

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
Université Mouloud Mammeri De TIZI-OUZOU  
Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques



# Mémoire

De Fin D'études en vue de l'obtention du diplôme de Master en Science de la  
Nature et de la Vie

Spécialité : Ecologie Animale

Option : Diversité et Ecologie des Peuplements Animaux

## *Thème*

# **Contribution à l'étude hydrobiologique du moyen Sébaou et son principal affluent oued Aissi.**



**Réalisé par :** M<sup>lle</sup> AIT MAMMAR Amel et M<sup>lle</sup> HATTAB Chahra.

**Dirigé par :** M<sup>r</sup> LOUNACI A., Professeur à l'UMMTO.

**Soutenu le** 16/ 07/ 2017.

**Devant le jury d'examens composé de :**

**Président :** M<sup>me</sup> HAOUCHINE S., maitre assistante a l'UMMTO.

**Examineur :** M<sup>r</sup> LARBES S., maitre-assistant à l'UMMTO.

*Soutenu le : 16/ 07/ 2017*

## **Remerciements**

*Nous remercions notre Dieu qui nous a donné le courage et la volonté de poursuivre nos études et accomplir ce modeste travail.*

*Nous tenons à adresser nos sincères remerciements et le plus grand respect à notre promoteur Monsieur LOUNACI A., professeur à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour avoir accepté de nous encadrer ainsi que pour sa compréhension, sa disponibilité, ses conseils judicieux et toute l'aide qu'il nous a rapporté, qu'il trouve ici le témoignage de notre éternelle gratitude.*

*Notre gratitude va vers M<sup>me</sup> HAOUCHINE S., Maitre-assistante à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. D'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.*

*Nos vifs remerciements s'adressent à M<sup>r</sup> LARBES S., Maitre-assistant à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. De nous avoir honorés en acceptant d'examiner ce travail.*

*Nous remercions aussi M<sup>r</sup> Lamine S. et M<sup>lle</sup> Kechmir H., du laboratoire d'hydrobiologie pour leur aide et soutien durant tout ce travail.*

*Nos remerciements s'adressent à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la mise en œuvre de ce travail.*

*Et je tiens à remercier ma très chère amie Mira d'être à mes côtés et de m'avoir soutenu*

## *Dédicace :*

*Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à ceux qui me sont chers :*

### *A ma chère mère :*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que tu as consenti pour mon instruction et mon bien-être.*

*Je te remercie pour le soutien et l'amour que tu me porte depuis mon enfance. Que ce modeste travail soit l'exaucement de tes vœux tant formulés, puisse dieu, le très haut, t'accorder santé, bonheur et longue vie.*

### *A mon très cher père :*

*L'épaulé solide, l'œil attentif compréhensif et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect.*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que dieu le plus puissant te préserve te procure santé et longue vie.*

*A mes très chers grands parents.*

*A mes frères : Jugurtha, Amine, Hocine et Anis.*

*A ma sœur Akila, et mes chères cousines.*

*A mes très chères tantes et toute ma famille.*

*A mes adorables amies avec lesquels j'ai passé des instants mémorables.*

*Et a tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce travail soit possible.*

*Amel.*

## *Dédicaces*

*A mes parents, vous représentez pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse, de patience et de générosité...*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous, Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.*

*Ce travail est le fruit de vos sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation ;*

*A mes sœurs Amel et Maria ;*

*A mes frères Mohamed et Abderrezak ;*

*A toute ma famille ;*

*Aux personnes qui ont contribué à se travail de près ou de loin, qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnaient durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amies, collègues d'étude, et sœur de cœur.*

**Chahra**

## Liste des figures

---

<b>Figure 1</b> : Situation géographique de la région d'étude .....	4
<b>Figure 2</b> : Précipitations moyennes mensuelles à certaines localités de la région d'étude (source : ANRH de Tizi Ouzou, période 1990-2014) .....	6
<b>Figure 3</b> : Température moyennes mensuelles de l'air (maximales, minimales et moyennes) en °C à Tizi Ouzou ( période 1990-2014, source O.N.M de Tizi-Ouzou).....	7
<b>Figure 4</b> : Amplitudes thermiques enregistrées dans les stations d'étude.....	8
<b>Figure 5</b> : Diagramme Ombrothermique de la région de Tizi-Ouzou (période 1991-2014).....	8
<b>Figure 6</b> : Cours d'eau étudiés et emplacement des stations .....	11
<b>Figure 7</b> : Abondance relative des groupes faunistiques dans les cours d'eau étudiés.....	25
<b>Figure 8</b> : Abondance de la faune globale dans les stations étudiées.....	26
<b>Figure 9</b> : Richesse taxonomique aux stations étudiées .....	27
<b>Figure 10</b> : Evolution des indices de SHANNON et WEAVER et d'Equitabilité dans les stations étudiées.....	28
<b>Figure 11</b> : Abondance des diptères dans les stations d'étude.....	29
<b>Figure 12</b> : Distribution des diptères dans les stations étudiées .....	30
<b>Figure 13</b> : Abondance des Éphéméroptères dans les stations d'étude.....	31
<b>Figure 14</b> : Distribution des Ephéméroptères dans les stations étudiées.....	31
<b>Figure 15</b> : Abondance des coléoptères dans les stations d'étude.....	32
<b>Figure 16</b> : Distributions des Coléoptères dans les stations étudiées .....	33
<b>Figure 17</b> : Distributions des Trichoptères dans les stations étudiées .....	33
<b>Figure 18</b> : Abondance des Trichoptères dans les stations d'étude.....	34
<b>Figure 19</b> : Abondance des Plécoptères dans les stations d'étude.....	35
<b>Figure 20</b> : Distribution des Plécoptères dans les stations étudiées .....	35
<b>Figure 21</b> : Abondance des Hétéroptères dans les stations d'étude.....	36
<b>Figure 22</b> : Abondance des Oligochètes dans les stations d'étude.....	37
<b>Figure 23</b> : Abondance des Mollusques dans les cours d'eau étudiés.....	38
<b>Figure 24</b> : Analyse hydrobiologiques des stations étudiées.....	47

## *Liste des tableaux*

---

<b>Tableau 1</b> : Altitudes et pentes aux stations étudiées.....	15
<b>Tableau 2</b> : Altitudes, largeurs du lit et vitesses du courant mesurées aux stations d'étude .....	16
<b>Tableau 3</b> : Nature du substrat dans les stations étudiées .....	17
<b>Tableau 4</b> : Nombre de familles et de genres par groupes zoologiques.....	21
<b>Tableau 5</b> : Répartition de la faune benthique dans les stations d'étude.....	22
<b>Tableau 6</b> : Indice de diversité SHANNON (H') et WEAVER et d'Equitabilité (E).....	27
<b>Tableau 7</b> : Grille d'appréciation globale de la qualité de l'eau (norme AFNOR T 90- 350, 1990).....	42
<b>Tableau 8</b> : Qualité hydrobiologie des stations étudiées.....	43

<b>Introduction</b> .....	1
---------------------------	---

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

1.1 Situation et cadre géographique .....	3
1.2 Cadre géologique .....	3
1.3 Climatologie .....	5
1.3.1 Précipitations.....	5
1.3.2 Températures.....	6
1.3.2.1 Température de l'air .....	6
1.3.2.2 Température de l'eau .....	7
1.3.3 Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN .....	8
1.4 Végétation .....	9
1.5 Actions anthropiques.....	9

## **Chapitre 2 : Sites et méthodes d'étude.**

2.1 Description des cours d'eau et des stations d'étude .....	11
2.1.1 Oued Sébaou .....	12
2.1.2 Oued Aissi.....	13
2.2 Caractéristiques physiques des stations.....	15
2.2.1 La pente.....	15
2.2.2 Débit et vitesse du courant.....	15
2.2.3 Substrat .....	16
2.3 Matériels et Méthodes d'étude de la faune benthique.....	17
2.3.1 Techniques d'échantillonnage .....	17
2.3.1.1 La récolte de la faune benthique .....	17
2.3.1.2 Tri et détermination.....	17
2.4 Analyse de la structure du peuplement .....	18
2.4.1 Indices de diversité .....	18
2.4.2 Indice de diversité de SHANNON-WEAVER ( $H'$ ) .....	19
2.4.3 Indice de structure .....	19
2.4.4 INDICE biologique global normalisé IBGN.....	20

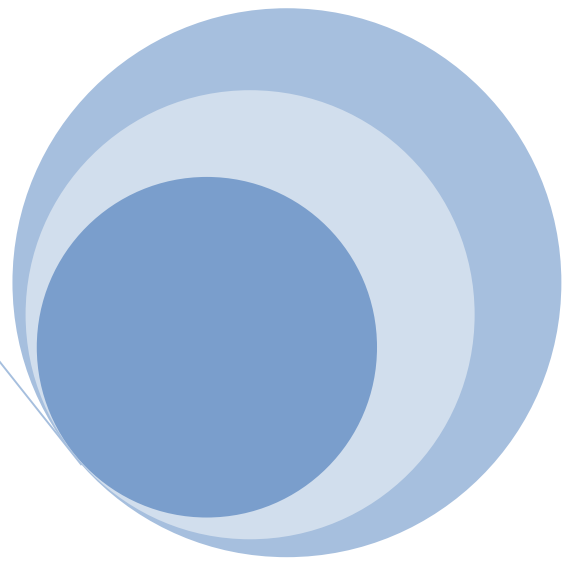
## **Chapitre 3 : Résultat et discussion.**

3.1 Analyse globale de la faune benthique.....	21
3.2 Abondance de la faune benthique .....	26
3.3 Richesse taxonomique.....	26
3.4 Diversité et Equitabilité.....	27
3.5 Analyses quantitative et qualitative de la faune benthique .....	28

## *Sommaire*

---

3.5.1	Les Diptères.....	28
3.5.2	Les Ephéméroptères .....	30
3.5.3	Les Coléoptères .....	32
3.5.4	Les Trichoptères .....	33
3.5.5	Les Plécoptères .....	34
3.5.6	Les Hétéroptères .....	36
3.5.7	les Oligochètes .....	36
3.5.8	Les Odonates .....	37
3.5.9	Les Mollusques.....	37
3.5.10	Les Hydracariens, Crustacés et Planipennes .....	38
3.6	Evaluation de la qualité hydrobiologique des cours d'eaux.....	39
3.6.1	Indice biologique global normalisé IBGN .....	39
3.6.1.1	Répertoire des organismes retenus .....	41
3.6.1.2	Calcul de l'IBGN .....	41
3.6.2	Analyse hydro-biologique des stations .....	42
	<b>Conclusion.....</b>	<b>47</b>
	<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>50</b>
	<b>Annexes.....</b>	<b>53</b>



# Introduction

L'eau est un élément fondamental à la vie, recouvrant 72 % de la surface de la terre, est représentant une réserve totale de 1350 milliards de km<sup>3</sup> dans la biosphère. (GENIN et al, 2003). La quasi-totalité de cette eau est salée et se retrouve dans les mers et océans.

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

Les réseaux hydrographiques du monde entier ont été plus ou moins modifiés par les activités humaines (EVERARD ET POWELL, 2002). La plupart des cours d'eau ont souffert des effets anthropiques : régression, dégradation de la qualité de l'eau, crues de plus en plus fréquentes et intenses ...

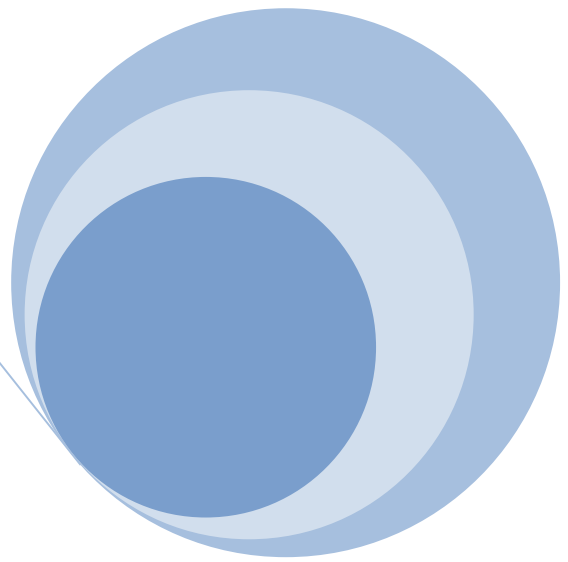
En Algérie du nord, la complexité des hydrosystèmes et la multiplicité des perturbations anthropiques d'une part, ainsi que les conditions climatiques difficiles (régression de la pluviométrie, élévation de la température) d'autre part, ont conduit à la fragmentation croissante des milieux se traduisant par des modifications profondes et rapides des communautés d'invertébrés avec une perte de la diversité et/ou des déséquilibres démographiques (Lounaci, 2005).

Les macroinvertébrés sont de bons indicateurs en raison de leur sédentarité, leur grande diversité et leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de l'habitat. Ils reflètent particulièrement bien l'état écologique du cours d'eau en réagissant très vite aux changements survenant dans leur environnement. Plusieurs travaux ont été exposés par différents auteurs dans le sens du développement des programmes d'étude en hydrobiologie. Nous pouvons citer ceux de KADDOURI (1986), MALICKY et LOUNACI (1987), LOUNACI (1987), AIT MOULOUD (1988), ARAB (1989), LOUNACI-DAOUDI (1996), MEBARKI (2001), LOUNACI (2005), LOUNACI et VINÇON (2005), SEKHI (2010), HAOUCHINE (2011).

Le présent travail, se veut une contribution à l'étude hydrobiologique du cours d'eau du moyen Sébaou et de son sous-bassin versant oued Aissi. Les données faunistiques recueillies ont pour objectif d'étudier la répartition des macroinvertébrés benthiques, et d'évaluer la qualité hydrobiologique de l'eau et du milieu par la voie biologique (IBGN).

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

- le premier est consacré aux caractéristiques physiques et environnementales de la région d'étude ;
- le second traite la description des sites d'étude et des techniques d'échantillonnage ;
- le troisième chapitre, qui représente la majeure partie de ce travail, est consacré à l'étude de la faune et à l'évaluation de la qualité de l'eau par la voie biologique.



# Chapitre I

**Caractéristiques  
générales de la région  
d'étude**

### **1.1 Situation et cadre géographique**

La Kabylie du Djurdjura constitue notre région d'étude. Elle se situe au centre Nord de l'Algérie et à une centaine de kilomètres à l'Est d'Alger, et à moins de 50 km au Sud du littoral méditerranéen. Elle s'étend depuis les hauts sommets du Djurdjura jusque dans les piémonts et plaines de Tizi Ouzou (Figure1).

Elle est délimitée au Nord par la mer Méditerranée, au Sud par la chaîne du Djurdjura, à l'Est par le massif de l'Akfadou et à l'Ouest par Thenia. Elle est comprise entre 3°35 et 5°05 de longitude Est et entre 36°22 et 36°55 de latitude Nord.

Dans l'impossibilité d'étudier l'ensemble des cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura, notre intérêt s'est porté principalement sur le moyen Sébaou et son principal affluent l'Oued Aissi.

### **1.2 Cadre géologique**

Sur le plan géologique, la Kabylie a fait l'objet de nombreuses études : stratigraphie, tectonique, orogénèse,... (YAKOUB, 1996). Les cartes géologiques du Nord-est de la Grande-Kabylie décrivent une lithologie variée et une structure complexe. Dans ce travail nous nous limiterons à en donner une vue globale, résumée de la géologie de la région d'étude.

- **La chaîne calcaire du Djurdjura**

La chaîne du Djurdjura à relief imposant domine toute la Kabylie. Elle a une structure complexe présentant un faciès principal composé essentiellement de terrains calcaires, de roches cristallines et cristallophylliennes de nature magmatique et métamorphique qui lui confère une résistance à l'érosion linéaire mais karstifié.

La lithologie de cette dorsale est d'un intérêt hydrogéologique important car elle favorise le phénomène de karstification qui se manifeste par de grandes galeries souterraines dues aux nombreux écoulements superficiels (YAKOUB, 1996).

- **Le socle Kabyle**

Des études géologiques sur la région de Grande- Kabylie ont montré qu'il existe au niveau du socle Kabyle cinq ensembles structuraux se répartissent comme suit : les orthogneis inférieurs, les marbres, les micaschistes, les orthogneis supérieurs et les schistes (YAKOUB, 1996).

De par sa topographie, ce socle favorise la convergence des eaux de pluie vers les affluents de l'Oued Sébaou.

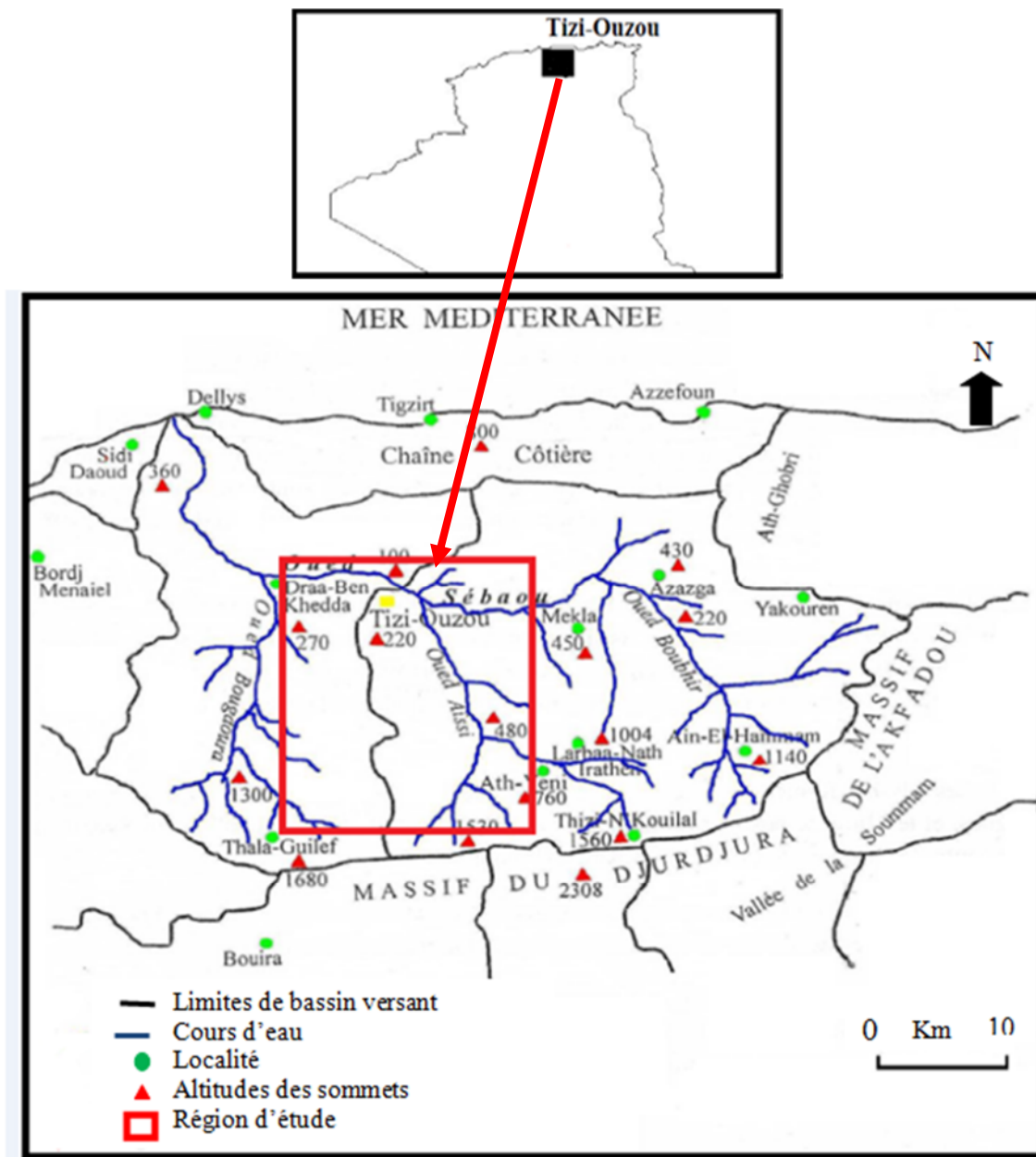


Figure 1: Situation géographique de la région d'étude (HAOUCHINE, 2011).

