ent., 125 :181-258. (Coleoptera).Biologi skeSkrifter, 48: 1-339.

**LAMINE S. 2021.** Recherche sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des Ephéméroptères, Plécoptères, Trichoptères et Coléoptères Hydraenidae et Elmidae des cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura. Thèse de doctorat de l'U.M.M.T.O.

**LAMINE S., LOUNACI A. & BENNAS N. 2019.** Biodiversity and chorology of aquatic beetles (Coleoptera : Elmidae and Hydraenidae) in Kabylia (central-north Algeria). New records and updates. Zootaxa, 4700 (1) : 102–116.

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

**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 birthday of Roy A. Crow son. Museum I Instytut Zoologi PAN, Warszawa, 779-1006 pp.

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

**LÖBL I. & SMETANA A. 2004.** Catalogue of Palearctic Coleoptera. Volume 2. Hydrophiloidea –Histeroidea – Staphylinoidea. Apollo Books, Stenstrup, Danemark, 942 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, 133pp.

**LOUNACI A. 2005.** Recherche sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macroinvertébrés des cours d'eau de la Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie). Thèse doctorat d'état en biologie, U.M.M.T.O. : 209p.

**LOUNACI A., BROSS S., AIT MOULOUD S., LOUNACI- DAOUDI D., MEBARKI N. & THOMAS A.G.B 2000b.** Current Knowledge of Algerian stream invertebrate diversity a species Checklist of the Sébaou River basin (Tizi Ouzou). Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse, 136, 43 – 55.

**LOUNACI A., BROSSE S., THOMAS A.G.B. & LEK S. 2000b.** Abundance, diversity and community structure of macroinvertebrates in an algérian stream: the Sébaou wadi. Annales de Limnologie, 36 (2): 123-133.

**LUQUE C.A. 1997.** Aquatic Coleoptera from the South of Corbana (Spain), (Haliplidae, Gyrinidae, Noteridae, Dytiscidae, Hydraenidae, Hydrochidae, Helophoridae, Hydrophilidae, Dryopidae et Elmidae). Revue Zoológi cabaetica – vol.8, Pp – 49 – 64 (1p. 1 /4). ISSN 1130 –4251. Espagne.

**MEBARKI M. 2001.** Etude hydrobiologique de trois réseaux hydrographiques de Kabylie (parc national du Djurdjura, oued Sébaou et d'Oued Boghni) : faunistique, écologie et biogéographie des macro-invertébrés benthiques. Thèse de Magister, U.M.M.T.O: 178p.

**MINSHALL G.W. 1984.** Aquatic insect substratum relationships. 'The ecology of aquatic insects'. Resh V.H. & Rosenberg D.M., Praeger, New York, 358-400 p.

**MOISAN J. & PELLETRIE L. 2013.** Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec. Cours d'eau peu profonds à substrat grossier. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs, ISBN 978-2-550-69169-3, 2<sup>ème</sup> édition : 88 p.

**NAVAS L. 1929.** Insectes névroptères et voisins de Barbarie. Plécoptères. Bull.Soc.His. Nat. de l'Afrique du Nord, 20 : 228–230.

**NILSON A.N. & HOLMEN M. 1995.** The aquatic Adephaga (5 Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. II. Dytiscidae. Fauna Ent. Scand. 32. E.J. Brill, Leiden, 192 p.

**NILSSON A.N. 1996.** Aquatic insects of North Europe. A taxonomic handbook, vol 1. Apollo Books, Stenstrup Oecologica 7: 189 – 2003.

**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. 1972.** The Palearctic species of the genus *Dryops* Olivier (Coleoptera: Dryopidae).

**OLMI M. 1976.** Fauna d'Italia Vol. XII: Coleoptera Dryopidae-Elminthidae. Edizioni Calderini, Bologna, 280 pp.

**PIC M. 1905.** Diagnoses de Coléoptères algériens. L'échange, 21: 145-148

**PIELOU E.C. 1966.** Shannon's formula as a measure of specific diversity: its use and measure. Amer. Natur. 100: 463 – 465.

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

**RAMAD F. 1993.** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Ed. Des sciences de l'environnement. Ed. Science international. Paris. 822 p.

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

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

**RAYMOND D. 1976.** Evaluation sédimentaire et tectonique du Nord-Ouest de la Grande Kabylie au cours du cycle alpin. Thèse de Doctorat es Sciences, Paris, 154 pp.

**REICH M. L. 1869.** Catalogue des Coléoptères de l'Algérie et des contrées voisines avec description d'espèces nouvelles. Mémoire de la Société Limnologique, Normandie, 15 : 44.

**RIBERA I. 2000.** Biogeography and conservation of Iberian water beetles. *Biological Conservation*, 92: 131-150

**RIBERA I. & VOLGER A.P. 2000.** Habitat type as a determinant of species range sizes: the example of lotic-lentic differences in aquatic. *Coleoptera. Biological Journal of the Linnean Society*, 71: 33-52.