### **1.3 Climatologie**

La région d'étude, «la Kabylie du Djurdjura » qui se situe au Nord de l'Afrique, et en méditerranée occidentale, est sous l'influence du climat méditerranéen. Il est caractérisé par une chaleur et sécheresse bien marquées lors de la saison estivale et des hivers relativement humides et froids avec des précipitations à grande irrégularité interannuelle (ABDESSELAM, 1995).

#### **1.3.1 Précipitations**

La pluviométrie constitue une composante fondamentale de l'hydrologie qui est définie par sa durée de chute et son intensité, différentes d'une région à une autre et d'une saison à une autre.

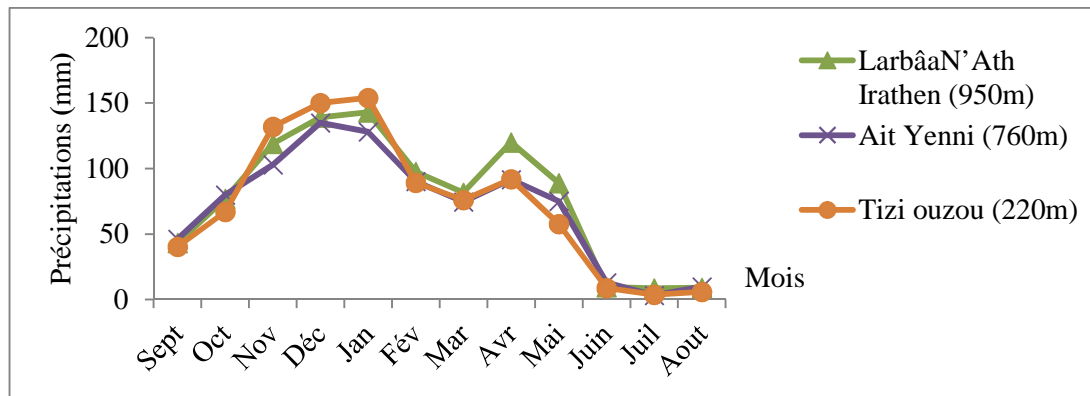
Selon de nombreux auteurs (SELTZER, 1946 ; QUEZEL, 1957), la pluviométrie en Algérie est sous l'influence de facteurs géologiques tel que l'altitude, la latitude, la longitude et l'exposition. En effet, la pluviométrie augmente avec l'altitude, et elle est plus élevée sur le versant exposé aux vents humides venant de la mer.

Selon DERRIDJ (1990) et ABDESSELAM (1995) la Kabylie du Djurdjura est l'une des régions les plus arrosées d'Algérie, avec une totale pluviométrie variant de 1500 mm à 2000 mm aux altitudes supérieures à 1000 m, et entre 800 mm et 900 mm en plaine et piémont.

Les données pluviométriques enregistrées dans les localités environnantes de la région d'études (Larbâa Nath Irathen, Ath Yenni et Tizi Ouzou), sont fournies par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H) de Tizi Ouzou et par l'Office National de la Météorologie (ONM) (annexe 1).

Dans la région de Larbâa N'ath Irathen, les précipitations sont relativement élevées. La moyenne annuelle enregistrée est de 937 mm. A Ath- Yenni (720 m d'altitude) et Tizi Ouzou (220 m d'altitude), les moyennes annuelles sont respectivement de 850 mm et 877 mm

La lecture de la figure 2 montre que les variations des précipitations moyennes mensuelles présentent dans l'ensemble un même profil pluviométrique. Les précipitations les plus élevées s'observent d'octobre à avril avec un maximum en novembre, décembre et janvier, ils enregistrent plus de 100 mm en moyenne, les plus faibles sont enregistrés en juin, juillet et août (< à 10 mm).



**Figure 2 :** Précipitations moyennes mensuelles à certaines localités de la région d'étude

(Source : ANRH de Tizi Ouzou, période 1990-2014).

## 1.3.2 Températures

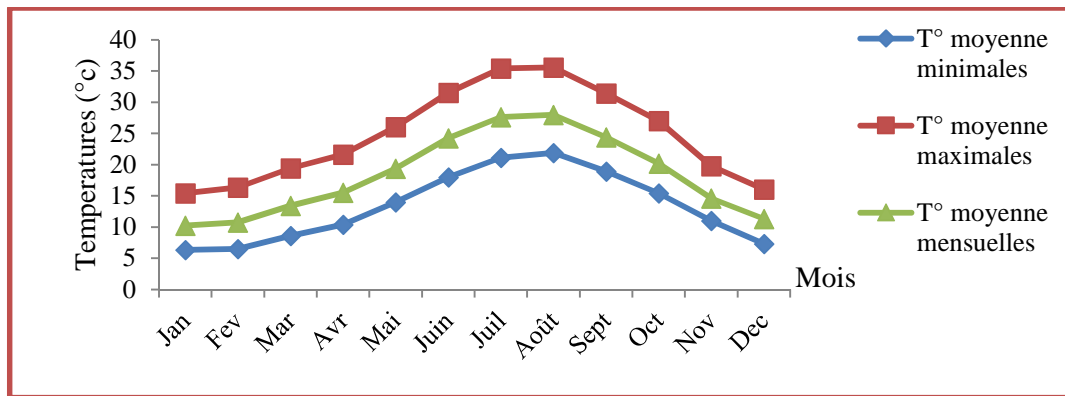
### 1.3.2.1 Température de l'air

La température est un facteur écologique important car d'une part, elle intervient dans l'établissement du bilan hydrologique et d'autre part, elle conditionne la répartition des êtres vivants dans la biosphère (DAJOZ, 1979).

A la lecture de la figure 3 et l'annexe 2, où sont reportées les valeurs moyennes mensuelles, minimales et maximales des températures enregistrées à Tizi-Ouzou durant les périodes allant de 1990 à 2014 (source : Office Nationale de Météorologie de Tizi-Ouzou), il ressort que les mois de juillet et août peuvent être considérés comme étant les mois les plus chauds avec des températures moyennes de l'ordre de 27°C. Les mois de décembre, janvier et février sont les plus froids, leurs températures moyennes enregistrées sont respectivement de 11,3°C ; 10,22°C et 10,76°C.

L'une des caractéristiques thermiques de la région d'étude est l'écart élevé entre les températures moyennes minimales (m) du mois le plus froid (janvier), et les températures moyennes maximales (M) du mois le plus chaud (août). Les maxima et les minima enregistrés à Tizi-Ouzou sont :

- ❖  $m = 6,33^{\circ}\text{C}$ .
- ❖  $M = 35,56^{\circ}\text{C}$ .



**Figure 3 :** Température moyennes mensuelles de l'air (maximales, minimales et moyennes) en °C à Tizi Ouzou ( période 1990-2014, source O.N.M de Tizi-Ouzou).

### 1.3.2.2 Température de l'eau

La température de l'eau est un facteur écologique primordial dans les eaux courantes car elle intervient dans le développement et la composition faunistique des cours d'eau. Elle varie régulièrement d'amont en aval selon le profil longitudinal du cours d'eau (ANGELIER, 2000).

Le régime thermique des stations est déterminé par une combinaison de paramètres physiques multiples tels que la température atmosphérique, l'altitude, la distance à la source, la saison, l'ensoleillement qui dépend de la ripisylve et la largeur du lit du cours d'eau.

Dans ce travail, devant l'impossibilité de réaliser des mesures journalières de la température, nous nous sommes contentés de réaliser des relevés ponctuels dans les stations étudiées lors de l'échantillonnage à l'aide d'un thermomètre à mercure. Elles sont données ici à titre indicatif.

L'analyse des relevés de températures ponctuelles (Figure 4 et annexe 3) nous a permis de donner une idée de l'évolution du régime thermique.

La station A1 a une amplitude thermique faible (6°C). Sa température moyenne est de 11 °C avec un maxima d'été de 14°C et un minima hivernal de 8°C. C'est une station de torrent de montagne très ombragé.

La station A2, A3, A4 et A5 ont une amplitude thermique qui oscille entre 10°C et 15°. Ce sont les stations de piémonts et de basses altitudes dont les maxima d'été se situent entre 20 et 26°C, et les minima hivernaux entre 10 et 12°C.

Les stations Fr, Ta et Bk ont une amplitude thermique assez élevée, entre 20,5°C et 22°C. Ce sont les stations de plaine dont les maxima d'été sont compris entre 30 et 32°C, et les minima hivernaux entre 11 et 12°C. En effet, la forte insolation au niveau de la vallée du Sébaou, l'absence d'ombrage le long du cours d'eau et le faible débit d'été sont à l'origine de ces fortes températures.

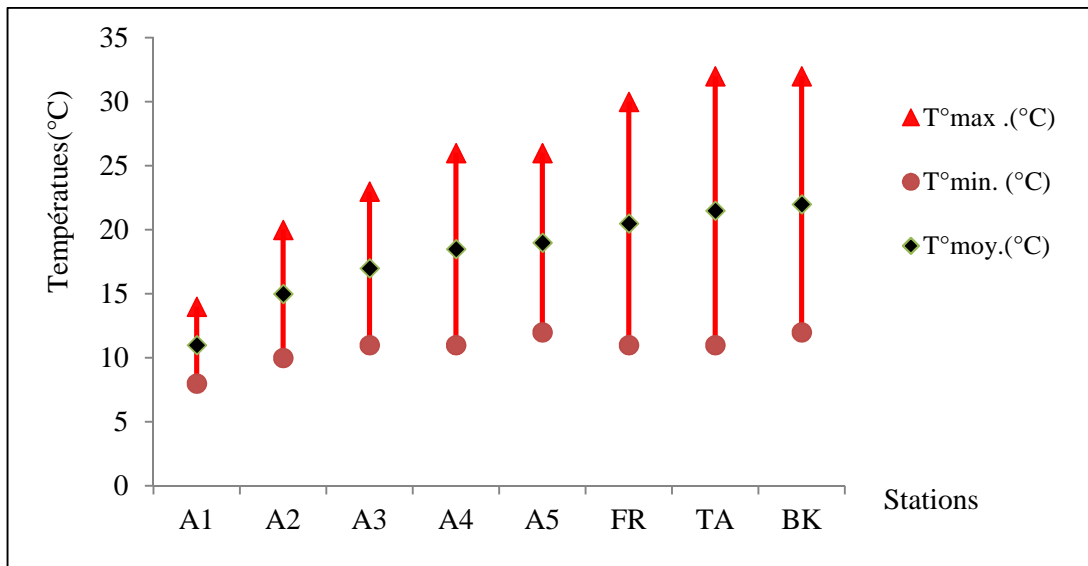


Figure 4 : Amplitudes thermiques enregistrées dans les stations d'étude.

### 1.3.3 Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

Le diagramme Ombrothermique est un mode de représentation classique du climat d'une région (DAJOZ, 2000). Il met en évidence les régimes thermiques et pluviométriques d'un site donné.

Le mois sec est celui où le total mensuel des précipitations exprimé en millimètre est égal ou inférieur au double de la température mensuelle exprimé en degré Celsius ( $P \leq 2T$ ).

Le diagramme Ombrothermique de la figure 5 montre la présence d'une période sèche d'environ 3 mois et demi : de la fin mai à mi-septembre, et d'une période humide de 7 mois et demi : de la mi-septembre à fin mai.

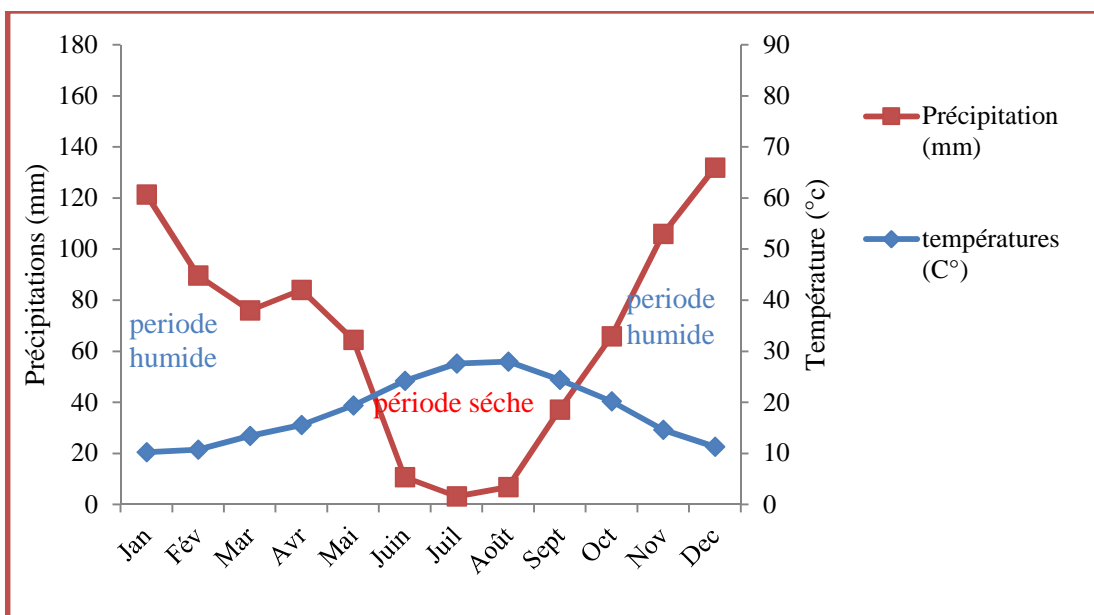


Figure 5: Diagramme Ombrothermique de la région de Tizi-Ouzou (période 1991-2014).

### 1.4 Végétation

Le couvert végétal est un facteur écologique très important. Il influe sur l'écoulement superficiel, et empêche le réchauffement excessif des eaux. Il représente une ressource alimentaire pour certains animaux aquatiques et joue un rôle important dans la répartition de la faune benthique (LOUNACI, 2005).

La flore de la Kabylie du Djurdjura fait partie de la flore nord-africaine qui montre généralement une affinité étroite avec celle du domaine méditerranéen.

Globalement, la couverture végétale de la zone d'étude est assez dense, elle varie en fonction de l'altitude, et présente un étagement visible de type méditerranéen.

- Dans les altitudes supérieures à 1100 m, la végétation est constituée principalement de pelouses écorchées à xérophytes épineuses rampantes : ronces (*Rubus sp.*) et genets (*Genista sp.*).
- Entre 800 et 1100 m d'altitude, la végétation est formée essentiellement de chêne vert (*Quercus ilex*), de frêne (*Fraxinus sp.*) et quelques pieds d'érables (*Acer obtusatum*). Ce sont des feuillus qui empêchent le réchauffement excessif des eaux en été.
- Dans les piémonts, la strate arborée y domine. Elle est composée principalement de l'olivier (*Olea europea*), du figuier (*Ficus cariea*) et du grenadier (*Punica granatum*).
- En plaine, les formations végétales sont représentées principalement par les vergers (orangers, pommiers, poiriers, figuiers,...), la vigne et les cultures maraichères.
- Le long des cours d'eau, la végétation bordante est représentée par le peuplier blanc (*Populus alba*), le peuplier noir (*Populus nigras*), le laurier rose (*Nerium oleander*), l'aulne (*Alnus glutinosa*), le tamaris (*Tamarix sp.*), le roseaux (*Arrundo donax*), l'eucalyptus et par endroit des épineux (genets, ronces,...). Parmi les espèces caducifoliées figurent aussi l'érable (*Acer*), le merisier (*Cerasus avium*) et le sorbier (*Sorbus torminalus*).

Quant à la végétation aquatique, elle est représentée principalement par les mousses dans les parties supérieures des cours d'eaux, tandis que les algues (*Oedoganae*, *Spirogyra*, *Zygnema*, et *Ulthrix*) et les macrophytes se rencontrent dans les cours d'eaux de basses altitudes.

### 1.5 Actions anthropiques

La pollution est une contamination des écosystèmes naturels par des corps étrangers, tels que des produits chimiques, des déchets industriels ou ménagers qui entraînent une dégradation de la qualité de l'eau et perturbent ainsi le milieu aquatique, ce qui conduit à des changements profonds de la faune et de la flore aquatique.

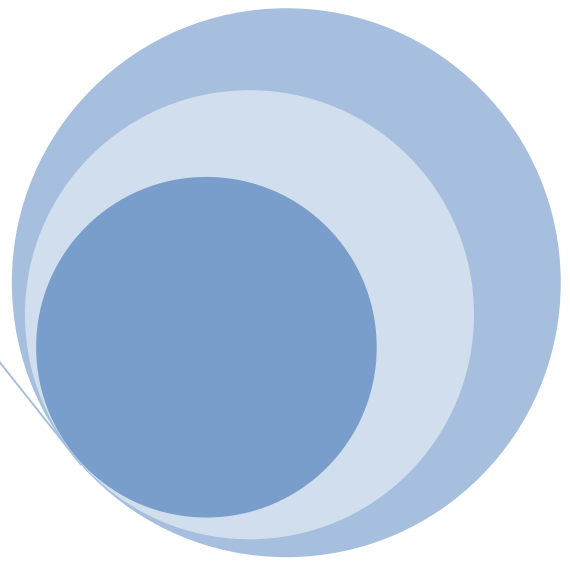
Les réseaux hydrographiques de Kabylie se trouvent face à un danger avéré dû à diverses agressions d'origines anthropique. Les unités industrielles d'une part, et l'extension

des zones urbaines d'autres part, sont les principaux polluants des milieux aquatiques continentaux qui déversent inévitablement leurs eaux usées épurées ou non dans les cours d'eau.

L'oued Sébaou est sans doute parmi les cours d'eau les plus atteints en Grande-Kabylie. Il reçoit les déchets urbains, industriels et ceux provenant de l'agriculture intensive.

Dans la région d'étude, la pollution a plusieurs origines :

- dans la partie amont des cours d'eau, la pollution est principalement d'origine domestique et les surfaces agricoles constituent les causes majeures de la dégradation : cas de l'oued Aissi.
- dans la partie aval, les principales sources de pollution sont les rejets des unités industrielles (le long du Sébaou) et les zones urbaines. A ces perturbations s'ajoutent les effluents des huileries et des stations de lavage-graissage. L'ensemble de ces phénomènes provoquent l'altération des écosystèmes aquatiques et la détérioration de la qualité de l'eau et des habitats lotiques.

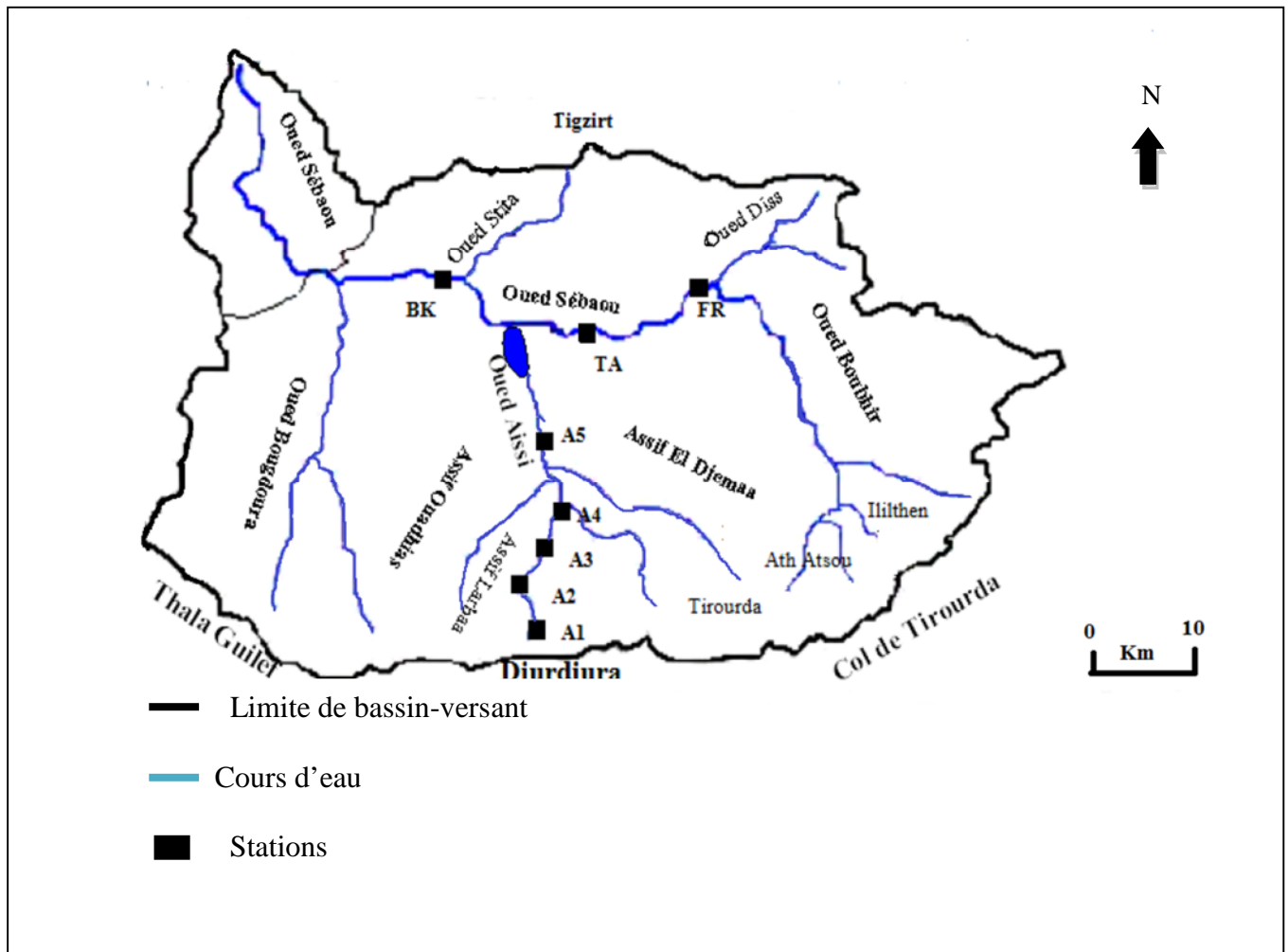


# Chapitre II

**Sites et méthodes  
d'étude**

### 2.1 Description des cours d'eau et des stations d'étude

La présente étude porte sur le moyen Sébaou et l'un de ces 3 affluents : l'oued Aissi. Huit stations ont suscité notre intérêt. Celles-ci ont été désignées en fonction de l'altitude, de la pente, du substrat, de la distance à la source, de la vitesse du courant, leur position par rapport aux agglomérations (amont-aval), ainsi que l'accessibilité et la sécurité des endroits (figure 6).



**Figure 6** : Cours d'eau étudiés et emplacement des stations (HAOUCHINE, 2011).

Les stations se répartissent comme suit :

- 3 stations sont situées sur le moyen Sébaou : TA, FR, BK.
- 5 stations sont situées dans le sous bassin de l'Oued Aissi : A1, A2, A3, A4 et A5.

### **2.1.1 Oued Sébaou**

L'oued Sébaou est le principal cours d'eau de la Grande-Kabylie. Il coule d'Est en Ouest sur une cinquantaine de kilomètre, puis prend la direction Nord sur une vingtaine de kilomètre avant se jeter dans la mer Méditerranée.

Notre intérêt s'est porté sur la partie moyenne de ce cours d'eau (moyen Sébaou), longue d'une trentaine de kilomètres. Sa pente moyenne est de l'ordre de 0,5 %, et la largeur de son lit mineur peut atteindre par endroit plus de 20 m. Sur son parcours se trouvent d'importantes sablières. Le cours d'eau reçoit des rejets urbains et industriels.

Trois stations ont été retenues sur ce cours d'eau : FR, TA et BK.

#### **❖ Station FR**

Située à 2 km environ de Freha

- Altitude : 160 m ;
- Pente de la station : 1,2 % ;
- Distance à la source : 40 km ;
- Profondeur : 30 cm ;
- Vitesse du courant : moyenne à lente,
- Largeur du lit : 10 m,
- Substrat : galets, graviers, sable, limons et détruits organique ;
- Végétation bordante : strate arborescente et arbustive fournie mais n'affecte guère l'ensoleillement du cours d'eau ;
- Végétation aquatique : algues et macrophytes ;
- Activité anthropique : prélèvement de sable et rejets urbains.

#### **❖ Station TA**

Station de plaine, localisé à 1km en aval du village Tamda.

- Altitude : 100 m ;
- Pente de la station : 0,5% ;
- Distance à la source : 45 km ;
- Profondeur : 40 cm ;
- Vitesse du courant : moyenne à lente ;
- Largeur du lit : 10 à 20 m ;
- Substrat : galets, graviers, sable et détruits organiques
- Végétations bordantes : strates arborescentes et arbustives, mais n'affecte pas l'ensoleillement du cours d'eau en raison de la largeur du lit majeur ;
- Végétations aquatiques : algues et macrophytes ;
- Action anthropique : prélèvements du sable, rejets urbains et dépôts d'ordures ménagères.

### ❖ Station (BK)

Située à 2 km en aval de la localité de Boukhalfa :

- Altitude : 60 m ;
- Pente de la station : 0,6% ;
- Distance à la source : 75 km ;
- Profondeur : 10 à 50 cm ;
- Vitesse du courant : moyenne à lente ;
- Largeur du lit : 5 à 10 m ;
- Substrat : galets, graviers, sable, limons et détruits organiques ;
- Végétation bordante : herbacée et épineuses ;
- Végétation aquatique : algues ;
- Activité anthropique : prélèvements de sable et rejets urbains.

### 2.1.2 Oued Aissi

Il constitue le second affluent de l'oued Sébaou, il draine l'ensemble des écoulements du flanc Nord de la partie médiane du Djurdjura depuis la main de Juif et le col de Thirourda jusqu'au village Oued Aissi. Deux secteurs hydrographiques échelonnant entre 1100 à 100 m d'altitude ont retenu notre attention : Assif Larbaa et oued Aissi (s.s).

- **Assif Larbâa** : Il constitue l'un des principaux affluents de l'Oued Aissi (s.s). Il prend naissance à partir de sources localisées au pied de la main du juif. Il coule en orientation Sud-Nord sur une distance d'environ 25 Km avant de se jeter dans l'oued Aissi (s.s) au lieu-dit « Thakhoukhth ». Sa partie amont, longue de 5 Km et de pente de l'ordre de 10 % cascade sur un parcours de 5 Km entre 1100 m et 450 m d'altitude. Sa partie aval, longue d'une 20 aine de Km, coule sur un lit assez large (10 m environ) entre 450 m et 150 m d'altitude. Sa pente moyenne est de l'ordre de 1,7 %. Quatre stations sont retenues sur ce cours d'eau : station A1, A2, A3 et A4.

### ❖ Station A1 :

Elle est situé au lieu-dit « Thaànsrine » à environ 500 m en aval de la source « Arbaïlou», localisée au pied de la main du juif.

- Altitude : 920 m ;
- Pente de la station : 10% ;
- Distance à la source : 0,5 km ;
- Profondeur : 10 à 30 cm ;
- Vitesse du courant : très rapide ;
- Largeur du lit : 1m ;
- Substrat : rochers, gros galets, graviers ;
- Végétation bordante : strate arborescente et arbustive ;
- Végétation aquatique : algues.

### ❖ Station A2 :

Elle est localisée à 500 m en amont de la ville Ouacifs :

- Altitude : 380 m ;
- Pente de la station : 2,5% ;
- Distance à la source : 4,5 km ;
- Profondeur : 30 cm ;
- Vitesse du courant : rapide à moyenne ;
- Largeur du lit : 4 à 5 m ;
- Substrat : galets, graviers et sable ;
- Végétation bordante : strate arborescente éparse ;
- Végétation aquatique : quelques algues ;
- Perturbation anthropique : dépôt d'ordure sur les berges.

❖ **Station A3 :**

Située à proximité d'un pont à 6 km en aval de la ville Ouassif.

- Altitude : 300 m ;
- Pente de la station : 1,5% ;
- Distance à la source : 11 km ;
- Profondeur : 20 à 30 cm ;
- Vitesse du courant : rapide à moyenne ;
- Largeur du lit : 5 à 6 m ;
- Substrat : galets, graviers et sable ;
- Végétation bordante : strate arborescente dense mais n'affecte pas l'ensoleillement du cours d'eau ;
- Végétation aquatique : débris végétaux ;
- Perturbation anthropique : rejets urbains et extraction artisanal de sable.

❖ **Station A4 :**

Elle est située à 500 m en amont du lieu-dit « Thakhoukhth » :

- Altitude : 200 m ;
- Pente de la station : 1,4% ;
- Distance à la source : 20 km ;
- Profondeur : 10 à 40 cm ;
- Vitesse du courant : rapide à moyenne ;
- Largeur du lit : 4 à 8 m ;
- Substrat : galets, graviers, sable et limons ;
- Végétation bordante : strate arborescente et arbustive éparse et épineux ;
- Végétation aquatique : algues quelques débris végétaux ;
- Perturbation anthropique : extraction artisanal de sable et rejets urbains.

➤ **Oued Aissi (s.s)**

L'oued Aissi prend naissance au lieu-dit « Thakhoukth », point de confluence des assifs Larbâa et Ouadhias. Il coule en orientation Sud-Nord sur une distance de 20 Km entre 180 m et 100 m d'altitude avant de se jeter dans l'oued Sébaou. Son écoulement s'effectue sur un lit relativement plat, de pente moyenne de 0,4%. La largeur moyenne de son lit majeur peut atteindre à certains endroits 50 m.

Une seule station est retenue sur ce cours d'eau : Station A5.

❖ **Station A5 :**

Elle est située à 6km en aval du lieu-dit « Thakhoukth »

- Altitude : 140 m ;
- Pente de la station : 0,8% ;
- Distance à la source : 30 km ;
- Profondeur : 30 cm ;
- Vitesse du courant : rapide à moyenne ;
- Largeur du lit : 5 à 10 m ;
- Substrat : galets, graviers et sable ;
- Végétation bordante : strate arborescente et arbustive, éparses et épineux.
- Végétation aquatique : algues et macrophytes ;
- Perturbation anthropique : extraction artisanal de sable.

## 2.2 Caractéristiques physiques des stations :

### 2.2.1 La pente

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

Le Tableau 1 illustre les altitudes et les pentes correspondant aux stations des cours d'eau étudiées. Les secteurs les plus pentues correspondent aux cours d'eau de montagne : secteur de la station A1, la pente est de 10 %. Dans le piémont et basses altitudes, on assiste à une rupture de pente et à l'élargissement des cours d'eau. Les pentes varient entre 1,4 % et 2,5 % : secteurs de stations A2, A3 et A4. En plaine (alt. < à 150 m), le profil en long s'approche de l'horizontal. L'eau coule sur un lit large et relativement plat, les pentes varient entre 0,2 % et 1,2 % : secteurs de stations A5, FR, TA et BK.

**Tableau 1 :** Altitudes et pentes aux stations étudiées.

Stations	A1	A2	A3	A4	A5	FR	TA	BK
Altitude (m)	920	380	300	200	140	160	100	60
Pente à la station(%)	10	2,5	1,5	1,4	0,8	1,2	0,5	0,6

### 2.2.2 Débit et vitesse du courant

Le débit est un volume d'eau en mouvement auquel peut être rattaché une quantité de matière transportée organique ou minérale, inerte ou vivante ou exogène (LAVANDIER, 1979). Il dépend de l'altitude, des précipitations et de la distance à la source la plus en amont. Quant à l'écoulement de l'eau, il est caractérisé par un profil de vitesse qui dépend du débit, de la pente, de la largeur du lit, de la taille des éléments des substrats et de profondeur de la lame d'eau.

La vitesse du courant varie d'une station à une autre. En effet, elle est ralentie de l'amont à l'aval du fait de la pente qui est plus élevée en amont et plus faible en aval. Dans ce travail, en raison des difficultés de la mesure de la vitesse du courant, elle est quantifiée par sa valeur moyenne au niveau de chaque station. Les relevés de la vitesse de l'eau des cours d'eau étudiés, qui ne présentent que des valeurs indicatrices sont portés sur le tableau 2. Elles fluctuent généralement de lente à très rapide selon l'échelle de Berg :

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

Tableau 2 : Altitudes, largeurs du lit et vitesse du courant mesurées aux stations d'étude.

paramètre	A1	A2	A3	A4	A5	FR	TA	BK
Altitude(m)	920	380	300	200	140	160	100	60
Largeur du lit(m)	1	4	5	8	10	5	10	10
Vitesse du courant (m/s)	Très rapide	Rapide à moyenne	Rapide à moyenne	Rapide à moyenne	Rapide à moyenne	Moyenne à lente	Moyenne à lente	Moyenne à lente

### 2.2.3 Substrat

Le substrat constitue le support vital des invertébrés benthiques auquel ils sont intimement associés pendant une partie de leur vie.

Les cours d'eau étudiés présentent une grande diversité d'habitats. La granulométrie est assez hétérogène, composée essentiellement de rochers, de galets, de sable, de limons et de matières organiques. Les mousses et les végétaux sont considérés comme support inerte et ressource trophique.

**Tableau 3** : Nature du substrat dans les stations étudiées.

station	A1	A2	A3	A4	A5	FR	TA	BK
Galet %	70%	50%	50%	50%	50%	40%	15%	15%
Gravier%	30%	20%	15%	15%	15%	10%	15%	15%
Sable%	0	20%	15%	15%	15%	20%	30%	30%
Limon%	0	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
M.O %	0	0	10%	10%	10%	20%	30%	30%

**M.O** : matière organique.

La distribution des stations en fonction de la nature du substrat montre une hétérogénéité du substratum (tableau 3). Dans le secteur de la station A1, le substrat est à dominance gros galets et de graviers. Dans les stations de piémont et de basse altitude (A2, A3, A4, A5), le substrat est plutôt hétérogène : galets, graviers, sable et limons. Dans les stations de plaine (FR, TA, BK) Le substrat est plutôt à dominance de sable, limons et matière organique.

## 2.3 Matériels et Méthodes d'étude de la faune benthique

### 2.3.1 Techniques d'échantillonnage

L'échantillonnage consiste à rassembler la plus grande diversité faunistique représentative du milieu étudié.

Dans le cadre de ce travail, l'unité de base d'échantillonnage est la station. Elle correspond à un tronçon d'un cours d'eau de 50 m de long ou d'un tronçon dont la longueur est égale à 10 fois la largeur du lit mouillé au moment du prélèvement.

Les récoltes d'invertébrés benthiques ont été réalisées au cours d'une campagne de prélèvements en mai 2016.

#### 2.3.1.1 La récolte de la faune benthique

L'échantillonnage est réalisé à l'aide d'un filet d'ouverture circulaire de 30cm de diamètre et de 275 $\mu$ m de vide de mailles. Ce dernier est placé sur le fond du lit du cours d'eau, l'ouverture face au courant. Le substrat se trouvant dans la surface d'échantillonnage est lavé, récupérant ainsi les larves, les nymphes et les adultes dans le filet. Les formes solidement fixées sont détachées à l'aide d'une pince entomologique.

Les prélèvements sont effectués dans des zones peu profondes (< à 40 cm) sur des surfaces de l'ordre de 0,1 m<sup>2</sup>.

La faune récoltée est recueillie dans des sachets en plastiques, puis fixée par du formol à 10% sur le lieu même du prélèvement. Le nom de la station, la date et les caractéristiques de la station sont notées.

### 2.3.1.2 Tri et détermination

Au laboratoire, le contenu de chaque sachet est lavé sur une série de tamis à mailles de taille décroissante (5 mm, 1 mm, 0,2 mm) afin d'éliminer le maximum de substrat fin et d'éléments grossiers (graviers, plantes, feuilles...). Le contenu des tamis est versé dans un bac, puis transvasé et homogénéisé dans des béciers de 250cc.

Un pré-tri et une détermination jusqu'au genre ou la famille sont effectués sous une loupe binoculaire.

L'unité taxonomique retenue dans le cadre de ce travail est le genre à l'exception des Diptères et des vers en raison des difficultés de détermination qu'ils présentaient pour nous.

Pour se faire, nous nous sommes référés aux clés de détermination (TACHET et al. 1980, 2000).

## 2.4 Analyse de la structure du peuplement

### 2.4.1 Indices de diversité

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

La mesure de la richesse taxonomique, la diversité et l'équitabilité sont utiles pour la caractérisation d'un peuplement, la comparaison globale des peuplements différents ou l'état d'un même peuplement étudié à des moments différents (BARBAULT, 1995). Ces indices ont pour intérêt de rendre compte de l'abondance relative de chaque espèce, de comparer entre eux des peuplements et comment ceux-ci évoluent dans l'espace et dans le temps (DAJOZ, 1985).

La première étape consiste à évaluer la structure générale des peuplements à partir des deux variables que sont la richesse spécifique et l'abondance (GRALL & HILY, 2003). Ces paramètres permettent la description de la structure des peuplements.

#### ❖ Diversité brute ou richesse spécifique

Cet indice correspond au nombre de taxons présents dans chaque prélèvement (BOULUNIER et al. 1998 ; RAMADE, 2003).

#### ❖ Abondance des espèces

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

$$P_i = n_i / N$$

$n_i$  = nombre d'individus de l'espèce  $i$ .

$N$  = nombre total d'individus.

❖ **Occurrence des espèces**

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

Elle est calculée par la formule :

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

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

$p$  = nombre totale de prélèvements.

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

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

**2.4.2 Indice de diversité de SHANNON-WEAVER ( $H'$ )**

De tous les indices, la formule de **SHANNON-WEAVER (1963)** est l'indice le plus utilisé, il exprime le mieux la diversité des peuplements. Il présente l'avantage de n'être subordonné à aucune hypothèse préalable sur la distribution des espèces et des individus (BLONDEL, 1979 ; LEGENDRE & LEGENDRE, 1979 ; BARBAULT, 1981).

L'indice de **SHANNON-WEAVER  $H'$**  convient bien à l'étude comparative des peuplements. 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 :

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

$n_i$  = nombre d'individus de l'espèce de rang  $i$ .

$N$  = nombre total d'individus.

Cet indice a pour unité le 'Bit', sa valeur dépend du nombre d'espèces présentes, de leurs proportions relatives et de la base logarithmique.

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

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

### 2.4.3 Indice de structure

#### ❖ Équitabilité (Pielou, 1969)

L'indice d'équitabilité rend compte de l'abondance relative de chaque taxon. Il est dérivé de celui de Shannon-Weaver. Sachant que plus un peuplement est équilibré (pas de taxon 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.

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

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

$H'$  = Indices de SHANNON-WEAVER.

$S$  = Richesse spécifique.

$\log_2$  = logarithme à base 2.

L'équitabilité est utilisée comme le rapport :

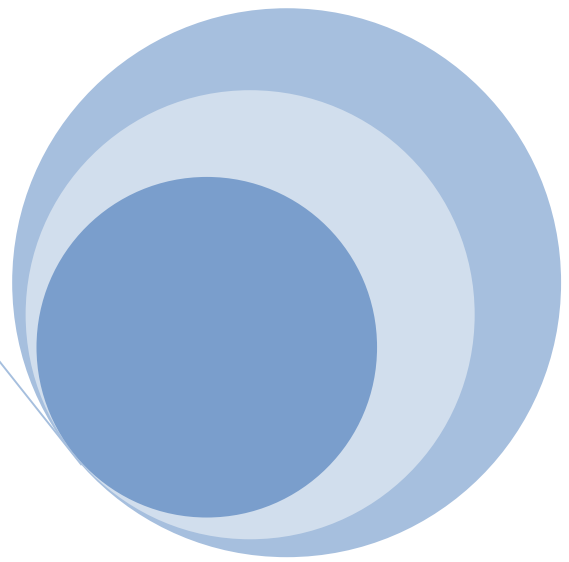
$$E = H' / H'_{\max} = H' / \log_2 S$$

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

### 2.4.4 INDICE biologique global normalisé IBGN

L'indice biologique globale normalisé ou IBGN permet d'exprimer la qualité des peuplements d'invertébrés en relation avec la qualité des eaux courantes et la qualité du milieu, il tient compte à la fois des différentes polluo-sensibilités des différents groupes d'invertébrés (groupes indicateur) et de la diversité taxonomique.

L'IBGN peut permettre de suivre l'évolution de la qualité biologique d'un site au cours du temps, dans l'espace (amont-aval) et évaluer l'effet d'une perturbation sur le milieu.



# Chapitre III

**Résultats et discussion**

### 3.1 Analyse globale de la faune benthique

Le benthos se répartit de façon hétérogène en fonction de la nature du substrat. Sa distribution dépend des conditions environnementales. Ainsi, tout changement du milieu entraîne des changements dans les communautés, notamment au niveau de la composition faunistique.

Les prélèvements effectués dans les cours d'eau étudiés ont permis la capture d'un total 71567 individu répartis en 12 groupes zoologiques, 55 familles et 74 genres (tableau 5).