**RICHARD A. 1993.** biological control of purple loosestrife. *bioscience*.vol43, No 10 (Nov., 1993).pp.680-686.

**RICHOUX P. 1982.** Introduction à la systématique des organismes des eaux continentales françaises. II-Coléoptères aquatiques (genres: adultes et larves). *Bull. Soc. Lin.*, 4, 106-303.

**SAINT-CLAIR-DEVILLEJ. 1905.** Notes sur les Hydraena d'Algérie. Mémoire hors texte. *L'échange*, 248 :4.

**SAINZ-CANTERO C.E. & ALBA-TERCEDOR J. 1991.** Los Adepfaga acuáticos de Sierra Nevada (Granada, España) (Coleoptera : Haliplidae, Gyrinidae, Dytiscidae). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 15: 91-109.

**SELLAM N., VIÑOLAS A., ZOUGGAGHE F. & MOULAI R. 2016.** L'utilisation des Coleoptera, Ephemeroptera et Diptera comme bioindicateurs de la qualité des eaux de quelques Oueds en Algérie. *Butlleti de l'Institutió 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.

**SHANNON C.E & WEAVER W. 1948.** A mathematical theory of communication. *Bull.Syst. Techn.J*, 27, 379-423,623-656.

**SIMBOURA N., PAPATHANSSION E. & SAKELLARIOU D. 2007.** The use of a biotic index (Bentix) in assessing long term effects of dumping coarse métalliferous waste on soft bottom benthic communities. *Ecol. Indicators*, in press.

**SINCLAIR R.M. 1964.** Water quality requirements for elmid beetles, with larvae and adult keys to the eastern genera : Nashville, Tennessee Stream Pollution Control Board, Tennessee Department of Public Health, 14p.

**TACHET H., BOURNAUD M ET RICHOUX PH., 1980.**-Introduction a l'étude des macronvertébrées des eaux douces (systèmeatque élémentaire et aperçus écologique). Associations Française de Limnologie: 150p.

**TACHET H., RICHOUX P., BOURNAUD M. & POLATERA PH. 2000.** invertébrés d'eau douce, systèmeatque biologie, écologie .CNRS, édition ISBN ; 2-271 05745-0.587.pp

**TACHET H., RICHOUX P., BOURNAUD M. & USSEGLIO-POLATERA P. 2002.** Invertébrés d'Eau Douce (2nd corrected impression). *CNRS éditions, Paris.*

**THIEBAULT J. 1952.** Socle métamorphique en grande Kabylie : monographie régionale. XIX<sup>ème</sup> congrès géologique international, Algérie, 1 ère série (4) : 43p.

**THIENNEMAN A. 1954.** Chironomus. Leben, Verbreitung wirtschaftliche Bedeutung des Chironomidae. In Die Bi. Gewasser, Band XX, Stuttgart: 834p.

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

**TINTHOIN R. 1948.** Les aspects physiques de tell Oranais, essai de morphologie de pays semi-aride. Ouvrage publié avec le concours de C.N.R.S., Edit. L. Fouque, 639 p. Tlemcen. 153P texte+p150 annexes. Tlemcen.Mem.Master. Eco et envi. Université de Tlemcen.76 p.

**TOUAYLIA S., BEJAOUI M., BOUMAÏZA M. & GARRIDO J. 2009a.** 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., BEJAOUI M. & BOUMAÏZA M. 2010b.** 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.

**VAILLANT F. 1955.** Recherches sur la faune madicole de France, de Corse et d'Afrique du Nord. Mémoires Muséum Histoire Naturelle, Paris (Zoologie), 11 : 1-258.

**VALLADARES L.F. 1988.** Los Palpicornios aquaticos de la provincial de Léon (Coleoptera, Hydrophiloidea). Tesis Doctoral, Universidad de Léon. 454 pp.

**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 Docteur Ingénieur, Université de Paul Sabatier Toulouse : 381p.

**WILLIAMS D.D. & FELMATE B.W. 1992.** Aquatic insects. Cab International, Wallingford UK, 358 p.

**YAHIAOUI L. & SI MEHAND I. 2017.** Contribution faunistique et évaluation biologique de la qualité de l'eau de l'Assif Sahel et du Oued Boubhir, memoire de master 2 : Ecologie Animale. U.M.M.T.O : 54p.

**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.

**YOUNG F.N. 1954.** The water beetles of Florida. University of Florida, Biology Series, 5 : 238p.

# Annexes

## *Annexes*

---

**Annexe 1** : Précipitations moyennes mensuelles et totaux pluviométrique (en mm) enregistrés au niveau de deux localités de la région d'étude (Ath Djemaa et Tizi-Ouzou) durant la période 2007-2013 (source A.N.R.H de Tizi-Ouzou).