**Tableau 4** : Nombre de familles et de genres par groupes zoologiques.

Groupe zoologiques	Nombres de familles	Nombre de taxons
Oligochètes	3	3
Mollusques	3	3
Crustacés	1	1
Hydracariens	1	1
Ephéméroptères	6	13
Plécoptères	4	4
Odonates	1	1
Hétéroptères	4	4
Coléoptères	10	20
Trichoptères	6	8
Diptères	15	15
Planipennes	1	1

Sur le plan qualitatif, le groupe le mieux représenté est l'ordre des Diptères, il compte 15 familles, viennent ensuite les Coléoptères avec 10 familles, les Ephéméroptères et Trichoptères avec 6 familles, les Plécoptères et les Hétéroptères (4 familles), les Mollusques et les Oligochètes (3 familles), les Crustacés, les Hydracariens, les Odonates et les planipennes (1 famille).

Tableau 5 : Répartition de la faune benthique dans les stations d'études.

TAXON/STATIONS	A1	A2	A3	A4	A5	FR	TA	BK	Ab	Ab r1	Ab r2	Oc	Oc re
<b>OLIGOCHETES</b>													
<i>Naididae</i>	16	1094	1774	3672	1281	557	1200	1700	11294	15,78	82,93	8	2,79
<i>Tubificidae</i>	48	176	148	141	275	250	580	520	2138	2,98	15,69	8	2,79
<i>Lumbricidae</i>		58	42	36	50				186	0,25	1,36	4	1,39
<b>TOTAL</b>	<b>64</b>	<b>1328</b>	<b>1964</b>	<b>3849</b>	<b>1606</b>	<b>807</b>	<b>1780</b>	<b>2220</b>	<b>13618</b>	<b>19,02</b>		<b>8</b>	
<b>MOLLUSQUES</b>													
<i>Ancylidae</i>													
<i>ancylus</i>	40	67	83	47					237	0,33	56,56	4	1,39
<i>Bythinellidae</i>													
<i>bythinella</i>	12								12	0,01	2,86	1	0,34
<i>physidae</i>													
<i>physa</i>		9	22	83	52		4		170	0,23	40,57	5	1,74
<b>TOTAL</b>	<b>52</b>	<b>76</b>	<b>105</b>	<b>130</b>	<b>52</b>		<b>4</b>		<b>419</b>	<b>0,58</b>		<b>6</b>	
<b>CRUSTACES</b>													
<i>Gammaridae</i>													
<i>Gammarus</i>	2468	8							2476	3,45	100	2	0,69
<b>TOTAL</b>	<b>2468</b>	<b>8</b>							<b>2476</b>	<b>3,45</b>		<b>2</b>	
<b>HYDRACARIENS</b>													
Hydracariens													
Hydracaina	39	129	43	48	78	730	90		1157	1,61	100	7	
<b>EPHEMEROPTERES</b>													
<i>Baetidae</i>													
<i>Acentrella</i>	597	500	374	198	92	45	529	36	2371	3,31	10,35	8	2,79
<i>Baetis</i>	1054	1495	3005	3564	3724	700	561	350	14453	20,19	63,13	8	2,79
<i>Centroptilum</i>	1120	84	96	96	174	105	355	48	2078	2,90	9,07	8	2,79
<i>Cloeon</i>						60	55		115	0,16	0,50	2	0,69
<i>Procleon</i>						3	3		6	0,008	0,02	2	0,69
<i>Caenidae</i>													
<i>Caenis</i>	10	983	1278	591	372	155	116	121	3626	5,06	15,83	8	2,79
<i>Ephemeridae</i>													
<i>Ephemera</i>		4							4	0,005	0,01	1	0,34
<i>Heptageniidae</i>													
<i>Ecdyonurus</i>		49	20						69	0,09	0,30	2	0,69
<i>Heptagenia</i>		10							10	0,01	0,04	1	0,34
<i>Rhithrogena</i>	16	4							20	0,02	0,08	2	0,69
<i>Leptophlebiidae</i>													
<i>Habrophlebia</i>					80				80	0,11	0,34	1	0,34
<i>Choroterpes</i>		4	3	12	4	25			48	0,06	0,20	5	1,74
<i>Potamanthidae</i>													
<i>Potamanthus</i>						8	6		14	0,01	0,06	2	0,69
<b>TOTAL</b>	<b>2797</b>	<b>3133</b>	<b>4776</b>	<b>4461</b>	<b>4446</b>	<b>1101</b>	<b>1625</b>	<b>555</b>	<b>22894</b>	<b>31,98</b>		<b>8</b>	
<b>PLECOPTERES</b>													

TAXON/STATIONS	A1	A2	A3	A4	A5	FR	TA	BK	Ab	Ab r1	Ab r2	Oc	Oc re
<b>Capniidae</b>													
<i>Capnioneura</i>		12							12	0,01	1,69	1	0,34
<b>Leuctridae</b>													
<i>Leuctra</i>	40	427							467	0,65	65,96	2	0,69
<b>Nemouridae</b>													
<i>Protonemura</i>	178	48							226	0,31	31,92	2	0,69
<b>Perlidae</b>													
<i>Isoperla</i>		3							3	0,004	0,42	1	0,34
<b>TOTAL</b>	<b>218</b>	<b>490</b>							<b>708</b>	<b>0,98</b>		<b>2</b>	
<b>ODONATES</b>													
<b>Gomphidae</b>													
<i>Gomphus</i>		22		10			2	2	36	0,05	100	4	1,39
<b>TOTAL</b>		<b>22</b>		<b>10</b>			<b>2</b>	<b>2</b>	<b>36</b>	<b>0,05</b>		<b>4</b>	
<b>HETEROPTERES</b>													
<b>Corixidae</b>													
<i>Micronecta</i>		48	5	3		3			59	0,08	62,76	4	1,39
<b>Mésoveliidae</b>													
<i>Mesovelia</i>	9								9	0,01	9,57	1	0,34
<b>Aphelocheiridae</b>													
<i>Aphelocheirus</i>	4	5		5					14	0,01	14,89	3	1,048
<b>Gerridae</b>													
<i>Gerris</i>		4		8					12	0,01	12,76	2	0,69
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>57</b>	<b>5</b>	<b>16</b>		<b>3</b>			<b>94</b>	<b>0,13</b>		<b>5</b>	
<b>COLEOPTERES</b>													
<b>Dryopidae</b>													
<i>Dryops</i>						3	5	4	12	0,01	0,38	3	1,04
<b>Hydrochidae</b>													
<i>Hydrochus</i>				8					8	0,01	0,25	1	0,34
<b>Hygrobiidae</b>													
<i>Hygrobia</i>			4	3					7	0,009	0,22	2	0,69
<b>Haliplidae</b>													
<i>Peltodytes</i>						5	3	15	23	0,03	0,74	3	1,04
<b>Hydraenidae</b>													
<i>Hydraena</i>	49	696	6	12		15	5	3	786	1,09	25,47	7	2,44
<i>Ochtebius</i>						50	4	3	57	0,07	1,84	3	1,04
<b>Hydrophilidae</b>													
<i>Hydrophilus</i>	33		11	3		65	5	4	121	0,16	3,92	6	2,09
<b>Dytiscidae</b>													
<i>Bidessus</i>		3	9	17	75	42	8	4	158	0,22	5,12	7	2,44
<i>Laccophilus</i>		4	3						7	0,009	0,22	2	0,69
<i>Stictonectes</i>	3								3	0,004	0,09	1	0,34
<i>Yola</i>		3	8		5	3			19	0,02	0,61	4	1,39
<b>Helophoridae</b>													

TAXON/STATIONS	A1	A2	A3	A4	A5	FR	TA	BK	Ab	Ab r1	Ab r2	Oc	Oc re
<i>Helophorus</i>	3								3	0,004	0,09	1	0,34
<b>Hydrobiidae</b>													
<i>Laccobius</i>						62	85	4	151	0,21	4,89	3	1,04
<b>Elmidae</b>													
<i>Elmis</i>	41								41	0,05	1,32	1	0,34
<i>Limnius</i>	32	1024	40	36	18	42	4	3	1199	1,67	38,86	8	2,79
<i>Oulimnius</i>			104	19	23	5	4	3	158	0,22	5,12	6	2,09
<i>Normandia</i>	3	44	3	4	3				57	0,07	1,84	5	1,74
<i>Esolus</i>	12	48	9		3	124	6	7	209	0,29	6,77	7	2,44
<i>Stenelmis</i>			17	4	4	3			28	0,03	0,90	4	1,39
<i>Limnebius</i>		38							38	0,05	1,23	1	0,34
<b>TOTAL</b>	<b>176</b>	<b>1860</b>	<b>214</b>	<b>106</b>	<b>131</b>	<b>419</b>	<b>129</b>	<b>50</b>	<b>3085</b>	<b>4,31</b>		<b>8</b>	
<b>TRICHOPTERES</b>													
<b>Hydropsychidae</b>													
<i>Hydropsyche</i>	205	268	331	425	332	4	29	50	1644	2,29	61,13	8	2,79
<b>Hydroptilidae</b>													
<i>Ecnomus</i>			200	120	78	3	3	3	407	0,56	15,13	6	2,09
<i>Hydroptila</i>						3	4	4	11	0,01	0,40	3	1,04
<i>Ithytrichia</i>	86				68				154	0,21	5,72	2	0,69
<b>Philopotamidae</b>													
<i>Philopotamus</i>	14								14	0,01	0,52	1	0,34
<b>Rhyacophilidae</b>													
<i>Rhyacophila</i>	101	107	39	34	12	3		4	300	0,41	11,15	7	2,44
<b>Glossosomatidae</b>													
<i>Agapetus</i>	95								95	0,13	3,53	1	0,34
<b>Brachycentridae</b>													
<i>Micrasema</i>	64								64	0,08	2,38	1	0,34
<b>TOTAL</b>	<b>565</b>	<b>375</b>	<b>570</b>	<b>579</b>	<b>490</b>	<b>13</b>	<b>36</b>	<b>61</b>	<b>2689</b>	<b>3,75</b>		<b>8</b>	
<b>DIPTERES</b>													
<b>Anthomyiidae</b>		4	4	11	20			50	89	0,12	0,36	4	1,39
<b>Athericidae</b>		21	7	7	6				41	0,05	0,16	4	1,39
<b>Blephariceridae</b>	405	176	45						626	0,87	2,56	3	1,04
<b>Ceratopogonidae</b>	55	50	129	117	29	3	6	45	434	0,60	1,77	8	2,79
<b>Cylindrotomidae</b>			8						8	0,01	0,03	1	0,34
<b>Chironomidae</b>	196	2200	2680	2700	3800	879	1215	2418	16088	22,47	65,96	8	2,79
<b>Dixidae</b>	8	3				4	9	3	27	0,03	0,11	5	0,34
<b>Empididae</b>						7	4		11	0,01	0,04	2	0,69
<b>Ephydriidae</b>				4					4	0,005	0,016	1	0,34
<b>Limoniidae</b>	12	11				109	32	37	201	0,28	0,82	5	1,74
<b>Psychodidae</b>	16					45	17		78	0,10	0,31	3	1,04
<b>Simuliidae</b>	1537	303	32	1800	1674	111	760	279	6496	9,07	26,63	8	2,79
<b>Stratiomyidae</b>	47	18		13	11	6		4	99	0,13	0,40	6	2,09
<b>Tabanidae</b>		3	7	5		75	8	6	104	0,59	0,42	6	2,09
<b>Tipulidae</b>	12	19	8	11	18	5	3	6	82	0,11	0,33	8	2,79

TAXON/STATIONS	A1	A2	A3	A4	A5	FR	TA	BK	Ab	Ab r1	Ab r2	Oc	Oc re
TOTAL	2288	2808	2920	4668	5558	1244	2054	2848	24388	34,07		8	
PLANIPENNES													
Neurorthidae													
Neurorthus	3								3	0,004	100	1	0,34
TOTAL	3								3	0,004		1	
TOTAUX	8683	10286	10597	13867	12361	4317	5720	5736	71567	100		346	

- Ab : Abondance des taxons.
- Ab r1 : Abondance relatives par rapport à la faune total (%).
- Ab r2 : Abondance relatives par rapport au groupe zoologique considéré.
- Oc : Occurrence.

Sur le plan quantitatif, les Diptères et les Ephéméroptères sont largement dominant. Ils représentent respectivement 34,07% (soit 24388 individus) et 31,98 % (soit 22894 individus) de la faune totale (figure 7).

Les Oligochètes, les Coléoptères, les Trichoptères et les Crustacées occupent respectivement la 3<sup>eme</sup>, 4<sup>eme</sup>, 5<sup>eme</sup> et 6<sup>eme</sup> place par ordre d'abondance numérique. Ils comptent respectivement 19,03 % (13618 individus), 4,31 % (3085 individus), 3,75 % (2689 individus) et 3,45 % (2476 individus) du benthos récolté.

Les Hydracariens, les Plécoptères, les Mollusques, les Hétéroptères et Odonates sont faiblement représentés. Ils ne constituent respectivement que 1,61 % (1157 individus), 0,98% (708 individus), 0,58% (419 individus), 0,13% (94 individus) et 0,05% (36 individus) de la faune totale.

Quant aux planipennes, ils sont rares, ils ne sont représentés que par 3 individus (soit 0,004 %).

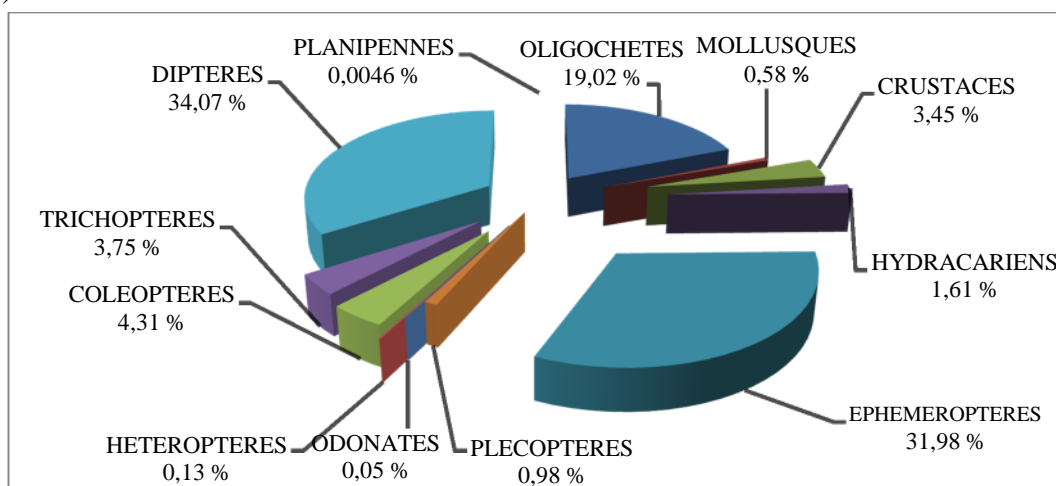


Figure 7 : Abondance relative des groupes faunistiques dans les cours d'eau étudiés.

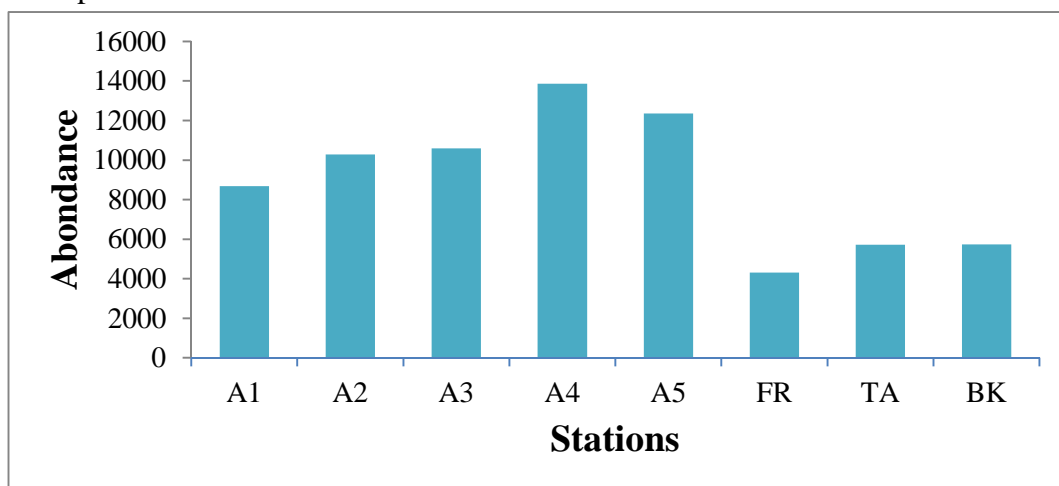
### 3.2 Abondance de la faune benthique

Les prélèvements effectués ont permis de récolter un total de 71567 invertébrés. L'abondance de chaque taxon par 0,1 m<sup>2</sup> fluctue suivant les stations. Elle varie de 4317 individus à 13867 individus.

Les sites de piémonts (stations A2, A3, A4 et A5) affectés par une légère pollution organique, ont une abondance importante du fait de la prolifération des Oligochètes (Naididae), des Ephéméroptères (Baetidae), et des Diptères (Chironomidae et Simuliidae). En effet, leurs abondances varient entre 10286 (station A2) et 12361 (station A5) (figure 8 et annexe 4).

Les sites amont (station A1) semblent avoir une structure assez équilibrée avec une abondance de 8683 individus. Quant aux stations de plaine FR, TA et BK, elles ont des abondances respectives de 4317 individus, 5720 individus et 5736 individus.

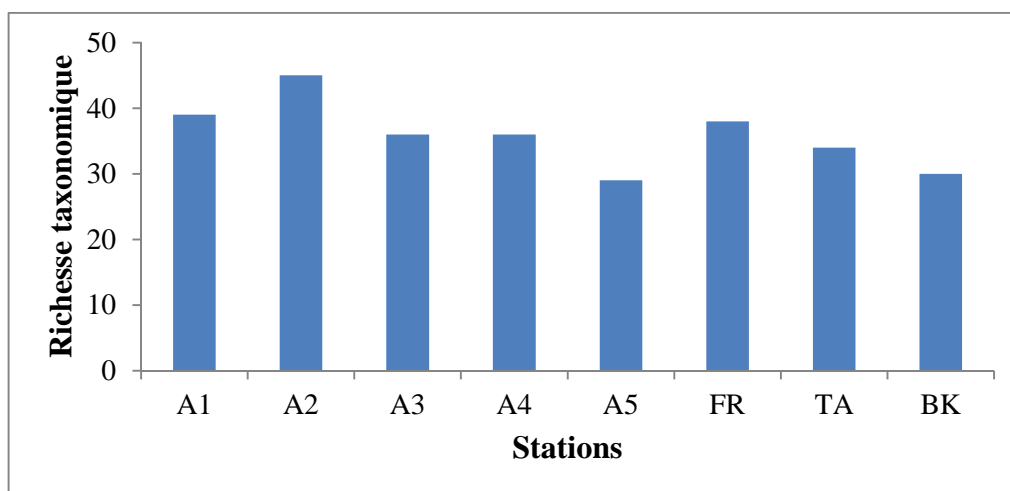
Cette diminution d'abondance pourrait s'expliquer par la présence des perturbations traduites par une modification profonde du substrat. En effet, plus celui-ci s'uniformise, plus le nombre de niche écologique diminue suivie d'une réduction du nombre d'espèce. Seules les espèces adaptées à ce type de milieu arrivent à proliférer : cas des Diptères Chironomidae, des Ephéméroptères Baetidae et des Vers Naididae.



**Figure 8** : Abondance de la faune dans les stations étudiées.

### 3.3 Richesse taxonomique

La lecture de la figure 9 et l'annexe 5, relatifs à la richesse taxonomique situationnelle montre des fluctuations au long des cours d'eau étudiés. Le nombre de taxons varie d'une station à une autre, il fluctue entre un minimum de 29 taxons (station A5) et un maximum de 45 taxons (station A2).



**Figure 9** : Richesse taxonomique aux stations étudiées.

Le peuplement le plus diversifié s’observe à la station A2 : 45 taxons. Elle renferme plus de 64,28 % de la richesse taxonomique totale.

La station A1, située à l’étage montagnard et les stations A3, A4, FR et TA situées dans le piémont et en basse altitude renferment une richesse taxonomique comprise entre 34 et 38 taxons. Ce sont au fait, des milieux hétérogènes et favorables à l’installation d’une faune riches et assez diversifiée.

Dans les stations A5 et BK, le nombre de taxa récolté est relativement réduit : respectivement entre 29 et 30 taxons.

### 3.4 Diversité et Equitabilité

L’indice de Shannon et Weaver est un indice permettant de mesurer la diversité spécifique d’un milieu, il intègre la richesse taxonomique et l’abondance relative des différents taxons.

Nous avons calculé pour chaque stations l’indice de diversité  $H'$  et le rapport  $H'/H_{max}$  qui correspond au fait à l’indice de diversité relative ou d’Equitabilité « E ». «  $H'_{max}$  » est la valeur maximale (égale au nombre S de taxons) que  $H'$  peut atteindre.

La variation de diversité (figure 10, tableau 6) reflète les différences observées dans les profils d’abondance des taxons.

**Tableau 6** : Indice de diversité SHANNON ( $H'$ ) et Weaver et d’Equitabilité (E).

Stations	A1	A2	A3	A4	A5	FR	TA	BK
$H'$	3,35	3,75	2,93	2,81	2,75	3,61	3,21	2,41
E	0,63	0,68	0,56	0,54	0,56	0,7	0,63	0,5

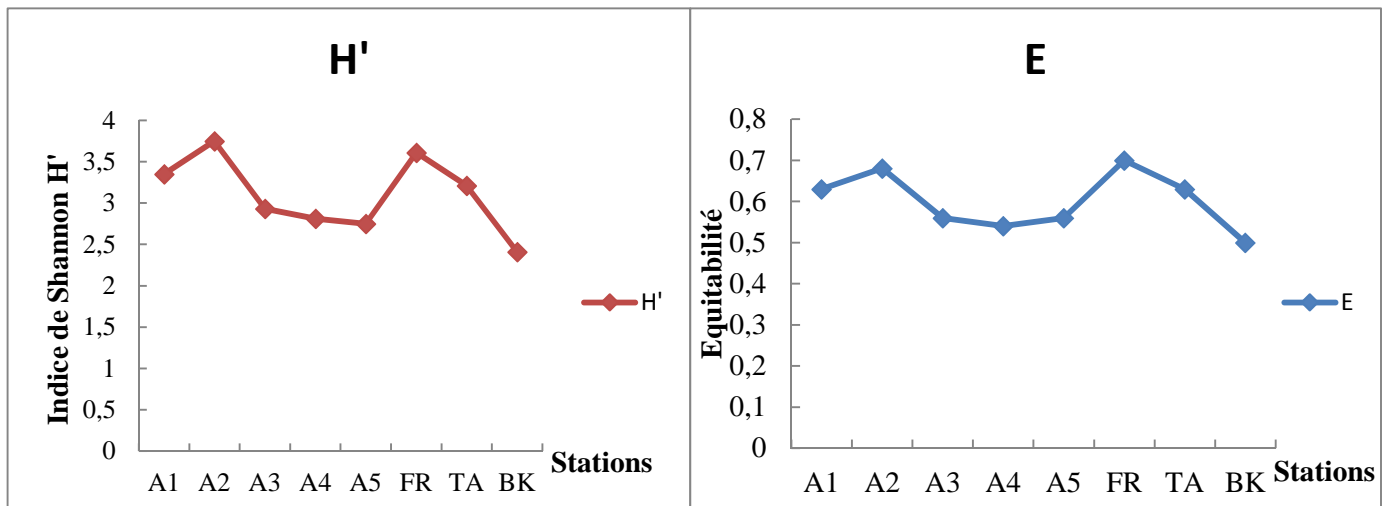


Figure 10 : Evolution des indices de SHANNON et Weaver et d'Equitabilité dans les stations

étudiées.

Plus les individus sont répartis d'une manière équilibrée entre taxons, plus les indices de diversités et d'équitabilités sont élevés. La faible valeur de ces indices se traduit par un peuplement moins diversifié avec des taxons dominants.

Les profils de variations des deux indices  $H'$  et  $E$  présentent la même allure (figure 9). Globalement les cours d'eau étudiées présentent des indices  $H'$  et  $E$  assez élevés, ils oscillent autour de 3 pour  $H'$  et 0,5 pour  $E$ .

Les valeurs de  $H'$  et de  $E$  varient respectivement entre un maximum de  $H' = 3,75$  et  $E = 0,68$  à la station A2, et un minimum de  $H' = 2,41$  et  $E = 0,5$  notée à la station BK.

L'un des facteurs essentiels qui conditionnent l'importance de la diversité tient en hétérogénéité des milieux, car la plupart des macroinvertébrés sont spécialisés pour un type bien défini de micro-habitat. En effet, ceux qui se développent dans des milieux stables auront toujours une diversité spécifique supérieure. C'est le cas de la station A2 ( $H' = 3,18$  et  $E = 0,63$ ) : station de piémont, présentant un peuplement bien diversifié où plusieurs taxons sont bien représentés. Les basses valeurs de  $H'$  et  $E$  sont enregistrées aux stations A5 et BK. Traduisant une diversité moyenne de peuplements avec cependant une bonne représentativité de quelques taxons.

### 3.5 Analyses quantitative et qualitative de la faune benthique

#### 3.5.1 Diptères

Les Diptères se caractérisent par leurs grandes diversités tant sur le plan écologique que biogéographique. Ils colonisent des biotopes très variés : sources, rivières, lacs, marrairs, ...

Ils sont parmi les individus aquatiques les plus représentés. 24388 individus appartenant à 11 familles ont été récoltés dans les stations étudiées, ils représentent 34,07 % de la faune totale. Ils sont répartis d'une manière abondante et très hétérogène dans les stations.

Les Diptères occupent la première place parmi les invertébrés recensés. Les deux familles les plus représentées sont les Chironomidae (16088 individus soit 65,96 % des Diptères) et les Simuliidae (6496 individus soit 26,63 % des Diptères).

Les Chironomidae est une famille très répandue dans les cours d'eau étudiés, tant dans les stations hautes que dans les stations de basses altitudes : 16088 individus, soit 65,96% des diptères et 22,47% de la faune totale. Leur répartition est très hétérogène. En effet, selon AIT MOULOU (1988), la famille des Chironomidae se caractérise par sa grande diversité écologique. Ses éléments ont la capacité de coloniser des milieux divers. Ils peuvent être relativement abondants dans les zones d'eau calme non polluées et atteindre des proportions considérables dans les milieux très riches en matière organique.

Les Diptères Simuliidae, organismes rhéophiles, occupent la seconde place dans l'ordre des Diptères, ils constituent 26,63% (6496 individus) de ce peuplement et 9,07% de la faune totale. Leur répartition longitudinale est très hétérogène et leur développement semble important.

Les Diptères autres que les Chironomidae et les Simuliidae à taxonomie difficile, constituent un ensemble très mal connu parmi les invertébrés aquatiques (LOUNACI, 2005).

Les Ceratopogonidae (434 individus), Blephariceridae (626 individus), Limoniidae (201 individus), Stratiomyidae (99 individus), Tabanidae (104 individus), Tipulidae (82 individus), Dixidae (27 individus), Athéricidae (41 individus) et Anthomyidae (89 individus) semblent avoir une large valence écologique, nous les avons notés dans presque toutes les stations prospectées.

Quant aux Cyclodromidae (8 individus), Empididae (11 individus), et Ephyridae (4 individus), ils sont à la fois très peu abondants et très peu fréquents. Ils sont notés qu'occasionnellement dans une ou deux stations seulement.

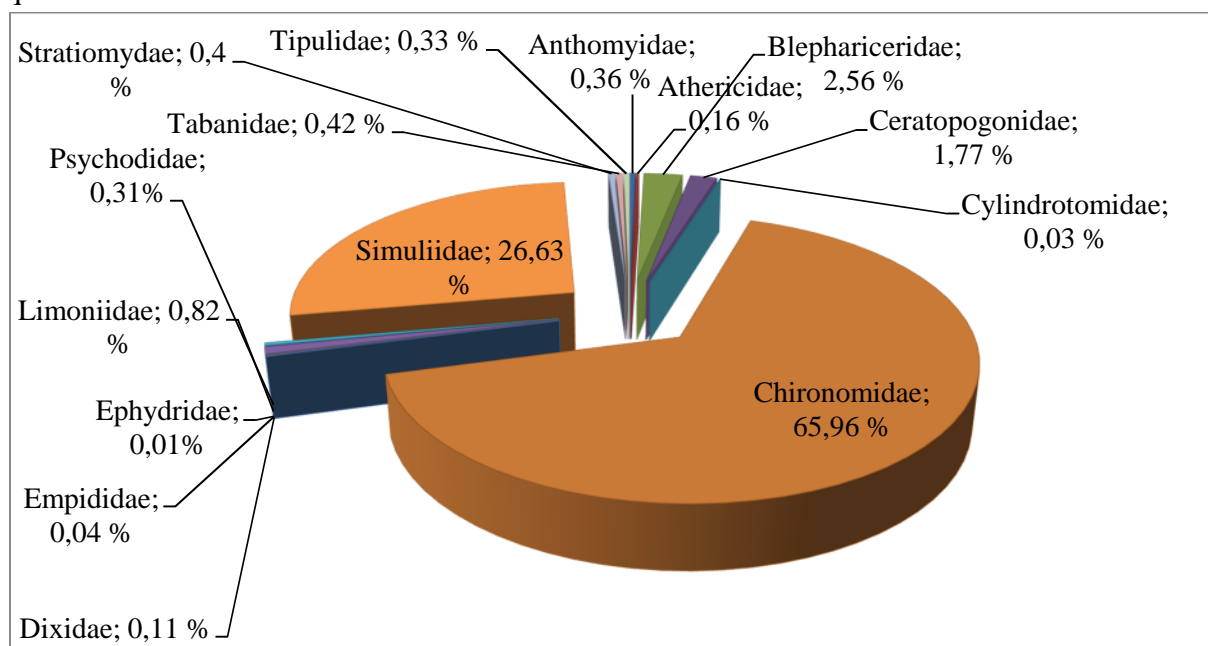
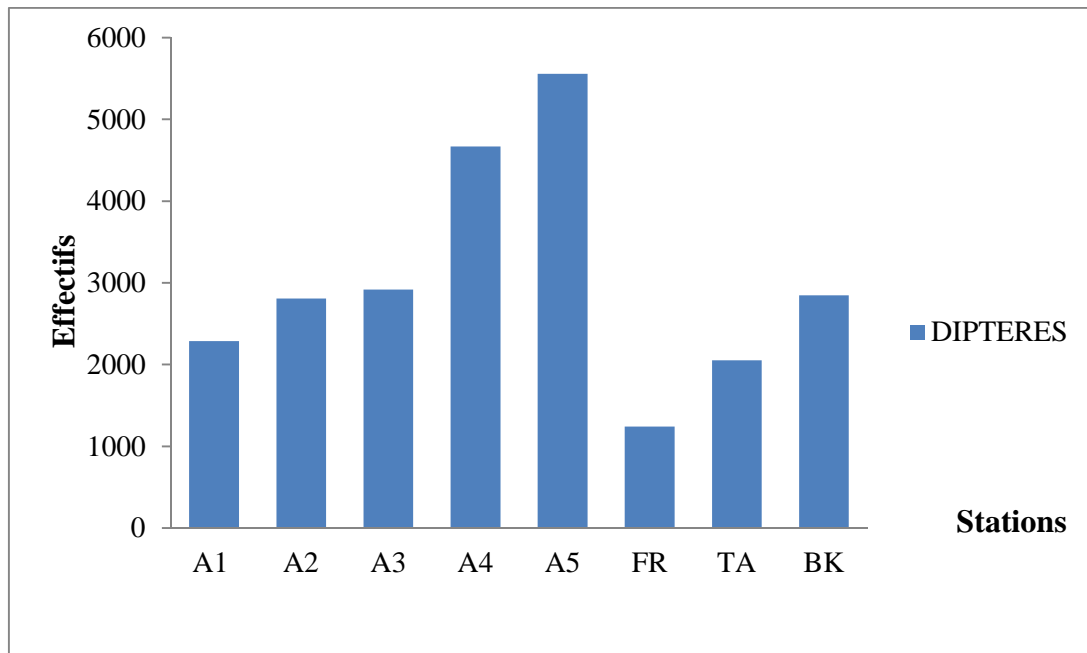


Figure 11 : Abondance des Diptères dans les stations d'études.



**Figure 12** : Distribution des Diptères dans les stations étudiés.

### 3.5.2 Ephéméroptères

Grâce à leurs stades ailés uniques dans la classe des insectes hémimétaboles (WEBER et WEIDNER, 1974), dont la durée de vie des adultes est très courte, les éphéméroptères sont qualifiés de premiers macro-invertébrés colonisateurs des systèmes d'eau douce (LADLE et al, 1980).

Les larves des Ephéméroptères sont très abondantes dans les eaux courantes. Elles occupent souvent les principaux biotopes des torrents, ruisseaux et rivières, et elles constituent le premier rang des insectes aquatiques (THOMAS, 1981).

Les Ephéméroptères sont représentés par 22894 individus, soit 31,98% de la faune totale, répartis en 12 genres appartenant à 7 familles : Baetidae, Caenidae, Ephéméridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae.

La famille la plus abondante est celle des Baetidae, elle compte 19023 individus soit 83,07 % des Ephéméroptères et 26,58% du total des captures. Les Caenidae et les Leptophlebiidae occupent la seconde et troisième place des Ephéméroptères sur le plan d'abondance numérique. Ils constituent respectivement 5% (3625 individus) et 0,17 % (127,9 individus).

La famille des Baetidae est relativement assez diversifiée, elle compte 5 genres : *Acentrella*, *Baetis*, *Centroptilum*, *Coleon*, *Procloeon* (figure 10). Ils sont abondants et fréquents dans les cours d'eau prospectés.

Les Baetidae et particulièrement les éléments du genre *Baetis* ont un caractère d'eurytopie et résistant à la pollution (VERNEAUX, 1973 ; SOWA, 1975 ; THOMAS, 1981). De plus, ils se comportent comme des espèces pionnières, très aptes à coloniser un substratum en grande partie déserté par les espèces fragiles.

Les Heptagéniiidae sont également représentés par 3 genres (figure 10) : *Ecdyonurus*, *Heptagenia* et *Rhithrogena*. Ils sont rhéophiles et polluo-sensible (LOUNACI, 2005). Ils semblent être inféodés principalement aux zones amont des cours d'eau.

La famille des Caenidae est représentée par un seul genre : *Caenis*. Ses éléments sont des formes rampantes et fouisseuses, recherchant les fonds à granulométrie fine. Ils sont thermophiles et à spectre écologique assez large (LOUNACI, 2005).

La famille des Leptophlebiidae est représentée par 2 genres : *Habrophlebia*, *Choroterpes*. Ils sont peu abondants et peu occurrent. Ils sont rhéophiles et représentent selon LOUNACI (2005), l'exemple typique de remontée des espèces vers les zones d'altitudes fuyant les milieux aval perturbés.

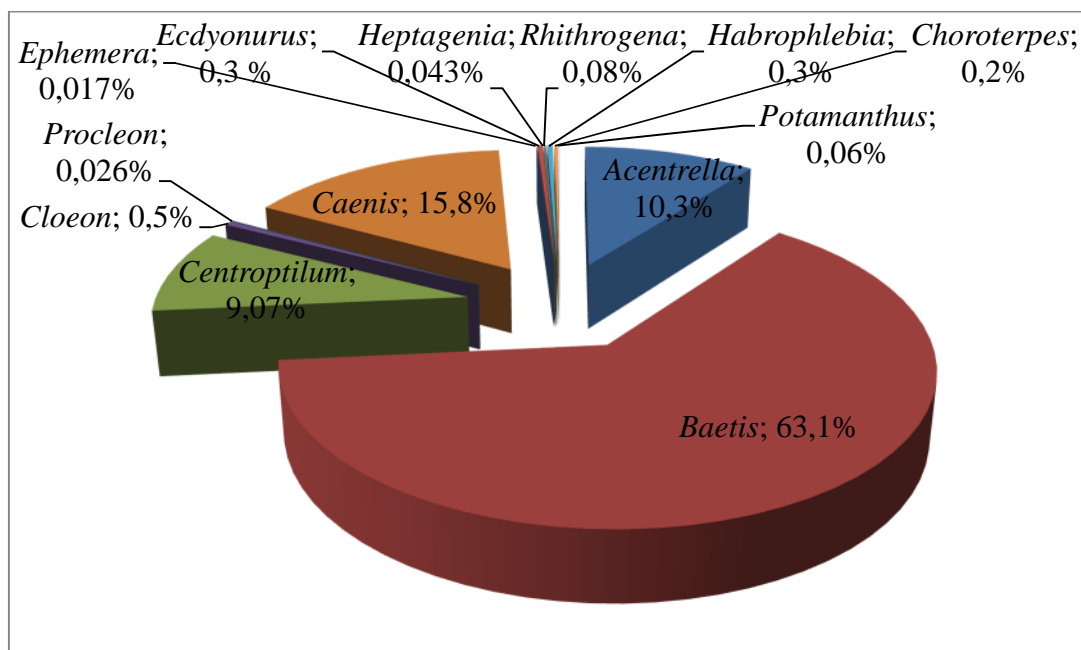


Figure 13 : Abondance des Éphéméroptères dans les stations d'études.

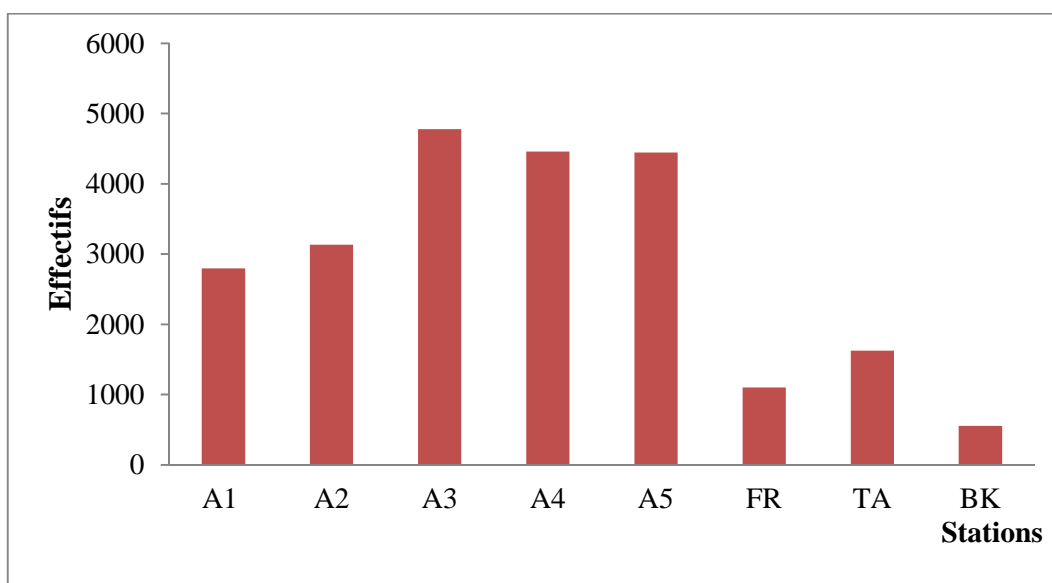


Figure 14 : Distribution des Ephéméroptères dans les stations étudiées.

### 3.5.3 Coléoptères

Les Coléoptères sont les seuls insectes holométaboles à se présenter à la fois sous la forme imaginaire et larvaire dans les milieux aquatiques. Ils colonisent divers types d'habitats : sources, rivières à eau modérément courante, rivières à eau quasi stagnante et riche en végétation (TACHET *et al*, 1980).

Dans le présent travail, l'ordre des Coléoptères est bien représenté, il constitue le groupe le plus diversifié avec un total de 20 genres appartenant à 10 familles. Quant à leur importance numérique, elle est très faible comparée aux Diptères et aux Epheméroptères. Elle ne constitue que 4,31 % de la faune total soit 3085 individus (figure 13).

Les Coléoptères récoltés sont surtout représentés par les Elmidae (1730 individus, soit 56,04 % de Coléoptères), puis vient la famille des Hydraenidae (843 individus, soit 27,1 %), les Dytiscidae (187 individus, soit 6,04 %), les Hydrobiidae (151 individus, soit 4,89 %) et les Hydrophilidae (121 individus, soit 3,92 %). Les autres familles sont très faiblement représentés : les Haliplidae (23 individus, soit 0,74 %), les Dryopidae (12 individus, soit 0,38 %), les Hydrochidae (8 individus soit 0,25 %).