<b>Stations</b>	<b>Alt (m)</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dec</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mars</b>	<b>Avr</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juil</b>	<b>Aout</b>	<b>Total</b>
<b>Ath-djemaa</b>	<b>840</b>	42,9	88,6	132,9	80,9	112,8	117,5	111,4	103 ,7	96,3	30,3	1,4	13,2	931,74
<b>Tizi-Ouzou</b>	<b>220</b>	26,7	56,2	91,2	60,8	73	75,7	61,9	50	48,5	10,5	1,9	4,3	560,71
<b>Précipitations moyennes (mm)</b>		<b>34,8</b>	<b>72,4</b>	<b>112</b>	<b>70,9</b>	<b>92,9</b>	<b>96,6</b>	<b>86.6</b>	<b>76,9</b>	<b>72,4</b>	<b>20,4</b>	<b>1,7</b>	<b>8,7</b>	<b>746,2</b>

## Annexes

---

**Annexe 2 :** Températures moyennes mensuelles de l'air (en °C) (maximales, minimales, moyennes) enregistrées à Tizi-Ouzou (période 2012-2020, source O.N.M de Tizi-Ouzou).

<b>Températures /Mois</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dec</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mars</b>	<b>Avr</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juil</b>	<b>Aout</b>
<b>T° moyennes maximales</b>	31.47	27.64	19.80	17.01	16.05	16.38	19.12	26.63	27.10	31.79	36.08	35.11
<b>T° moyennes minimales</b>	19.2	15.61	12.36	8.18	6.72	6.72	9.08	11.45	14.01	17.66	21.31	22.25
<b>T° moyenne mensuelles</b>	24.53	20.64	15.26	11.85	10.64	10.84	13.48	16.31	20.75	24.42	28.24	28.38

## Résumé

Le but de cette étude était de réaliser un inventaire faunistique sur les Coléoptères des cours d'eau du réseau hydrographique de l'assif Ouadhias (assif Ath Bouaddou, assif Agouni Guehrane et assif Ouadhias (s.s).

L'analyse faunistique des 6 stations réparties entre 200 et 1130 m d'altitude, a conduit à la récolte d'un total de 482 Coléoptères repartis en 9 familles et 15 genres

Sur le plan quantitatif, la famille des Hydraenidae est la plus abondante avec 291 individus, suivie par la famille des Dyticidae avec 63 individus, la famille des Gyrinidae se place en 3<sup>ème</sup> position avec 56 individus et enfin, viennent les familles des Elmidae, des Staphylinidae, des Dryopidae, des Noteridae, des Hydrophilidae et des Haliplidae dont l'abondance ne dépasse pas 7% de la totalité des familles recensées.

La richesse taxonomique (genres) dans les zones d'altitude et de moyenne montagne est élevée par rapport à celle observée au niveau des stations avales.

La répartition des Coléoptères récoltés en fonction de l'altitude met en évidence 5 groupes bien individualisés.

Les indices de diversité  $H'$  et d'équitabilité  $E$  présentent des fluctuations dans les stations étudiées, variant de 1,12 (O4) à 1,67 (O3) pour  $H'$  et de 0,61 (O2) à 0,89 (O5 et O6) pour  $E$ .

L'analyse des corrélations entre les différents paramètres environnementaux a montré que certaines variables sont inter-corrélées.

La classification ascendante hiérarchique de l'ensemble des stations, met en évidence trois groupes de stations.

La représentation des stations dans l'espace des mêmes facteurs F1 et F2 montre une opposition entre les stations d'altitude avec les stations de piémont et de basse altitude.

La structure du peuplement des Coléoptères recensés est précisée grâce à une analyse factorielle des correspondances (AFC) réalisée sur deux ensembles de données : 6 stations\*15 genres. Elle fait apparaître 2 groupes bien distincts et opposés.

**Mots clés** : Coléoptère, assif Ouadhias, faunistique, écologie, analyse du peuplement.

## **Abstract**

The aim of this study was to carry out a faunistic inventory on the Beetles of the watercourses of the hydrographic network of the assif Ouadhias (assif Ath Bouaddou, assif Agouni Gueghrane and assif Ouadhias (s.s).

The faunistic analysis of the 6 stations distributed between 200 and 1130 m of altitude, led to the collection of a total of 482 Beetles distributed in 9 families and 15 genera.

In quantitative terms, the family Hydraenidae is the most abundant with 291 individuals, followed by the family Dyticidae with 63 individuals, the family Gyrinidae is in third place with 56 individuals and finally, the families Elmidae, Staphylinidae, Dryopidae, Noteridae, Hydrophilidae and Haliplidae, whose abundance does not exceed 7% of the total families recorded.

The taxonomic richness (genera) in the high and mid-mountain areas is high compared to that observed at the downstream stations.

The distribution of the Beetles collected according to altitude shows 5 well individualised groups.

The diversity index  $H'$  and the equitability index  $E$  show fluctuations in the stations studied, ranging from 1.12 (O4) to 1.67 (O3) for  $H'$  and from 0.61 (O2) to 0.89 (O5 and O6) for  $E$ .

The analysis of the correlations between the different environmental parameters showed that some variables are inter-correlated.

The hierarchical ascending classification of all the stations highlights three groups of stations.

The representation of the stations in the space of the same factors  $F1$  and  $F2$  shows an opposition between the stations of altitude with the stations of piedmont and low altitude.

The structure of the Coleoptera population was determined by means of a factorial correspondence analysis (FCA) carried out on two sets of data : 6 stations\*15 genera. It reveals 2 distinct and opposed groups.

**Key words** : Beetle, Ouadhias assif, faunistics, ecology, population analysis.