L'analyse écologique des éléments de ce groupe est difficile à appréhender. Ils sont d'une part, écologiquement très hétérogène pouvant s'adapter à tout type de biotope et d'autre part, ils possèdent des phases aquatiques alternant avec des phases terrestres. Certaines familles possèdent quelques représentants dont seule la phase larvaire est aquatique (Helodidae) ou seule la phase adulte est aquatique (Hydraenidae) alors que d'autres, ils sont strictement aquatiques (Elmidae).

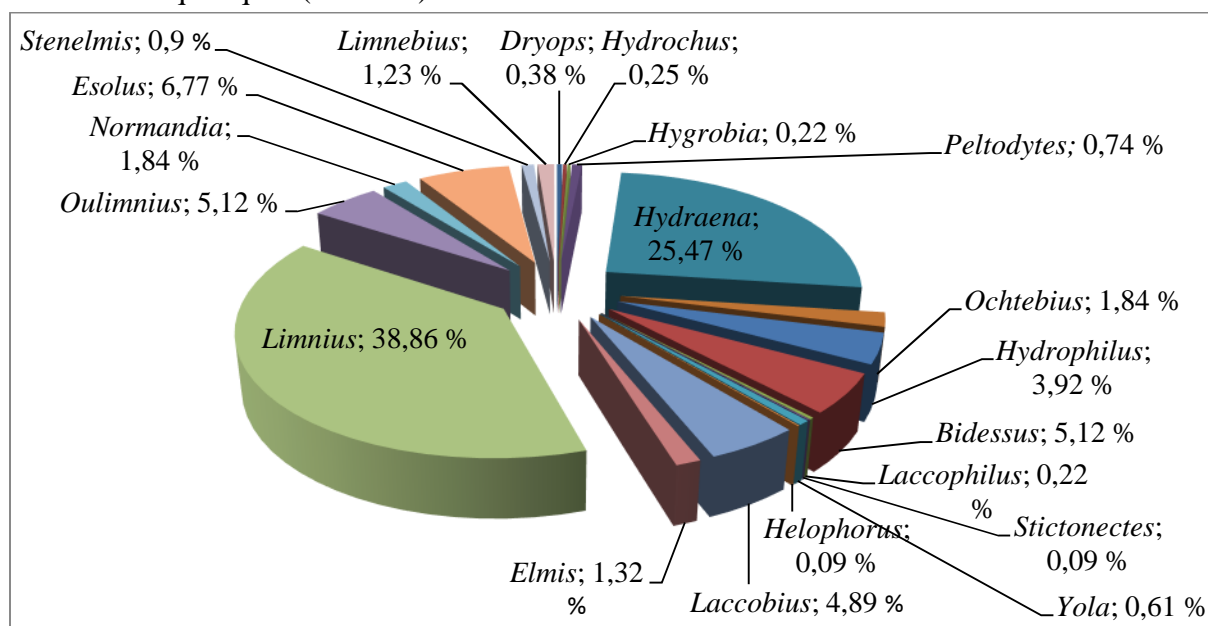
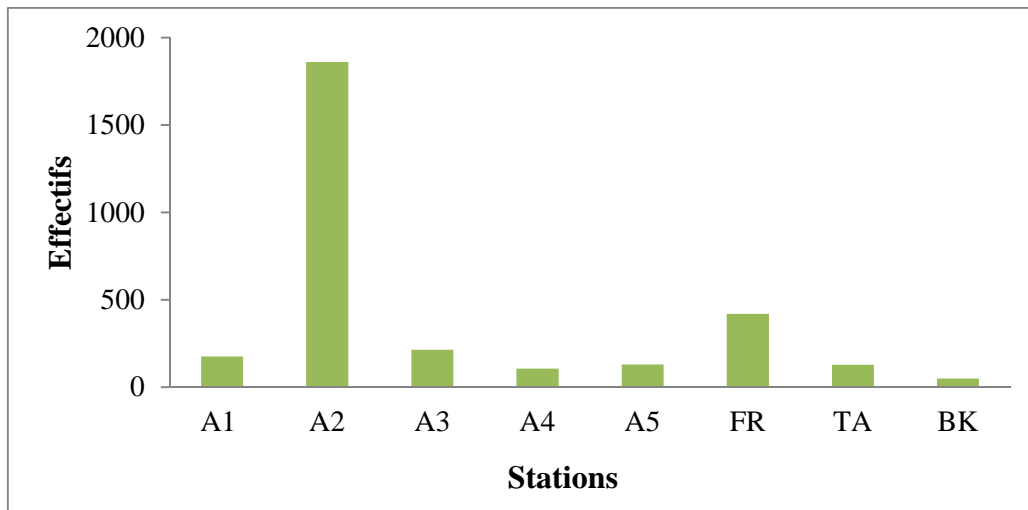


Figure 15 : Abondance des Coléoptères dans les stations d'études.



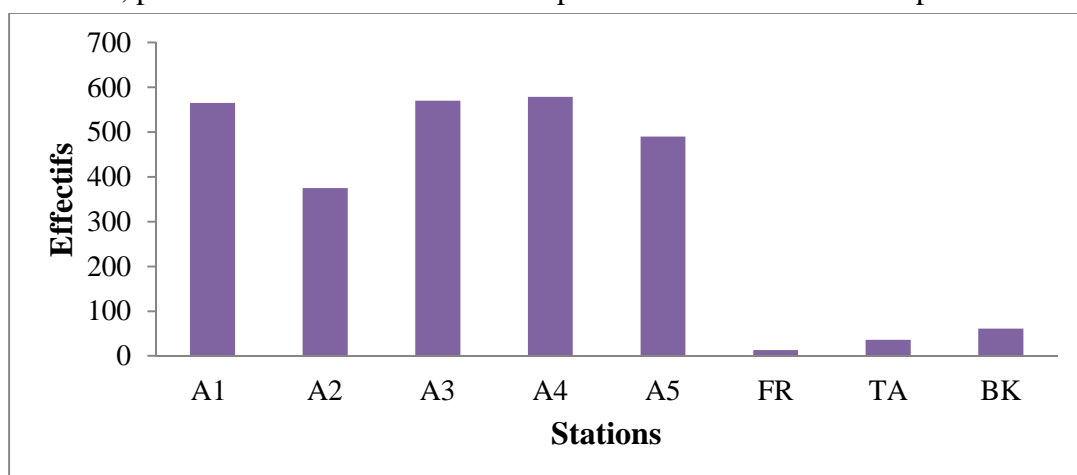
**Figure 16** : Distributions des Coléoptères dans les stations étudiées.

### 3.5.4 Trichoptères

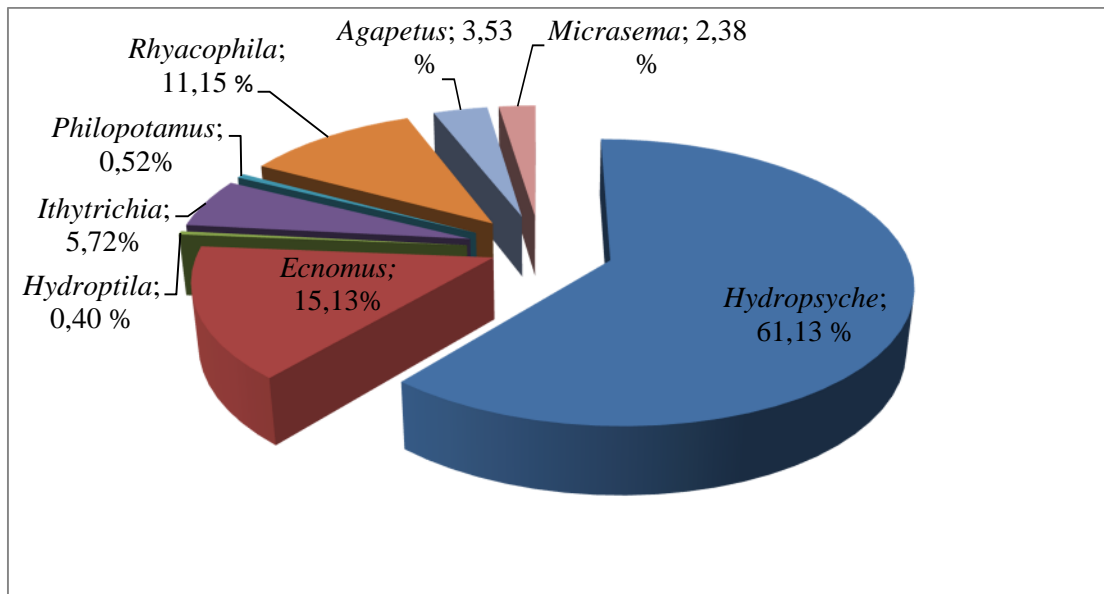
Les Trichoptères des cours d'eau étudiés sont peu fréquents et peu abondants. Nous avons récolté un total de 2689 individus soit 3,75 % de la faune totale, repartis en 6 familles et 8 genres.

Les Trichoptères récoltés sont essentiellement représentés par les Hydropsychidae (*Hydropsyche*) : 1644 individus, soit 61,13 % du peuplement Trichoptérologique et à un degré moindre par les Hydroptilidae (*Ecnomus*, *Hydroptila*, *Ithitrichia*) : 572 individus, soit 21,25 %, les Rhyacophilidae (*Rhyacophila*) 300 individus, soit 11,15 %, les Glossosomatidae (*Agapetus*) : 95 individus, soit 3,53 % et les Brachycentridae (*Micrasema*) : 64 %, soit 2,38 % (figure 15).

La distribution des Trichoptères le long des cours d'eau étudiés (figure 14) met en évidence l'importance des éléments de cet ordre d'insectes dans la station A1 (alt. 920m) : torrent de montagne à courant rapide, substrat grossier et à couvert végétal assez dense. Dans les autres stations, peu d'individus sont observés et plusieurs stations en sont dépourvues.



**Figure 17** : Distributions des Trichoptères dans les stations étudiées.



**Figure 18** : Abondance des Trichoptères dans les stations d'études.

### 3.5.5 Plécoptères

Les Plécoptères inventoriés dans ce présent travail sont représentés en faibles proportions comparés aux Éphéméroptères, aux Diptères, aux Coléoptères et aux Trichoptères.

L'effectif global du peuplement Plécoptérologique récolté se compose de 708 individus, soit 0,98 % de la faune total. Ils sont repartis en 4 familles : Capniidae, Perlidae, Leuctridae et Nemouridae et 4 genres (figure 12 et tableau 5).

Les études hydrobiologiques récentes (LOUNACI, 2005 ; LOUNACI et VINÇON, 2005) ont mis en évidence la faible diversification du peuplement des Plécoptères dans les hydrosystèmes d'Algérie. En effet, la plupart des familles et des genres sont pauvre en espèces.

La famille des Leuctridae est la mieux représentée (genre *Leuctra*). Elle compte 467 individus, soit 65,96 % de la totalité des Plécoptères. Vient ensuite la famille des Nemouridae (genre *Protonemura*) avec 226 individus, soit 31,92 % des Plécoptères.

Quant aux Capniidae (*Capnioneura*) et les Perlidae (*Isoperla*), ils sont faiblement représentés avec respectivement 12 individus (soit 1,69 %) et 3 individus (soit 0,42 %).

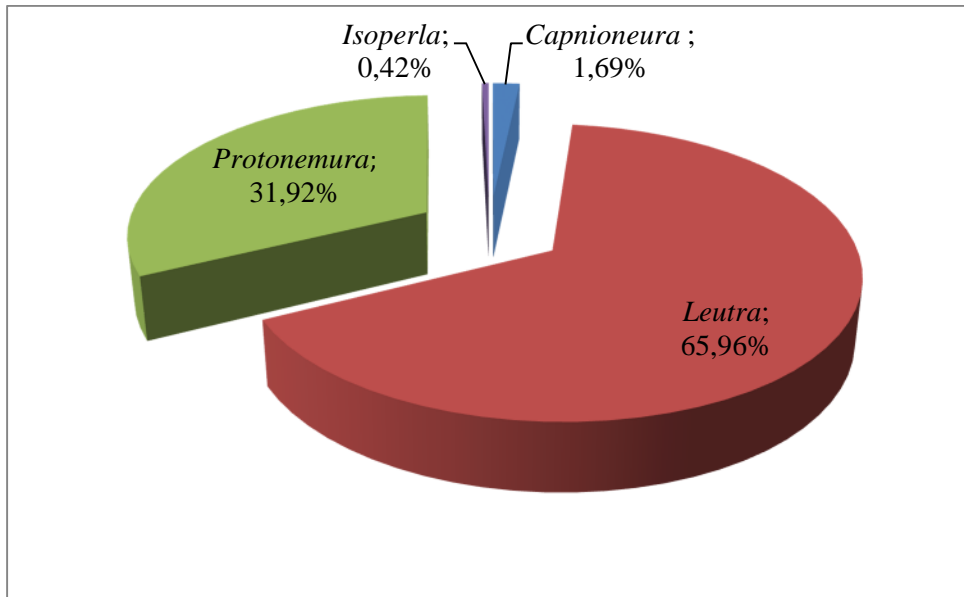


Figure 19 : Abondance des Plécoptères dans les stations d'études.

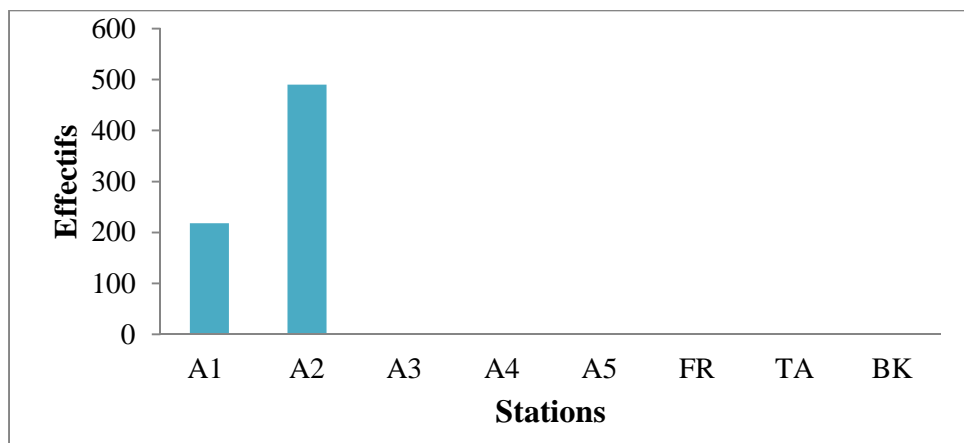


Figure 20 : Distribution des Plécoptères dans les stations étudiées.

Les éléments de ce groupe colonisent préférentiellement les milieux d'altitude caractérisés par un substrat à dominance de galets, un courant rapide et une eau à température relativement fraîche. En effet, selon LOUNACI (2005), ce sont les cours d'eau d'altitude (> 900 m) et à température peu élevée (12°), et de moyenne montagne (altitude 480m) à température maximale  $\leq 16$  °C, bordés d'une végétation dense qui semblent constituer les habitats privilégiés des éléments de ce groupe d'insectes.

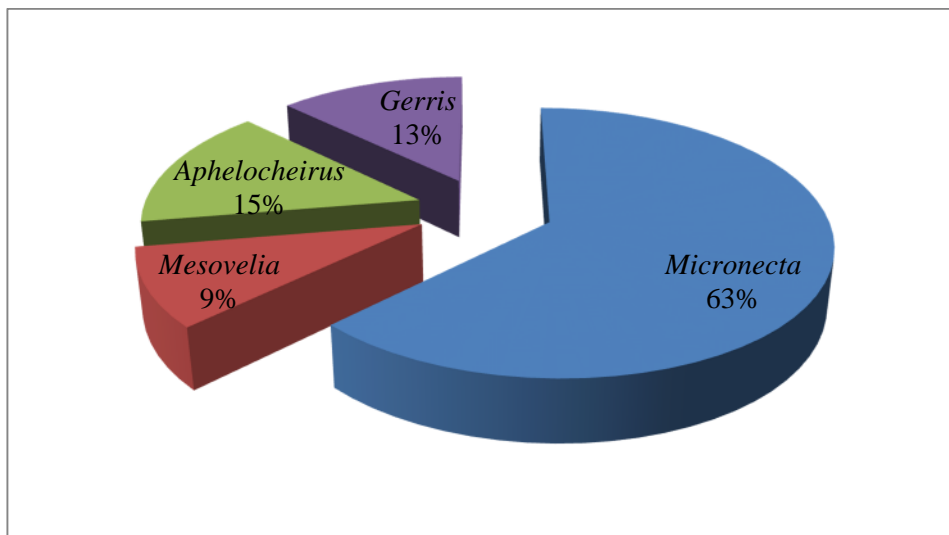
### 3.5.6 Héétéoptères

Les Héétéoptères se rencontrent pratiquement en toutes saisons. Ils peuplent divers biotopes des milieux aquatiques : marécages, mares, ruisseaux et rivières. Ils s'observent aussi sur les rives des cours d'eau (POISSON, 1957).

Dans le cadre de ce travail, les Héétéoptères sont faiblement représentés : 94 individus, soit 0,13 % de la faune total, appartenant à 4 familles et à 4 genres (figure 16) : Corixidae (*Micronecta*) 59 individus (soit 62,76 % des Héétéoptères), Aphelocheiridae (*Aphelocheirus*) 14 individus (soit 14,89 %), Gerridae (*Gerris*) 12 individus (soit 12,76 %) et Mésoveliidae (*Mésovelgia*) 9 individus (soit 9,57 %). Il est à noter que plusieurs stations prospectées en sont dépourvues.

Selon MEBARKI (2001), les Héétéoptères se rencontrent le plus souvent aux altitudes élevées (1600 m) et colonisent divers milieux : les habitats abrités du courant des zones rhithrales des cours d'eau, les faciès lenticules du potamal. Dans les milieux à eau fraîche et à courant rapide, les Héétéoptères sont peu abondants et peu fréquents.

La plupart ces éléments de ce groupe sont observés dans les stations de piémont. Ce sont pour la plupart inféodés aux habitats abrités du courant. Leur répartition dans le cours d'eau étudiés est certainement incomplète. Ils sont récoltés que dans une, deux ou trois stations.



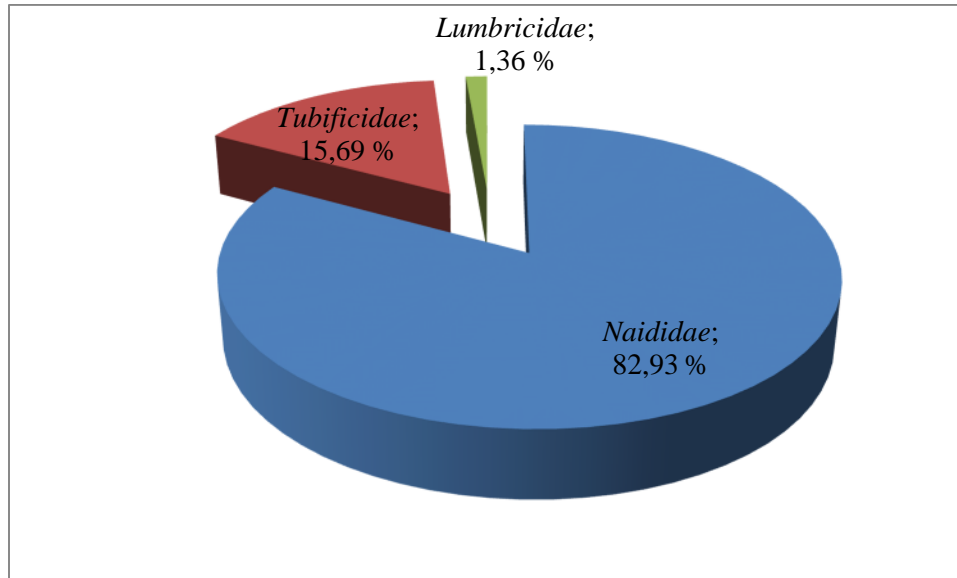
**Figure 21** : Abondance des Héétéoptères dans les stations d'études.

### 3.5.7 Oligochètes

Les Oligochètes fréquentent tous les types de biotopes, depuis les ruisseaux d'altitude jusqu'au cours d'eau de plaine. Dans les cours d'eau étudiés, nous avons dénombrés 13618 individus, soit 19,02 % de la faune total. Ils sont repartis en 3 familles : Naididae, Tubificidae et Lumbricidae (figure 17).

Dans ce groupe d'invertébrés, les Naididae sont largement dominants, ils constituent 82,93 % des Oligochètes et 15,78 % de la faune total (soit 11294 individus). Les Tubificidae et Lumbricidae ne forme respectivement que 15,69 % (2138 individus) et 1,36 % (186 individus) du peuplement.

D'après ECHAUBARD & NEVEU (1975) et TOURENQ (1975), les Oligochètes abondent les habitats des cours d'eau caractérisés par un fond meuble (sables, limons, détritiques organiques) riche en végétation aquatique. L'augmentation massive de leur population dans les milieux riches en matières organiques a été souvent mentionnée.



**Figure 22** : Abondance des Oligochètes dans les stations d'étude.

### 3.5.8 Odonates

Selon AGUESSE (1968), les Odonates ne sont pas seulement des indicateurs de la nature d'un milieu aquatique, mais aussi un indicateur de richesse en faune aquatique. De plus il leur attribue comme habitat préférentiel les eaux à écoulement lent.

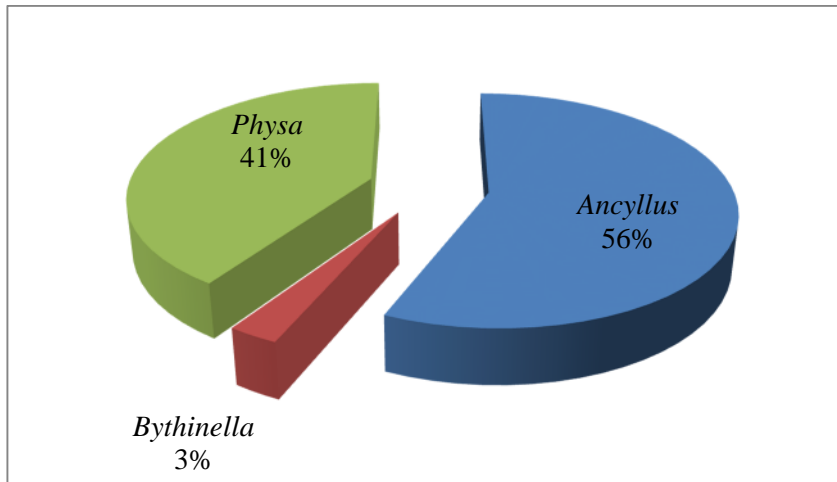
Dans les cours d'eau étudiés, l'abondance des Odonates est très faible : 36 individus seulement (soit 0,05 % de la faune totale) ont été récoltés. Ils appartiennent à la famille des Gomphidae (*Gomphus*). Ils ont été observés aux stations de piémont : A2 et A4.

### 3.5.9 Mollusques

Les Mollusques ne sont jamais abondants en milieu aquatique continental car la teneur en calcium, la nature du substrat et la vitesse du courant sont les facteurs prépondérants sur le développement et la répartition des éléments de ce groupe dans les hydrosystèmes.

Dans les cours d'eau étudiés, 419 individus (soit 0,58 % de la faune totale) appartenant à 3 familles et 3 genres ont été récoltés : Ancyliidae, Bythinellidae et Physidae (figure 18).

La famille la mieux représentée est celle des Ancyliidae (genre *Ancylus*). Elle compte 237 individus (soit 56,56 % des Mollusques et 0,33 % de la faune totale). Les deux autres familles Physidae (*Physa*) et Bythinellidae (*Bythinella*) ne comptent respectivement que 170 individus (soit 40,57 %) et 12 individus (soit 2,86 %).



**Figure 23** : Abondance des Mollusques dans les cours d'eau étudiés.

### 3.5.10 Hydracariens, Crustacés et Planipennes

Les Hydracariens sont peu abondants dans nos stations, ils sont représentés par 1157 individus, soit 1,6 % de la faune totale. Ils appartiennent à un seul genre *Hydracaina*. Leur développement semble important dans les cours d'eau à écoulement rapide à modéré où la température de l'eau est assez élevée.

Les Crustacées et les Planipennes montrent une préférence pour les cours d'eau de montagne à eau fraîche coulant sur un substrat grossier (galets, graviers) riche en débris végétaux.

Les Crustacées sont représentés par 2476 individus, soit 3,45 % de la faune totale. Ils appartiennent à une seule famille : Gammaridae (genre *Gammarus*).

Les planipennes, avec 3 individus soit 0,004 % de la faune totale, sont représentés également par une seule famille (Neurorthidae) et un seul genre (*Neurorthus*).

### **3.6 Evaluation de la qualité hydrobiologique des cours d'eaux**

L'évaluation de la qualité biologique de l'eau est fondée sur un principe général selon lequel chaque type de milieu naturel possède une communauté d'organisme « biocénose » caractéristique, tout appauvrissement de la biocénose naturelle traduit donc une perturbation.

La qualité hydro-biologique d'un cours d'eau s'attache à analyser la présence d'organismes aquatiques. En effet, ces derniers intègrent les variations de la qualité de l'eau et ceci sur des périodes plus ou moins longues. Ils se révèlent comme d'excellents bio-indicateurs.

Ainsi, à ce titre, divers indices biologiques ont été créés. Ils permettent de connaître l'impact de la pollution sur le milieu vivant et de diagnostiquer une pollution de l'eau d'origine chimique, organique ou une dégradation globale de l'habitat.

Les organismes utilisés sont appelés indicateurs biologiques ou bio-indicateurs. BLANDIN (1986) in GENIN et al. (2003), définit l'indicateur biologique comme « une population ou un ensemble de populations, qui par ses caractéristiques qualitatives ou quantitatives témoignent de l'état d'un système écologique et qui par des variables de ses caractéristiques, permet de détecter d'éventuelles modifications du milieu ».

Les altérations du milieu, qui se traduisent par l'évolution de certains facteurs biologiques, provoquant alors des modifications plus ou moins marquées des communautés vivantes qu'il héberge.

L'analyse de la composition d'un répertoire faunistique considéré isolement permet de définir l'état du milieu tandis que l'analyse comparative « amont –aval » permet d'évaluer l'effet des changements de l'environnement qui affectent les communautés.

Parmi les nombreux indices disponibles permettant d'évaluer la qualité de l'eau, nous avons retenu l'Indice Biologique Global Normalisé ou IBGN. Cet indice apparait, selon vernaux et al. (1982), comme l'expression synthétique de la qualité biologique générale d'une station, toutes causes confondues. Il a été homologué en 1992 (NFT -350).

#### **3.6.1 Indice biologique global normalisé IBGN**

L'IBGN permet d'évaluer la qualité hydro-biologique d'un site aquatique par l'intermédiaire de la composition des peuplements d'invertébrés benthiques vivants sur divers habitats. Il est sensible aux variations de la composition physico-chimique de l'eau et plus particulièrement aux fluctuations de la pollution organique et chimique, mais aussi de la nature des substrats « travaux en rivière ou recalibrage et des événements climatiques : orages, crues ... ».

Dans ce travail le choix est dicté par les avantages que présente cette méthode :

- représentation synthétique de l'écosystème étudié ;
- prise en compte de tous les groupes de macro-invertébrés qui regroupent de nombreuses espèces bio-indicatrices ;

- limites pratiques de détermination taxonomique est la famille pour la plupart des groupes faunistiques (insectes), embranchement, classe ou ordre dans certains cas (Crustacés et Mollusques) ;
- facilité d'emploi et d'exploitation par rapport aux informations apportées et de la manipulation du matériel biologique ;
- large possibilité d'application.

Cet indice permet de situer la qualité biologique de l'eau courante d'un site. Son objectif est de suivre l'évolution de la qualité biologique d'un site au cours du temps et dans l'espace (amont-aval).

#### ❖ **Principe général de l'IBGN**

Cette méthode fournit une estimation qualitative du milieu dans son ensemble en utilisant la faune macro-invertébrée en tant que compartiment intégrateur du milieu. Elle s'applique à des sites d'eau courante « dont la profondeur n'excède pas un mètre sur la majorité de la station ». Le principe repose sur le prélèvement de la macrofaune benthique directement sur le terrain selon un protocole d'échantillonnage standardisé tenant compte des différents habitats et la vitesse d'écoulement.

Les peuplements de macro-invertébrés sont identifiés et fournissent des indicateurs sur la qualité de l'eau par la présence ou l'absence des groupes faunistiques indicateurs, ces derniers ont été choisis en fonction de leur sensibilité aux polluants.

#### ❖ **Les objectifs de l'IBGN :**

Les objectifs de l'IBGN sont :

- de situer la qualité biologique de l'eau courante d'un site dans une gamme typologique générale ;
- de suivre l'évaluation de la qualité biologique d'un site au cours de temps et dans l'espace « amont /aval » ;
- d'évaluer l'effet d'une perturbation sur le milieu.

#### ❖ **Les avantages et les limites de l'IBGN**

##### ➤ **Les avantages :**

Les principaux avantages de cette méthode sont :

- la représentation synthétique de l'écosystème étudié ;
- la prise en compte de tous les groupes de macro invertébrés ;
- la sensibilité des organismes aux modifications de la qualité de l'eau et du substrat ;
- la prise en compte des populations stables et relativement sédentaires permettant une bonne représentativité de la faune autochtone ;
- l'intégration du facteur temps ;
- les commodités de récolte et de manipulation et bonne conservation des échantillons. (GENIN et al.)

### ➤ Les limites

L'IBGN est un outil de diagnostic parmi d'autres, une aide à l'interprétation de l'ensemble des informations recueillies sur le milieu étudié, et comme tous les outils de ce genre, il présente des limites d'application. En effet, les observations suivantes sont à considérer :

- la valeur de référence est voisine de 20 dans la plupart des milieux non perturbés, mais elle peut être plus faible dans des milieux particuliers, sans qu'une perturbation en soit la cause ;
- la valeur de l'IBGN peut présenter une variabilité saisonnière, conséquence des cycles biologiques de la macrofaune benthique et de l'évolution des conditions du milieu ;
- la globalité de la méthode ne permet pas d'interpréter avec certitude les causes et les origines d'une perturbation. Les analyses physico-chimiques complémentaires seront nécessaires ;
- les effets d'une même perturbation peuvent s'exprimer de manières différentes selon le niveau typologique du site.

#### 3.6.1.1 Répertoire des organismes retenus

L'évaluation de la qualité du milieu est fondée sur l'analyse des peuplements de macro-invertébrés benthiques inféodés au substrat. Le répertoire des organismes retenus pour le calcul de l'IBGN contient 138 taxons. L'unité taxonomique retenue est la famille à l'exception de quelques groupes faunistiques pour lesquels c'est l'embranchement ou la classe. Parmi les 138 taxons, 38 d'entre eux constituent 9 groupes faunistiques indicateurs (GI), numérotés de 1 à 9 dans le tableau de détermination, par ordre de polluosensibilité décroissante, (Annexe 6 : valeurs de l'IBGN).

#### 3.6.1.2 Calcul de l'IBGN

L'IBGN est établi à partir d'un tableau d'analyse (Annexe 6 : valeur IBGN) extrait de la norme AFNOR T90-350-déc. (1992), comportant en ligne 9 groupes faunistiques indicateurs et en colonne 14 classes de variété taxonomique, classés par ordre décroissant de sensibilité aux pollutions, pour cela on détermine successivement :

- la variété taxonomique ( $\Sigma t$ ) qui correspond au nombre total de taxons identifiés, quel que soit le nombre d'individus trouvés sur place.
- le groupe indicateur (GI) en prospectant les colonnes du tableau de haut en bas (de GI 9 à GI 1) en n'arrêtant l'examen qu'à la première présence significative d'un taxon répertoire en ordonnée du tableau.
- les valeurs d'IBGN comprises entre 1 et 20 selon la diversité taxonomique de la station et la présence ou l'absence de taxons indicateurs.

L'appréciation globale de la qualité hydro-biologique est estimée à partir de l'examen de la faune de macro-invertébrée benthique. Dans la norme AFNOR (GENIN et al. 2003), elle est définie selon 5 niveaux de couleur (tableau 7).

**Tableau 7 :** Grille d'appréciation globale de la qualité de l'eau (norme AFNOR T 90- 350, 1990).

<b>IBGN</b>	<b>≥17</b>	<b>16-13</b>	<b>12-9</b>	<b>8-5</b>	<b>≤4</b>
<b>Classe de qualité</b>	1A	1B	2	3	HC*
<b>Qualité hydro-biologique</b>	Excellente	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise
<b>Couleur</b>	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
<b>Pollution</b>	Absente	Modérée	Notable	Importante	Excessive

\*HC : hors classe

La définition des classes de qualité est la suivante :

- classe 1A (couleur bleu) : qualité excellente, absence de pollution ;
- classe 1B (couleur verte) : qualité bonne, pollution modérée ;
- classe 2 (couleur jaune) : qualité moyenne, pollution notable ;
- classe 3 (couleur orange) : qualité médiocre, pollution importante ;
- hors classe (couleur rouge) : qualité mauvaise, pollution excessive.

### 3.6.2 Analyse hydro-biologique des stations

Le tableau 8 résume les résultats des analyses hydrobiologiques : altitude, diversité taxonomique, groupe indicateur, valeur d'IBGN, et classe de qualité de l'eau.

Les résultats des analyses sont obtenus en intégrant deux facteurs déterminants :

- La diversité faunistique traduisant la capacité d'accueil du milieu et les potentialités de la faune à occuper les habitats présents ;
- La nature de groupes indicateurs le plus élevés, reflétant plus la qualité de l'eau.

Ainsi l'appréciation de la qualité hydro-biologique est estimée à partir de l'examen des macro-invertébrées benthiques.

Selon la diversité taxonomique de la station et la présence ou l'absence de taxons indicateurs, on attribue à chaque station une note de qualité hydrobiologique variante de 1 à 20.

Tableau 8 : qualité hydrobiologie des stations étudiées.

<b>Station</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>FR</b>	<b>TA</b>	<b>BK</b>
<b>Altitude (m)</b>	920	380	300	200	140	160	100	60
<b>Nombre de taxon</b>	34	36	28	30	20	26	24	22
<b>Groupe indicateur</b>	8	9	7	7	5	5	2	2
<b>IBGN</b>	17	18	14	15	10	12	8	8
<b>Classe de qualité</b>	1A	1A	.1B	1B	2	2	3	3
<b>Qualité de l'eau</b>	Excellent	excellent	Bonn	bonn	moyenn	moyenn	Médiocr	médiocr
<b>Couleur</b>	bleu	bleu	Vert	Vert	jaune	jaune	orange	Orange

**Station A1**

Diversité taxonomique : 34 ;

Groupe indicateur : 8 ;

Valeur de l'IBGN : 17 ;

Classe de qualité : 1A ;

Qualité de l'eau : excellente ;

Couleur : bleu ;

**station A2**

diversité taxonomique : 36 ;

groupe indicateur : 9 ;

valeur de l'IBGN : 18 ;

classe de qualité : 1A ;

qualité de l'eau : excellente ;

couleur : bleu ;

Ces deux stations situées en amont des agglomérations de Larbaa n'Ath Ouacif, présentent une excellente qualité hydrobiologique avec une valeur de l'IBGN de 17 pour A1 et 18 pour A2, une classe de qualité 1A, une importante variété taxonomique (34 et 36 taxons identifiés) et un groupe indicateur (GI : 8 pour A1 et 9 pour A2) indiquant une très bonne qualité de l'eau et du milieu. Les peuplements sont très diversifiés avec des familles de différents ordres caractérisant l'ensemble des milieux et occupant de façon optimale les macrohabitats. Plusieurs familles appartenant à des groupes indicateurs élevés (GI 8 et 9) considérés comme sensibles à la qualité du milieu ont été dénombrés, confirmant donc une très bonne qualité hydro-biologique pour ces stations.

**Station A3 :**

Diversité taxonomique : 28 ;

Groupe indicateur : 7 ;

IBGN : 14 ;

Classe de qualité : 1B ;

Qualité de l'eau : bonne ;

Couleur : vert.

**Station A4 :**

diversité taxonomique : 30 ;

groupe indicateur : 7 ;

IBGN : 15 ;

classe de qualité : 1B ;

qualité de l'eau : bonne ;

Couleur : vert.

Le secteur des stations A3, A4 situé en aval des agglomérations (en aval de l'Oued Aissi). Ces stations présentent une qualité hydro-biologique bonne (classe : IB ; IBGN : 14 pour A3 et 15 pour A4) et un groupe indicateur : 7, indiquant que la qualité de l'eau et du milieu est bonne, on retrouve un secteur assez stable et correcte permettant l'installation de taxons plus nombreux et diversifiés : plusieurs familles appartenant à ce groupe considérées comme sensibles à la qualité de milieu ont été dénombrés confirmant donc une excellente qualité hydro biologique de l'eau pour ces stations.

**Station A5 :**

Diversité taxonomique : 20 ;

Groupe indicateur : 5 ;

IBGN : 10 ;

Classe de qualité : 2 ;

Qualité de l'eau : moyenne ;

Couleur : jaune.

**Station FR :**

Diversité taxonomique : 26 ;

Groupe indicateur : 5 ;

IBGN : 12 ;

Classe de qualité : 2 ;

Qualité de l'eau : moyenne ;

Couleur : jaune.

Les secteurs des stations A5 et FR situés e présentent une qualité hydrobiologique moyenne (classe : 2 ; IBGN : 10 et 12) et un groupe indicateur : 5 indiquant une altération de la qualité de l'eau du milieu, les familles présentes sont peu exigeantes vis-à-vis la qualité de l'eau et du milieu, Elles appartiennent à des groupes plus ou moins polluo-résistants tels que les Naididea, les Ephéméroptères et les Diptères Chironomidae et Simuliidae.

**Station TA**

Diversité taxonomique : 24 ;

Groupe indicateur : 2 ;

Valeur de l'IBGN : 8 ;

Classe de qualité : 3 ;

Qualité de l'eau : médiocre ;

Couleur : orange ;

**station BK**

diversité taxonomique : 22 ;

groupe indicateur : 2 ;

valeur de l'IBGN : 8 ;

classe de qualité : 3 ;

qualité de l'eau : médiocre ;

couleur : orange ;

Cette station, située en aval des cours d'eau prospectés collectant les rejets de diverses agglomérations traversées, présente une qualité hydrobiologique ; dans la station TA (IBGN=8, classe de qualité 3 et un groupe indicateur 2) et dans la station BK (IBGN=12, classe de qualité 2 et un groupe indicateur 7), avec un nombre de taxons réduit (22 et 24) indiquant une dégradation de la qualité de l'eau et du milieu du secteur de cette station par rapport aux zones amont des cours d'eau.

**Discussion**

Les résultats obtenus sur la qualité hydrobiologique des cours d'eau étudiés (diversité taxonomique, groupe indicateur, valeur de l'IBGN, classe de qualité), résumés dans le tableau 8 et représentés sur les figures 24 (a, b, c et d), permet d'isoler 4 secteurs de cours d'eau.

- dans les secteurs des stations A1 et A2 on observe une qualité hydrobiologique excellente (classe de qualité IA) avec une forte variété faunistique (diversité taxonomique 34(A1) ,36(A2), liée à une forte diversification du milieu, nombre important de microhabitat pour la faune, les groupes indicateurs repérés sont élevés (GI :9(A2),8 (A1)et la présence de taxons sensibles à la pollution indiquant une qualité d'eau correcte ; Le secteur de ces stations a pu présenter un état naturel, ce qui est favorable au maintien d'une faune riche et diversifiée essentiellement polluosensibles. Le peuplement des secteurs de ces stations est très diversifié avec des familles de différents ordres, caractérisant les milieux lotiques et occupant de façon optimale l'ensemble des macroinvertébrés. Les insectes Plécoptères, taxons polluosensibles, présentent une grande diversité intrinsèque puisque 4 familles appartenant à cet ordre ont été identifiées.
- Les secteurs des stations A3 et A4 Présentent une qualité hydrobiologique bonne (classe de qualité 1) montrant par rapport aux stations précédentes une très légère baisse de la qualité de l'eau et de l'habitat. La richesse taxonomique de ces stations reste élevée (entre 28 et 30) et groupe indicateur (GI= 7). La présence de taxons sensibles aux pollutions indique une qualité de l'eau et du milieu tout à fait correcte.

Plusieurs familles appartenant à des groupes indicateurs élevés et donc considérés sensibles à la qualité du milieu ont été dénombrés, confirmant ainsi une bonne qualité de l'eau et du milieu hydrobiologique pour ces stations.

- Les secteurs des stations (A5, FR) situés en aval des agglomérations, présentent une qualité hydrobiologique moyenne (classe de qualité 2) montrant par rapport aux stations précédentes une légère baisse de qualité de l'eau et de milieu. La richesse taxonomique de ces stations reste assez élevée (A5=20, FR=24) et les groupes indicateurs GI=5.

Le secteur de ces stations sont dégradés par les rejets urbains et /ou industriel, en plus la déstabilisation du lit par le prélèvement de sable, trois groupes faunistiques se partagent le peuplement de ces stations : les vers (Naididea), les Diptères (Chironomidea et Simuliidea) et les Ephéméroptères (baetidae).

- Le secteur des stations (TA et BK) situés en aval des cours d'eau, recevant les eaux des rejets urbains des différentes agglomérations traversés par les cours d'eau. On obtient une qualité hydrobiologique médiocre (classe de qualité 3) alliant une faible diversité taxonomique (diversité entre 24 et 22) à un groupe indicateur bas, montrant une dégradation de la qualité du milieu et de l'eau.

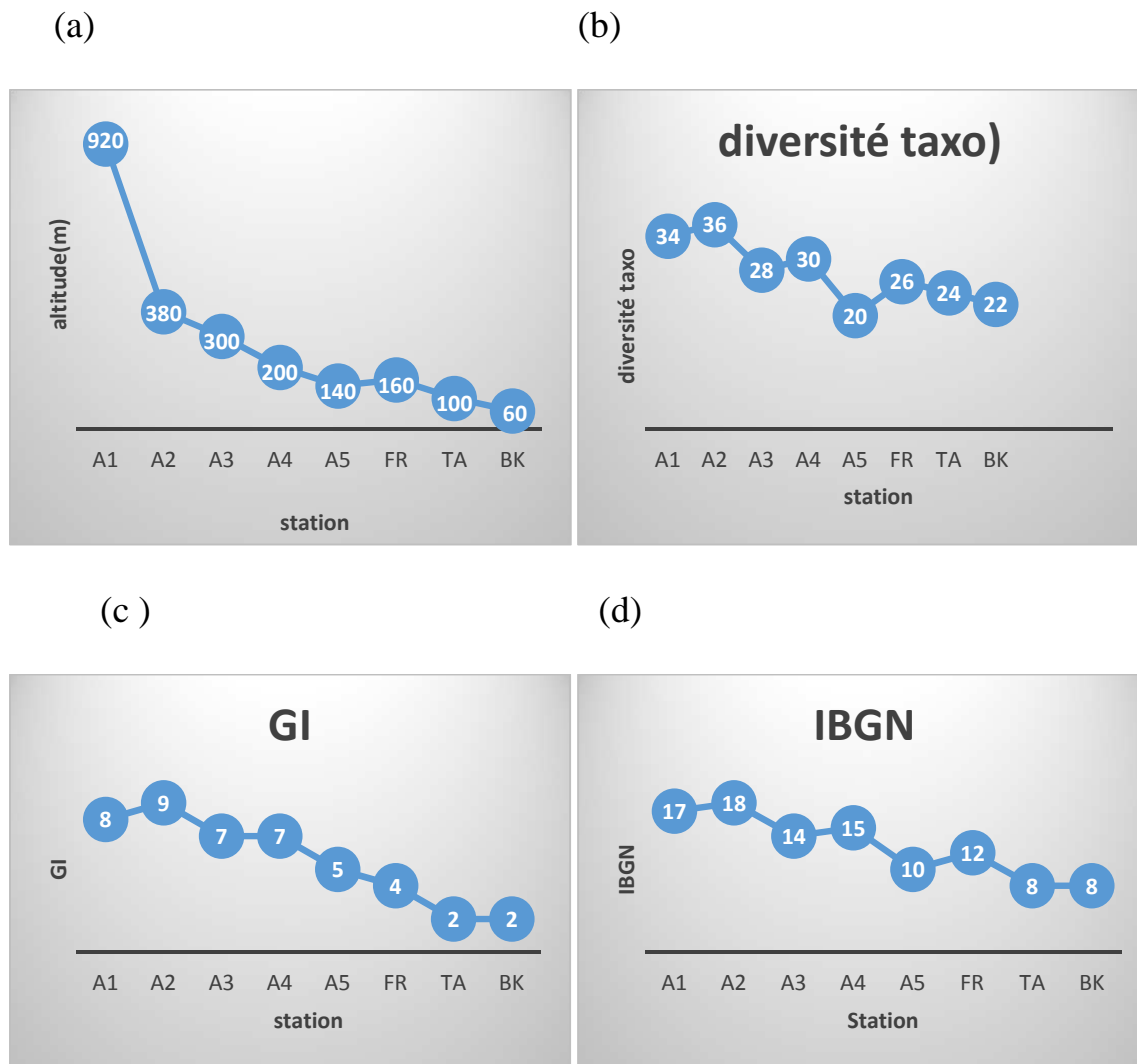
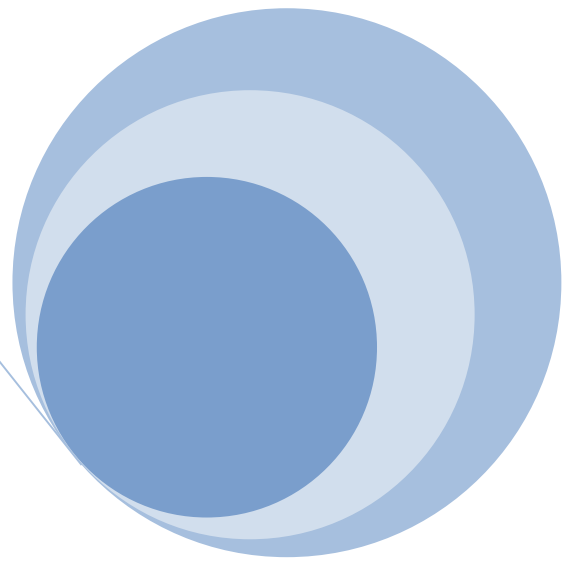


Figure 24 (a, b, c, d) : Analyse hydrobiologiques des 8 stations étudiées.



**Conclusion**

Les macroinvertébrés benthiques récoltés dans ce travail se composent de 71567 individus répartis entre 12 groupes zoologiques (55 familles et 73 genres). Ils sont récoltés dans 8 stations échelonnées entre 60 m et 920 m d'altitude.

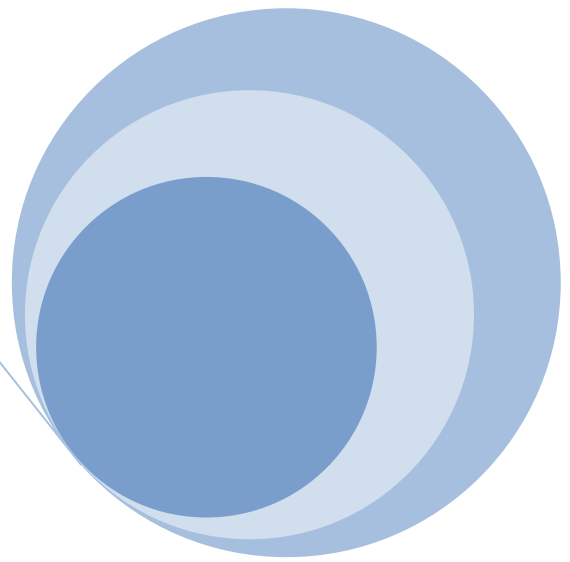
Les Diptères sont les plus représentés sur le plan quantitatif avec 15 familles, suivi par les Coléoptères avec 10 familles, les Ephéméroptères et les Trichoptères avec 6 familles, les Plécoptères et les Hétéroptères avec 4 familles, les Mollusques et les Oligochètes 3 familles, les Crustacés, les Hydracariens, les Odonates et les Planipennes avec une seule famille.

Sur le plan numérique les Diptères sont largement dominant, ils sont suivis par les Ephéméroptères et les Oligochètes ; Les autres groupes sont faiblement représentés.

L'indice de SHANNON et Weaver et l'indice d'équitabilité montrent une fluctuation de la diversité dans les stations étudiées. Ils révèlent que les taxons sont en déséquilibre entre eux.

L'étude de la qualité hydrobiologique des cours d'eau échantillonnés et précisée par la méthode de l'indice biologique globale normalisé (IBGN), a montré une variation de la qualité de l'eau et du milieu : la valeur de l'IBGN chute de 7 points : passage de la classe de qualité excellente à moyenne.

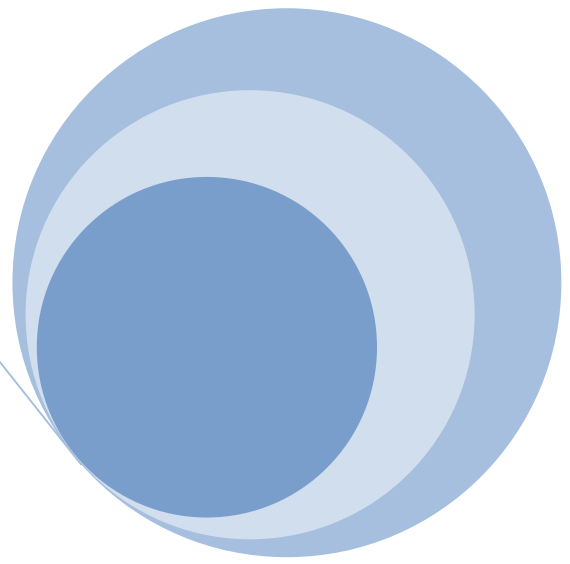
Les plans d'eau d'Algérie sont vulnérables aux effets des changements environnementaux liés aux activités humaines. Il est nécessaire d'observer et d'évaluer les changements à l'échelle des changements climatiques globaux. Il importe d'assurer un suivi régulier de ces écosystèmes, et de mettre en place des mesures de protection et de gestion appropriées aux usages qui en sont attendus. La mise en place d'indice témoignant de la qualité générale des milieux (qualité de l'habitat et du milieu) est souhaitable.



# **Références bibliographiques**

- ABDESSELAMM M., 1995.** Structure et fonctionnement d'un kart de montagne sous climat Méditerranéen: exemple de Djurdjura occidental (Grande Kabylie, Algérie). Thèse de doctorat, en science de la terre, Université de Franche Comté : 233p.
- AIT MOULOUD S., 1988.** Essais de recherches sur la dérive des macro-invertébrés dans l'oued Aissi : faunistique, écologie et biogéographie. Thèse Magister, Université d'Alger, 118p.
- ANGELIER E., 2000.** Ecologie des eaux courantes. Editions technique et document. 199p.
- BARBAULT R., 1981.** Ecologie des populations et des peuplements. Des théories aux faits. Masson éd., paris : 208 p.
- BARBAULT R., 1995.** Ecologie des peuplements. Structure et dynamique de la biodiversité. 2ème édition-Masson, Paris-Milan-Barcelone P : 15-19.
- BLONDEL J., 1979.** Biogéographie et écologie. Masson ed., Paris: 173p.
- BOULOUNIER T., Nichols JD., Sauer JR., Hines JE & Pollock KH., 1998.** Estimating species richness : the importance of heterogeneity in species detectability. *Ecology.*, 73: 1018-1028.
- CONSIGLIO C., 1963.** Plecoptteri delle isole del mediterraneo. *Mon. Zool. Ital.*, 70- 71:147-158.
- DAJOZ R., 1979.** Précis d'écologie. Paris. G.V: 549p.
- DAJOZ R., 1985.** Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquées. 5 ème édition. Gauthier Villard. Paris : 505p.
- DERRIDJ A., 1990.** Etude des populations de *Cedrus atlantica* M. en Algérie. Thèse Docteur es- sciences, Université Paul Sabatier, Toulouse : 288 p.
- ECHAUBAR M. & NEVEU A., 1975.** Perturbations qualitatives et quantitatives de la faune benthique d'un ruisseau à truites, la Couse Pavin (PUY- DE- DOME), dues aux pollutions agricoles et urbaines. *Lab. De Zool, Biol animal et écologique.* INA- INRA : 24p.
- GENIN B., CHAUVIN C. & MENARD F., 2003.** Cours d'eau et indices biologique. Pollution –méthodes-IBGN.2ème édition educagri. 215 p.
- HAOUCHINE S., 2011.** Recherche sur la faunistique et l'écologie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie. Mémoire Magister.U.M.M.T.O.
- LAVANDIER P., 1979.** Ecologie d'un torrent pyrénéen de haute montagne: l'Estaragne. Thèse doctorat d'Etat. Univ. Paul .Sabatier. Toulouse .532p.
- LEGENDRE L. & LEGENDRE P ; 1979.** Ecologie numérique. Le traitement multiple des données écologiques. 2eme Edition Masson, Paris : 206 p.
- LOUNACI A., 2005.** Recherches sur la faunistiques, l'écologie et la biogéographie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie (Tizi Ouzou, Algérie). Thèse de Doctorat d'Etat. Université Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou, 208 p.
- LOUNACI A. & VINÇON G, 2005.** Les Plécoptères de la Kabylie du Djurdjura (Algérie) et biogéographie des espèces d'Afrique du Nord [Plecoptera]. *Ephemera*, Vol. 6 (2) : 109-124.
- MEBARKI M., 2001.** Etude hydrobiologique de trois réseaux hydrographique de Kabylie (Parc National de Djurdjura, Oued Sébaou, Oued Boghni) : faunistique, écologie et biogéographie des macroinvertébrés benthiques. Thèse Magister. p 25.
- POISSON R., 1957.** Hétéroptères aquatiques. In P. Lechevalier (Ed.), Faune de France, C.N.R.S. (Paris), 61 :264p.

- PIELOU E. C., 1969.** An introduction to mathematical ecology. Wiley-Interscience, New-York: 286 p.
- RAMADE F., 2003.** Elément d'écologie : Ecologie fondamentale. 3èmedition. Dunod. Paris : 190 p.
- QUEZEL P., 1957.** Le peuplement végétal des hautes montagnes d'Afrique du Nord. *Encycl. Biogeogr. Ecol.*, Ed le chevalier, Paris : 463p.
- 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., 1963.** The mathematical theory of communication. Urbane: University of Illinois Press: 117p.
- SOWA R., 1975.** Ecology and biogeography of mayflies (Ephemeroptera) of running waters in the Polish part of the Carpathians. I. Distribution and quantitative analysis. *Acta Hydrobiol.* 17: 223- 297.
- TACHET H., BOURNAUD M. & RICHOUX PH., 1980.** Introduction à l'étude des macroinvertérés des eaux douces (Systématique élémentaire et aperçu écologique). Associations Française le Limnologie : 150p.
- TACHET H., BOURNAUD M., RICHOUX PH. & USSEGLIO-POLATERA PH., 2000.** Invertébrés d'eau douce : Systématique, Ecologie, Biologie. Ed CNRS- Paris. 588p.
- TOURENQ J.N., 1975.** Recherches écologiques sur les Chironomides (Diptera) de campagne. Thèse Doctorat : 424 p.
- 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,
- VERNEAUX J., 1973.** Recherches écologiques sur le réseau hydrographique de Doubs. Essai de biotypologie. Thèse Doc. Etat, Université de Besançon : 260 p.
- VERNEAUX J. & COLL B., 1982.** Une nouvelle méthode pratique d'évaluation de la qualité des eaux courantes. Un indice biologique de la qualité générale (IBG). *Ann. Sci. Univ Franche-Comté, Besançon*, 4 (3) : 11-22.
- YAKOUB B., 1996.** Le problème de l'eau en grande Kabylie. Le bassin versant du Sébaou et la Wilaya de Tizi-Ouzou. Edité par l'Université de Tizi-Ouzou : 210p.
- ZWICK P., 1980.** Plecoptera. *Handbuch der Zoologie*, Berlin, 4 (2) 2/7: 1-111.



**Annexe 1 :** Précipitations moyennes mensuelles (en mm) et totaux pluviométriques (en mm) dans certaines localités de la région d'étude (période 1990-2014).

Stations	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Total
Larbâa N'Ath Irathen (950m)	43,4	77	119	139	143,1	97,5	81,6	120	89	9,7	8,5	9	937
Ait Yani (760m)	46,2	80	103	135	128	90,2	74,5	91,6	75	13	3,3	9,9	850
Tizi ouzou (220m)	40,5	67	132	150	154	89,3	76,1	92	57,7	8,8	3,8	6	877

**Annexe 2 :** température moyennes mensuelles de l'air en °c enregistrées à Tizi Ouzou (périodes 1990- 2014).

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
T° moyenne minimales	6,33	6,5	8,58	10,41	13,98	18	21,1	21,9	18,93	15,43	11,01	7,32
T° moyenne maximales	15,42	16,37	19,43	21,62	26,04	31,5	35,44	35,56	31,42	27,01	19,76	16,04
T° moyenne mensuelle	10,22	10,76	13,42	15,53	19,37	24,22	27,61	27,98	24,4	20,2	14,62	11,3

**Annexe 3 :** Températures ponctuelles de l'eau (en °C) relevées aux différentes stations.

Stations*	A1	A2	A3	A4	A5	FR	TA	BK
T°max (°C)	14	20	23	26	26	30	32	32
T°min. (°C)	8	10	11	11	12	11	11	12
T°moy.(°C)	11	15	17	18,5	19	20,5	21,5	22
Alt (m)	920	380	300	200	140	160	100	60

**Station\* :** pour la description des stations se conférer aux points descriptions des stations d'étude.

**Annexe 4 :** Abondance de la faune benthique des stations étudiées.

Stations	A1	A2	A3	A4	A5	FR	TA	BK
Alt (m)	920	380	300	200	140	160	100	60
Abondance	8683	10286	10597	13867	12361	4317	5720	5736

**Annexe 5 :** Richesses taxonomiques des stations étudiées.

Stations	A1	A2	A3	A4	A5	FR	TA	BK
Altitudes(m)	920	380	300	200	140	160	100	60
Richesse taxonomique	39	45	36	36	29	38	34	30

**Annexe 6 :** Valeurs de l'IBGN selon la nature et la variété taxonomique de la macrofaune. (Extrait de la norme AFNOR T 90-350,1992). Annexe 6

Classe de variété		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Taxons	$\Sigma t$	>	49	44	40	36	32	28	24	20	16	12	9	6	3
	Gl	50	45	41	37	33	29	25	21	17	13	10	7	4	1
Chloroperlidae Perlidae Perlodidae Taeniopterygidae	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
Capniidae Brachycentridae Odontoceridae Philopotamidae	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
Leuctridae Glossosomatidae Beraeidae Goeridae Leptophlebiidae	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
Nemouridae Lepidostomatidae Sericostomatidae Ephemeridae	6	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
Hydroptilidae Heptageniidae Polymitarcidae Potamanthidae	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
Leptoceridae Polycentropodidae Psychomyidae Rhyacophilidae	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Limnephilidae <sup>1</sup> Hydropsychidae Ephemerellidae <sup>1</sup> Aphelocheiridae	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
Baetidae <sup>1</sup> Caenidae <sup>1</sup> Elmidae Gammaridae <sup>1</sup> Mollusque	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
Chironomidae <sup>1</sup> Asellidae <sup>1</sup> Achètes Oligochètes <sup>1</sup>	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

## Résumé

Les résultats obtenus à partir d'une synthèse de données faunistique font l'état d'un total de 71567 individus, répartis entre 12 groupes zoologique (55 famille et 74 genre), Ils sont récoltés dans 8 stations échellonnées entre 920m et 60m d'altitude.

Les Diptères avec 24388 individus (soit 34,06% de la faune totale), sont largement dominants sur le plan numérique ; ils sont suivis par les Ephéméroptères avec 22894 individus (31,98%), les Oligochètes avec 13618 individus (19,02%), les Coléoptères par 3085 individus (4,3%). Les Trichoptères, les Crustacées, les plécoptères, les Odonates, les Mollusque, les Hydracariens et les Planipennes sont faiblement représentés.

L'évaluation de la qualité hydrobiologique des cours d'eau par la méthode IBGN montre une dégradation de la qualité de l'eau et du milieu entre les stations de montagne et celles de basse altitude : passage de la classe bonne à la classe moyenne.

La valeur de l'IBGN chute de 7 points : passage de la classe de qualité excellente à moyenne.

**Mots clés :** Macroinvertébrés, cours d'eau, moyen Sébaou, l'Oued Aissi, Tizi ouzou, qualité d'eau, IBGN.